

ПОСЛЕДСТВИЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ИСТЕЧЕНИИ ТРИДЦАТИ ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Ю. И. Степкин, М. К. Кузмичев, О. В. Клепиков, В. И. Попов

*Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, Россия
Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, Россия
Воронежский государственный университет инженерных технологий, Россия*

Поступила в редакцию 7 апреля 2016 г.

Аннотация: Целью исследования являлась оценка последствий радиационного загрязнения от Чернобыльской катастрофы 1986 года на территории Воронежской области, удаленной от эпицентра более, чем на 600 км. Основными показателями для оценки воздействия Чернобыльской аварии на территорию Воронежской области были выбраны характеристики поверхностной загрязненности почвы радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr (Ки/км²), а также среднегодовая эффективная доза критической группы населения (мЗв/год) за 1986-2014 годы.

Ключевые слова: радиационная гигиена; радиационная безопасность, Чернобыль.

Abstract: The purpose of the study was to assess the consequences of radiation contamination of the Voronezh region after the Chernobyl disaster of 1986, so the city is more than 600 km distant from the epicenter. The main indicators for assessing the impact of the Chernobyl accident on the Voronezh region were the characteristics of surface contamination of the soil with radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr (Ku / km²), and the average annual effective dose of the critical population group (mSv / year) over 1986-2014.

Key words: radiation hygiene; radiation safety, Chernobyl.

Разрушение 26 апреля 1986 года четвертого энергоблока Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), расположенной на территории Украинской ССР (сегодня Украина), носило взрывной характер. Атомный реактор был полностью разрушен, и в окружающую среду было выброшено большое количество радиоактивных веществ. Последствия данной катастрофы анализируются на протяжении трех десятков лет [1, 5, 8].

Из разрушенного реактора в течение первых 10 дней после аварии было выброшено более 40 различных видов радионуклидов. Для объективного анализа последствий аварии имеют значение, в первую очередь, содержание в природной среде радионуклидов йода (^{131}I), цезия (^{137}Cs) и стронция (в основном ^{90}Sr). Считается, что в атмосферу попало около 50 % содержавшегося в реакторе йода и 30 % цезия [8].

Часть территории Воронежская область, граница которой удалена от Чернобыля приблизительно

на 600 км, в результате катастрофы оказалась подверженной радиоактивному загрязнению [9, 10].

Тридцатилетний период, прошедший после Чернобыльской катастрофы, позволяет оценить долгосрочные последствия крупномасштабной радиационной аварии.

При оценке последствий Чернобыльской катастрофы для территории и населения области использованы материалы испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», базы данных «Рег-БДЗ6», разработанной ФБУН «Санкт-Петербургский НИИ радиационной гигиены имени профессора П. В. Рамзаева», радиационно-гигиенического паспорта Воронежской области и архивные данные «Обзора радиационной обстановки на территории Воронежской области за период с 1986 по 1996 год». Привлечены данные измерений в 79 поселениях 8-ми районов Воронежской области (перечень утвержден Постановлением Правительства РФ от 18.12.1997 г. № 1582 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в грани-



Рис. 1. Районы Воронежской области, отнесенные к зонам радиоактивного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС

цах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»).

Для оценки последствий Чернобыльской аварии на территорию Воронежской области использованы характеристики поверхностной загрязненности почвы радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr ($\text{Ки}/\text{км}^2$), а также среднегодовая эффективная доза критической группы населения ($\text{мЗв}/\text{год}$). Выбор данных показателей обусловлен тем, что на территориях, пострадавших от катастрофы на ЧАЭС, оцениваются именно эти два радионуклида, которые в силу своих физических и химических свойств легко включаются в биологические процессы человека, подменяя собой стабильные изотопы. Причем нормы для ^{90}Sr более жесткие, чем для ^{137}Cs , что связано с его большей опасностью. У этих радионуклидов, по сравнению с другими, которые присутствовали в аварийных выбросах ЧАЭС, наиболее длительные периоды полураспада: период полураспада ^{137}Cs составляет 30,2 года, ^{90}Sr – 28,6 года.

Анализ архивных данных показал, что до 1986 года основными источниками поступления искусственных радионуклидов на территорию Воронежской области были выпадения от проводив-

шихся испытаний ядерного оружия, которые создавали среднюю плотность поверхностных загрязнений по ^{137}Cs на уровне $0,07 \text{ Ки}/\text{км}^2$. Среднегодовая эффективная доза облучения населения составляла $0,76 \text{ мЗв}/\text{год}$. Доза облучения от нуклидов антропогенного происхождения до 1986 года была гораздо меньше дозы от естественных радионуклидов. Средняя эффективная эквивалентная доза облучения по пищевым цепочкам от ^{90}Sr составляла в 1985 году – $2,3 \text{ мкЗв}/\text{год}$ и от ^{137}Cs – $1,3 \text{ мкЗв}/\text{год}$, что характеризуется как незначительная по вкладу в среднегодовую эффективную дозу.

После Чернобыльской аварии в апреле-мае 1986 года на территории Воронежской области в воздухе были зарегистрированы концентрации ^{131}I , ^{137}Cs , ^{90}Sr , возросшие в десятки тысяч раз по сравнению с периодом до 26.04.1986 года. Поскольку ^{131}I в первые дни после аварии являлся основным дозообразующим нуклидом, его контролю отводилось приоритетное внимание. Максимальная концентрация ^{131}I на отдельных пунктах наблюдения достигала $5 \times 10^{11} \text{ Ки}/\text{дм}^3$. При условии сохранения этой концентрации хотя бы в течение одних суток в условиях пребывания на открытой мест-

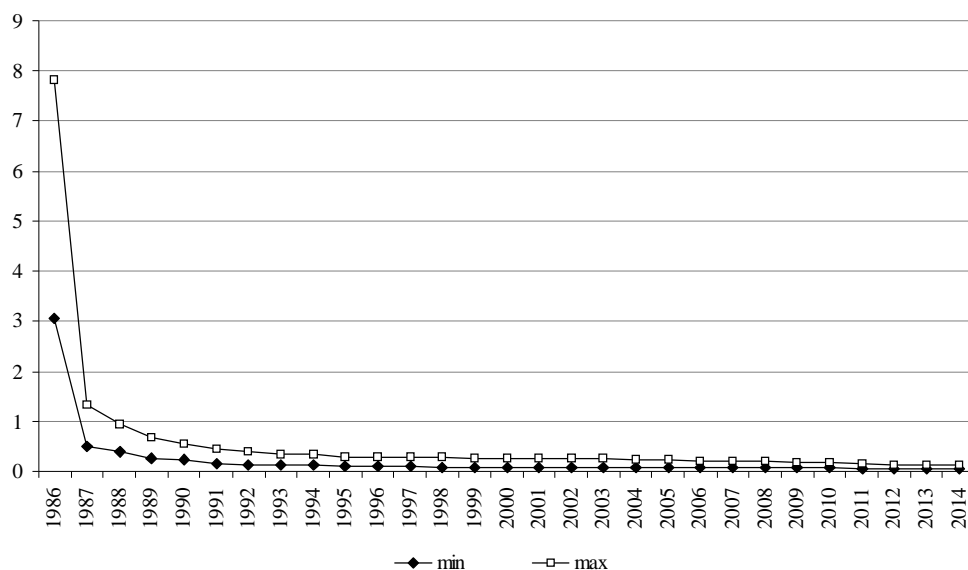


Рис. 2. Среднегодовая эффективная доза критической группы населения, мЗв/год

ности эквивалентная доза от этого нуклида составляла 4,5 мЗв.

Из-за радиоактивных выпадений население области дополнительно получило в 1986 году дозу в 1,05 мЗв; 75 % этой дозы было получено в мае.

По результатам оценки радиологических показателей в 1986 году 8 из 32 муниципальных районов Воронежской области – Аннинский, Верхнехавский, Нижнедевицкий, Ольховатский, Острогожский, Панинский, Репьевский, Хохольский – были отнесены к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (рис. 1). Наиболее неблагоприятная ситуация была зарегистрирована в населенных пунктах Острогожского района (с. Петренково, с. Ближняя Полубянка, х. Пахолки), где среднегодовая эффективная доза критической группы населения составляла 7,40 – 7,83 мЗв/год.

Детерминированных радиационных эффектов (лучевой болезни, лучевых ожогов кожи) на территории Воронежской области не зарегистрировано. Это объясняется тем, что детерминированные радиационные эффекты характеризуются наличием порога радиационного воздействия и возникают при относительно больших дозах (более 500 мЗв) за короткий промежуток времени [3]. Для территории области в силу ее удаленности от Чернобыля таких доз не было. Вместе с тем, стохастические радиационные эффекты (онкологические заболевания, серьезные наследственные эффекты) возникают с различной вероятностью в зависимости от полученной дозы и могут быть прослежены только по истечении многолетнего периода.

Ретроспективный анализ данных за 1986-2014 годы 79 населенных пунктов, оказавшихся в зоне радиоактивного загрязнения, показывает снижение практически всех показателей радиоактивного загрязнения.

Так, максимальные значения поверхностной загрязненности почвы радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr снизились за данный период в 1,90 и 1,91 раз (с 3,15 до 1,66 Ки/км² и с 0,063 до 0,033 Ки/км² соответственно).

Максимальные территориальные значения среднегодовой эффективной дозы критической группы населения уменьшились в 55,9 раз (с 7,63 до 0,14 мЗв/год) (рис. 2).

Во всех населенных пунктах Воронежской области, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения, среднегодовые эффективные дозы критической группы населения, обусловленные радиоактивным загрязнением вследствие Чернобыльской катастрофы, с 1988 года не превышали 1 мЗв. Кроме того, в среднем за первые 5 лет (1986-1990 годы) среднегодовая эффективная доза критической группы населения наиболее загрязненного населенного пункта (с. Петренково Острогожского района) составила 2,27 мЗв, что не превышает гигиенического норматива (5 мЗв), установленного НРБ-99/2009. В соответствии с «Концепцией радиационной, медицинской и социальной защиты и реабилитации населения Российской Федерации, подвергшегося аварийному облучению» в таких населенных пунктах не требуется проведение противорадиационных мероприятий и сохраняется выборочный характер радиационного контроля.

Несмотря на установленную безопасность уровня радиационного загрязнения, при сравнении относительно благополучных и наиболее загрязненных по состоянию на 1986 год территорий, в 2014 году прослеживаются некоторые различия показателей, отражающих след Чернобыльской катастрофы. Так, по последним данным, поверхностная загрязненность почвы ^{137}Cs на относительно благополучной территории составила 0,05-0,90 Ки/км², в то время как на территориях, которые были отнесены к зоне воздействия от аварии ЧАЭС – 0,62-1,66 Ки/км². При таком уровне поверхностной загрязненности почвы максимальное значение среднегодовой эффективной дозы критической группы населения, проживающего на относительно благополучной территории, составит 0,04 мЗв/год, в то время как максимальное значение этого же показателя для наиболее неблагополучной территории составляет 0,14 мЗв/год.

Для сравнения дозовых нагрузок на население Воронежской области от различных видов источников ионизирующего излучения нами также проведен анализ данных радиационно-гигиенической паспортизации территории Воронежской области за 2010-2015 годы. Его результаты свидетельствуют, что коллективная годовая эффективная доза облучения населения Воронежской области за счет всех источников ионизирующего излучения составляет от 6684 до 7710 чел.-Зв. В структуре коллективной дозы населения области ежегодно лидирует доза от природных источников ионизирующего излучения, которая составляет от 74,96 % до 76,68 % (в среднем по РФ в 2014 году – 86,81 %); далее следуют медицинские источники ионизирующего излучения, ежегодный вклад которых в коллективную дозу варьирует от 20,04 % до 24,78 % (по РФ в 2014 году – 12,91 %), техногенно измененный радиационный фон, включая глобальные выпадения и аварию на ЧАЭС – от 0,18 % до 0,20 % (по РФ в 2014 году – 0,23 %), излучения от деятельности предприятий, использующих источники ионизирующего излучения – 0,07-0,08 % (по РФ в 2014 году – 0,05 %). Большой удельный вес медицинской компоненты в структуре коллективной дозы населения Воронежской области по сравнению с аналогичным среднероссийским показателем обусловлен тем, что для нашей области характерно меньшее, по сравнению с Российской Федерацией в целом, значение вклада природного облучения [2, 7]. В этой связи, для оценки радиационного воздействия на население более информативным показателем является средняя доза на одного жителя [6].

Установлено, что средняя годовая эффективная доза на жителя Воронежской области за счет всех источников ионизирующего излучения в 2010-2015 годах составляла от 2,980 до 3,309 мЗв/год, что меньше, чем по Российской Федерации. Максимальный показатель 3,309 мЗв отмечен в 2014 году (по РФ – 3,789 мЗв).

На основании проведенных исследований в настоящее время радиационную обстановку на территории Воронежской области можно считать удовлетворительной. По результатам оценки показателей, характеризующих уровень воздействия источников ионизирующего излучения, превышений нормативов не зарегистрировано.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балонов М. И. Последствия Чернобыля: 20 лет спустя / М. И. Балонов // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). – 2006. – Т. 15, № 3-4. – С. 97-119.
2. Гигиеническая оценка доз облучения населения Воронежской области от источников ионизирующего излучения / Ю. И. Степкин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – № 9. – С. 39-41.
3. Ермоленко Е. В. Ядерная бомбардировка США Хиросимы и Нагасаки и ее последствия / Е. В. Ермоленко, А. А. Семенов // Вестник Краснодарского государственного института культуры. – 2015. – № 3. – С. 1-2.
4. Заряева Е. В. Гигиеническая оценка радиационного фактора на территории в Воронежской области / Е. В. Заряева, М. К. Кузмичев // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. 18, № 2. – С. 478-480.
5. Иванов В. К. Медицинские радиологические последствия спустя 20 лет после аварии на Чернобыльской АЭС / В. К. Иванов, А. Ф. Цыб // Атомная энергия. – 2006. – Т. 100, № 4. – С. 297-304.
6. Радиобиология, радиационная физиология и медицина : словарь-справочник / В. И. Легеза [и др.]. – Воронеж : ИПЦ «Научная книга», 2014. – 152 с.
7. Степкин Ю. И. Результаты регионального мониторинга доз облучения населения от источников ионизирующего излучения / Ю. И. Степкин, М. К. Кузмичев, О. В. Клепиков // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 83-86.
8. Чернобыль: 25 лет спустя: социально-правовые и медицинские проблемы граждан, пострадавших в радиационных авариях и катастрофах : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Санкт-Петербург : Общественная организация Союз «Чернобыль-Квант», 2011. – 399 с.
9. Чубирко М. И. Гигиеническая характеристика радиационной обстановки в Воронежской области / М. И. Чубирко, В. И. Попов, И. И. Либина // Медико-физиологические проблемы экологии человека : Материалы IV Всероссийской конференции с международ-

ным участием. – Ульяновск : Издательство Ульяновского государственного университета, 2011. – С. 296-298.

10. Чубирко М. И. О радиационной обстановке на территории Воронежской области в связи с аварией на Чернобыльской АЭС / М. И. Чубирко, А. А. Яменков // Здоровье населения и среда обитания. – 2006. – № 4. – С. 32-34.

REFERENCES

1. Balonov M. I. Posledstviya Chernobylya: 20 let spustya / M. I. Balonov // Radiatsiya i risk (Byulleten' Natsional'nogo radiatsionno-epidemiologicheskogo registra). – 2006. – Т. 15, № 3-4. – С. 97-119.

2. Gigienicheskaya otsenka doz oblucheniya naseleniya Voronezhskoy oblasti ot istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya / Yu. I. Stepkin [i dr.] // Gigiena i sanitariya. – 2015. – № 9. – С. 39-41.

3. Ermolenko E. V. Yadernaya bombardirovka SShA Khirosimy i Nagasaki i ee posledstviya / E. V. Ermolenko, A. A. Semenov // Vestnik Krasnodarskogo gosudarstvennogo instituta kul'tury. – 2015. – № 3. – С. 1-2.

4. Zaryaeva E. V. Gigienicheskaya otsenka radiatsionnogo faktora na territorii v Voronezhskoy oblasti / E. V. Zaryaeva, M. K. Kuzmichev // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. – 2011. – Т. 18, № 2. – С. 478-480.

5. Ivanov V. K. Meditsinskie radiologicheskie posledstviya spustya 20 let posle avarii na Chernobyl'skoy AES /

V. K. Ivanov, A. F. Tsyb // Atomnaya energiya. – 2006. – Т. 100, № 4. – С. 297-304.

6. Radiobiologiya, radiatsionnaya fiziologiya i meditsina : slovar'-spravochnik / V. I. Legeza [i dr.]. – Voronezh : IPTs «Nauchnaya kniga», 2014. – 152 s.

7. Stepkin Yu. I. Rezul'taty regional'nogo monitoringa doz oblucheniya naseleniya ot istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya / Yu. I. Stepkin, M. K. Kuzmichev, O. V. Klepikov // Radiatsionnaya gigiena. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 83-86.

8. Chernobyl': 25 let spustya: sotsial'no-pravovye i meditsinskie problemy grazhdan, postradavshikh v radiatsionnykh avariyaх i katastrofakh : Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. – Sankt-Peterburg : Obshchestvennaya organizatsiya Soyuz «Chernobyl'-Kvant», 2011. – 399 s.

9. Chubirko M. I. Gigienicheskaya kharakteristika radiatsionnoy obstanovki v Voronezhskoy oblasti / M. I. Chubirko, V. I. Popov, I. I. Libina // Mediko-fiziologicheskie problemy ekologii cheloveka : Materialy IV Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. – Ul'yanovsk : Izdatel'stvo Ul'yanovskogo gosudarstvennogo universiteta, 2011. – С. 296-298.

10. Chubirko M. I. O radiatsionnoy obstanovke na territorii Voronezhskoy oblasti v svyazi s avariey na Chernobyl'skoy AES / M. I. Chubirko, A. A. Yamenskov // Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. – 2006. – № 4. – С. 32-34.

Степкин Юрий Иванович

доктор медицинских наук, профессор, главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», заведующий кафедрой гигиенических дисциплин Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, т. +7(473) 2637761, E-mail: san@sanep.vrn.ru

Кузмичев Максим Константинович

кандидат медицинских наук, заведующий радиологической лабораторией Испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», доцент кафедры гигиенических дисциплин Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, т. +7(473) 2787953, E-mail: maxidoctor@rambler.ru

Клепиков Олег Владимирович

доктор биологических наук, профессор, заведующий отделением информационных технологий ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», профессор кафедры инженерной экологии Воронежского государственного университета инженерных технологий, т. +7(473) 2640482, E-mail: klep1967@rambler.ru

Попов Валерий Иванович

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей гигиены Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, т. +7(903)8504004, E-mail: 9038504004@mail.ru

Stjopkin Jurij Ivanovich

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head physician at «Centre for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh Region», Head of the Chair of Hygienic Disciplines, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, tel. +7(473) 2637761, E-mail: san@sanep.vrn.ru

Kuzmichev Maxim Konstantinovich

Candidate of Medical Sciences, Head of the Radiological Laboratory of Research Laboratory Centre of «Centre for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region», Associate Professor of the Chair of Hygienic Disciplines, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, tel. +7(920)2106127, E-mail: maxidoctor@rambler.ru

Klepikov Oleg Vladimirovich

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Information Technologies Department at «Centre for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region», Professor of the Chair of Environmental Engineering, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, tel. +7(473) 2640482, E-mail: klep1967@rambler.ru

Popov Valery Ivanovich

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Chair of General Hygiene, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, tel. +7(903)8504004, E-mail: 9038504004@mail.ru