

## ОБ ИТОГАХ РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ПАСПОРТИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ МОГИЛЁВСКОЙ ОБЛАСТИ.

*Липницкий Л.В., Каминская Е.Ф., Шуляк В.К., Устименко М.В., Кирдун Е.В.*

*Учреждение здравоохранения «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»,  
Беларусь, Могилев*

*В работе проведён анализ индивидуальных и коллективных доз облучения населения Могилёвской области от различных источников ионизирующего излучения. Выполнены расчёты радиационных рисков для населения от основных видов облучения. Также была проведена оценка эффективности мероприятий по снижению доз облучения населения и персонала радиационных объектов.*

***Ключевые слова:** радиационная обстановка; коллективная доза облучения; внешнее облучение; внутреннее облучение; природные источники ионизирующего излучения; медицинское облучение.*

## ON THE RESULTS OF RADIATION-HYGIENIC CERTIFICATION OF THE TERRITORY OF THE MOGILEV REGION.

*Lipnitski L.V., Kaminskaya E.F, Shuliak V.K., Ustimenko M.V., Kirdun E.V.  
Health Institution «Mogilev Region Center of Hygiene and Epidemiology»,  
Belarus, Mogilev*

*In this study, we analyzed the individual and collective doses of radiation from various sources of ionizing radiation in the population of the Mogilev Region. We calculated the radiation risks for the population from the main types of exposure. Also in this study, we conducted an assessment of the effectiveness of measures to reduce exposure doses to the public and personnel of radiation facilities.*

***Key words:** radiation environment; collective radiation dose; external exposure; internal exposure; natural sources of ionizing radiation; radon; medical exposure.*

Ежегодное проведение оценки воздействия различных видов ионизирующего излучения на население позволяет повысить эффективность и оптимизировать государственный санитарный надзор, а государственным органам управления улучшить планирование и осуществление мероприятий по обеспечению радиационной безопасности населения.

В Могилёвском областном центре гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья налажена система получения информации и анализа показателей, характеризующих радиационную обстановку на объектах использующих источники ионизирующих излучений и территории области. Для оценки радиационной обстановки используются результаты радиационно-гигиенического мониторинга продуктов питания, питьевой воды, других объектов среды обитания человека, радиационного контроля продуктов питания из личных подсобных хозяйств, данные лабораторного сопровождения госсаннадзора, сведения из научных источников и официальных изданий о радиационной обстановке на территории региона и страны.

Специалистами отдела радиационной гигиены формируются компьютерные базы данных об уровнях радиоактивного загрязнения продуктов питания, питьевой воды, других объектов среды обитания человека, дозах внешнего и внутреннего облучения населения и персонала, дозах медицинского облучения, результатах мониторинга радона в жилищах.

Результаты ежегодной радиационно-гигиенической паспортизации позволяют оценить основные показатели радиационно-гигиенической обстановки на территории области в динамике.

На части территорий области радиационная обстановка определялась радиоактивным загрязнением в результате аварии на Чернобыльской АЭС. На территории радиоактивного загрязнения (25% от общей площади) находится 692 населенных пунктов, в которых проживает 10% населения области. При отсутствии защитных мероприятий средние годовые дозы облучения населения в ряде населённых пунктов (95) могут превысить 1 мЗв, что требует продолжение реализации мер по обеспечению радиационной безопасности населения. Фактическое среднее значение годовой эффективной дозы облучения (СГЭД) населения по данным «Каталога среднегодовых доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь», 2015 года составляет 0,34 мЗв. Превышение СГЭД 1 мЗв определено в 4 населенных пунктах малочисленных по населению, при этом СГЭД в данных населённых пунктах не превышает 5 мЗв. По данным радиационного мониторинга, проводимого на радиоактивно загрязнённых территориях, концентрация долгоживущих радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почве уменьшилась почти наполовину только по причине естественного распада. В связи с этим плотность загрязнения сельскохозяйственных земель, мощность дозы гамма-излучения значительно снизились, идёт процесс заглубления радионуклидов с уменьшением коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в растения.

По данным радиационного контроля, осуществляемого центрами гигиены и эпидемиологии, сельскохозяйственная продукция, производимая в личных подсобных хозяйствах и общественном секторе, по содержанию радионуклидов соответствует гигиеническим нормативам (исследовано в 2018 году 10670 проб), что свидетельствует об эффективности сельскохозяйственных защитных

мероприятий и создаёт условия для поддержания доз внутреннего облучения населения на возможно низком уровне.

В 2018 году в личных подсобных хозяйствах исследовано 1576 проба молока в 256 населённых пунктах. Выше допустимого уровня по содержанию радионуклидов в домохозяйствах пробы молока не регистрировались. В 98,8% пробах молока из личных подсобных хозяйств содержание радионуклида цезия-137 находилось в диапазоне менее 37 Бк/л. Необходимо отметить, что в 100% проб молока и молочной продукции, выпускаемого молокозаводами, содержание радионуклидов цезия-137 было ниже 3,7 Бк/л, при нормативе на готовую молочную продукцию 100 Бк/л. Не установлено также превышений ДУ по содержанию радионуклидов стронция-90 в молоке, других нормируемых пищевых продуктах. Дополнительно ежегодно в рамках программы радиационно-гигиенического мониторинга (РГМ) исследуется 250-300 проб пищевой продукции, отобранных в местах производства и реализации населению. Следует отметить тенденцию снижения радионуклидов в основных продуктах питания, реализуемых населению торговыми предприятиями. Содержание радионуклидов в молоке и молочных продуктах в десятки раз ниже ДУ, что обеспечивает снижение доз внутреннего облучения населения до минимальных значений.

В 2018 году не соответствовало допустимым уровням по содержанию радионуклида цезия-137 15% проб грибов, 12% лесных ягод, 16% дичи доставленных населением для исследований в центры гигиены и эпидемиологии. Практически вся пищевая продукция леса (грибы, ягоды, дичь) не отвечает нормам в лесных массивах, прилегающих к зонам отселения.

Расчёты, выполненные с использованием статистических данных потребления основных продуктов питания в домашних хозяйствах и содержания радионуклидов в продуктах питания показывают, что средняя доза внутреннего облучения населения, проживающего на контрольных участках (при преимущественном потреблении продуктов из торговой сети) за счёт  $^{90}\text{Sr}$  составит 0,004 мЗв/год, за счёт радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  0,014 мЗв/год, для загрязнённых районов соответственно 0,005 и 0,018 мЗв/год. Среднегодовые дозы облучения, полученные расчётным методом, сопоставимы с дозами полученных методом прямых измерений радионуклидов в организме  $^{137}\text{Cs}$  с использованием счётчиков излучения человека (СИЧ). Отмечается стабилизация доз внутреннего облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязнённых территориях. Средняя годовая эффективная доза внутреннего облучения населения в 2018 году составила 0,018 мЗв/год, по районам находилась в диапазоне 0,008-0,035 мЗв/год, максимальная индивидуальная доза составила 0,9 мЗв/год. Отмечается стабильность во времени среднего значения дозы внутреннего облучения, что характерно для отдалённого периода аварии (2013 год – 0,029 мЗв/год, 2014 год – 0,027 мЗв/год, 2015 год – 0,015 мЗв/год, 2016 год – 0,014 мЗв/год, 2017 год –

0,017 мЗв/год). Структура доз внутреннего облучения населения от радиоактивного загрязнения остаётся прежней. Удельный вес населения в диапазоне доз облучения от 0,1 до 1 мЗв/год составил 3,1 % (2017 год –3,3%, 2016 год – 2,1%, 2012 год –10%, 2011 год – 26,3%). Индивидуальная доза внутреннего облучения выше контрольного уровня 1 мЗв/год в 2017-2018 годах не регистрировалась, что является результатом информирования населения и самоограничений жителями в потреблении пищевой продукции леса.

На индивидуальном дозиметрическом контроле в 2018 году состояло 95 человек, проживающих и работающих на радиоактивно загрязненной территории. Средняя годовая доза внешнего облучения населения контрольной группы (природное и радиоактивное загрязнение) составила 1,57 мЗв/год. Средние годовые дозы внешнего облучения в профессиональных группах (механизаторы, животноводы, лесники, другие) находились в диапазоне 1,19 – 1,77 мЗв/год. Не зарегистрировано случаев превышений допустимого уровня дозы облучения 5 мЗв/год у работников, осуществляющих деятельность на радиоактивно загрязнённых территориях.

Таким образом, в целом реализация мероприятий Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011-2015 годы и на период до 2020 года обеспечивает снижение неблагоприятного риска для здоровья населения, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС [1].

В области функционирует 86 организаций здравоохранения, в составе которых имеется 214 радиационных объектов (рентгенкабинетов, отделений лучевой терапии, лабораторий радионуклидной диагностики), где используется 322 радиоактивных источников и устройств, генерирующих ИИИ. Кроме того, работы с ИИИ осуществляются на 31 объекте промышленности, где используется 855 радиоактивных источников и рентгенаппаратов.

Всего на индивидуальном дозиметрическом контроле в 2018 году в медучреждениях области находилось 742 чел., на промышленных предприятиях – 141 чел., в других предприятиях и организациях – 49 чел., работающих с источниками ионизирующего излучения (ИИИ). Превышений предела дозы облучения 20 мЗв/год у персонала не было зарегистрировано. Средняя индивидуальная доза внешнего облучения персонала за 2017 год составила: 1,20 мЗв – для медперсонала, 1,1 мЗв – для работников промышленной сферы и 1,1 мЗв – для остальных учреждений, что составляет 0,1 годового предела дозы. По сравнению с 2017 годом средняя индивидуальная доза внешнего облучения персонала существенно не изменилась.

Результаты анализа доз облучения за 10-летний период позволяют принять величину граничной дозы облучения для персонала организаций здравоохранения и промышленности 6 мЗв/год, ниже которой должна проводиться оптимизация радиационной защиты персонала.

Расчёты на основе коэффициентов номинального риска злокачественных новообразований показывают, что индивидуальный пожизненный риск возникновения стохастических эффектов для персонала составляет  $6,1 \cdot 10^{-5}$  случаев в год (индивидуальный пожизненный риск для установления годового предела дозы персонала  $1,3 \cdot 10^{-3}$ ), является приемлемым, вероятность реализации у них радиационно-обусловленных онкологических заболеваний пренебрежимо мала, уровень которого относится к области оптимизации риска [2].

Территория области относится к радоноопасной. Вероятность выявления ЭРОА радона и торона более  $200 \text{ Бк/м}^3$  в эксплуатируемых жилых домах по районам составляет от 0,1 до 2,3% (Радоновый мониторинг Могилёвской и Гомельской областей, отчёт, оценка дозовых нагрузок и ДПР, НИИ ПМП, Санкт-Петербург, 1992 г.). По данным мониторинга радона, проводимого в рамках государственной научной программы Институтом ОИЭЯИ «Сосны» НАН Беларуси с 2005 года, доля эксплуатируемых помещений с ЭРОА радона и торона выше  $100 \text{ Бк/м}^3$  (норматив для построенных зданий) составила 10,7%, а более  $200 \text{ Бк/м}^3$  (норматив для эксплуатируемых жилых зданий) – 1,4%. Институтом ОИЭЯИ «Сосны» НАН Беларуси с участием центров гигиены и эпидемиологии было обследовано 919 помещений 198 эксплуатируемых жилых домов в 59 населённых пунктах области на территориях, где предполагается по геологическим признакам повышенный выход радона из почвы. Среднее значение ЭРОА радона и торона составило  $57 \text{ Бк/м}^3$  (среднее значение объёмной активности радона  $98 \text{ Бк/м}^3$ ), максимальное  $313 \text{ Бк/м}^3$ . Среднее значение дозы облучения населения от ДПР радона в обследованных населённых пунктах составило 3,6 мЗв/год, максимальное значение – 19,7 мЗв/год [4].

Расчёты, выполненные на основе среднегодовой экспозиции ДПР радона, вероятности дожития до определённого возраста, частоты спонтанного возникновения рака лёгкого и с использованием моделей экстраполяции радиационного риска показывают, что пожизненный риск рака лёгкого при облучении изотопами радона составляет для населения области 13,8% (от 36 до 125 дополнительных случаев рака лёгкого по различным моделям) [3]. По данным МАГАТЭ риск рака лёгкого при увеличении объёмной активности радона на  $100 \text{ Бк/м}^3$  составляет около 10%, а в европейских исследованиях 16% т.е. является вторым по значимости фактором возникновения рака лёгкого у населения после курения, соответственно все страны Евросоюза имеют программы по снижению радона в жилищах. С 2000 года по настоящее время учреждениями санэпидслужбы было обследовано 5000 вновь построенных, реконструируемых и после капитального ремонта жилых домов. ЭРОА радона и торона в зданиях не превышало норматив  $100 \text{ Бк/м}^3$ . В целом, существующие технологии в проектировании и строительстве обеспечивают выполнение установленного гигиенического норматива радона в зданиях, что позволяет

оптимизировать коллективные и индивидуальные риски от воздействия радона для населения области. Эквивалентной равновесной объёмной активности радона и торона  $100 \text{ Бк/м}^3$  (норматив для проектируемых зданий) соответствует ориентировочно значению плотности потока радона (ППР)  $80 \text{ мБк/м}^2\cdot\text{с}$ . За анализируемый период (2004-2017 гг.) Могилевским областным ЦГЭиОЗ обследовано 951 земельный участок под застройку. Не соответствовало критерию радоноопасности ( $80 \text{ мБк/м}^2\cdot\text{с}$ ) 26 земельных участков под строительство жилых и общественных зданий. Среднее арифметическое значение ППР составила  $35 \text{ мБк/м}^2\cdot\text{с}$ , максимальное  $461,9 \text{ мБк/м}^2\cdot\text{с}$ . В ходе проектирования зданий были предусмотрены решения по снижению поступления радона из грунта (бетонная плита, мембраны из рулонных материалов и другие препятствия на пути поступления радона), устройство эффективной вентиляции.

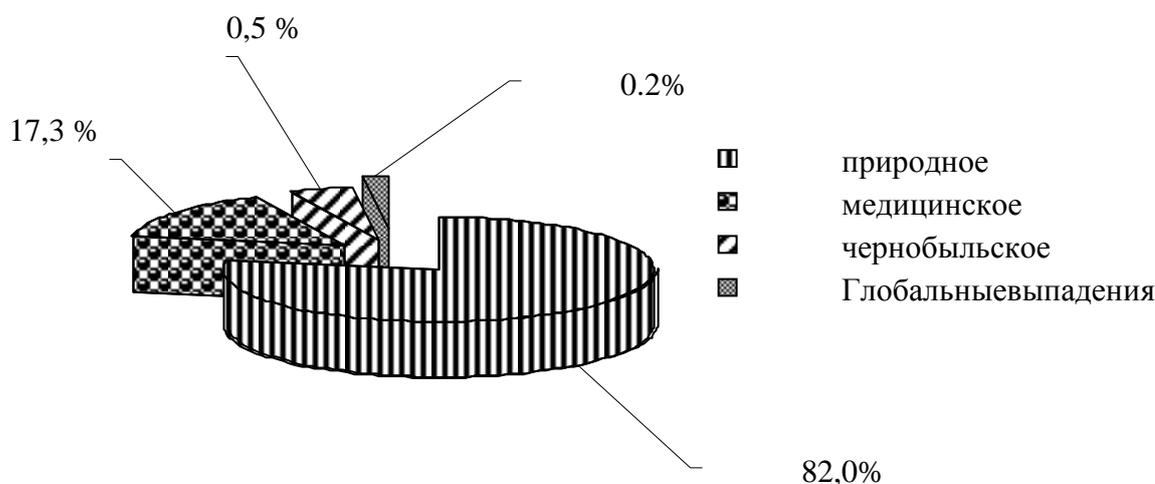
Все материалы, используемые в строительстве, соответствуют установленным нормативам и относятся к первому классу по содержанию радионуклидов. Суммарная альфа и бета активность естественных радионуклидов в питьевой воде не превышает нормативов. Содержание радона в питьевой воде артезианских скважин находится ниже уровня  $60 \text{ Бк/м}^3$ .

В медицинских учреждениях области используется 370 рентгеновских аппаратов, на которых ежегодно проводится в целях диагностики заболеваний 1,1 млн. рентгенологических исследований, т.е. одно исследование на каждого жителя области. Средняя годовая эффективная доза от медицинского облучения на 1 жителя составила в 2018 году  $0,53 \text{ мЗв}$  (2017 году  $0,45 \text{ мЗв}$ ) (показатель для 58 стран с развитым здравоохранением  $1,4 \text{ мЗв}$ ; от  $0,3 \text{ мЗв}$  Англия до  $3 \text{ мЗв}$  США). Как в масштабах использования, так и в плане лучевой нагрузки на население, основной вклад приходится на рентгеновскую диагностику, доля которой составляет более 99% всей медицинской дозы или  $1/5$  полной дозы облучения населения. Отмечается постепенный рост исследований на компьютерных томографах, вклад в коллективную дозу от медицинского облучения в 2018 году составил 20% (7% 2009 год), что требует взвешенного подхода со стороны врачей-специалистов ответственных за назначение и проведение данных информативных и одновременно с более высокой дозой облучения рентгенисследований. Такая тенденция делает актуальной задачу разумного ограничения доз медицинского облучения врачами ответственными за назначение и проведение лучевых методов диагностики.

Если рентгенологическое исследование обосновано и оптимизировано, то оно всегда приносит для конкретного человека больше пользы, чем вреда. Оптимизация медицинского облучения в 2018 году в организациях здравоохранения области продолжалась по двум направлениям: вывод из эксплуатации рентгенаппаратов, исчерпавших технический ресурс,

приобретение современной рентгеновской техники, с низкой дозой излучения и оптимальная организация исследований.

Результаты годовой коллективной дозы облучения позволяют оценить основные показатели радиационно-гигиенической обстановки на территории области за 2018 год. Воздействие ионизирующего излучения на человека определяется суммарной эффективной дозой от всех источников. Анализ годовой коллективной дозы облучения населения области показывает, что в структуре облучения независимо от наличия послеаварийного чернобыльского загрязнения ведущее место занимают природные (82%) и медицинские (17,3%) источники ионизирующего излучения. В природном облучении большая часть приходится на радон и его продукты распада. Для территории радиоактивного загрязнения вклад чернобыльской компоненты в общую дозу составляет около 10%. Эффективные коллективные дозы от воздействия природных источников, медицинского облучения, чернобыльского загрязнения и глобальных выпадений составили соответственно 2649; 554,8; 15,8; 7,4 чел.-Зв в год. Коллективная доза персонала, работающего с ИИИ, относительно небольшая и составила 1,39 чел.-Зв в год.



**Рисунок 1. Вклад в суммарную коллективную дозу облучения различных источников ионизирующего излучения для населения Могилёвской области**

Средняя эффективная индивидуальная доза облучения для населения области от основных источников ионизирующего излучения составила для радиоактивно загрязнённых территорий 3393 мкЗв/год, в целом по области 3068 мкЗв/год (табл. 1).

Таблица 1. Средняя эффективная индивидуальная доза облучения населения Могилевской области от основных источников ионизирующего излучения

Источники излучения	Среднемировая доза (мкЗв/год) (данные НКДАР)	Средняя доза по области (мкЗв/год)

Природные	2400	2516
Медицинские исследования	400	530
Радиационные аварии (авария на ЧАЭС)	2	15 – в целом для области 340 для радиоактивно загрязненных территорий
Глобальные выпадения	5	7
Аэс	<0,2	< 0,1
Итого:	2407	3068 - в целом для области 3393- для радиоактивно загрязненных территорий

Таким образом, по-прежнему, на всех территориях независимо от наличия послеаварийного загрязнения наибольший вклад в годовую коллективную дозу облучения населения области вносят природные источники и медицинское облучение. При планировании и проведении мероприятий по ограничению облучения населения должна учитываться необходимость проведения мероприятий по поддержанию низких уровней содержания радионуклидов в молоке личных подсобных хозяйств радиоактивно загрязнённых населённых пунктов, а также продолжения информационной работы с населением по недопущению потребления загрязнённой радионуклидами пищевой продукции леса. В социально-экономическом развитии пострадавших регионов большое значение имеют мероприятия, способствующие снижению дозы облучения населения, путем благоустройства населенных пунктов, их газификации, строительства и реконструкции дорог, водопроводных сетей, сооружений водоподготовки и водоотведения. Требуется продолжить проведение обследований жилых зданий с целью выявления повышенных концентраций радона и его продуктов распада с реализацией при необходимости защитных мер. Меры профилактической направленности - проведение работ по радиационному обследованию земельных участков под застройку, учёт их степени радоноопасности при проектировании позволят предупредить ввод в эксплуатацию жилых и общественных зданий с превышением нормативов содержания радона в воздухе помещений и соответственно снизить риск рака легкого от облучения радоном и его короткоживущими дочерними продуктами распада. Разработка программы действий по снижению радона в помещениях может способствовать более целенаправленной работе по данной проблеме в т.ч. позволит обеспечить подготовку официальных карт радоновой опасности территории на основе общей методологии, провести эпидемиологические исследования с оценкой риска рака легкого в группах населения, проживающего на территориях с различным уровнем радоноопасности. Кроме того, требуется принять во внимание фактор риска рака легкого от воздействия радона и ДПР на население

при реализации Концепции совершенствования деятельности органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, по первичной профилактике неинфекционной заболеваемости и формированию здорового образа жизни. Требуется совершенствование методических документов по обследованию земельных участков и зданий, принимаемых в эксплуатацию на содержание радона. Наиболее эффективными мероприятиями по ограничению медицинского облучения будут замена длительно эксплуатирующейся рентгеновской техники на рентгенаппараты с низкой дозой излучения, внедрение новых технологий обследований пациентов, исключение случаев необоснованного направления пациентов на рентгенологические исследования и оптимальная их организация. Разработка инструкции по применению референтных диагностических уровней пациентов с последующим их установлением позволит оптимизировать радиационную защиту пациентов. Необходима разработка и внедрение методик по прогнозированию радиационного риска для различных категорий населения: персонала, населения и пациентов с актуализацией системы радиационно-гигиенического мониторинга. Указанные приоритеты должны учитываться при организации государственного санитарного надзора за радиационной безопасностью населения.

#### Список литературы

1. 30 лет Чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий: Национальный доклад Республики Беларусь. – Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – 2016. – 116с.
2. Требования к радиационной безопасности [Электронный документ]: санитарные нормы и правила, утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012, № 213. – Режим доступа: [http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21326850p\\_1369429200.pdf](http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21326850p_1369429200.pdf). – Дата доступа: 31.08.2017.
3. Липницкий, Л.В. Оценка медицинских последствий при облучении дочерними продуктами распада радона населения Могилёвской области / Л.В. Липницкий, Е.В. Костицкая // Агроэкология, 2004. – Вып.1. – С. 100-105.
4. Радон и дочерние продукты его распада в воздухе зданий на территории Беларуси / А.К. Карабанов [и др.] // Природопользование: сб. научных трудов / Институт природопользования НАН Беларуси; под ред. А.К. Карабанова. – Минск, 2015. – Вып. 27. – С. 49-53.