

# О радиационной чистоте местности вблизи реактора ИРТ-2000

И. Т. МИШЕВ, М. А. РАДИЧЕВА

УДК 621.039.58

(Физический институт Болгарской академии наук, София)

Контроль радиоактивных загрязнений в районах ядерных реакторов осуществляется во многих странах. В результате накопленного опыта можно утверждать, что при нормальной эксплуатации реакторы не представляют радиационной опасности для окружающего населения. Это не означает, однако, что следует оставить наблюдения за возможными радиоактивными загрязнениями.

Реакторы как экспериментальные установки небольшой мощности существуют всего 30 лет, и лишь последнее десятилетие их используют в качестве мощных источников энергии. Работа реакторов на больших мощностях приводит не только к повышению потенциальной радиационной опасности в случае аварийных ситуаций, но и к общему увеличению выброса радиоактивных веществ на прилегающую местность.

Контроль вокруг реакторов позволяет получить также данные о радиационной чистоте на территории отдельной страны. Во многих государствах в связи с продолжающимися ядерными испытаниями в атмосфере проводятся непрерывные или периодические измерения радиоактивных загрязнений всей территории [1—3].

Как известно, реактор ИРТ-2000 в Софии начал свою работу в сентябре 1961 г. Со дня его пуска по 31 декабря 1968 г. было выработано  $5 \cdot 10^6$  кВт-ч тепловой энергии. За это время по предварительно подготовленной программе пе-

риодически отбирались пробы для определения уровня радиоактивных загрязнений почвы, растений, воды открытых водоемов и т. д. За семь лет наблюдений в зоне радиусом 1 км не обнаружено повышенных (сверх фоновых) радиоактивных загрязнений, обусловленных работающим реактором [4, 5]. Единственный случай появления измеримой концентрации  $\text{Ca}^{45}$  в канализационных водах был вызван нарушением существующих инструкций одной из рабочих групп радиохимической лаборатории [5]. Содержание  $\text{Ca}^{45}$  оказалось ниже соответствующей предельно допустимой концентрации этого изотопа.

Изучено также пространственное распределение концентрации  $\text{Ag}^{110}$ , выбрасываемого через трубу реактора [6], и установлено, что эта концентрация значительно ниже предельно допустимой для соответствующей категории населения.

Результаты проведенных исследований целесообразно рассмотреть по нескольким направлениям.

**Удельная  $\beta$ -активность поверхностного слоя почвы.** Для определения радиоактивных загрязнений почвы каждый месяц отбирали пробы почвенного покрова толщиной 5 см, которые после соответствующей обработки подвергали радиометрическому анализу [4]. Наблюдения вели систематически в пяти пунктах, расположенных на разных направлениях от реактора. Из результатов измерений, представленных на рис. 1, видно, что в течение контролируемого

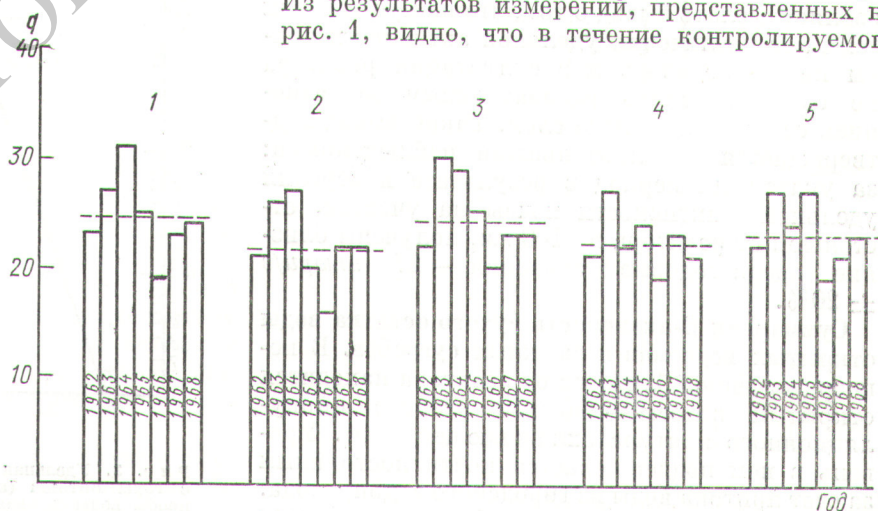
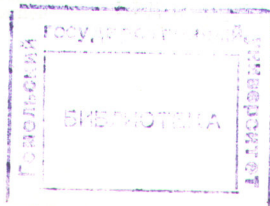
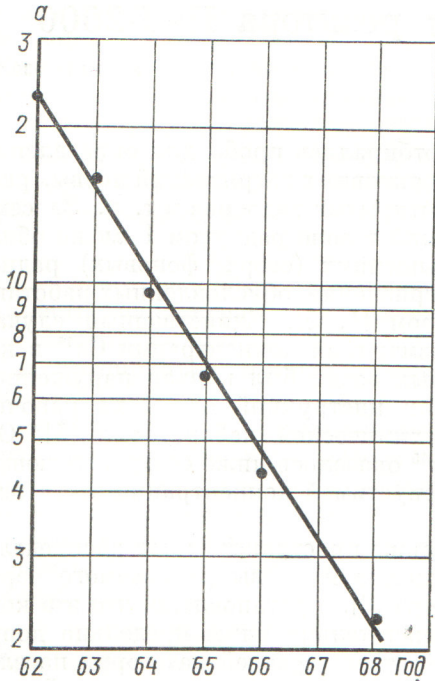


Рис. 1. Удельная  $\beta$ -активность почвы  $q$  (кюри/г) в районе реактора.





Р и с. 2. Удельная  $\beta$ -активность воды второго контура реактора  $a$  (пкюри/л).

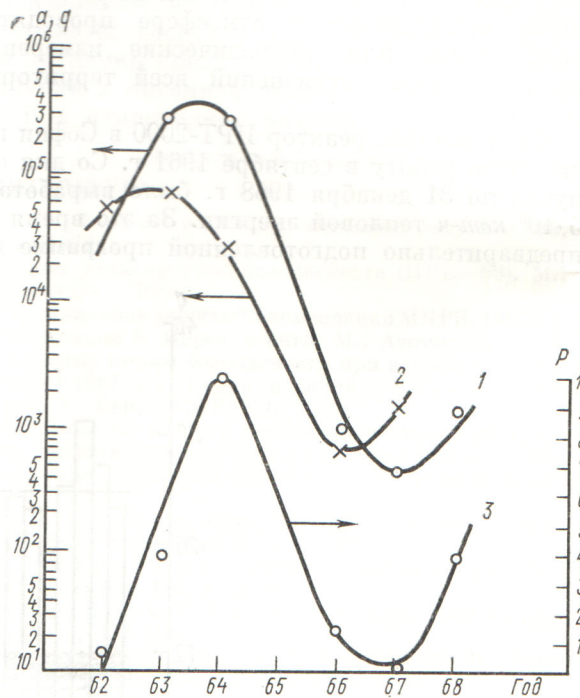
периода удельная  $\beta$ -активность поверхностного слоя почвы была постоянной в пределах точности метода (20%) и составляла 22–24 пкюри/г почвы (при определении активности пробы по калиевому эталону). Максимальные отклонения среднегодовых результатов от средних значений для всего наблюдаемого периода не превышали указанного значения ошибки. Это позволяет сделать вывод о том, что на протяжении семи лет увеличения удельной активности почвы не наблюдалось и эксплуатация реактора не сопровождалась радиоактивным загрязнением ее поверхностного слоя. Такой вывод подтверждается дополнительными наблюдениями: за указанный период в результате измерения удельной  $\beta$ -активности почвы на участке, отстоящем от реактора на 100 км, получены близкие среднегодовые значения — 27 пкюри/г  $\pm 20\%$ .

Суммарная  $\beta$ -активность сухого остатка воды открытых водоемов и снежных сугробов. В непосредственной близости от реактора находится открытый водоем — бассейн второго циркуляционного контура охлаждающей воды. Уровень в нем поддерживается почти постоянным за счет притока воды из городского водопровода. Каждый месяц из бассейна отбирали пробы для

определения удельной  $\beta$ -активности сухого остатка воды. Среднегодовые результаты, представленные на рис. 2, свидетельствуют о тенденции уменьшения активности сухого остатка, обусловленной тем, что ядерные испытания в атмосфере в основном приостановлены. Измеренная в апреле 1968 г. для сравнения удельная  $\beta$ -активность воды из софийского водопровода оказалась равной  $0,71 \pm 0,11$  пкюри/л.

В этой связи интересен тот факт, что пробы из одного сугроба на горе Витоша, сохраняющегося все лето, показали очень высокую удельную  $\beta$ -активность сухого остатка. Пробы были отобраны в июле, августе и сентябре. Определяли  $\beta$ -активность остатка на фильтре из 1 л воды растаившего снега. Результаты измерений, представленные на рис. 3, интересно сопоставить со значениями концентрации  $\beta$ -активных аэрозолей на расстоянии 1,2 км в западном направлении от реактора (рис. 4)\*. Видно, что

\* Измерено коллективом Института гидрологии и метеорологии Болгарской академии наук; в качестве эталона использован источник Sr<sup>90</sup>.



Р и с. 3. Удельная  $\beta$ -активность снежной воды  $a$  (пкюри/л) с горы Витоша (кривая 1), сухого остатка  $q$  (пкюри/г) пробы воды (кривая 2) и вес  $P$  (г/г) сухого остатка, полученного после фильтрации воды (кривая 3).

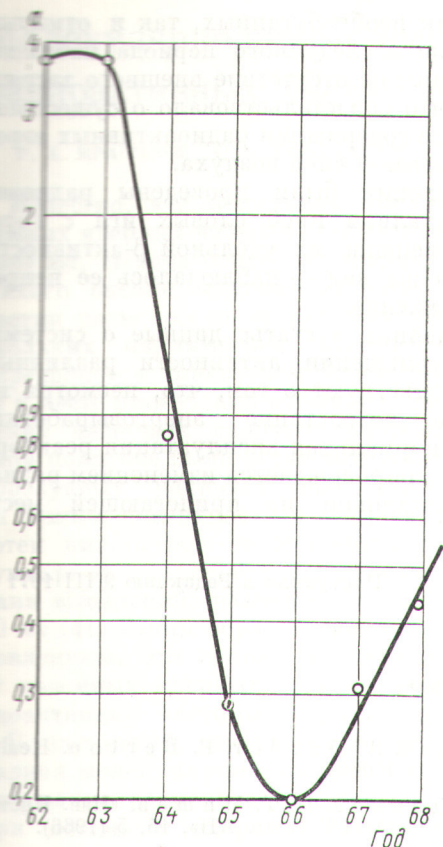


Рис. 4. Концентрация  $\beta$ -активных аэрозолей  $a$  (пкюри/м<sup>3</sup>).

во всех проанализированных случаях суммарная  $\beta$ -активность сухого остатка проб из сугроба на горе Витоша были на 1—5 порядков выше удельной активности сухого остатка проб воды второго циркуляционного контура реактора.

Вес сухого остатка, содержащегося в единице объема воды, не коррелирует с его удельной активностью. Так, например, в 1963 г. вес сухого остатка составлял 4 г/л, а удельная активность —  $(61 \pm 0,9) \cdot 10^3$  пкюри/г, тогда как в 1964 г. при большем весе сухого остатка (10 г/л) его удельная активность была значительно меньше —  $(28 \pm 0,6) \cdot 10^3$  пкюри/г.

Как видно, величины  $a$  и  $q$  на рис. 3 и 4 почти одинаковы. Это служит доказательством того, что радиоактивные аэрозоли и активные компоненты снега на горе Витоша имеют одинаковое происхождение — ядерные испытания в атмосфере.

Суммарная  $\beta$ -активность сухого остатка сбросных вод. Данные, представленные на рис. 5, получены в результате ежемесячного отбора

и анализа проб сбросных вод реактора. Видно, что, за исключением результатов 1964 г., когда было обнаружено более значительное загрязнение, суммарная  $\beta$ -активность сухого остатка проб практически постоянна и составляет 10—14 пкюри/л. Этот результат получен, несмотря на то, что производство изотопов в радиохимической лаборатории, которое является основным источником загрязнений сбросных вод, возросло в 1968 г. до 50 пкюри, тогда как в 1963 г. было произведено менее 10 пкюри изотопов.

**Удельная  $\beta$ -активность некоторых растений.** Вокруг реактора было выбрано несколько участков, с которых отбирались растительные пробы. На одном из них находилась ель. С нее каждый месяц собирали ветки и иглы, подвергаемые после соответствующей обработки [4] радиометрическому анализу. Так как у всех растительных проб наблюдалась тенденция к уменьшению среднегодовых удельных актив-

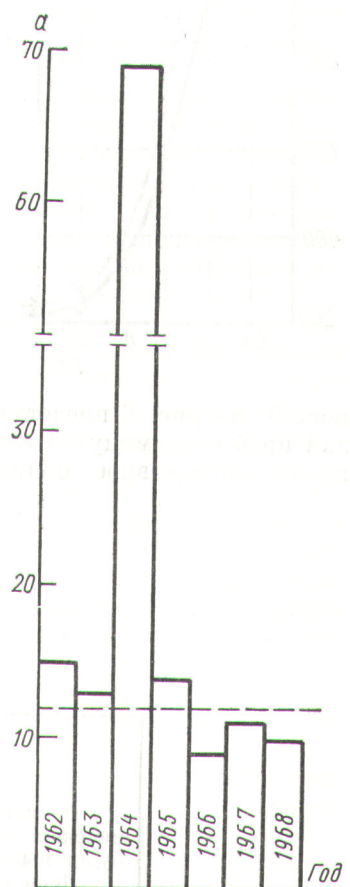
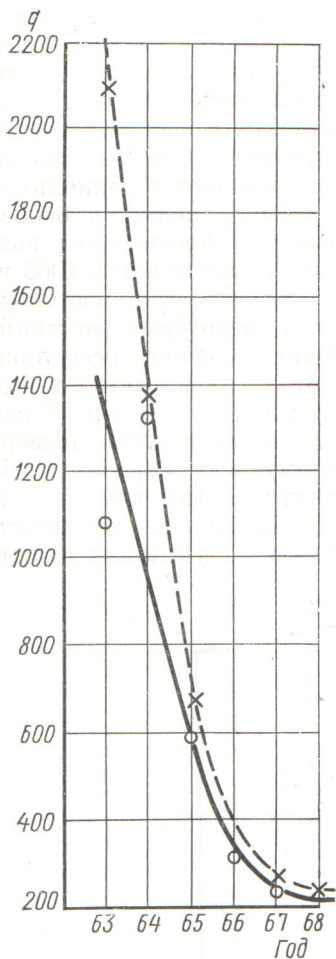


Рис. 5. Удельная  $\beta$ -активность сбросных вод  $a$  (пкюри/л) реактора.



Р и с. 6. Удельная  $\beta$ -активность еловых игл  $q$  (Bкюри/г) в окрестности реактора.

ностей, на рис. 6 представлены данные только для проб с упомянутой ели. Видно, что происходит непрерывное понижение удельной ак-

тивности как необработанных, так и отмытых игл. В конце исследуемого периода наблюдалось почти полное отсутствие внешнего загрязнения игл, что свидетельствовало о существенном снижении содержания радиоактивных аэрозолей в приземном слое воздуха.

Для сравнения были проведены радиометрические анализы проб еловых игл с горы Витоша. Изменение их удельной  $\beta$ -активности имело такой же вид — наблюдалось ее непрерывное понижение.

Представленные в статье данные о систематическом уменьшении активности различных проб свидетельствуют о том, что, несмотря на непрерывное возрастание энерговыработки, длительная нормальная эксплуатация реактора ИТР-2000 не сопровождается изменением радиационной обстановки на прилегающей местности.

Поступила в Редакцию 9/III 1971 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Solanas, A. Darder, P. Bertou. Health Phys., 12, 43 (1966).
2. М. А. Радичева, И. Т. Мишев. «Изв. Института физики с АНББ Болг. АН», 15, 5 (1966).
3. N. Yamagata, K. Jwashima. Health Phys., 13, 1145 (1967).
4. И. Т. Мишев, М. А. Радичева, Т. М. Трошев. «Атомная энергия», 16, 344 (1964).
5. И. Т. Мишев, М. А. Радичева. См. [2], 14, 57 (1966).
6. И. Т. Мишев, М. Г. Христова. «Атомная энергия», 24, 530 (1968).

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

Отдельные отски со списком иностранных докладов на IV Женевской конференции по использованию атомной энергии редакция будет высылать наложенным платежом по запросам.

Цена 1 экз. — 20 коп.

Запросы присылать по адресу: 101876, Москва, Центр, улица Кирова, 18.