

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(15)
2016 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 2012 г.)

Журнал зарегистрирован

Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 08.04.16.
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 200 экз.
Усл. печ. л. 25,87. Уч.-изд. л. 14,03.
Зак. 32.

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 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., зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Бебяковский (д.м.н., профессор), Н.Г. Власова (д.б.н., доцент, научный редактор), А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Веякин (к.б.н.), В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), С.В. Зыблева (к.м.н., отв. секретарь), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), А.В. Коротаев (к.м.н.), А.Н. Лызикив (д.м.н., профессор), А.В. Макавич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Э.А. Надьров (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), 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), Е.А. Богдан (Минск), 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), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), 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», 2016

№ 1(15)

2016

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

30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции

- Е.Л. Богдан, А.В. Рожко**
30-летний опыт организации и оказания медицинской помощи населению, пострадавшему в результате катастрофы на ЧАЭС 7
- С.С. Алексанин, С.В. Дударенко**
Отдаленные медицинские последствия аварий на ЧАЭС 15
- Н.Г. Власова**
Переход от зонирования радиоактивно загрязнённой территории к классификации населённых пунктов по средним годовым эффективным дозам облучения в отдалённом периоде после аварии на ЧАЭС 24
- А.В. Рожко, Э.А. Надыров, И.В. Веялкин, А.Н. Стожаров, Е.Л. Богдан, С.Н. Никонович, О.Ф. Семененко, О.Н. Захарова, Ю.В. Чайкова, А.А. Чешик**
Медицинские последствия аварии на ЧАЭС в Республике Беларусь: 30 лет спустя 31
- И.К. Романович, Г.Я. Брук, А.Н. Барковский, А.А. Братилова, А.В. Громов**
Критерии и требования по обеспечению перехода населенных пунктов, отнесенных в результате аварии на Чернобыльской АЭС к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения 43

Обзоры и проблемные статьи

- С.С. Алексанин, Р.Ф. Федорцева, И.Б. Бычкова**
К проблеме отдаленных последствий действия радиации. Особые клеточные эффекты и соматические последствия облучения в малых дозах 54
- О.П. Логинова, В.В. Клименок**
Современные методы ранней диагностики рака шейки матки 62

30 years after Chernobyl accident

- E.L. Bogdan, A.V. Rozhko**
30-years experience of medical care organization and provision to people affected by the Chernobyl accident
- S. Aleksanin, S. Dudarenko**
Remote medical consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant
- N.G. Vlasova**
From zoning radioactive contaminated territories to classification of settlements at an average annual effective doses in remote period after the accident
- A.V. Rozhko, E.A. Nadyrov, I.V. Veyalkin, A.N. Stozharov, E.L. Bogdan, S.N. Nikonovich, O.F. Semenenko, O.N. Zakharova, Yu.V. Chaykova, A.A. Cheshik**
Medical effects of Chernobyl disaster in the Republic of Belarus: 30 years after
- I.K. Romanovich, G.Ya. Bruk, A.N. Barkovsky, A.A. Bratilova, A.V. Gromov**
Criteria and requirements for providing of the conversion of the settlements referred to the territories of radioactive contamination due to the Chernobyl accident to the conditions of the population normal life activity

Reviews and problem articles

- S.S. Aleksanin, R.F. Fedortseva, I.B. Bychkovskaya**
The problem of remote effects of radiation. Special cell effects and somatic consequences of low doses exposure
- O.P. Loginova, V.V. Klimenok**
Modern methods of the early detection of the cervical cancer

С.И. Роговская, Н.Ю. Полонская, А.Ж. Гайдарова, М.И. Манжосова
Вторичная профилактика рака шейки матки 70

S.I. Rogovskaya, N.Yu. Polonskaya, A.Zh. Gaydarova, M.I. Manzhosova
Secondary prophylaxis of cervical cancer

Медико-биологические проблемы

Medical-biological problems

В.С. Аверин, К.Н. Бuzдалькин, Е.В. Копыльцова, Е.К. Нилова, Э.Н. Цуранков
Ожидаемые дозы внутреннего облучения жителей некоторых населённых пунктов Гомельской области 77

V.S. Averin, K.N. Buzdalkin, E.V. Kopyltsova, E.K. Nilova, E.N. Tsurankov
⁹⁰Sr ingestion and committed doses in population of Gomel region

Л. Апончук, Т. Шевчук
Особенности центральной гемодинамики и электрической активности сердца у курящих женщин с разным стажем курения 82

L. S. Aponchuk, T. Ya. Shevchuk
Peculiarities of central hemodynamics and electrical activity of the heart in female smokers with different smoking experience

К.Н. Апсаликов, Т.И. Белихина, Б.Х. Алиев, М.К. Хакимов, Т.Ж. Мулдагалиев
Изучение динамики онкологической заболеваемости среди лиц, подвергавшихся прямому облучению в результате испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне, и их потомков 91

K.N. Apsalikov, T.I. Belihina, B.H. Aliev, M.K. Hakimov, T.Z. Muldagaliev
Studying the dynamics of cancer incidence among those exposed to the direct radiation and their descendants, as a result of nuclear weapons tests at the Semipalatinsk test site

А.А. Братилова
Облучение населения Российской Федерации, проживающего на территориях, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС 97

A.A. Bratilova
The exposure of Russian Federation population, living in the territories affected due to the accident on Chernobyl NPP

Л.А. Горбач
Туберкулез среди детского и подросткового населения наиболее пострадавших от Чернобыльской катастрофы районов Могилевской области 106

L.A. Gorbach
Tuberculosis among children and adolescents living in areas of the Mogilev region most affected by the Chernobyl disaster

В.В. Евсеенко, В.В. Дроздович, Е.В. Остроумова, В.Ф. Миненко, М. Хатч, О.Н. Полянская, А.В. Бреннер, И.В. Вейлкин, Э.А. Надьров, Л.С. Старостенко, А.В. Рожко, К. Мабучи
Формирование когорты лиц, облученных внутриутробно в Беларуси после аварии на Чернобыльской АЭС 113

V. Yauseyenko, V. Drozdovitch, E. Ostroumova, V. Minenko, M. Hatch, O. Polyanskaya, A. Brenner, I. Veyalkin, E. Nadyrov, L. Starostenko, A. Rozhko, K. Mabuchi

Construction of cohort of persons exposed in utero in Belarus following the Chernobyl accident

В.В. Кляус, Е.В. Николаенко
Радиационно-гигиеническое обоснование размера санитарно-защитной зоны вокруг Белорусской АЭС 124

V.V. Kliaus, A.U. Nikalayenka
Radiation-hygienic basement of the size of sanitary-protection zone around Belarusian NPP

К.М. Литвинчук
Радиомодифицирующее влияние
2-меркаптобензотиазола на клетки *in vitro* 131

**Л.Н. Эвентова, Д.Н. Дроздов, А.Н. Матарас,
Е.А. Дрозд, Ю.В. Висенберг, Н.Г. Власова**
Мониторинг доз внутреннего облуче-
ния населения в отдалённом периоде
после аварии на ЧАЭС 138

Клиническая медицина

Т.В. Бобр
Факторы риска в развитии диабетиче-
ской ретинопатии при переводе на ин-
сулинотерапию 145

**Д.И. Гавриленко, Н.Н. Силивончик,
Н.И. Шевченко, Ю.И. Ярец**
Спектр возбудителей основных инфек-
ционных осложнений у госпитализи-
рованных пациентов с циррозом печени 150

**С.В. Зыблева, А.В. Величко, З.А. Дундаров,
С.Л. Зыблев, В.В. Похожай, Т.С. Петренко**
Нарушения иммунного статуса при
первичном гиперпаратиреозе 157

**О.Н. Кононова, А.М. Пристром, Э.Н. Пла-
тошкин, А.В. Коротаев, Е.П. Науменко,
Н.В. Николаева, О.В. Зотова**
Структурно-функциональные измене-
ния сердца у беременных с метаболи-
ческим синдромом 163

**А.В. Куроедов, Л.Д. Абышева, А.С. Алек-
сандров, Н.А. Бакунина, А.С. Басинский,
А.Ю. Брежнев, И.Р. Газизова, А.Б. Гали-
мова, О.В. Гапонько, В.В. Гарькавенко,
В.В. Городничий, М.С. Горшкова, А.А. Гу-
саревич, Д.А. Дорофеев, П.Ч. Завадский,
О.Г. Зверева, У.Р. Каримов, С.Н. Ланин,
Дж.Н. Ловпаче, И.А. Лоскутов, Е.В. Молча-
нова, В.Ю. Огородникова, О.Н. Онуфрий-
чук, С.Ю. Петров, Ю.И. Рожко, Л.Б. Таш-
титова, А.С. Хохлова, И.В. Шапошникова,
А.П. Шахалова**
Тактика ведения пациентов с первич-
ной открытоугольной глаукомой на
практике: варианты медикаментозно-
го, лазерного и хирургического лечения 170

K. M. Lytvynchuk
Radiomodifying influence 2-merkapto-
benzotiazole on cells *in vitro*

**L.N. Eventova, D.N. Drozdov, A.N. Mataras,
E.A. Drozd, Yu.V. Visenberg, N.G. Vlasova**
The monitoring of internal exposure doses in
populations in the remote period after the ac-
cident at the Chernobyl nuclear power plant

Clinical medicine

T.V. Bobr
Risk factors for diabetic retinopathy when
translated into insulin

**D. Haurylenka, N. Silivontchik, N. Shevchenko,
Y. Yarets**
Spectrum of pathogens of major infec-
tious complications in hospitalized cir-
rhotic patients

**S. Zybleva, A. Velichko, Z.A. Dundarov, V. Po-
hojai, S. Zyblev, T.S. Petrenko**
Immune status disorders with the primary
hyperparathyroidism

**O.N. Kononova, A.M. Prystrom, E.N. Pla-
toschkin, A.V. Korotaev, E.P. Naumenko,
N.V. Nikolaeva, O.V. Zotova**
Early structural and functional features
diagnosis of the heart, during pregnancy
with metabolic syndrome

**A.V. .Kuroyedov, L.D. Abyшева, A.S. Al-
exandrov, N.A. Bakunina, A.S. Basinsky,
A.Yu. Brezhnev, I.R. Gazizova, A.B. Galimova,
O.V. Gapon'ko, V.V. Garkavenko, V.V. Gorod-
nichy, M.S. Gorshkova, A.A. Gusarevitch,
D.A. Dorofeev, P.Ch. Zavadsky, M.A. Zakha-
rova, O.G. Zvereva, U.R. Karimov, S.N. Lanin,
Dzh.N. Lovpache, I.A. Loskutov, E.V. Molch-
anova, V.Yu. Ogorodnikova, O.N. Onufriy-
chuk, S.Yu. Petrov, Yu.I. Rozhko, L.B. Tash-
titova, A.S. Khohlova, I.V. Shaposhnikova,
A.P. Shahalova**
Management of primary open-angle glau-
coma in practice: variants of medical, la-
ser and surgical treatment

Э.А. Повелица, В.В. Аничкин Естественные предпосылки возникновения органической эректильной дисфункции	186	E. Povelitsa, V. Anichkin Natural preconditions for development of organic erectile dysfunction	
Е.А. Свистунова, Н.И. Шевченко, М.Г. Русаленко Инфекционные осложнения, сопровождающие трансплантацию почки: проблемы и перспективы	195	E. Svistunova, N. Shevchenko, M. Rusalenko Infectious sequelae accompanying the kidney transplantation: problems and prospects	
Обмен опытом		Experience exchange	
Е.К. Курлянская Предикторы кардиальных событий и неблагоприятных клинических исходов у пациентов с ХСН I-IV ФК тяжести и сопутствующим сахарным диабетом в течение 12 месяцев наблюдения	204	E.K. Kurlianskaya Predictors of cardiac events and adverse clinical outcomes in patients with CHF FC I-IV severity and concomitant diabetes within 12 months of observation	
Е. А. Слепцова, А. А. Гончар Возможности сонографии, сцинтиграфии и магнитно-резонансной томографии в предоперационной диагностике опухолей и опухолеподобных образований парашитовидных желез	209	E. Sleptsova, A. Gonchar Possibility for ultrasonic study, scintigraphy and magnetic resonance tomography in preoperative diagnostics of tumors and tumor-like neoplasms of parathyroid glands	
Правила для авторов	217		

**ПЕРЕХОД ОТ ЗОНИРОВАНИЯ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЁННОЙ
ТЕРРИТОРИИ К КЛАССИФИКАЦИИ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ
ПО СРЕДНИМ ГОДОВЫМ ЭФФЕКТИВНЫМ ДОЗАМ ОБЛУЧЕНИЯ
В ОТДАЛЁННОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

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

В отдалённом периоде после чернобыльской аварии в ситуации существующего облучения назрела необходимость перехода от «зонирования радиоактивной территории» для обеспечения соответствующего уровня радиационной и социальной защиты жителей населённых пунктов, расположенных на радиоактивно загрязнённой территории, к «классификации населённых пунктов по средним годовым эффективным дозам облучения лиц критической группы среди жителей населённого пункта». Проведенный анализ распределений средних годовых эффективных доз внешнего и внутреннего облучения, средних годовых эффективных суммарных доз облучения жителей населённых пунктов, отнесенных к соответствующим зонам по последнему постановлению Совета Министров Беларуси, и по предложенным дозовым диапазонам подтвердил это.

В соответствии с принципами радиационной защиты представляется разумным классифицировать населённые пункты, находящиеся на радиоактивно загрязнённой территории, по средним годовым эффективным дозам: $<0,1$ мЗв/год (не требуется проводить противорадиационные мероприятия в агропромышленном комплексе); $\geq 0,1-1$ мЗв/год (необходимо проводить периодический радиационный контроль); ≥ 1 мЗв/год (необходимо вводить комплекс защитных мероприятий).

Ключевые слова: зонирование, плотность загрязнения, территория, классификация, населённый пункт, средняя годовая эффективная доза облучения

В отдалённом периоде после аварии на Чернобыльской АЭС одной из актуальных проблем является обеспечение радиационной и социальной защиты населения, проживающего на загрязнённой радионуклидами территории.

В соответствии с Законами Республики Беларусь проводится отнесение населённых пунктов (НП) к зонам радиоактивного загрязнения 1 раз в 5 лет на основании данных о средней годовой эффективной дозе (СГЭД) облучения и средней плотности загрязнения территории населённого пункта радионуклидами ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{238, 239, 240}\text{Pu}$ [1, 2].

К территории радиоактивного загрязнения относится часть территории Республики Беларусь, на которой в результате аварии на Чернобыльской АЭС возникло долговременное загрязнение окружающей среды радиоактивными веществами с плотностью загрязнения почв радионуклидами ^{137}Cs

либо ^{90}Sr или $^{238, 239, 240}\text{Pu}$, соответственно 37, 5,55 и 0,37 кБк/м² и более, а также иные территории, на которых СГЭД облучения населения может превысить (над естественным и техногенным фоном) 1 мЗв в год [2].

- На территории радиоактивного загрязнения в зависимости от плотности загрязнения почв радионуклидами и СГЭД облучения населения выделяются 5 зон радиоактивного загрязнения: зона эвакуации – территория вокруг Чернобыльской АЭС, с которой в 1986 году было эвакуировано население;
- зона первоочередного отселения – территория с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs от 40 Ки/км² либо ^{90}Sr или $^{238, 239, 240}\text{Pu}$ соответственно 3 и 0,1 Ки/км² и более;
- зона последующего отселения – территория с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs от 15 до 40 Ки/км² либо ^{90}Sr от 2

- до 3 Ки/км² или ²³⁸, ²³⁹, ²⁴⁰Pu от т 0,05 до 0,1 Ки/км², на которой СГЭД облучения населения может превысить (над естественным и техногенным фоном) 5 мЗв, и другие территории с меньшей плотностью загрязнения указанными радионуклидами, на которых СГЭД облучения населения может превысить 5 мЗв;
- зона проживания с постоянным радиационным контролем с правом на отселение – территория с плотностью загрязнения почв ¹³⁷Cs от 5 до 15 Ки/км² либо ⁹⁰Sr от 0,5 до 2 Ки/км² или ²³⁸, ²³⁹, ²⁴⁰Pu от 0,02 до 0,05 Ки/км², на которой СГЭД облучения населения может превысить (над естественным и техногенным фоном) 1 мЗв, и другие территории с меньшей плотностью загрязнения указанными радионуклидами, на которых СГЭД облучения населения может превысить 1 мЗв;
 - зона проживания с периодическим радиационным контролем – территория с плотностью загрязнения почв ¹³⁷Cs от 1 до 5 Ки/км² либо ⁹⁰Sr от 0,15 до 0,5 Ки/км² или ²³⁸, ²³⁹, ²⁴⁰Pu от 0,01 до 0,02 Ки/км², на которой СГЭД облучения населения не должна превышать (над естественным и техногенным фоном) 1 мЗв.

Следует заметить, что в зоне эвакуации нет ни населённых пунктов, ни жителей, а 2 зоны отселения: первоочередного и последующего, неверны. Учитывая, что никакого отселения уже не будет, следовало бы ещё в промежуточном периоде аварии грамотно объединить их в одну зону (например, зону отселения).

Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, в зависимости от изменения радиационной обстановки пересматривается и утверждается Советом Министров Республики Беларусь не реже одного раза в пять лет. Последнее постановление № 9 Совета Министров Беларуси было принято 11.01.2016 [3].

По плотности загрязнения ⁹⁰Sr отнесение НП практически не проводится. Самое высокое значение плотности загрязнения

⁹⁰Sr составляет 1,49 Ки/км² в НП Рудное Хойникского района Гомельской области, в котором по официальным данным население отсутствует.

В одном НП плотность загрязнения ⁹⁰Sr составляет 1 Ки/км², но при этом отношение его к соответствующей зоне проводилось по плотности загрязнения ¹³⁷Cs без учёта плотности загрязнения ⁹⁰Sr.

Каталог СГЭД облучения жителей НП Республики Беларусь [4] был создан по результатам выполнения НИР по теме «Развитие единой системы оценки и прогноза доз облучения населения с учетом международных подходов» в соответствии с подпунктом 2.1.1 «Развитие единой системы оценки и прогноза доз облучения населения и нормирования содержания радионуклидов в пищевых продуктах, продукции сельского и лесного хозяйства с учетом международных подходов» Программы совместной деятельности по преодолению последствий чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства на период до 2016 года [5].

Методической основой создания Каталога доз явилась разработанная в рамках этого же исследования инструкция по применению «Метод оценки средней годовой эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов, расположенных на территории, загрязненной радионуклидами в результате аварии на чернобыльской АЭС», утв. МЗ РБ №094-0914 от 12.12.14 [6].

Термины «зонирование» или «зоны радиоактивного загрязнения территории» ассоциируются с кризисностью, характерной для ситуации аварийного облучения. Международные подходы к радиационной защите спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской АЭС изменились. В регламентирующих документах МКРЗ выделяют ситуацию существующего облучения, когда решения о проведении защитных мероприятий, масштабах ведения радиационного контроля и принципах управления территориями радиоактивного загрязнения принимаются на фоне стабилизировавшейся радиационной обстановки, с учетом конкретных уровней облучения населения, от си-

туации аварийного облучения, когда облучение носит непредвиденный характер [7]. Поэтому в отдалённом периоде после чернобыльской аварии в сложившейся ситуации существующего облучения следует переходить от термина «зонирование» для выявления и установления различий в необходимости обеспечения соответствующего уровня радиационной и социальной защиты жителей НП, расположенных на радиоактивно загрязнённой территории, к понятию «классификации» населённых пунктов по средним годовым эффективным дозам облучения лиц критической группы среди жителей населённого пункта.

Проведен анализ распределений СГЭД внешнего и внутреннего облучения, суммарных СГЭД жителей НП, отнесенных в соответствующие зоны по последнему постановлению Совмина.

Как показал проведенный анализ средних значений СГЭД в зонах радиоактивного загрязнения, суммарные СГЭД, СГЭД внешнего и внутреннего облучения различаются в 2-3 раза, что видно из данных таблицы 1. СГЭД внутреннего облучения и суммарной СГЭД в зоне <5 Ки/км² существенно отличаются от таковых в зоне 1-5 Ки/км² и в зоне 5-15 Ки/км², они ближе к зоне >15.

На рисунках 1-3 представлены интегральные распределения СГЭД внешнего, внутреннего облучения и суммарной СГЭД населённых пунктов, отнесенных по постановлению № 9 от 11.01.2016 к со-

ответствующим зонам радиоактивного загрязнения.

Как видно из рисунка 1, распределения дозы внешнего облучения в зоне 1-5 Ки/км², в зоне 5-15 Ки/км² и в зоне более 15 Ки/км² представляет собой смесь как минимум 3х – 5ти распределений в каждой. Верхнюю часть распределения СГЭД внешнего облучения в зоне 1-5 Ки/км² вполне закономерно было бы объединить с центральной частью распределения СГЭД внешнего облучения в зоне 5-15 Ки/км². Верхнюю часть распределения СГЭД внешнего облучения в зоне 5-15 Ки/км² вполне закономерно было бы объединить с верхней частью распределения СГЭД внешнего облучения в зоне более 15 Ки/км².

Как видно из рисунка 2, распределения дозы внутреннего облучения в зонах 1-5 Ки/км², 5-15 Ки/км² и в зоне более 15 Ки/км² представляет собой смесь 3х – 6ти распределений, кроме того, очевиден «разлом» в распределении в зоне 1-5 Ки/км², а также распределения СГЭД в зоне 5-15 Ки/км² и в зоне более 15 Ки/км² пересекаются. Как видно из таблицы 1, доверительные интервалы среднего этих выборок перекрываются, они неразличимы по среднему.

Как видно из рисунка 3, распределения суммарной дозы облучения в зонах 1-5 Ки/км², в зоне 5-15 Ки/км² и в зоне более 15 Ки/км² представляет собой смесь 3х-5ти распределений.

Всё это свидетельствует об отсутствии неоднородности СГЭД облучения

Таблица 1 – Распределение населённых пунктов, СГЭД облучения по зонам радиоактивного загрязнения по постановлению №9 Совмина от 11.01.2016

Зона, плотность загрязнения почв ¹³⁷ Cs, Ки/км ²	Кол-во НП	СГЭД внешнего облучения, мЗв/год				СГЭД внутреннего облучения, мЗв/год				Суммарная СГЭД облучения, мЗв/год			
		Среднее	Доверительный интервал среднего		СГО*	Среднее	Доверительный интервал среднего		СГО*	Среднее	Доверительный интервал среднего		СГО*
			снизу	сверху			снизу	сверху			снизу	сверху	
1-5	1820	0,13	0,06	0,18	1,68	0,14	0,07	0,19	1,61	0,27	0,14	0,36	1,56
< 5	5	0,27	0,24	0,28	1,08	1,16	0,57	1,26	1,49	1,43	0,80	1,52	1,38
5-15	356	0,39	0,23	0,58	1,58	0,34	0,13	0,42	1,77	0,73	0,38	1,00	1,61
>15	13	0,95	0,65	1,40	1,47	0,61	0,32	0,83	1,62	1,56	0,97	2,19	1,50

СГО* – стандартное геометрическое отклонение распределения дозы облучения

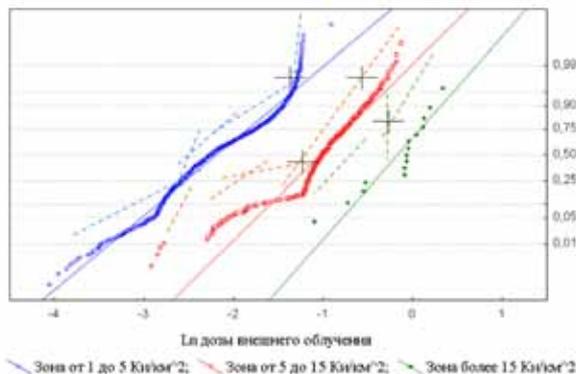


Рисунок 1 – Распределение СГЭД внешнего облучения по зонам

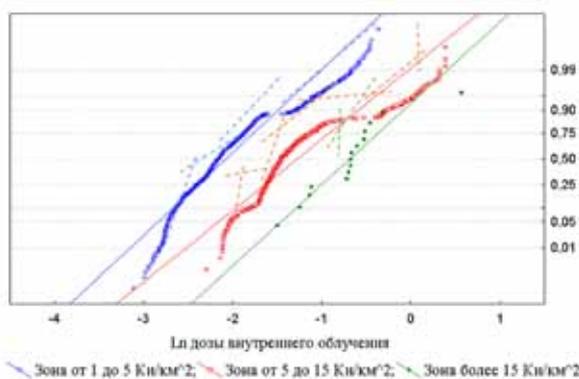


Рисунок 2 – Распределение СГЭД внутреннего облучения по зонам

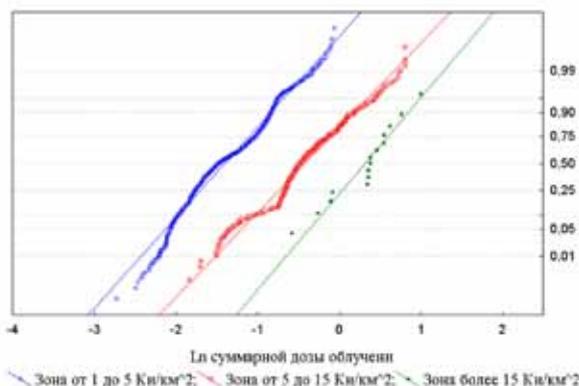


Рисунок 3 – Распределение суммарной СГЭД облучения по зонам

жителей населённых пунктов, отнесенных в зоны радиоактивного загрязнения, а значит о неадекватности методического подхода, используемого в отдалённом периоде после аварии.

Если дозы внешнего облучения пропорциональны плотности загрязнения, то, как показали наши многочисленные исследова-

ния, дозы внутреннего облучения зависят от ряда факторов, в том числе нерадиационной природы: преобладающий тип почв, наличие леса вблизи населённого пункта, численность жителей [8].

Нами показано, что СГЭД в НП, находящихся на территории с одним уровнем плотности загрязнения, но имеющих различные значения других факторов дозоформирования, различаются до 5-10 раз [9, 10].

В связи с распадом ^{137}Cs и снижением плотности загрязнения доза внешнего облучения снижается, чего нельзя сказать о дозе внутреннего облучения: на протяжении последних 10-15 лет доза внутреннего облучения в среднем остаётся неизменной [5]. Соотношение вкладов внешнего и внутреннего компонента со временем изменяется. Если в 90е годы вклад внешнего компонента превалировал над внутренним (хотя это было не везде так), то сейчас вклад внутреннего компонента возрос и если не превосходит вклад внешнего, то составляет в среднем 50% [5].

Как определено в Законе РБ [1]:

- Основным критерием для принятия решения о необходимости проведения защитных мероприятий и возмещении ущерба является доза облучения населения, проживающего на территории, загрязнённой в результате аварии на Чернобыльской АЭС;
- Средняя годовая эффективная доза облучения населения от радиоактивных выпадений в результате аварии на Чернобыльской АЭС, не превышающая 1 мЗв, является допустимой и не требует каких-либо вмешательств;
- Противорадиационные мероприятия следует проводить при превышении средней годовой эффективной дозы облучения населения от радиоактивных выпадений в результате аварии на Чернобыльской АЭС более 1 мЗв/год.

Исходя из выше сказанного, очевидна целесообразность классификации населённых пунктов по СГЭД облучения жителей населённых пунктов, находящихся на радиоактивно загрязнённой территории.

В соответствии с принципами радиационной защиты представляется разумным выделить 3 класса НП по СГЭД облучения лиц критической группы среди жителей НП:

1. СГЭД $< 0,1$ мЗв/год, когда по законодательству не требуется проводить противорадиационные мероприятия в агропромышленном комплексе;
2. СГЭД $\geq 0,1-1$ мЗв/год, где на территории НП необходимо проводить периодический радиационный контроль, включая дозы внутреннего и внешнего облучения у лиц критической группы из жителей НП, основных дозообразующих пищевых продуктов;
3. СГЭД ≥ 1 мЗв/год, жители НП нуждаются в обеспечении радиационной защиты, в них необходимо вводить комплекс защитных мероприятий.

Используя данные Каталога СГЭД – 2015, провели классификацию НП по предложенным дозовым диапазонам. Результаты представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, средние значения СГЭД внешнего и внутреннего облучения значимо различимы по классам дозовых диапазонов, различие составляет 3,5-5 раз. Практически все зоны радиоактивного загрязнения по ^{137}Cs вошли в дозовые диапазоны 2 и 3.

Значения стандартного геометрического отклонения распределений СГЭД внешнего, внутреннего облучения, суммарной СГЭД существенно ниже, чем при зонировании территории по последнему постановлению (см. таблицу 1), что свидетельствует об однородности классов по СГЭД внешнего, внутреннего облучения, суммарной СГЭД.

На рисунках 4-6 представлены интегральные распределения СГЭД внешнего, внутреннего облучения и суммарной СГЭД населённых пунктов, отнесенных к соответствующим дозовым диапазонам.

Сравнительный анализ рисунков 4-6 и рисунков 1-3 показал, что распределения СГЭД внешнего и внутреннего облучения, а также суммарной СГЭД облучения жителей населённых пунктов, классифицированных по дозовым диапазонам, однородны и значимо различимы, в отличие от таковых, отнесенных к соответствующим зонам по постановлению Совмина.

Таким образом, переход от зонирования радиоактивно загрязнённой территории к классификации населённых пунктов по средним годовым эффективным дозам облучения в отдалённом периоде после аварии на ЧАЭС целесообразен и научно-методически обоснован.

Библиографический список

1. Закон Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий», № 9-3, 6 января 2009 г.
2. Закон Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся

Таблица 2 – Распределение населённых пунктов, СГЭД облучения по дозовым диапазонам

Диапазон СГЭД облучения, мЗв/год	Зона, плотность загрязнения ^{137}Cs , Ки/км ²	Кол-во НП	СГЭД внешнего облучения, мЗв/год				СГЭД внутреннего облучения, мЗв/год				Суммарная СГЭД, мЗв/год	
			Средняя	Доверительный интервал среднего		СТО	Средняя	Доверительный интервал среднего		СТО	Средняя	СТО
				снизу	сверху			снизу	сверху			
$\leq 0,1$	1-5	10	0,04	0,03	0,04	1,26	0,05	0,05	0,06	1,12	0,09	1,13
$\geq 0,1 < 1$	1-5, 5-15, >15	2102	0,16	0,06	0,22	1,22	0,16	0,08	0,20	1,34	0,32	1,31
≥ 1	<5, 5-15, >15	82	0,59	0,36	0,84	1,34	0,83	0,49	1,19	1,45	1,41	1,29

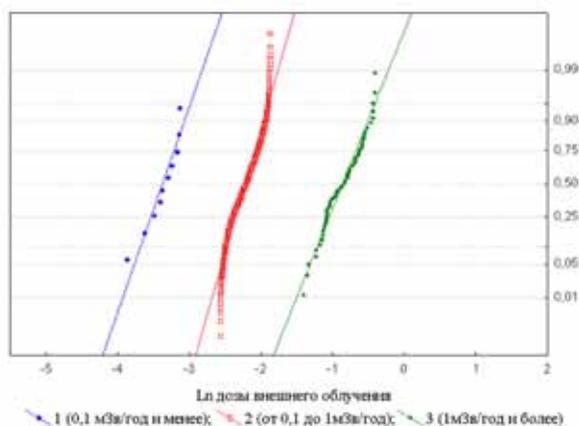


Рисунок 4 – Распределение СГЭД внешнего облучения по дозовым диапазонам

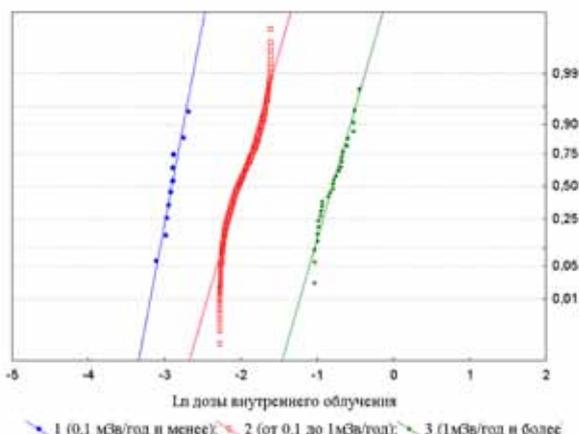


Рисунок 5 – Распределение СГЭД внутреннего облучения по дозовым диапазонам

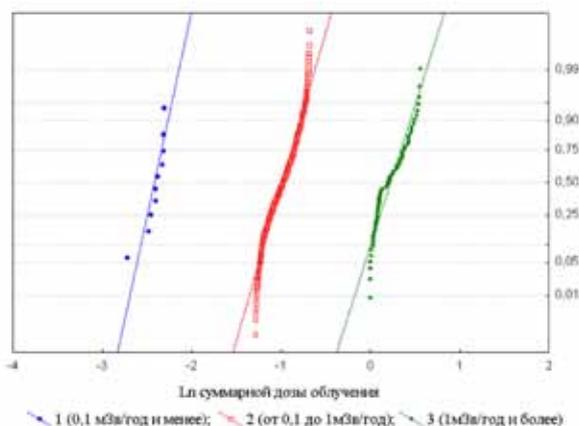


Рисунок 6 – Распределение суммарной СГЭД облучения по дозовым диапазонам

радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», № 385-3, 26 мая 2012 года, г. Минск.

3. Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения. Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 9 от 11.01.2016.

4. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь, Гомель, 2015, утв. МЗ РБ 26.03.2015.

5. Развитие единой системы оценки и прогноза доз облучения населения с учетом международных подходов. Отчёт о НИР (заключительный) по Программе совместной деятельности по преодолению последствий чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства на период до 2016 года, Гомель, 2015.

6. Метод оценки средней годовой эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов, расположенных на территории, загрязненной радионуклидами в результате аварии на чернобыльской АЭС. Инструкция по применению, утв. Министерством здравоохранения №094-0914 от 12.12.14, Гомель, 2014.

7. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP. – Publication 103. – Editor J. Valentin, 2007.

8. Власова, Н.Г. Оценки доз облучения населения Беларуси в отдалённом периоде после аварии на ЧАЭС / Н.Г. Власова // Радиационная гигиена. – 2014. – Том 7, № 3. – С. 9-18.

9. Власова, Н.Г. Оценки доз облучения населения в отдалённом периоде аварии на ЧАЭС: опыт международного сотрудничества / Н.Г. Власова, Ю.В. Висенберг, Л.А. Чунихин // Радиационная гигиена. – 2013. – Том 6, № 1, – С. 45-52.

10. Висенберг, Ю.В. Особенности формирования доз внутреннего облучения жителей сельских населённых пунктов в отдалённом периоде Чернобыльской катастрофы. – Минск: дисс. канд. биол. наук, 2008, 138 с.

N.G. Vlasova

**FROM ZONING RADIOACTIVE CONTAMINATED TERRITORIES
TO CLASSIFICATION OF SETTLEMENTS AT AN AVERAGE ANNUAL
EFFECTIVE DOSES IN REMOTE PERIOD AFTER THE ACCIDENT**

In a remote period after the Chernobyl accident, in an existing exposure situation there is a need of the transition from «zoning radioactive areas» to ensure the appropriate level of radiation and social protection of the residents of settlements located on radioactively contaminated territories to «the classification of settlements by average annual effective doses of critical group of people among the residents of the settlement». The analysis of the distributions of average annual effective external and internal doses, the average annual effective total dose of settlement residents referred to the corresponding zones on the last decision of the Council of Ministers, and on the proposed dose ranges confirmed this.

In accordance with the principles of radiation protection, it seems reasonable to classify the settlements located on the radioactive contaminated territories at an average annual effective doses: $<0,1$ mSv/year (not required to carry out countermeasures in the agriculture); $\geq 0,1-1$ mSv/year (periodic radiation monitoring should be carried out); ≥ 1 mSv/year (it is necessary to enter set of protective measures).

Key words: zoning, density of soil contamination, territory, settlement, classification, average annual effective dose

Поступила 15.03.2016