

Н.К. Шандала¹, И.П. Коренков¹, В.В. Романов²**Состояние радиационно-гигиенической обстановки в районе размещения АЭС****N.K. Shandala¹, I.P. Korenkov¹, V.V. Romanov²****Radiation Situation at the NPP Area**

РЕФЕРАТ

Цель: Оценка состояния радиационно-гигиенической обстановки в районах размещения АЭС и установление «нулевого» фона для объектов окружающей среды.

Материал и методы: В ходе проведения радиационно-гигиенического мониторинга (РГМ) был разработан специальный регламент, включающий: выбор объектов наблюдения (воздух, почва, пищевые продукты), установление мест и периодичность отбора проб. В 48 населенных пунктах в районах размещения АЭС отобрано более 600 проб объектов окружающей среды и местных пищевых продуктов, которые исследованы с применением гамма-спектрометрических, радиохимических и радиометрических методов.

Результаты: Показано, что радиационно-гигиеническая обстановка в районах АЭС остается удовлетворительной:

- мощность эквивалентной дозы гамма-излучения — в пределах колебания естественного фона (0,08–0,15 мкЗв/ч);
- удельная активность ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в воде открытых водоемов не превышает 0,04 и 0,01 Бк/л соответственно;
- содержание ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в местных пищевых продуктах в 100–1000 раз ниже допустимых уровней;
- содержание ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в пищевых продуктах в зонах наблюдения АЭС такое же, как и в аналогичных пищевых продуктах других регионов;
- максимальные годовые индивидуальные эффективные дозы внутреннего облучения не превышают 10 мкЗв/год.

Выводы: Многолетний опыт эксплуатации АЭС (Нововоронежской и Калининской) показывает, что в нормальном режиме работы радиоактивное загрязнение мало по сравнению с естественным фоном и не оказывает значимого влияния на дозы облучения населения и объекты окружающей среды.

Ключевые слова: зона наблюдения, объекты окружающей среды, местные пищевые продукты, население, эффективные дозы облучения

ABSTRACT

Purpose: Radiation survey around NPPs and establishing “zero” background for the environment.

Material and methods: In the course of radiation hygienic monitoring, the special regulation has been developed. This regulation includes: selection of media for surveillance (air, soil, and foodstuffs), identification of sampling areas and frequency. In 48 settlements around NPPs, more than 600 samples for study have been collected. These samples were studied using gamma spectrometry, radiometry and radiochemistry methods.

Results: Radiation and health physics situation in the areas surrounding NPPs remains satisfactory:

- gamma dose rate is within the natural background variation range (0.08–0.15 μSv/h);
- specific activity of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in water of open reservoirs does not exceed 0.04 and 0.01 Bq/l, respectively;
- concentration of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in local foodstuffs is 100 — 1000 times lower than the permissible levels;
- concentrations of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in foodstuffs within the NPPs supervision areas are the same as those in the similar foodstuffs of other regions;
- the highest annual individual effective internal doses do not exceed 10 μSv /year.

Conclusions: Long-term experience in the operating NPP (Novovoronezh and Kalinin) shows that in case of route operation, radioactive contamination is low in comparison with natural background and there is no significant effect on the radiation dose to population and environment.

Key words: surveillance area, environmental media, local foodstuffs, population, effective dose

Введение

Необходимость представления гарантий безопасного развития атомной энергетики для населения страны является насущным требованием времени, поскольку ряд радиационных аварий, особенно на Чернобыльской АЭС и на японской АЭС Фукусима-1, заставляют специалистов по защите окружающей среды и населения с большой предосторожностью относиться к введению в строй новых объектов атомной энергетики. В условиях отечественного ренессанса

атомно-энергетического комплекса России актуально осуществление специального радиационно-гигиенического мониторинга в районах действующих и строящихся АЭС. Такая информация необходима для оценки последствий многолетней эксплуатации АЭС и для выяснения масштабов воздействия на проживающее в их районах население и окружающую среду. Кроме того, основным требованием общественности в современных условиях является необходимость представления доказательных оценок гарантированной безопасности как для работающего на АЭС пер-

¹ Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва. E-mail: shandala-fmbc@bk.ru

² Федеральное медико-биологическое агентство, Москва, Россия

¹ A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA, Moscow, Russia. E-mail: shandala-fmbc@bk.ru

² Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

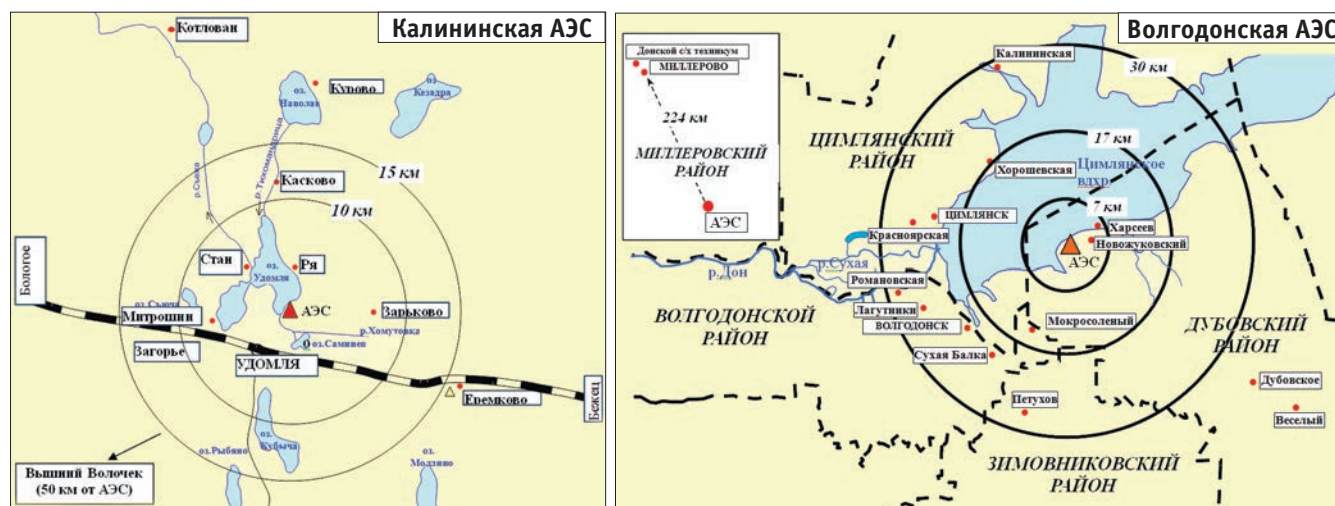


Рис. 1. Карта-схема пунктов радиационно-гигиенического мониторинга АЭС

сонала, так и для постоянно проживающего в зоне влияния АЭС населения. Получение подобных оценок требует проведения широкомасштабных радиационно-гигиенических и эпидемиологических исследований на разных этапах жизненного цикла АЭС.

Цель работы — оценка состояния радиационно-гигиенической обстановки в районах размещения АЭС и установление «нулевого» фона для объектов окружающей среды.

В данной работе приводятся результаты, полученные на основе многолетнего радиационно-гигиенического мониторинга объектов окружающей среды, а также характеристика облучения населения, проживающего в районах размещения трех российских АЭС — Волгодонской, Калининской и Нововоронежской.

Волгодонская АЭС. Проект строительства Волгодонской АЭС был утвержден в 1979 г. Тогда же началось строительство двух блоков, один из которых был подготовлен к пуску в 1990 г. Однако пусковые работы были приостановлены в связи с требованием общественного движения. В течение почти десяти лет Волгодонская АЭС находилась на консервации. В 1982 г. Институтом биофизики Минздрава СССР (ныне ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России) были начаты исследования радиационно-гигиенической обстановки в районе строящейся Волгодонской АЭС [1, 2]. В марте 2001 г. состоялся физический пуск. В настоящее время функционируют два энергоблока с реакторами ВВЭР-1000 электрической мощностью в 2 тыс. МВт.

Калининская АЭС. Функционирует четыре энергоблока с реакторами ВВЭР-1000 электрической мощностью по 1 тыс. МВт, которые были введены в эксплуатацию в 1984, 1987, 2005 и 2012 гг. В 1982–1983 гг.

Институтом биофизики в районе расположения Калининской АЭС проведены работы по оценке «нулевого фона». Были изучены природно-климатические и хозяйственные характеристики прилегающих территорий и произведена оценка радиационного состояния окружающей среды [3].

Нововоронежская АЭС. На протяжении 50-летнего периода в эксплуатации находились пять блоков: два несерийных реактора ВВЭР-210 (первый блок с 1964 г.) и ВВЭР-365 (второй блок с 1969 г.); 2 серийных головных реактора ВВЭР-440 (третий блок с 1971 г. и четвертый блок с 1972 г.); пятый блок головной серии ВВЭР-1000 с 1980 г. В 1984 и 1990 гг. соответственно первый и второй блоки были выведены из эксплуатации.

Исследования на Нововоронежской АЭС сводились к радиационно-гигиенической оценке возникших много лет назад на станции (в 1972 и в 1985 гг.) нештатных ситуаций, связанных с утечкой ^{60}Co и ^{137}Cs из хранилища жидких отходов. В связи с этим проведена оценка влияния ^{60}Co на окружающую среду и население, проживающее в прибрежных районах у Дона.

На рис. 1 схематически изображены контролируемые районы и районы сравнения соответственно на Волгодонской и Калининской АЭС. Как видно на карте, радиационно-гигиенический мониторинг на Волгодонской АЭС проводился на контролируемой территории в г. Волгодонске и четырех районах — Волгодонском, Цимлянском, Дубовском и Зимовниковском. В качестве района сравнения был выбран Миллеровский район, расположенный от площадки АЭС на расстоянии более 224 км в северо-западном направлении с наветренной стороны. Миллеровский район был выбран по согласо-

ванию с Ростовским центром госсанэпиднадзора. Исследования на Калининской АЭС проводились в зоне наблюдения станции — г. Удомле и Удомельском районе, в районе г. Вышний Волочек, как контроль влияния АЭС — в Осташковском районе сравнения.

При выборе района сравнения исходили из следующих обстоятельств:

а) сходные гигиенические характеристики:

- тип почв и почвообразующих пород;
- виды произрастающей растительности;
- химический состав воды поверхностных водоемов и подземных вод;
- условия производства пищевых продуктов;
- уровни содержания естественных радионуклидов и (или) глобальных радионуклидов;

б) расположенность вне влияния эксплуатируемой АЭС;

в) особенности медицинской помощи (обеспеченность врачами, специалистами, необходимым оборудованием и др.).

Материал и методы

Методологической основой работы был исследовательский радиационно-гигиенический мониторинг, под которым понимается проведение комплексного динамического наблюдения и контроля параметров радиационно-гигиенической обстановки в районах расположения АЭС [4, 5].

При проведении радиационно-гигиенического мониторинга нами разработан специальный регламент, включающий выбор объектов наблюдения (воздух, почва, вода, пищевые продукты), установление мест и периодичности отбора проб, характер измеряемых радиационных параметров, а также выбор района сравнения [6, 7]. Указанные на рис. 1 контролируемые населенные пункты были выбраны и утверждены в соответствии с официальными регулирующими документами, а также действующим регламентом радиационного контроля окружающей среды на АЭС [8–10].

В ходе радиационно-гигиенического мониторинга на единой методологической основе решались следующие задачи:

- 1) Получение в динамике необходимой, достаточной, достоверной информации о контролируемых радиационных параметрах окружающей среды.
- 2) Получение в динамике достаточной и достоверной информации о содержании радионуклидов в пищевых продуктах и воде.
- 3) Изучение структуры питания населения по материалам обследования бюджетов домохозяйств Госкомстатом России.

4) Оценка доз внешнего и внутреннего облучения населения за счет как техногенного, так и природного облучения.

5) Информирование населения о радиационной обстановке в районе размещения АЭС.

Отобранные из контрольных точек пробы объектов окружающей среды исследовали с помощью гамма-спектрометрического, радиохимического и радиометрического методов [11, 12]. При гамма-спектрометрическом анализе пробы помещались в сосуд Маринелли объемом 0,5 литра. Минимально-детектируемая активность для ^{137}Cs составляла 0,1–0,25 Бк. Определение ^{90}Sr производили радиохимическим методом, по оксалатной методике и методике экстракцией моноизооктиловым эфиром метилфосфоновой кислоты иттрия-90. Минимально измеряемая активность для ^{90}Sr составляла 0,1 Бк.

Всего было отобрано и исследовано более 700 проб объектов окружающей среды и местных пищевых продуктов в 40 населенных пунктах как в зонах наблюдения, так и в районах сравнения, прудах-охладителях и других прилегающих к АЭС водных акваториях.

Результаты и обсуждение

В табл. 1 представлены сводные параметры радиационно-гигиенической обстановки, сложившейся в зонах наблюдения трех АЭС к 2013 г. Радиационно-гигиеническая обстановка, сложившаяся в зонах наблюдения АЭС, остается удовлетворительной и устойчивой:

- мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности находится в пределах колебаний фона для подобных территорий;
- удельная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде открытых водоемов — в пределах колебаний содержания радионуклидов в водоемах центрального региона России;
- содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в питьевой воде — ниже уровня вмешательства [13] соответственно в 125 и в 250 раз; общая альфа- и бета-радиоактивность ниже допустимых уровней, установленных нормативами;
- содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в пищевых продуктах — в 100–1000 раз ниже допустимых уровней [14];
- содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в пищевых продуктах и питьевой воде в зонах наблюдения АЭС — такое же, как и в аналогичных пищевых продуктах других регионов страны [15–17].

Показатели радиационной обстановки, сложившейся в зоне наблюдения Волгодонской АЭС, приняты и зафиксированы в качестве «фоновых» на период «начало промышленной эксплуатации». Следует за-

Таблица 1

Сводные параметры радиационно-гигиенической обстановки в зонах наблюдения Волгоградской, Калининской и Нововоронежской АЭС

Параметр и размерность	Волгоградская АЭС	Калининская АЭС	Нововоронежская АЭС	Гигиеническая оценка
Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч	0,1–0,15	0,08–0,14	0,09–0,13	В пределах колебания фона данной территории
Вода открытых водоемов, Бк/л				
⁹⁰ Sr	< 0,03	0,03	0,005	Центральный регион России (0,005–0,02)
¹³⁷ Cs	< 0,04	0,004	0,01	Центральный регион России (0,001–0,01)
Питьевая вода, Бк/л				
Общая альфа-радиоактивность	< 0,1	0,03	< 0,15	0,1 (СанПиН 2.1.4.1074-01)
Общая бета-радиоактивность	0,1–0,4	0,27	0,1	1,0 (СанПиН 2.1.4.1074-01)
⁹⁰ Sr	< 0,03	< 0,003	< 0,003	5,0 [13]
¹³⁷ Cs	< 0,04	< 0,01	0,002	11,0 [13]
Основные пищевые продукты, ⁹⁰Sr / ¹³⁷Cs, Бк/кг (л)				СанПиН 2.3.2.1078-01 [14]
Хлеб	0,04 / 0,05	0,7 / 0,14	0,07 / 0,04	20 / 40
Молоко	0,04 / 0,06	0,15 / 0,17	0,06 / 0,07	25 / 100
Мясо (разных видов)	0,10 / 0,10	0,10 / 0,23	0,03 / 0,14	50 / 160
Рыба пресноводная	0,16 / 0,17	0,7 / 0,63	0,25 / 0,48	100 / 130
Картофель	0,11 / 0,11	0,16 / 0,08	0,17 / 0,17	40 / 120
Овощи и бахчевые	0,14 / 0,06	0,22 / 0,08	0,06 / 0,11	40 / 120
Индивидуальная эффективная доза, мкЗв/год				
За счет поступления ⁹⁰ Sr и ¹³⁷ Cs с рационом и питьевой водой	7,1	8,1	9,9	Глобальные выпадения (в среднем по России) не более 10 мкЗв/г [17]
За счет газоаэрозольных выбросов АЭС	0,04·10 ⁻³	0,6	1,8	Годовая доза для населения не должна превышать 10 мкЗв/г (СП АС–99) [18]

метить, что эффективные дозы за счет газоаэрозольных выбросов ВоАЭС существенно меньше, чем для других станций [2].

При работе АЭС в атмосферу могут попадать инертные радиоактивные газы ¹³¹I, ⁵⁴Mn, ^{58,60}Co, ⁹⁰Sr, ^{134,137}Cs. Однако при нормальном режиме работы АЭС фактический выброс указанных радионуклидов составляет лишь доли процентов от допустимых. Дозы внешнего облучения населения (годовые дозы, измеренные с помощью интегрирующих дозиметров) в рассматриваемый период за пределами промплощадок АЭС практически не увеличиваются с течением времени и не изменяются с увеличением расстояния. Они, в основном, обусловлены местными колебаниями радиационного фона и радионуклидами глобального происхождения. Таким образом, основной фактор радиационной обстановки в районе размещения АЭС — суммарная эффективная доза внутреннего и внешнего облучения на население из-за ничтожно малого ее значения практически не поддается измерению приборами и может быть оценена лишь расчетным путем.

В табл. 2 представлены значения максимальной годовой индивидуальной эффективной дозы облучения населения, проживающего в районах Калининской и Нововоронежской АЭС в период 1999–2013 гг., рассчитанные с учетом фактических

Таблица 2

Максимальные годовые индивидуальные эффективные дозы облучения населения за счет выбросов Калининской и Нововоронежской АЭС, мкЗв

АЭС	1999	2000	2005	2010	2013
Калининская	0,09	0,08	0,18	0,11	0,09
Нововоронежская	0,45	0,5	0,41	0,49	0,32

радиоактивных газоаэрозольных выбросов АЭС в атмосферу. Из анализа данных этой таблицы следует, что годовые дозы облучения населения от радиоактивных выбросов АЭС за указанный период времени значительно (на 2–3 порядка величины) ниже имевшейся регулируемой дозовой квоты, равной 200 мкЗв/г. В настоящее время нормативная граничная доза за счет газоаэрозольных выбросов для населения составляет 10 мкЗв/г [18].

В табл. 3 представлены результаты расчета относительного вклада различных долгоживущих радионуклидов в годовую эффективную дозу облучения населения от аэрозольных выбросов АЭС. Как следует из приведенных в табл. 2 данных, видно, что основной вклад в годовую эффективную дозу облучения лиц из различных возрастных групп от аэрозольного выброса вносят радионуклиды ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr, ¹³⁴Cs и

Таблица 3

Вклад различных долгоживущих радионуклидов в дозу облучения различных групп населения от аэрозольных выбросов Калининской и Нововоронежской АЭС, %

Нуклид	Возрастная группа				
	1–2 года	2–7 лет	7–12 лет	12–17 лет	Взрослые
Калининская АЭС					
⁵⁴ Mn	0,39	0,40	0,49	0,24	0,25
⁵⁸ Co	0,13	0,11	0,10	0,056	0,050
⁶⁰ Co	36	36	38	21	15
⁹⁰ Sr	1,7	1,7	5,0	4,0	1,6
¹³⁴ Cs	24	23	22	29	34
¹³⁷ Cs	38	40	35	45	50
Нововоронежская АЭС					
⁵⁴ Mn	1,5	1,4	1,7	1,3	1,5
⁵⁸ Co	1,0	0,90	0,85	0,67	0,67
⁶⁰ Co	74	73	76	60	52
⁹⁰ Sr	0,59	0,55	1,7	1,9	0,90
¹³⁴ Cs	8,0	7,8	6,6	13	16
¹³⁷ Cs	15	16	13	23	29

¹³⁷Cs. Вклад ⁵⁴Mn и ⁵⁸Co в значения этой величины не превышает нескольких процентов, т.е. пренебрежимо мал. По этой причине, а также принимая во внимание постоянство относительного вклада долгоживущих радионуклидов в суммарную активность аэрозольного выброса, на АЭС с реакторами ВВЭР достаточно проводить контроль поступления долгоживущих радионуклидов в атмосферу по активности ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr, ¹³⁴Cs и ¹³⁷Cs.

Для оценки доз внутреннего облучения населения за счет радионуклидов, поступающих с рационом человека, необходимо иметь данные о содержании радиоактивных веществ в пищевых продуктах и о среднестатистическом потреблении отдельных продуктов питания (кг/сут, кг/г), т.е. структуру питания населения данного региона. Структура питания населения — это потребление отдельных пищевых продуктов, входящих в семь основных пищевых групп:

- 1) хлебные продукты;
- 2) молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко);
- 3) картофель;
- 4) овощи и бахчевые;
- 5) фрукты и ягоды;
- 6) мясо и мясопродукты (в пересчете на мясо);
- 7) рыба и рыбопродукты (в пересчете на рыбу).

При расчете доз внутреннего облучения населения за счет глобальных выпадений в качестве исходных уровней потребления использована оценка реальных диет сельского и городского населения Ростовской, Тверской и Воронежской области. Опыт

оценки доз внутреннего облучения за счет техногенных источников излучения показал, что необходимым является учет реального потребления пищевых продуктов в течение 5–10 лет. Такой подход позволит сделать правильное заключение о структуре питания в изучаемом районе с учетом его характера и динамичности.

Поступление радионуклидов с пищевыми продуктами населению контролируемых территорий Волгоградской, Калининской и Нововоронежской АЭС, а также в районах сравнения было рассчитано на основании фактических показателей содержания ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в пищевых продуктах, представленных в табл. 1, и по возрастной структуре пищевого рациона.

При расчете поступления радионуклидов с компонентами рациона учитывалась также питьевая вода, потребление которой составляет (в сутки):

- 1,4 л — для взрослых и детей в возрасте от 12 до 17 лет;
- 0,9 л — для детей от 7 до 12 лет;
- 0,7 л — для детей от 2 до 7 лет;
- 0,5 л — для детей от 1 года до 2 лет.

В табл. 4 и 5 приведены эффективные дозы внутреннего облучения населения исследуемых регионов, обусловленные поступлением с рационом ⁹⁰Sr и

Таблица 4

Эффективные дозы внутреннего облучения населения, проживающего в зоне наблюдения Волгоградской АЭС на период начала эксплуатации (2002 г.), мкЗв/год

Возрастная группа	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Всего
Население городов Волгоград и Цимлянск			
1–2 года	0,44	2,92	3,4
2–7 лет	0,42	2,28	2,7
7–12 лет	0,60	4,24	4,8
12–17 лет	0,82	5,24	6,0
Взрослые	0,90	2,08	3,0
Сельское население зоны наблюдения ВоАЭС			
1–2 года	0,53	3,49	4,0
2–7 лет	0,49	2,66	3,1
7–12 лет	0,70	4,91	5,6
12–17 лет	0,95	6,11	7,0
Взрослые	1,04	2,41	3,5
г. Миллерово (район сравнения)			
1–2 года	0,35	2,23	2,6
2–7 лет	0,34	1,76	2,1
7–12 лет	0,50	3,14	3,6
12–17 лет	0,67	4,27	4,9
Взрослые	0,75	1,64	2,4
Сельское население Миллеровского района сравнения			
1–2 года	0,41	2,56	3,0
2–7 лет	0,38	1,97	2,4
7–12 лет	0,56	3,51	4,0
12–17 лет	0,75	4,74	5,5
Взрослые	0,83	1,82	2,7

Таблица 5

Эффективные дозы внутреннего облучения за счет поступления радионуклидов с пищевыми продуктами и питьевой водой населению в зонах наблюдения Калининской и Нововоронежской АЭС в 2013 г., мкЗв/г

Возрастные группы	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Всего
Калининская АЭС			
Городское население, г. Удомля — 4 км от КаАЭС			
7–12 лет	0,84	5,4	6,2
12–17 лет	0,97	6,1	7,1
Взрослые ^{1*}	1,1	2,4	3,5
Взрослые ^{2**}	2,3	2,5	4,8
Сельская местность, ЗН КАЭС— 3–25 км от КАЭС			
7–12 лет	0,96	5,7	6,7
12–17 лет	1,2	6,7	7,9
Взрослые *	1,3	2,7	4,0
Взрослые **	2,4	2,7	5,1
Рыбаки	2,9	3,1	5,6
Нововоронежская АЭС			
Городское население г. Нововоронеж — 4 км от НВ АЭС			
1–2	0,49	6,5	7,5 ^{3***} / 7,0
2–7	0,48	4,5	5,4 / 5,1
7–12	0,73	8,8	9,9 / 9,6
12–17	0,79	8,2	9,1 / 8,9
Взрослые	0,90	3,3	4,3 / 4,2
Сельская местность ЗН НВ АЭС— 3–20 км от НВ АЭС			
1–2	0,53	5,7	6,8 / 6,3
2–7	0,51	4,9	5,8 / 5,4
7–12	0,71	9,2	10 / 9,9
12–17	0,80	8,7	9,7 / 9,5
Взрослые	0,92	3,5	4,5 / 4,4
Рыбаки	1,14	4,0	5,3 / 5,2

* без учета потребления грибов

** с учетом потребления грибов

*** первая цифра — оценки, учитывающие реальный вклад ⁶⁰Со в индивидуальную дозу внутреннего облучения

¹³⁷Cs, т.е. за счет глобальных выпадений, а не работы АЭС. Указанные дозы рассчитаны с учетом содержания радионуклидов в рационе и дозового коэффициента по возрастам.

Из анализа эффективных доз внутреннего облучения населения за счет глобальных выпадений следует, что:

- различия в дозах облучения одинаковых возрастных групп городского (города Волгодонск, Удомля и Нововоронеж) и сельского населения незначительны и не превышают 20 %;
- эффективные дозы внутреннего облучения лиц из критической группы населения (дети от 7 до 17 лет) не превышают 10 мкЗв/г; а для взрослых людей — 7 мкЗв/г;

- эффективные дозы внутреннего облучения лиц из критической группы населения (рыбаки) примерно на 15 % выше, чему взрослых сельских жителей.

Практически по всем известным моделям расчета критическим пищевым продуктом, потребление которого дает доминирующий вклад (свыше 80 %) в дозу внутреннего облучения от сброса радионуклидов в поверхностные воды на Нововоронежской АЭС, является рыба. Критическими пищевыми продуктами, потребление которых дает доминирующий вклад (около 60 %) в дозу внутреннего облучения на Калининской АЭС за счет ¹³⁷Cs, являются молоко и грибы; в отношении ⁹⁰Sr — хлеб, молоко, картофель и овощи. В зоне наблюдения Волгодонской АЭС на период «первый год работы» в качестве критических пищевых продуктов, за счет которых формируется почти половина дозы внутреннего облучения за счет ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, зафиксированы картофель и овощи.

Заключение

Многолетний опыт радиационно-гигиенического мониторинга показывает, что в нормальном режиме работы радиоактивное загрязнение в регионах изученных АЭС весьма мало по сравнению с естественным фоном и практически не оказывает значимого влияния на дозы облучения населения и объекты окружающей среды.

Таким образом, можно сделать вывод об экологической безопасности для населения и окружающей среды безаварийного функционирования российских энергоблоков с реакторами ВВЭР.

В последующем планируется продолжение проведения радиационно-гигиенического мониторинга на единой методологической основе для решения следующих задач:

- сравнительная оценка рисков от факторов радиационной и нерадиационной природы, возникающих при работе АЭС;
- создание банка данных по параметрам радиационно-гигиенической обстановки;
- оценка эффективных дозы облучения населения, обусловленных работой АЭС в последующие годы;
- оценка влияния радиоактивных выбросов и сбросов АЭС на гидробиологические объекты окружающей среды (пруд-охладитель, Цимлянское водохранилище, р. Дон, озера Удомельского района и др.);
- изучение структуры питания с учетом местных особенностей потребления населением пресноводной рыбы.

Разрабатываемый радиационно-гигиенический мониторинг в районах размещения АЭС:

- а) должен являться необходимой частью общегосударственной системы социально-гигиенического мониторинга;
- б) должен давать своевременную объективную оценку воздействия АЭС на окружающую среду и население;
- в) может быть распространен также и на другие радиационно-опасные объекты на территории страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Книжников В.А., Жаков Ю.А., Мельников Н.В. и соавт. Радиационная обстановка в районе размещения Ростовской АЭС до пуска ее в эксплуатацию. Отчет / Институт биофизики МЗ СССР и Ростовская областная санитарно-эпидемиологическая станция МЗ РСФСР. — М., 1989, 61 с.
2. Радиационно-гигиенический мониторинг Волгодонской АЭС (первый год эксплуатации). Под ред. Л.А. Ильина и М.Б. Мурина. — М.: ГНЦ-ИБФ, 2003, 50 с.
3. Книжников В.А., Жаков Ю.А., Новикова Н.Я. и соавт. Радиационная обстановка в районе размещения Калининской АЭС до начала ее работы. Отчет о НИР. — М.: ИБФ МЗ РФ, 1983, 40 с.
4. Ильин Л.А., Шандала Н.К., Савкин М.Н. и соавт. Мониторинг радиационно-гигиенической обстановки в районах размещения АЭС. // В кн.: «Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века». Материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей, Москва, 17–19 окт. 2001 г. — М.: МЗ РФ, 2001, Том II, С. 565–569.
5. Ильин Л.А., Шандала Н.К., Савкин М.Н. и соавт. Место и роль радиационно-гигиенического мониторинга в системе социально-гигиенического мониторинга. // Гигиена и санитария, 2004, № 5, С. 9–15.
6. Шандала Н.К., Петухова Э.В., Иванов Е.А. и соавт. Оценка радиационно-гигиенической обстановки и доз облучения населения в зонах наблюдения некоторых АЭС России. // В кн.: «Экологическая безопасность, техногенные риски и устойчивое развитие». Сб. научн. трудов конф. Ядерного общества России, Москва, 23–27 июля 2002 г. — М.: РАН, 2002, С. 322–325.
7. Ильин Л.А., Шандала Н.К., Савкин М.Н. и соавт. Состояние и перспективы мониторинга радиационно-гигиенической обстановки в районах АЭС. // Бюлл. по атомной энергии, 2004, № 4, С. 56–62; № 5, С. 66–71.
8. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-99) Санитарные правила. СП 2.6.1.27-2000. — М., 2000, 70 с.
9. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010.
10. Внедрение показателей радиационной безопасности о состоянии объектов окружающей среды, в т.ч. продовольственного сырья и пищевых продуктов в систему социально-гигиенического мониторинга. Методические указания. — М.: Минздрав России, 2004, 24 с.
11. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды. Под ред. А.Н. Мареев. — М.: Институт биофизики МЗ СССР, 1980, 336 с.
12. Коренков И.П., Польский О.Г., Коренков А.П., Тихомиров В.А. Руководство по методам контроля за радиоактивностью окружающей среды. — М.: Медицина, 2002, 394 с.
13. Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009.
14. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01 — М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002, 168 с.
15. Шандала Н.К., Петухова Э.В., Савкин М.Н. и соавт. Результаты радиационного мониторинга в г. Москве. // Гигиена и санитария, 2001, № 1, С. 26–30.
16. Shandala N.K., Petuhova E.V., Novikova N.Ya. et al. Monitoring of radiation-hygiene situation in areas of disposition of nuclear power plants. // 11th International Congress on the International Radiation Protection Association, Madrid, 2004, P. 259–260.
17. Шандала Н.К., Коренков И.П., Котенко К.В., Новикова Н.Я. Глобальные и аварийные выпадения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr. — М.: Медицина, 2009, 208 с.
18. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций СП АС-03. СанПин 2.6.1.24-03. — М.: 2004, 66 с.

Поступила: 12.01.2015

Принята к публикации: 04.02.2015