

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ $^{90}\text{Sr}$ В ПОЧВАХ НА БЕТА-СПЕКТРОМЕТРЕ «ПРОГРЕСС-БЕТА»**

**А.А.Ширяева, Е.А.Бураева**

*Физический факультет, Южного федерального университета, г.Ростов-на-Дону, ул.Зорге 5, 344090, Российская Федерация*

E-mail: anastasia.shiryayeva00@mail.ru

Работа посвящена разработке методики выполнения измерений удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в почвах на сцинтилляционном бета-спектрометре "Прогресс-Бета" в лаборатории Южного федерального университета на кафедре технической физики. Связи С выходом 28 декабря 2013 г. № 412-ФЗ и 29 июля 2018 г. № 262-ФЗ для лабораторий, которые занимаются проведением измерений загрязнённости окружающей среды и различными поллютантами, в том числе и радионуклидами, при подтверждении компетенции лаборатории необходимо разрабатывать и аттестовывать методики выполнения измерений на всех приборах, имеющихся в лаборатории. «Погрешность» и «неопределенность» зависят от особенности выполнения измерений, в частности от числа их повтора, времени экспозиции. При этом конкретная методика по выполнению составляются индивидуально для каждого прибора. Данная работа показала, что погрешность и неопределенность измерений удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в почвенном образце на сцинтилляционном спектрометре «Прогресс-бета» зависит от времени экспозиции счетного образца и изменяются в пределах 2-31% и 20-57% соответственно. Проведенная в лабораторных условиях оценка погрешности измерения удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  на сцинтилляционном бета-спектрометре «Прогресс-бета» соответствует паспортным значениям.

**Ключевые слова:** методики выполнения измерений, бета-излучение, радионуклид, почва, удельная активность, погрешность, неопределенность.

## **DEVELOPMENT OF THE IMPLEMENTATION TECHNIQUE MEASUREMENTS OF SPECIFIC ACTIVITY $^{90}\text{Sr}$ IN SOILS ON THE BETA SPECTROMETER “PROGRESS-BETA”**

**A.A.Shiryayeva, E.A.Buraeva**

*Faculty of Physics, Southern Federal University, Zorge St. 5, Rostov-on-Don 344090, Russia*

E-mail: anastasia.shiryayeva00@mail.ru

This work is devoted to the development of a methodology for measuring the specific activity of  $^{90}\text{Sr}$  in soils on a Progress-Beta scintillation beta spectrometer in the laboratory of Southern Federal University at the Department of Technical Physics. Relations With the release on December 28, 2013 No. 412-ФЗ and July 29, 2018 No. 262-ФЗ for laboratories involved in the measurement of environmental pollution and various pollutants, including radionuclides, it is necessary to develop and certify laboratories to confirm their competence measurement procedures on all instruments available in the laboratory. “Error” and “uncertainty” depend on the particularities of the measurements, in particular on

the number of repetitions, the exposure time. In this case, a specific implementation procedure is compiled individually for each device. This work showed that the error and uncertainty of measurements of the specific activity of  $^{90}\text{Sr}$  in the soil sample on a Progress-Beta scintillation spectrometer depends on the exposure time of the counted sample and vary between 2-31% and 20-57%, respectively. An in-laboratory assessment of the error in measuring the specific activity of  $^{90}\text{Sr}$  on a Progress-Beta scintillation beta spectrometer corresponds to the certified values.

**Key words:** measurement techniques, beta radiation, radionuclide, soil, specific activity, error, uncertainty.

## **Введение.**

В радиоэкологии и радиационной безопасности человека и окружающей среды актуальным является определение радионуклидов в разных объектах экосферы, например в почве, воде, растительных объектах и др.

Все радионуклиды можно разделить на альфа-, бета- и гамма-излучающие. Особый интерес представляют альфа- и бета-излучающие радионуклиды в связи с тем, что, если вещество с радиоактивными частицами попадает внутрь организма с пищей, водой или воздухом, оно облучает внутренние органы и становится опасным. Альфа- и бета-излучающие радионуклиды можно определить с помощью альфа- и бета-радиометров и спектрометров.

Различными нормативными документами, например, СанПин 2.6.1.2523.-09 «Нормы радиационной безопасности», СанПиН 2.6.1.2800-10 «Требования радиационной безопасности при облучении населения природными источниками ионизирующего излучения» в окружающей среде контролируется бета – излучатель  $^{90}\text{Sr}$  с периодом полураспада 28 лет [1].

В 1993г. в документе ИСО/МЭК «Руководство по выражению неопределенности измерений (GUM)» ввели термин «неопределенность измерений» в отечественной метрологической практике. С этого периода во всем мире в сертификатах калибровки начали заменять стандартную погрешность на «суммарную стандартную неопределенность» или «расширенную неопределенность» [2].

С выходом 28 декабря 2013 г. № 412-ФЗ и 29 июля 2018 г. № 262-ФЗ для лабораторий, которые занимаются проведением измерений загрязнённости окружающей среды и различными поллютантами, в том числе и радионуклидами, при подтверждении компетенции лаборатории необходимо разрабатывать и аттестовывать методики выполнения измерений на всех приборах, имеющихся в лаборатории.

В технической документации к оборудованию (в том числе и к современному), разработанному в Российской Федерации и странах СНГ до сих пор указывается погрешность измерений. Но «погрешность» и «неопределенность» зависят от особенности

выполнения измерений, в частности от числа их повтора, времени экспозиции. При этом конкретная методика по выполнению составляются индивидуально для каждого прибора.

Данная работа посвящена оценке погрешности и неопределенности измерений удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в природном счетном образце на сцинтиляционном бета-спектрометре «Прогресс-бета».

### Материалы и методы.

Программное обеспечение радиометра-спектрометра «Прогресс-бета» [3] позволяет оценивать удельную активность  $^{90}\text{Sr}$  при известном содержании радионуклида  $^{40}\text{K}$ , который является так же бета-излучающим, а также измерить содержание радиостронция при неизвестной удельной активности  $^{40}\text{K}$ . Поэтому проба предварительно была измерена на сцинтиляционном гамма-спектрометре «Прогресс-Гамма» [4] и определена удельная активность  $^{40}\text{K}$ , которая составила 87 Бк/кг.

Для оценки погрешности и неопределенности определения удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  на бета-спектрометре «Прогресс-Бета» был поставлен эксперимент:

1. В трех повторностях измерялась проба почвы, отобранную в Азовском районе Ростовской области с различным временем экспозиции.
2. Время экспозиции выбиралось 1 час, 2 часа, 3 часа, 4 часа, 5 часов, 6 часов, 7 часов, 8 часов, 9 часов, 10 часов, 11 часов, 12 часов, 24 часа, 48 часов.
3. Рассчитать погрешность и неопределенность измерений удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  для каждого времени экспозиции.

### Результаты.

Ниже, на рисунке 1 представлены результаты расчета погрешности и неопределенности измерений удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в почве с разным временем экспозиции.

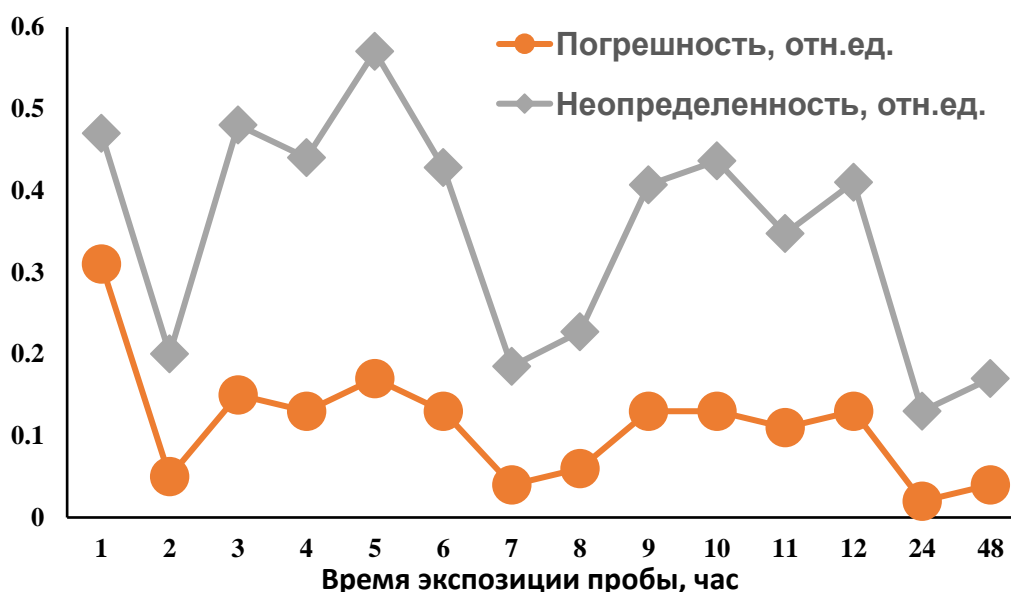


Рисунок 1 – Результаты расчета погрешности и неопределенности измерений

удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в почве с разным временем экспозиции

На рисунке 1 видно, что погрешность значительно меньше, чем неопределенность. Это обусловлено тем, что значение полной неопределенности измерений складывается из статистической, типа А, и систематической, тип В, которые вычисляются отдельно для каждого измерения и основываются на множестве параметров, влияющих на измерение. В лабораториях, при неизменных условиях, лучше высчитывать погрешность измерений.

При непрерывной работе бета-спектрометра наблюдается временной дрейф цены канала и начала отсчета энергетической шкалы, обусловленные температурной нестабильностью постоянного смещения напряжения в усилительном тракте. Это может давать дополнительный вклад в «погрешность» и «неопределенность» измерений удельной активности радиостронция.

Также, согласно «Руководства по эксплуатации...» [4] «... Пределы дополнительной погрешности измерений активности в диапазоне рабочих условий эксплуатации при отклонении температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С от нормальный условий  $\pm 1\%$ ».

Все вышеперечисленное может «ухудшать» погрешность и неопределенность измерений удельной активности радиостронция в природных образцах.

#### **Заключение.**

Таким образом, в работе были оценены погрешность и неопределенность измерений удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в почвенном образце на сцинтиляционном спектрометре «Прогресс-бета». В зависимости от времени экспозиции пробы погрешность и неопределенность изменяются в пределах 2-31% и 20-57% соответственно.

Необходимо отметить, что проведенная в лабораторных условиях оценка погрешности измерения удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  на сцинтиляционном бета-спектрометре «Прогресс-бета» соответствует паспортным значениям.

#### **Список литературы.**

Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.

Библиотека электронная по всем областям знаний [Электронный ресурс].-URL: <https://studref.com>

Бета-спектрометр сцинтиляционный «Прогресс-бета». Руководство по эксплуатации.ФВКМ.412131.002-02РЭ.

Гамма-спектрометр сцинтиляционный «Прогресс-бета». Руководство по эксплуатации. ФВКМ.412131.002-03РЭ

Бета спектроскопия: регистрация спектров бета-частиц. Прохождение бета-частиц через вещество. Учебно-методическое пособие /Е.Н. Дулов, Е.В. Воронина, А.Е. Масленникова, М.М. Бикчантаев -Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. – 14 с.