

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ И ОЦЕНКА КОЛЛЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ

Вакунин Е.И., Лебедев А.М., Коряков А.Е., Овчарова А.Н.

Тульский государственный университет, г. Тула

Рассмотрены вопросы оценки радиологического состояния территорий и факторы, влияющие на формирование коллективной дозы облучения населения.

До недавнего времени в качестве фактора, определяющего экологическое состояние различных территорий, рассматривалось загрязнение природных сред опасными химическими веществами и соединениями. Радиологическим аспектам формирования экологической обстановки уделялось значительно меньшее внимание. В настоящее время наблюдается рост научного интереса к загрязнению радиоактивными веществами в связи с фактами появления острых токсичных эффектов, вызванных загрязнением части территорий изотопами стронция и цезия. Внимание к радиологической составляющей экологического состояния возросло и вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и ряда инцидентов с ядерным топливом на других гражданских и военных объектах.

Радиоактивный фон окружающей среды обусловлен загрязнением природных сред различными радионуклидами и состоит из следующих основных компонентов:

- излучения, обусловленного космическими источниками;
- излучения от рассеянных в окружающей среде первичных радионуклидов;
- излучения от естественных радионуклидов, поступающих в окружающую среду от производств, не предназначенных непосредственно для их получения;
- излучения от искусственных радионуклидов, образованных при ядерных взрывах и вследствие поступления отходов от ядерного топливного цикла и других предприятий, использующих искусственные радионуклиды.

Первые два компонента определяют естественный радиационный фон. Третий компонент определяется как техногенно-измененный радиационный фон и формируется, главным образом, за счет выбросов естественных радионуклидов при сжигании органического топлива, поступления их при внесении минеральных (в первую очередь, фосфорных) удобрений и их содержания в строительных конструкциях и материалах.

Природные источники излучения в структуре дозы облучения населения занимают ведущее место. По данным исследований последних лет, полученным в ходе радиационно-гигиенической паспортизации, на

долю природных источников в структуре годовой эффективной коллективной дозы облучения населения приходится значительно более 2/3 дозы от всех источников радиации (рис.1).



Рис. 1. Вклад различных источников в эффективную коллективную дозу

Основным вкладом в дозовую нагрузку населения от природных источников ионизирующего излучения, является радон и продукты его распада в воздухе жилых и общественных зданий. Вклад этого источника в эффективную коллективную дозу населения составляет от 40 до 50 % (например, для Тульской области в 2012 г. вклад составил 41,7 % от всех источников ионизирующего излучения, а среди природных источников – 51,1 % (рис.2)).

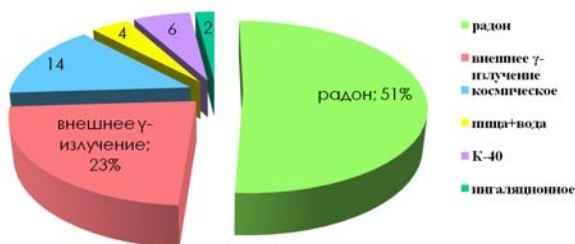


Рис. 2 Структура дозовой нагрузки от природных источников

Большую часть этой дозы человек получает от радионуклидов, попадающих в его организм вместе с вдыхаемым воздухом, особенно в непроветриваемых помещениях. Радон концентрируется в воздухе внутри помещений лишь тогда, когда они в достаточной мере изолированы от внешней среды. В результате в помещении могут возникать довольно вы-

сокие уровни радиации, особенно, если дом стоит на грунте с относительно повышенным содержанием радионуклидов или если при его постройке использовали материалы с повышенной радиоактивностью. Герметизация помещений с целью утепления только усугубляет дело, поскольку при этом еще более затрудняется выход радиоактивного газа из помещения.

Радиоактивность почв – обусловлена содержанием в почвах естественных и искусственных радионуклидов. Естественная радиоактивность зависит главным образом от содержания урана, радия, тория, радиоактивного изотопа калия. Искусственная радиоактивность обусловлена взрывами ядерного оружия, работой ядерных реакторов и аварий на них, отходами атомной промышленности.

К зонам радиоактивного загрязнения в результате аварии на Чернобыльской АЭС относятся в настоящее время 4412 населенных пункта, расположенные в 14 субъектах Российской Федерации. Наибольшие площади загрязнения расположены в Брянской, Калужской и Тульской областях.

Основным радионуклидом, определившим характер техногенного загрязнения, является ^{137}Cs и в меньшей степени ^{90}Sr , причем радиационная обстановка на этих территориях до настоящего времени определяется наличием долгоживущего продукта аварии - цезием-137. Уровни радиоактивного загрязнения почвы на указанных территориях цезием-137 и стронцием-90 выше фоновых значений, обусловленных глобальными выпадениями продуктов ядерных взрывов для равнинных территорий Российской Федерации.

Загрязнение атмосферы техногенными радионуклидами на территории Российской Федерации в настоящее время обусловлено ветровым переносом радиоактивных веществ с загрязненной в прошлые годы почвы глобальными выпадениями продуктов ядерных взрывов и радиационных аварий. Суммарная объемная активность приземного слоя атмосферного воздуха практически целиком определяется природным радионуклидом ^{210}Pb .

В 2011 г. дополнительный вклад в радиоактивное загрязнение атмосферного воздуха внесли также техногенные радионуклиды, поступившие с воздушными массами на территорию России в результате аварии на японской АЭС «Фукусима-1», произошедшей 12 марта 2011 г.

По данным Росгидромета в последней декаде марта и апреле 2011 г. в приземной атмосфере в суточных пробах аэрозолей регистрировались незначительно повышенные объемные активности цезия-137, цезия-134, йода-131 и других радионуклидов (йод-132, цезий-136, теллур-132), отсутствующих (кроме цезия-137) в составе глобального техногенного фона на территории Дальнего Востока и в центре Европейской территории России.

Усредненные значения по содержанию радионуклидов в атмосферном воздухе Тульской области за 2011 г., полученные Росгидрометом рас-

четным путем, представлены на рис. 3.

Для сравнения представлены данные за 2010 г. до аварии на японской АЭС “Фукусима-1”. Из данных рис. 3 следует, что радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы над территорией Тульской области не произошло. Содержание радионуклидов и суммарная бета-активность остаются в характерном для России диапазоне.

Радиационное загрязнение вод определяется присутствием в водах радиоактивных веществ, поступающих из атмосферы и вымываемых из почв и горных пород.

Основным источником централизованного водоснабжения населения Тульской области являются подземные артезианские воды. Радиоактивность таких вод обусловлена, прежде всего, присутствием естественных радионуклидов – радона-222, 220, радия-226, 228, 224, урана-234, 238, калия-40, реже полония-210, свинца-210. Техногенную радиоактивность природных вод, обусловленную в первую очередь цезием-137 и стронцием-90, можно встретить в поверхностных водах, реже в грунтовых.

^{137}Cs , Бк/м ³	^{90}Sr , Бк/м ³	Суммарная бета-активность, Бк/м ³
2011г.		
5,30 · 10⁻⁶	0,06 · 10⁻⁶	181,0 · 10⁻⁶
2010г.		
0,80 · 10⁻⁶	0,13 · 10⁻⁶	141,8 · 10⁻⁶
Допустимая среднегодовая объемная активность (ДОА), Бк/м ³		
27	2,7	

Рис. 3. Уровни содержания радионуклидов в атмосферном воздухе

В Тульской области имеются случаи превышения критериев первичной оценки питьевой воды по удельной суммарной альфа-бета-активности, как правило, в пробах воды из подземных источников водоснабжения. Данные по Тульской области за 2010-2012 г. о содержании радионуклидов в питьевой воде, родниках и в воде открытых водоемов представлены на рис.4. Суммарная активность в воде открытых водоемов значительно ниже, чем в питьевой воде из артезианских скважин и из родников. В питьевой воде скважин и родников наблюдаются случаи превышения допустимого уровня радона-222. При выдерживании этой воды в

открытом состоянии – радиоактивный газ радон-222 улетучивается и вода пригодна для употребления.

Вода открытых водоемов		Питьевая вода артезианская		Вода из родников	
Суммарная альфа-активность, Бк/кг (УВ 0,2 Бк/кг)					
средняя	макс	средняя	макс	средняя	макс
0,07	0,14	0,13	1,95	0,14	1,56
Суммарная бета-активность, Бк/кг (УВ 1,0 Бк/кг)					
средняя	макс	средняя	макс	средняя	макс
0,14	0,24	0,16	1,38	0,17	0,47
Радон-222, Бк/кг (УВ 60 Бк/кг)					
-	-	10,7	227,9	53,2	132,9

Рис. 4. Суммарная альфа-бета-активность природных вод Тульской области

В Российской Федерации обнаруживаются превышения допустимого уровня в пищевых продуктах только по содержанию цезия-137 в Брянской и Калужской областях. В Тульской области превышение нормативов в местной продукции регистрировалось только в 1986 г. В дальнейшем превышений допустимых уровней содержания радиоцезия в пищевых продуктах не отмечалось, за исключением дикорастущих продуктов. И в то же время содержание ^{137}Cs в производимой на Тульской земле продукции в настоящее время превышает доаварийный уровень, несмотря на постепенное снижение содержания ^{137}Cs в продуктах питания (рис. 5).

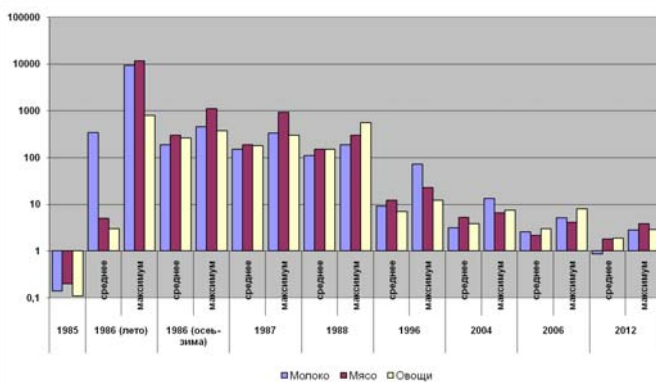


Рис. 5. Динамика изменения содержания ^{137}Cs в продуктах питания

Серьезной радиационно-гигиенической проблемой является медицинское облучение человека, регламентация и ограничение которого позволяет существенно снизить суммарный уровень радиационного воздействия на население страны.

Наибольший вклад в коллективную дозу медицинского облучения пациентов Тульской области в 2012 г. внесли рентгенографические исследования (33,8 %) и компьютерная томография (26,3 %). Вклад флюорографических исследований составил 14,1 %, рентгеноскопических исследований 15,8 % (рис. 6).

По сравнению с 2011 г. возросло количество флюорографических и рентгенографических диагностических исследований. Наибольший рост наблюдается для компьютерной томографии как одного из наиболее информативных методов диагностики.

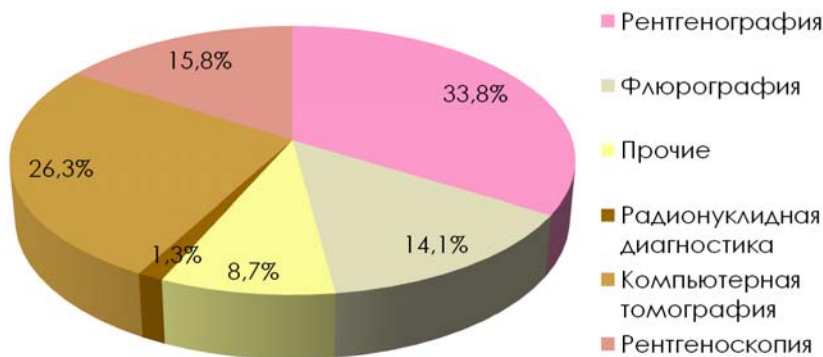


Рис. 6. Вклад различных методов диагностики в дозу медицинского облучения населения

Однако в последние годы за счет оптимизации рентгенологических исследований и внедрения новой низкодозовой техники при увеличении количества исследований коллективная доза медицинского облучения снижается (рис. 7). В итоге доза, полученная от медицинских источников, в 2012 г. снизилась до среднероссийских показателей.

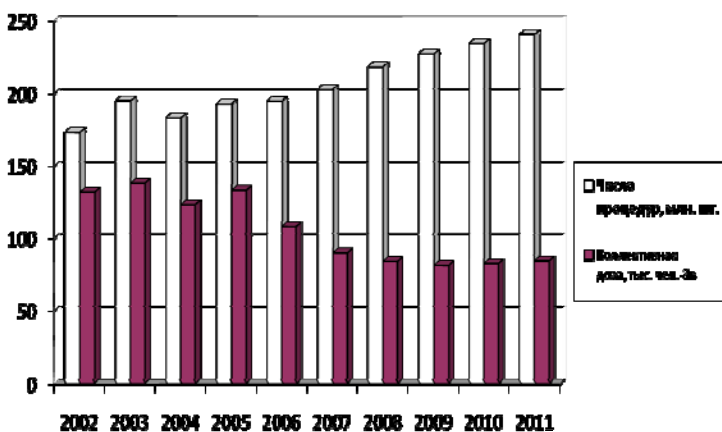


Рис. 7. Динамика коллективной дозы населения, полученной в результате рентгенографических исследований

В итоге, сравнивая средние индивидуальные дозы облучения населения Тульской области за 2011 г. и 2012 г. со среднероссийскими показателями и критериями оценки доз облучения, можно отметить, что средняя доза облучения населения Тульской области, полученная от всех источников меньше среднероссийской, значительно ниже приемлемого уровня 5 мЗв/год, определенного Нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009 и имеет тенденцию к снижению (рис. 8).

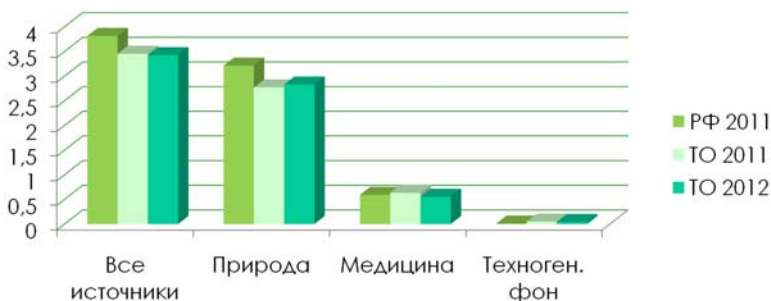


Рис. 8. Сравнительная характеристика средних индивидуальных доз облучения населения Российской Федерации и Тульской области

Доза от техногенного фона превышает среднероссийский, но не превышает регламентированного предела дозы в 1 мЗв/год (НРБ-99/2009). Оценка облучения населения, показала, что накопленная за весь период средней продолжительности жизни человека (70 лет) дополнительная средняя эффективная эквивалентная доза облучения вследствие Чернобыльской аварии не превысит дозового предела 70 мЗв, определенного нормативным документом СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009).

Для дальнейшего снижения радиационных рисков на основании анализа структуры доз облучения населения необходимо выделить следующие направления профилактической и реабилитационной деятельности:

- контроль за содержанием природных радиоактивных элементов в воздухе, строительных материалах, воде и других объектах окружающей среды;
- охрана атмосферного слоя Земли как природного экрана, предохраняющего от губительного космического воздействия радиоактивных частиц;
- соблюдение глобальной техники безопасности при добыче, использовании и хранении радиоактивных элементов, применяемых человеком в процессе его жизнедеятельности;
- модернизация парка рентгеновской техники – замена старого оборудования на новое поколение малодозовых цифровых аппаратов;
- радиационный мониторинг техногенного загрязнения объектов окружающей среды, питьевой воды, сельскохозяйственной продукции, по результатам которого оценивается доза облучения населения, проживающего на загрязненных территориях.

УДК 504.61:622.272

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЫЛИ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Вакунин Е.И., Коряков А.Е., Туляков С.П., Нечаева О.А.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Разработанное на кафедре АОТиОС ТулГУ программное обеспечение расчета выделения пыли при складировании и перегрузке сыпучих материалов позволяет оценить степень загрязнения окружающей среды и разработать мероприятия по снижению негативного воздействия.

Процесс складирования и перегрузки сыпучих веществ является интенсивным источником пылеобразования, что приводит к загрязнению окружающей среды.