

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 2(12)

2014 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)
- Перечень журналов и изданий ВАК Минобрнауки РФ (редакция май 2012г.)

Журнал зарегистрирован

Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 26.09.14.
Формат 60×90/8. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 211 экз.
Усл. печ. л. 15. Уч.-изд. л. 14,3.
Зак. 1275.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины и экологии
человека»
ЛИ № 02330/619 от 3.01.2007 г.
Продлена до 03.01.2017

Отпечатано в Филиале БОРБИЦ
РНИУП «Институт радиологии».
220112, г. Минск,
ул. Шпилевского, 59, помещение 7Н

ISSN 2074-2088

Главный редактор

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Бебяковский (д.м.н., профессор), Ю.В. Висенберг (к.б.н., отв. секретарь), Н.Г. Власова (д.б.н., доцент), А.В. Величко (к.м.н., доцент), В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), А.В. Коротаяев (к.м.н.), А.Н. Лызииков (д.м.н., профессор), А.В. Макарович (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), 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.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), М.Г. Русаленко (к.м.н.), А.Е. Силин (к.б.н.), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), О.В. Черныш (к.м.н.), А.Н. Цуканов (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н.)

Редакционный совет

В.И. Жарко (министр здравоохранения Республика Беларусь, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), 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), Ю.Е. Демидчик (д.м.н., член-корреспондент НАН РБ, 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., Минск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), В.П. Сытый (д.м.н., профессор, Минск), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), В.П. Филонов (д.м.н., профессор), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск)

Технический редактор

С.Н. Никонович

Адрес редакции

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

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический
центр радиационной медицины и
экологии человека», 2014

№ 2(12)

2014

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

- А.В. Рожко, А.А. Чешик**
Заболееваемость лейкозами у лиц, пострадавших в результате радиационных аварий (обзор литературы) 6

Медико-биологические проблемы

- А.П. Будина, А.С. Соловьев**
Роль опухолевого супрессора ARF в активации селективной аутофагии 14

- Е.Л. Есис, И.А. Наумов**
Динамика заболеваемости органов репродуктивной системы женщин, осуществляющих производственную деятельность в условиях химического производства 21

- В.Н. Мартинков, А.Е. Силин, Э.А. Надыров, И.Б. Тропашко, А.А. Силина, С.М. Мартыненко**
Анализ мутаций в кодирующей области гена BRCA1 у пациенток с раком молочной железы из Гомельской области Беларуси 27

- Е.В. Марцинкевич, Т.М. Лукашенко**
Возможность применения соевого молока для коррекции нарушений микробиоценоза толстого кишечника крыс, вызванных употреблением глутамата натрия 34

- А.А. Печёнкин, А.А. Лызиков, С.А. Новиковская, Л.А. Мартемьянова**
Ультраструктурные изменения пластических материалов при включении в артериальное русло 39

- А.Е. Филюстин, А.М. Юрковский, А.А. Гончар**
Особенности дистрофических изменений тел поясничных позвонков в зависимости от их функционального предназначения 50

- Л.А. Чунихин, Д.Н. Дроздов**
Относительная эффективность контрмер по критерию накопленной дозы внутреннего облучения 55

Reviews and problem articles

- A. Razhko, A. Cheshik**
The incidence of leukemia in patients affected as a result of radiation accidents (review of literature)

Medical-biological problems

- A.P. Budina, A.S. Soloviev**
The role of ARF tumor suppressor in activation of selective autophagy

- E.L. Esis, I.A. Naumov**
Dynamics of incidence of reproductive system organs in women carrying out productive activity in chemical production

- V.N. Martinkov, A.E. Silin, E.A. Nadyrov, I.B. Tropashko, A.A. Silina, S.M. Martynenko**
The mutation analysis of the coding region of the BRCA1 gene in patients with breast cancer from Gomel region of Belarus

- E.V. Martsynkevich, T.M. Lukashenko**
Use of soy milk correcting microbiocenosis colon of rats caused by the use of monosodium glutamate

- A.A. Pechenkin, A.A. Lyzikov, S.A. Novikovskaya, L.A. Martemyanova**
Ultrastructural changes in the bloodstream vessels with plastic material

- A.E. Filyustsin, A.M. Yurkovskiy, A.A. Gontchar**
Features of degenerative changes of vertebral bodies of lumbar spine depending on their functional mission

- L. Chunikhin, D. Drozdov**
Countermeasures related effectivity upon accumulated internal doses criteria

Клиническая медицина

Н.Н. Климкович, В.В. Смольникова, О.В. Красько, Ж.Н. Пугачева

Тирозинкиназный рецептор FLT3 при первичных миелодиспластических синдромах

62

А.Н. Куриленко, Т.В. Бобр, Ю.И. Рожко

Опыт применения нутрицевтика «Лютакс Амд плюс» у пациентов с начальной стадией возрастной макулярной дегенерации

69

А.В. Куроедов, Р.В. Авдеев, А.С. Александров, Н.А. Бакунина, А.С. Басинский, Е.А. Блюм, А.Ю. Брежнев, Е.Н. Волков, И.Р. Газизова, А.Б. Галимова, О.В. Гапонько, В.В. Гарькавенко, А.М. Гетманова, В.В. Городничий, М.С. Горшкова, А.А. Гусаревич, С.В. Диордийчук, Д.А. Дорофеев, С.А. Жаворонков, П.Ч. Завадский, О.Г. Зверева, У.Р. Каримов, А.В. Кулик, С.Н. Ланин, Дж.Н. Ловпаче, И.А. Лоскутов, Е.В. Молчанова, В.Ю. Огородникова, О.Н. Онуфрийчук, С.Ю. Петров, Ю.И. Рожко, Т.А. Сиденко
Первичная открытоугольная глаукома: в каком возрасте пациента и при какой длительности заболевания может наступить слепота

74

О. С. Павлович, А. И. Розик, А.Г. Моренко
Электрическая активность коры головного мозга при восприятии акцентированных ритмических последовательностей и их мануальном воспроизведении у лиц с различным профилем асимметрии

85

Н.Н. Усова, Н.В. Галиновская, А.Н. Цуканов
Клинико-вегетативные взаимоотношения при инфаркте головного мозга

93

И.Н. Мороз, Т.Г. Светлович

Анализ динамики показателей физического и психологического компонентов здоровья подопечных Службы сестер милосердия Белорусского общества Красного Креста при оказании медико-социальной помощи на дому

100

Clinical medicine

N. Klimkovich, V. Smolnikova, O. Krasko, Zh. Pugacheva

FLT3 receptor tyrosine kinase in de novo myelodysplastic syndrome

A. Kurilenko, T. Bobr, Yu. Razhko

Experience of application of nutraceutical «Lutax AMD plus» in patients with initial stage of age-related macular degeneration

A.V. Kuroyedov, R.V. Avdeev, A.S. Alexandrov, N.A. Bakunina, A.S. Basinsky, E.A. Blyum, A.Yu. Brezhnev, E.N. Volkov, I.R. Gazizova, A.B. Galimova, O.V. Gaponko, V.V. Garkavenko, A.M. Getmanova, V.V. Gorodnichy, M.S. Gorskova, A.A. Gusarevitch, S.V. Diordiychuk, D.A. Dorofeev, S.A. Zhavoronkov, P.Ch. Zavadskiy, O.G. Zvereva, U.R. Karimov, A.V. Kulik, S.N. Lanin, Dzh.N. Lovpache, I.A. Loskutov, E.V. Molchanova, V.Yu. Ogorodnikova, O.N. Onufrichuk, S.Yu. Petrov, Yu.I. Razhko, T.A. Sidenko

Primary open-angle glaucoma: at what age and at what disease duration blindness can occur

O.S. Pavlovych, A.I. Rozik, A.G. Morenko

The electrical activity of the cerebral cortex in perception of accented rhythmic sequences and their manual reproduction in individuals with different profile asymmetry

N.N. Usova, N.V. Halinouskaya, A.N. Tsukanov
Clinical vegetative interaction in cerebral infarction

I. Moroz, T. Svetlovich

Analysis of the dynamics of the indicators of physical and psychological components of health of the beneficiaries of the Visiting Nurses Service of the Belarusian Red Cross in medical and social home care provision

М.Ю. Юркевич, Г.И. Иванчик, К.С. Комиссаров, М.М. Зафранская

Прогностическая значимость определения цитокинов у пациентов с идиопатической IgA-нефропатией

107

Обмен опытом

И.Р. Газизова, Р.М. Шафикова, А.А. Александров

Клинический случай лечения тяжелых офтальмологических осложнений синдрома Стивенса-Джонсона

113

Правила для авторов

118

M.Y. Yurkevich, H.I. Ivanchik, K.S. Komissarov, M.M. Zafranskaya

Prognostic significance of cytokines detection in idiopathic IgA-nephropathy

Experience exchange

I.R. Gazizova, R.M. Shafikova, A.A. Aleksandrov

Clinical case of treatment of heavy ophthalmic complications at Stevens-Johnson syndrome

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНТРМЕР ПО КРИТЕРИЮ НАКОПЛЕННОЙ ДОЗЫ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ

¹УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Беларусь

²УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», г. Гомель, Беларусь

Предложен метод оценки эффективности контрмер на загрязнённых чернобыльскими радионуклидами территориях. Разработана модель, основанная на результатах СИЧ-измерений жителей загрязнённых чернобыльскими радионуклидами НП Республики Беларусь за период 1987-2010 гг., согласно которой вся территория РБ разбита на регионы, однородные по факторам, влияющим на формирование дозы внутреннего облучения. Для регионов, однородных по условиям формирования дозы внутреннего облучения, построены регрессионные линейные зависимости дозы от плотности загрязнений. Модельные, и экспериментальные по результатам СИЧ-измерений, зависимости имеют разный угол наклона, который в работе трактуется как влияние контрмер. Предложен т.н. «фактор контрмер» для оценки эффективности контрмер в различных регионах РБ.

Ключевые слова: ¹³⁷Cs, доза внутреннего облучения человека, плотность загрязнения территории РБ чернобыльскими радионуклидами, контрмеры, регрессионная зависимость

Введение

На территориях, загрязнённых радиоактивными выпадениями в результате аварии на ЧАЭС, проживало несколько сотен тысяч человек, подвергшихся радиоактивному воздействию в различной степени. Критерием оценки радиационного воздействия является доза облучения человека, которая определяет основные медико-биологические последствия пострадавшего от радиационного воздействия населения. Доза состоит из дозы внешнего и внутреннего облучения человека. Базовой пространственной структурой для реконструкции дозы облучения населения, подвергшегося воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС, является населённый пункт (НП) проживания [1].

Мощность дозы внешнего облучения монотонно снижается вследствие распада радионуклидов, заглупления их по профилю почвы, контрмер; закономерности изменения ожидаемой дозы внутреннего облучения являются более сложными, менее прогнозируемыми вследствие нерегулярности изменения и зависят от большого

числа факторов, в том числе и от эффективности контрмер. Эффективность проведенных контрмер сложно оценить вследствие различий в радиационной обстановке в НП, возможностей, объемов и времени проведения противорадиационных мероприятий, а также в соблюдении населением вводимых ограничений на разных территориях.

Реконструкция дозы внутреннего облучения опирается на расчетные методы, подкрепляемые результатами инструментальных измерений. При проведении расчетных оценок разделяют источники и пути формирования дозы и периоды развития аварии [2].

Целью работы является оценка эффективности проведенных контрмер в масштабе регионов и административных районов, расположенных на загрязнённых чернобыльскими радионуклидами территориях. Эффективность контрмер оценивали по величинам накопленных доз внутреннего облучения жителей НП Республики Беларусь за период 1987-2010 гг. по модели, основанной на результатах СИЧ-измерений равновесной активности изотопов цезия, содержащихся в организме человека.

Материал и методы исследования

Материалами для проведения сравнительных оценок являлись средние дозы облучения жителей НП Республики Беларусь. Данные СИЧ-измерений были взяты из банка данных дозиметрического регистра ГУ «РНПЦ РМиЭЧ» за период 1987-2010 гг. Информация о плотности загрязнения ^{137}Cs была предоставлена Департаментом по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды. Реконструкция средних накопленных доз внутреннего облучения жителей НП была проведена с использованием методологических подходов [2, 3]. Было показано, что основными факторами, влияющими на формирование дозы внутреннего облучения жителей НП, расположенных на загрязненных чернобыльскими 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 загрязнённых пищевых продуктов.

Используя обоснованный в работах [4, 5] методический подход, была оценена динамика доз внутреннего облучения взрослых жителей загрязненных чернобыльскими 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).

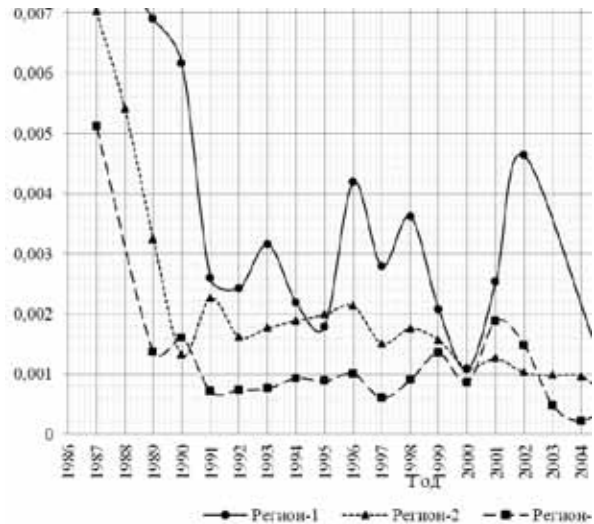


Рисунок 1 – Динамика приведенной дозы внутреннего облучения в период 1987-2008 гг. по данным массовых СИЧ-измерений

Для разработки модели использовались значения средних приведенных доз НП (доза, отнесенная к плотности загрязнения), рассчитанные по результатам СИЧ-измерения с 1987 по 2010 гг. Была сформирована выборка наиболее обследованных и представительных НП, где в качестве выбора использовались значения численности НП (до 100 чел., 100-300 чел. и НП с численностью более 300 чел.) и величина удельной площади леса (менее 0,35, 0,35-0,70, более 0,70).

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 ^{137}Cs , кБк/м².

Эти зависимости были получены для НП со средними по региону значениями удельной площади леса. Поправки на влияние фактора леса вносили с помощью поправочных коэффициентов, определяемых по про-

цедуре, изложенной в работе [4]. Накопленную дозу для НП с отличными от средних по региону значениями удельной площади леса рассчитывали по соотношению:

$$E_{jk} = K_{\text{попр.к}} \cdot \sum_{i=1}^n \sigma_{ik} \cdot K_{ij} \quad (2)$$

где $K_{\text{попр.к}}$ – величина поправочного коэффициента k-го НП, отн. ед.

Для анализа влияния лесного фактора на величину дозы внутреннего облучения весь период после аварии был разбит на четыре характерных временных отрезка.

Первый: 1987-1993 гг. характеризуется соблюдением, в основном, запретительных контрмер: на потребление молока из личных подсобных хозяйств (ЛПХ), на потребление пищевых продуктов леса (грибы, ягоды, дичь), тотальная закупка государством молока, производимого в ЛПХ и, как следствие, постепенная ликвидация личного молочного стада. В этом периоде зафиксированы наиболее высокие уровни загрязнения цезием и стронцием сельскохозяйственной и пищевой продукции.

Второй: 1994-1998 гг. характеризуется началом масштабного проведения контрмер в ЛПХ, началом восстановления личного молочного стада, диверсификация источников получения продуктов питания, часто связанная с игнорированием запретов на использование пищевых продуктов леса.

Третий: 1999-2004 гг. характеризуется стабилизацией радиационной обстановки, проведением контрмер в ЛПХ, резким снижением уровня загрязнения радионуклидами сельскохозяйственной и пищевой продукции, производимой и потребляемой населением (за исключением пищевой продукции леса).

Четвёртый: 2005 г. и по настоящее время характеризуется минимальным за весь послеварийный период уровнем загрязнения сельскохозяйственных и лесных пищевых продуктов (при этом уровень загрязнения пищевых продуктов леса снизился несущественно), практически недействи-

тельными ограничениями на сбор и потребление «даров леса» на территории проживания, снижением количества обращений лиц из населения по вопросам радиационного контроля продуктов питания.

Результаты исследования

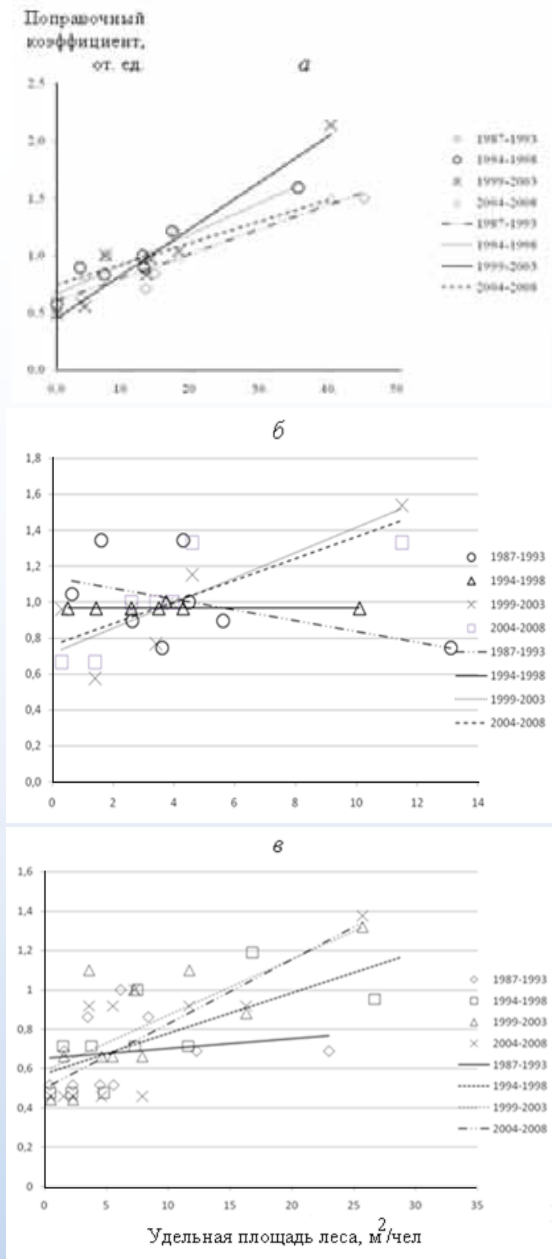
Были получены зависимости значения $K_{\text{попр.}}$ от величины удельной площади леса в виде линейных уравнений вида:

$$y = ax + b \quad (3)$$

где y – значение поправочного коэффициента, относительные единицы, a – угол наклона, b – свободный член. Линейные регрессии для временных отрезков определены по процедуре, описанной в работе [5]. Полученные зависимости приведены на рисунке 2.

Статистические параметры полученных линейных регрессий приведены в таблице 1.

Мы предположили, что различия между модельными и экспериментальными оценками от плотности загрязнения обусловлены непредставительностью выборок сравнения по отношению к исходным выборкам измеренных значений вследствие контрмер. На загрязнённых чернобыльскими радионуклидами территориях сложно разграничить НП по применению контрмер, их характеру, объёмам, времени применения, эффективности. Практически во всех НП в той или иной степени были применены противорадиационные меры, имеющие различную эффективность по критерию снижения дозы. Наряду с жесткими контрмерами: эвакуация в мае 1986 г., отселение в августе-сентябре 1986 г., дополнительное отселение в 1991-1992 гг., вывоз детей и беременных женщин на летний период, принятие йодных препаратов, запрет на употребление молока, пищевых продуктов леса, запрет на посещение зон рекреации, охоту и рыбную ловлю; ликвидация молочного стада в ЛПХ и др., проводили сельскохозяйственные мероприятия: выделение новых пастбищ и сенокосов на пахотных землях, известкование почв, внесе-



а – регион 1, б – регион 2, в – регион 3

Рисунок 2 – Зависимости величин и регрессий поправочных коэффициентов от удельной площади леса

ние повышенных доз минеральных удобрений, применение кормовых добавок в виде цезий-связывающих препаратов. Объём и эффективность контрмер коррелирует с величиной плотности загрязнения НП, поэтому мы предложили модифицирующий фактор, т. н. «фактор контрмер», для коррекции модельных значений в виде обратной показательной функции вида:

$$F_c = \frac{m}{Z_k^n - 0,5} \quad (4)$$

Где F_c – безразмерный фактор контрмер; m – коэффициент пропорциональности равный для региона 1 – 1,4, региона 2 и 3 – 1; Z – величина, численно равная плотности загрязнения НП в 1986 г., деленная на 37, отн. ед.; n – показатель степени, равный 0,5 для региона 1; 0,6 для региона 2 и 0,33 для региона 3.

Результирующее значение средней накопленной дозы внутреннего облучения жителей НП Республики Беларусь можно рассчитать следующим образом:

$$E_{jk} = F_c \cdot K_{\text{попр.к}} \cdot \sum_{i=1}^n \sigma_{ik} \cdot K_{ij} \quad (5)$$

Используя формулы 4 и 5, проведена оценка средних доз внутреннего облучения жителей для населенных пунктов разных регионов территории радиоактивно загрязненного Республики Беларусь. Результаты сравнения данных обследования жителей на СИЧ и результатов модельных оценок представлены на рисунке 3.

Таблица 1 – Коэффициенты линейной регрессии $K_{\text{попр}}$ на удельной площади леса в 3-х регионах

Регион	1987-1993 гг.			1994-1998 гг.			1999-2004 гг.			2005-2010 гг.			Среднее	
	a	b	r	a	b	r	a	b	r	a	b	r	a	b
1	0,021	0,60	0,88	0,027	0,66	0,95	0,040	0,45	0,97	0,018	0,74	0,97	0,027	0,61
2	-0,030	1,14	0,40	0	0,97	0	0,070	0,72	0,84	0,060	0,76	0,81	0,065	0,74
3	0,005	0,65	0,18	0,02	0,57	0,70	0,028	0,59	0,74	0,032	0,50	0,78	0,027	0,56

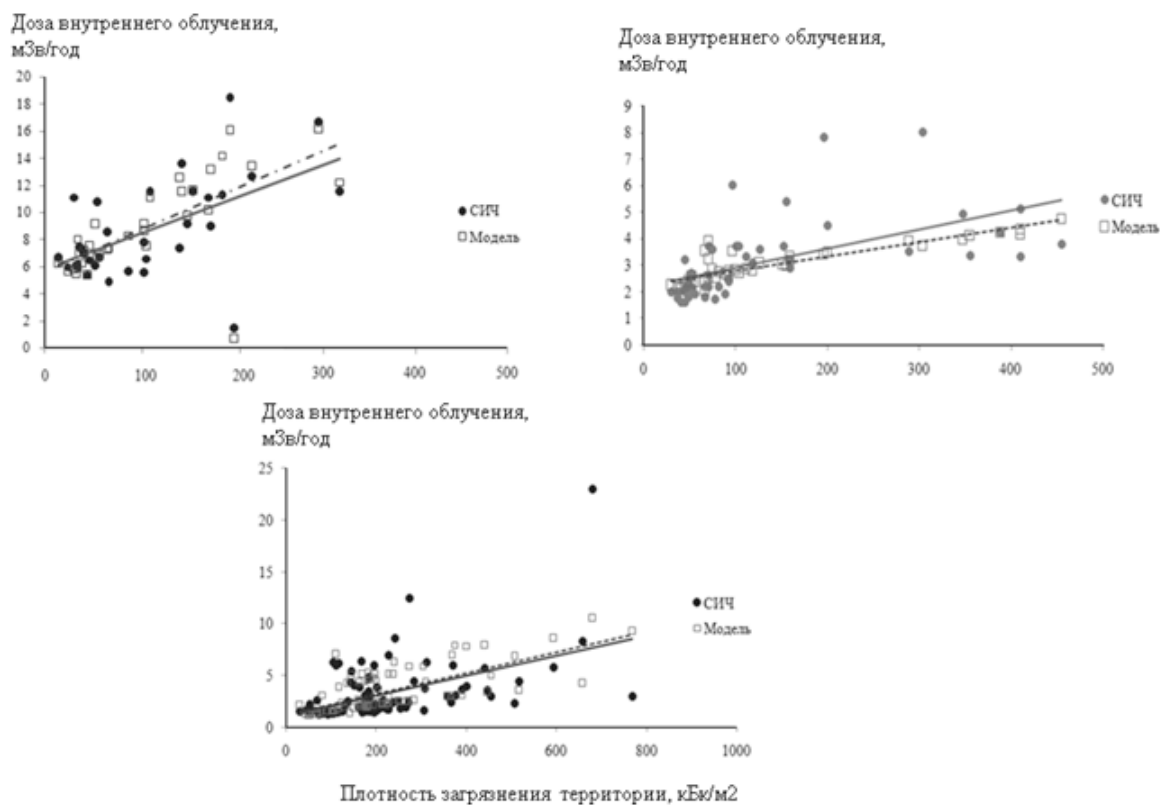


Рисунок 3 – Результаты сравнения данных обследования жителей на СИЧ и результатов модельных оценок

Анализ результатов, полученных на выборках сравнения для 3-х регионов, показал, что с помощью предложенной модели можно адекватно и корректно оценить средние эффективные накопленные дозы внутреннего облучения жителей НП Республики Беларусь, проживающих на загрязнённых чернобыльскими радионуклидами территориях, начиная с 1987 г.

Результаты сравнения средних доз внутреннего облучения по критерию Манна-Уитни, оцененных по данным обследования жителей на СИЧ и модельных оценок представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Статистические характеристики выборок сравнения

Регион	Средняя доза внутреннего облучения, мЗв		уровень p
	СИЧ	модель	
1	8,6±0,62	8,9±0,60	0,72
2	3,1±0,22	3,3±0,11	0,41
3	3,2±0,33	3,5±0,31	0,63

Модельные оценки, как показано в таблице 2, имеют небольшой консерватизм, что, с одной стороны, не предполагает получение заниженных дозовых оценок, с другой стороны, дают оценки дозы, близкие к значениям, полученным по результатам СИЧ-измерений. Оценки накопленных доз внутреннего облучения, выполненные по предложенной модели, могут, таким образом, являться надёжной основой для индивидуализации дозовых оценок для лиц из Регистра. Зависимости кинетики дозового показателя во времени, приведенные на рисунке 1, получены на измеренных данных большой статистической мощности для выборок, представительных по отношению к совокупности НП, расположенных на загрязнённых чернобыльскими радионуклидами территориях Республики Беларусь.

Впервые была проведена коррекция дозовых оценок, учитывающая снижение дозы внутреннего облучения в результате проведенных противорадиационных мероприятий. Сравнение экспериментальных и

модельных оценок показало, что модельные оценки дают заниженные значения в области малых плотностей загрязнения и резко повышаются в области больших. Анализ показал, что это связано с включением в выборки НП с различным объемом и эффективностью проведенных контрмер. Применение фактора контрмер F_c привело к однородности соответствующих экспериментальных и расчетных выборок по критерию Манна-Уитни. Использование для оценки эффективности контрмер 10% НП с самыми низкими плотностями загрязнения и 10% НП с самыми высокими привело к следующим значениям эффективности контрмер по дозе внутреннего облучения в интервале 1987-2010 гг.: для 1 региона составляет 2,0, 2 – 3,5, 3 – 2,5. Для отдельных районов рассчитанная эффективность контрмер составляет: Брагинский – 3,3, Хойникский – 3,0, Лоевский – 3,1, Речицкий – 1,3, Буда-Кошелевский – 2,1, Ветковский – 1,7, Добрушский – 2,5, Чечерский – 1,7, Ельский – 1,7, Лельчицкий – 1,7, Наровлянский – 3,2. Иными словами снижение накопленной дозы внутреннего облучения вследствие проведения противорадиационных мероприятий составляет для Полесского региона – 2 раза, Центрального – 3,5 раза, Северо-Восточного – 2,5 раза. Наибольшая эффективность контрмер проявилась в Брагинском, Наровлянском и Хойникском районах (более 3 раз) вследствие наиболее раннего начала и большого объема проведенных контрмер. Следует при этом учесть, что наряду с контрмерами, особенно в первые годы после аварии, проводились и соблюдались самоограничения населения практически на всей загрязнённой территории. Поэтому очень сложно определить подлинную эффективность контрмер, и приведенные оценки могут трактоваться как относительные величины эффективности относительно регионов с малыми объёмами и масштабами проведенных противорадиационных мероприятий.

Заключение

Накопленная доза облучения, взятая в качестве интегрального критерия эффективности контрмер, является наиболее обоснованным показателем, т.к. контрмеры проводили в разное время в различных регионах, в разных объёмах, при различных почвенно-климатических, хозяйственных и социальных условиях, и результаты проведенных контрмер нелинейно распределялись во времени.

Библиографический список

1. Постановление Кабинета Министров Республики Беларусь № 283. – 05.05.1993.
2. Реконструкция средних групповых 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.
3. Реконструкция средней накопленной в 1986-2001 гг. эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов РФ, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на ЧАЭС в 1986 г. Методические указания МУ 2.6.1.114-02: утв. гл. сан. вр. РФ Г.Г. Онищенко. – М.: Минздрав России, 2002. – 23 с.
4. Власова, Н.Г. Статистический анализ результатов СИЧ-измерений для оценки дозы внутреннего облучения сельских жителей в отдалённый период аварии на ЧАЭС / Н.Г. Власова, Д.Н. Дроздов, Л.А. Чунихин // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – №4. – С. 397-406.
5. Рожко, А.В. СИЧ-ориентированный метод оценки годовых доз внутреннего облучения населения в отдалённый период Чернобыльской аварии / А.В. Рожко, О.К. Власов, Л.А. Чунихин, Д.Н. Дроздов // Радиация и риск. – 2009. – т.18. – №2. – С. 48-60.

L. Chunikhin, D. Drozdov

**COUNTERMEASURES RELATED EFFECTIVITY UPON
ACCUMULATED INTERNAL DOSES CRITERIA**

A new system of evaluation methods has been developed for the assessment of the accumulated internal irradiation doses of the inhabitants of the populated areas of the Republic of Belarus that were contaminated by the Chernobyl radionuclides. The system is based on the results of WBC measurements. The model is based on the WBC-results of the State Dosimeter Register, made at 1987-2010 years. The dose assessment model is based on the classification of populated areas, on the regional features of the soils, which cause ^{137}Cs to enter the locally grown and produced foods. The model is also based on the building of regressive correlations of accumulated internal doses to the contamination density of the territory of a populated area. Such regressive correlations are made for each region. The influence of indirect factors of dose forming was taken into consideration in dose assessment. Among these factors are the population of the area, and the amount of forested territory around it, which were taken as correction coefficients. The coefficients were determined from the regressive correlation of the correction coefficients to a specific area of forest for each region. So called “countermeasures factor” was used for specification other model results.

Key words: ^{137}Cs , internal irradiation dose, density of contamination of Chernobyl radionuclides, counter-measures, regression dependence

Поступила 18.04.2014