

## Радиоэкологическая обстановка в регионе размещения ускорительного комплекса ИФВЭ в свете перехода на НРБ-99

А.Г. Алексеев, В.Н. Лебедев, Г.И. Крупный, Я.Н. Расцветалов, С.Э. Сухих, А.А. Янович  
ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

Радиоэкологический мониторинг на техплощадке ИФВЭ, в г. Протвино и окрестностях проводится более 25 лет. За это время развивался приборный парк и обосновывался объем мониторинга с учетом специфики источника излучений (ускорители ИФВЭ) и уровней естественного и техногенного фона на указанных территориях. В составе приборного парка находится низкофоновая радиометрическая и спектрометрическая лаборатория, мобильная радиометрическая лаборатория и автоматизированный пост радиационного контроля на территории техплощадки (ПРМ10).

Объем радиационного мониторинга, действующий в ИФВЭ, представляет:

- контроль уровней внешнего гамма-мюонного излучений на техплощадке с помощью автоматизированного поста радиационного контроля (ПРМ10);
- контроль внешнего гамма-нейтронного излучений на территории техплощадки и окрестностях с помощью системы интегральных пассивных радиационных мониторов (шаровые полиэтиленовые замедлители с набором детекторов ТЛД  ${}^6\text{Li} - {}^7\text{Li}$ ) в центре шара (40 точек);
- контроль внешнего гамма излучения в г. Протвино средствами мобильной радиометрической лаборатории (6 постоянных контрольных точек по городу КТ1 – КТ6) с помощью автономных и стационарных дозиметров;
- периодический контроль за содержанием:
  - ${}^{137}\text{Cs}$  и  ${}^7\text{Be}$  в атмосферном воздухе на территории техплощадки (ПРМ10) методом проочки и обсчета аэрозольных фильтров (проочка через существующую систему технологической вентиляции на крыше здания 110 техплощадки с обсчетом фильтров на полупроводниковом гамма-спектрометре в низкофоновой лаборатории);
  - ${}^{137}\text{Cs}$  и суммарной бета-активности в осадках, питьевой воде и воде открытых водоемов (до 10 точек ПРМ1 – ПРМ10). Отбор проб осуществляется с помощью мобильной радиометрической лаборатории, обсчет – на усовершенствованной установке РУБ-01П и полупроводниковом гамма-спектрометре с детектором ДГДК-80 в низкофоновой лаборатории);
  - ${}^{137}\text{Cs}$  в почвах (до 10 точек ПРМ1 – ПРМ10). Отбор проб осуществляется с помощью мобильной радиометрической лаборатории, обсчет – на полупроводниковом гамма-спектрометре в низкофоновой лаборатории).

Измерительный приборный парк проходит ежегодную метрологическую поверку в метрологической службе ИФВЭ и метрологическом центре ВНИИФТРИ. На данном этапе проводится работа по приведению объема мониторинга, методик и приборного парка в соответствии с новыми национальными нормами радиационной безопасности НРБ-99 [1]. Обобщенные результаты радиоэкологического мониторинга за последние годы приведены в табл. 1 – 4.

**Таблица 1.** Среднегодовые показатели радиационного фона.

Год	Среднегодовая мощность экспозиционной дозы, мкР/час	
	Техплощадка	г.Протвино
1994	14.7	9.1
1995 <sup>**)</sup>	11.0	9.3
1996	10.9	9.9
1997	10.8	9.6
1998	10.7	8.9
1999	11.6	9.7

**Таблица 2.** Содержание радионуклидов в воде, осадках (Ки/л).

Год	ПРМ5	ПРМ6	ПРМ10
1994	$6.4 \cdot 10^{-11}$ $6.7 \cdot 10^{-11}$	$1.1 \cdot 10^{-10}$ $<1.0 \cdot 10^{-10}$	$1.7 \cdot 10^{-10}$ $3.6 \cdot 10^{-10}$
1995 <sup>**)</sup>	$4.3 \cdot 10^{-11}$ $0.5 \cdot 10^{-10}$	$4.2 \cdot 10^{-11}$ $<1.0 \cdot 10^{-10}$	$3.2 \cdot 10^{-11}$ $1.0 \cdot 10^{-10}$
1996	$4.5 \cdot 10^{-11}$ $1.1 \cdot 10^{-10}$	$4.2 \cdot 10^{-11}$ $<1.0 \cdot 10^{-10}$	$3.1 \cdot 10^{-11}$ $1.1 \cdot 10^{-10}$
1997	$4.2 \cdot 10^{-11}$ —	$4.3 \cdot 10^{-11}$ —	$3.1 \cdot 10^{-11}$ $8.2 \cdot 10^{-11}$
1998	$4.2 \cdot 10^{-11}$ —	$4.3 \cdot 10^{-11}$ —	$3.1 \cdot 10^{-11}$ $1.0 \cdot 10^{-10}$
1999	$1.7 \cdot 10^{-11}$ $8.9 \cdot 10^{-11}$	$2.2 \cdot 10^{-11}$ $9.1 \cdot 10^{-11}$	$3.2 \cdot 10^{-11}$ $1.0 \cdot 10^{-10}$

<sup>\*\*)</sup> В 1995 году ускоритель не работал.

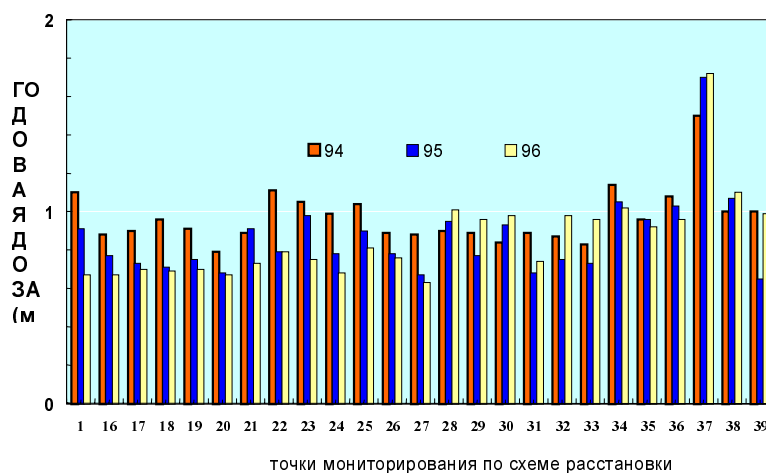
**Таблица 3.** Объемная активность  $A_v$  в воздухе радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^7\text{Be}$  вблизи ПРМ10.

Год	$A_v$ , Ки/л	
	$^{137}\text{Cs}$	$^7\text{Be}$
1994	$4.5 \cdot 10^{-18}$	$3.2 \cdot 10^{-17}$
1995 *)	$3.4 \cdot 10^{-18}$	$2.1 \cdot 10^{-17}$
1996	$3.1 \cdot 10^{-18}$	$2.5 \cdot 10^{-17}$
1997	$2.9 \cdot 10^{-18}$	$2.2 \cdot 10^{-17}$
1998	$3.4 \cdot 10^{-18}$	$2.3 \cdot 10^{-17}$
1999	$3.2 \cdot 10^{-18}$	$3.1 \cdot 10^{-17}$

**Таблица 4.** Загрязненность почв по  $^{137}\text{Cs}$ , (Ки/км<sup>2</sup>) в пунктах радиационного мониторинга (ПРМ).

Год	ПРМ5	ПРМ6
1996	$2.9 \cdot 10^{-2}$	$2.3 \cdot 10^{-2}$
1997	$2.5 \cdot 10^{-2}$	$2.0 \cdot 10^{-2}$
1998	$2.5 \cdot 10^{-2}$	$2.2 \cdot 10^{-2}$
1999	$1.7 \cdot 10^{-2}$	$1.1 \cdot 10^{-2}$

Данные табл. 1 получены усреднением ежедневных измерений с помощью средств измерений с погрешностью не более 30%. Стандартное отклонение усредненных за год величин не превышает 4%. Годовые дозы по результатам измерений с помощью пассивных мониторинговых станций показаны на рис. 1. Среднее значение не превышает 1 мЗв/год (100 мбэр/год), включая природный фон, что согласуется с данными табл. 1 (100 мбэр/год эквивалентно мощности дозы  $\sim 12$  мкР/ч) и соответствует нормальному радиационному фону европейской зоны России.



**Рис. 1.** Годовые дозы по результатам измерений с помощью пассивных мониторинговых станций (ПМС).

В табл. 2 в верхней строчке приведена объемная активность  $^{137}\text{Cs}$ , в нижней – объемная суммарная бета-активность при градуировке РУБ-01П по  $^{90}\text{Sr}$ . Погрешность оценки содержания  $^{137}\text{Cs}$  в воде порядка 30%, а суммарной бета-активности  $\sim 40\%$ . Отметим, что данные табл. 2 по ПРМ10 относятся к питьевой воде. По НРБ-99 уровень вмешательства (УВ) по  $^{137}\text{Cs}$  составляет 11 Бк/кг ( $3 \cdot 10^{-10}$  Ки/л), а по  $^{90}\text{Sr}$  – 5 Бк/кг ( $1,35 \cdot 10^{-10}$  Ки/л). Исходя из данных табл. 2, содержание  $^{137}\text{Cs}$  на порядок ниже норматива, а величины суммарной бета-активности близки к нормативу по  $^{90}\text{Sr}$ . Таким образом, при переходе на НРБ-99 необходимо проводить прямые измерения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в питьевой воде. Для этой цели необходимо обновление приборного парка и соответствующих методик выполнения измерений.

Погрешность данных в табл. 3 по нашим оценкам составляет порядка 60 – 80%, что обусловлено в основном погрешностью в определении объема прокачанного воздуха, связанной с использованием в качестве воздухоудовки нестандартизованного оборудования – системы технологической вентиляции. Данная система пробоотбора воздуха должна быть заменена на специализированную с соответствующим метрологическим обеспечением. Тем не менее, погрешность представленных величин укладывается в диапазон существующих нормативов: по НРБ-99 допустимая объемная активность во вдыхаемом воздухе для населения составляет 2000 Бк/м<sup>3</sup> ( $5,4 \cdot 10^{-11}$  Ки/л) по  $^7\text{Be}$  и 27 Бк/м<sup>3</sup> ( $7,3 \cdot 10^{-13}$  Ки/л) по  $^{137}\text{Cs}$  (измеренные величины ниже нормативов на 5 – 6 десятичных порядков).

Погрешность данных табл. 4 оценивается в 30 – 40%, связанная с методикой отбора проб и неопределенностью при переводе результатов в общепринятые единицы Ки/км<sup>2</sup>. По НРБ-99 данный вид контроля не регламентируется. Поверхностная загрязненность почвы <sup>137</sup>Cs обусловлена в основном глобальными выпадениями при аварии на Чернобыльской АЭС и для нашего региона составляет (1–3) 10<sup>-2</sup> Ки/кв.км, а в отдельных локальных местах – до 0.8 Ки/кв.км. Критерии экологического состояния почв при загрязнении <sup>137</sup>Cs определены Минприроды (1992 г.) и приведены в табл. 5. В соответствии с этой классификацией радиационная ситуация в регионе г. Протвино является относительно удовлетворительной.

**Таблица 5. Экологические показатели загрязненности территорий.**

Показатели	Относительно удовлетворительная экологическая ситуация	Чрезвычайная экологическая ситуация	Экологическое бедствие
Радиоактивное загрязнение <sup>137</sup> Cs, Ки/кв.км	До 1	5 – 40	Более 40

### **Заключение**

В результате выполненной работы для приведения системы радиоэкологического мониторинга ИФВЭ в соответствие с НРБ-99 необходимо, в первую очередь, доукомплектовать приборный парк средствами измерений содержания <sup>90</sup>Sr в питьевой воде и средствами пробоотбора воздуха с соответствующим метрологическим обеспечением.

### **Список литературы**

- [1] Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) СП 2.6.1. 758 – 99, Минздрав России, 1999.