

УДК 539.1.074

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЯ АКТИВНОСТИ ГАММА-ИЗЛУЧАЮЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ НА БАЗЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО РЕАКТОРА ИР–100

А. Н. Бакулина, О. Ю. Бакулин

Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, г. Севастополь, Украина

Проведен анализ факторов, влияющих на качество измерения активности гамма излучающих радионуклидов. Проведен анализ применяемой на ИР–100 нормативной базы в области измерения активности. Усовершенствована методика выполнения измерений активности для условий ИР–100. Определена точность выполненных измерений.

Ключевые слова: активность гамма-излучающих радионуклидов, методика выполнения измерений, повышение качества.

Введение

Научно-исследовательская лаборатория ядерных и аналитических исследований (НИЛ Я и АИ) входит в состав исследовательского реактора ИР – 100 и является структурным подразделением Севастопольского национального университета ядерной энергии и промышленности.

Одним из основных направлений деятельности НИЛ Я и АИ является выполнение измерений активности гамма излучающих радионуклидов и определение радионуклидного состава в исследуемых объектах различных геометрических конфигураций и различного элементного состава.

Постановка задачи

Актуальность данной работы обусловлена следующим: измерение активности гамма излучающих радионуклидов является неотъемлемой составляющей многих проводимых научных работ. Для успешного проведения таких экспериментов необходимо повышение качества измерений и поддержание его на уровне, удовлетворяющем всех участников научного процесса.

Внутренняя оценка точности проводимых измерений в НИЛ Я и АИ показала, что систематическая погрешность по всему энергетическому диапазону превышает 20 %. Такая погрешность не удовлетворяет требованиям, предъявляемым другими подразделениями ИР – 100 к НИЛ Я и АИ в рамках проведения комплексных научно- исследовательских работ.

Поэтому целью данной работы является определение возможностей повышения качества измерения активности гамма излучающих радионуклидов на базе ИР – 100.

Для достижения поставленной цели необходимо решить такие задачи:

- провести анализ факторов, оказывающих влияние на качество измерения активности;
- провести анализ нормативной базы применяемой на ИР - 100 в области измерения активности гамма излучающих радионуклидов;
- разработать рекомендации по повышению качества измерения активности гамма излучающих радионуклидов для условий ИР – 100.

Основная часть

Основными характеристиками гамма спектрометра являются эффективность и разрешающая способность [1-3]. Эффективность определяется вероятностью образования вторичной частицы и вероятностью её регистрации. Разрешающая способность гамма спектрометра характеризует возможность разделения двух гамма линий, близких по энергии [4].

Несмотря на достаточно большое количество методов и средств, применяемых для регистрации энергии гамма квантов, все они имеют недостатки, которые заключаются в сложности технологических процессов, необходимости создания специальных условий для проведения анализа и др. Поэтому, наибольшее распространение получили магнитные, ионизационные, сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы [1-4].

Преимуществом магнитных спектрометров является высокая разрешающая способность, однако низкая эффективность делает невозможным применение этих спектрометров для низкоактивных источников γ -излучения.

Ионизационные спектрометры обладают низкой степенью активации нейтронами и широким диапазоном рабочих температур. Наряду с высокой надежностью, данный тип спектрометров является оптимальным для проведения измерений непосредственно в активной зоне реакторов.

Сцинтилляционные спектрометры, обладают более высокой эффективностью регистрации, что дает им преимущество при измерении источников гамма излучения с низкой активностью. Кроме этого небольшие размеры и портативность позволяют применять их при дистанционных измерениях. Однако, при необходимости проведения измерений в области низких энергий, применение сцинтилляционных детекторов является нецелесообразным из-за сравнительно низкого энергетического разрешения.

Полупроводниковые спектрометры являются наиболее универсальными. Благодаря высокой разрешающей способностью при достаточно хорошей эффективности регистрации, данный тип спектрометров успешно применяется:

- для измерения энергии гамма-квантов как в низкой, так и в высокой энергетических областях;
- для измерения низкоактивных образцов;
- для измерения сложных спектров, получаемых при измерении образцов, содержащих несколько радионуклидов, обладающих большим количеством линий.

Полупроводниковые спектрометры, благодаря своим метрологическим характеристикам, позволяют решать самый широкий спектр задач, поэтому

являются наиболее оптимальным выбором для оборудования научно-исследовательской лаборатории на базе ИР – 100.

Проведенный анализ нормативной базы измерения активности гамма излучающих радионуклидов позволил выделить ряд недостатков:

а) методика определения неизвестной активности гамма радионуклида на ИР-100 с помощью гамма спектрометров рассчитана на применение аппаратуры, которая на сегодняшний день морально и технически устарела. Применение данной методики не может обеспечить проведение измерений активности с требуемой точностью.

б) программа проведения измерений ядерных материалов на исследовательском реакторе ИР – 100 применяется для определения активности радионуклидов, относящихся к урановому ряду [5], что существенно сужает сферу применения данной программы.

в) методика нейтронно-активационного анализа сухого остатка проб питьевой воды рассчитана на проведение исследования образцов в виде порошка в четко определенной геометрии [6]. Измерение образцов в другой геометрии или другом агрегатном состоянии, приведет к значительному повышению погрешности.

г) руководство пользователя и техническая информация по спектрометрической системе Genie–2000 содержит только общую информацию о правилах и порядке использования аппаратуры в процессе измерения активности.

На качество измерений влияют самые различные факторы, такие как метрологические характеристики средств измерений, методы измерений, условия проведения измерений, ошибки оператора и др. Поэтому, для того чтобы обеспечить качество измерения необходимо совершенствовать методику выполнения измерения таким образом, чтобы она учитывала условия и средства проведения измерения, которые существуют на ИР – 100.

Кроме этого, анализ нормативной базы измерения активности гамма излучающих радионуклидов показал, что ни в одном из представленных документов нет методических указаний по контролю качества измерений.

Для выполнения измерений НИЛ Я и АИ оснащена гамма – спектрометрическим комплексом с полупроводниковым детектором производства фирмы CANBERRA с программным обеспечением Genie – 2000.

Данный спектрометрический комплекс позволяет производить измерения активности гамма излучающих радионуклидов с высокой точностью, при условии наличия соответствующих методик.

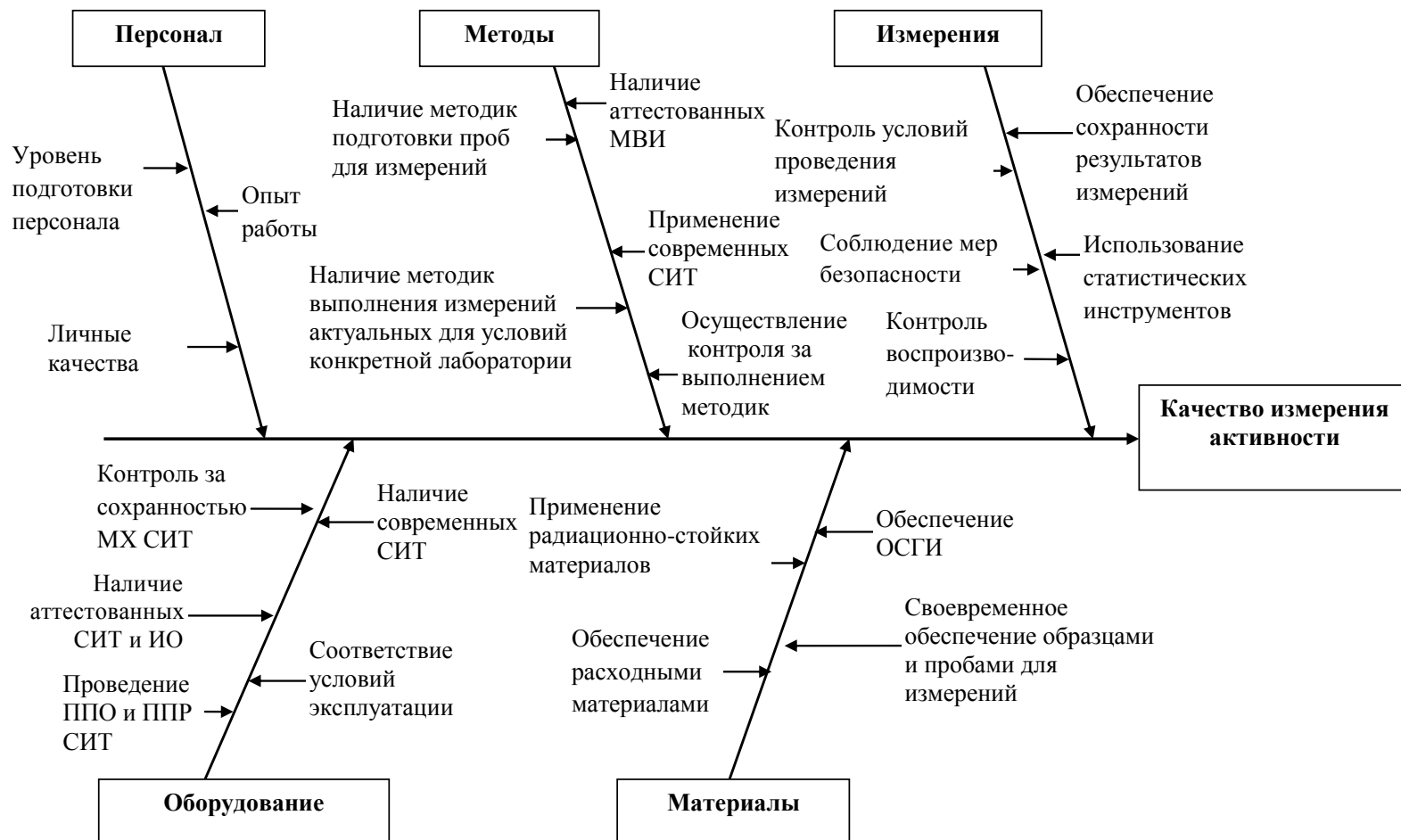


Рисунок. Причинно-следственная диаграмма «качество измерения активности» в НИЛ Я и АИ на базе ИР – 100

Применение данного метода в условиях ИР-100 позволило выделить основные факторы, влияющие на качество измерений активности радионуклидов. Таким образом, разработана и представлена на рисунке 1 причинно-следственная диаграмма «качество измерения активности».

Выводы

Анализ и оценка выделенных критериев и показателей качества, влияющих на качество измерения активности, позволит определить наиболее слабые факторы в процессе измерения. Для оценки значимости факторов, влияющих на качество измерений активности гамма-излучающих радионуклидов, рекомендуется применить метод экспертных оценок [8, 9].

Дальнейшее исследование выделенных критериев позволит разработать практические рекомендации и методику по повышению качества измерений в условиях ИР-100.

Литература

1. И. Н. Бекман. Измерение ионизирующих излучений: Курс лекций, Москва, 2006.
2. Практическая гамма-спектрометрия. Менделеево, МГП "Доза", "АНРИ" №1, №2, 1994.
3. Брегадзе Ю. И., Степанов Э.К., Ярыня В.П. Прикладная метрология ионизирующих излучений. М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Акимов Ю. К., Игнатъев О. В., Калинин А. И., Кушнирук В. Ф. Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике. М.: Энергоатомиздат, 1989.
5. Программа проведения измерений ядерных материалов на исследовательском реакторе ИР-100, 2005. – 12с.
6. Методика нейтронно-активационного анализа сухого остатка проб питьевой воды. Свидетельство об аттестации № 013/07, 2007. – 32с.
7. О. П. Глудкин Всеобщее управление качеством / О. П. Глудкин, Н. М. Горбунов, А. И. Гуров, Ю. В. Зорин. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.
8. Исикава К. Японские методы управления качеством. М.: Изд-во "Экономика", 1988. - 215 с.

Г. М. Бакуліна, О. Ю. Бакулін

МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОСТІ ГАММА ВИПРОМІНЮЮЧИХ РАДІОНУКЛІДІВ НА БАЗІ ДОСЛІДНИЦЬКОГО РЕАКТОРА ДР-100

Проведений аналіз факторів, що впливають на якість вимірювань активності гама випромінюючих радіонуклідів. Проведений аналіз застосовуваної на ДР - 100 нормативної бази в області вимірювання активності. Вдосконалена методика виконання вимірів активності для умов ДР - 100. Визначена точність виконаних вимірів.

Ключові слова: активність гама випромінюючих радіонуклідів, методика виконання вимірів, підвищення якості.

A. Bakulina, O. Bakulin

POSSIBILITY OF INCREASING THE QUALITY MEASUREMENT OF ACTIVITY GAMMA EMITTING RADIONUCLIDES BASED ON RESEARCH REACTOR RR - 100

The analysis of factors affecting the quality of activity measurement of gamma emitting radionuclides. The analysis used in research reactor- 100 regulatory framework for measuring the activity. Improved technique for measuring the activity for research reactor- 100. Determine the accuracy of measurements performed.

Keywords: the activity of gamma emitting radionuclides, method of implementation of measuring, improving of the quality.

Сведения об авторах

Бакулина Анна Николаевна, Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, заведующая кафедрой теории методов получения и обработки метрологической информации, к.т.н.

99002, г. Севастополь, ул. Чернышевского, 50.

Тел. раб. 0692-71-01-80,

моб.095-60-90-131

E-mail: HNBakulina@yandex.ru или tmp2@sinp.com.ua

Бакулин Олег Юрьевич, Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории ядерных и аналитических исследований исследовательского реактора ИР – 100

99002, г. Севастополь, ул. Чернышевского, 50.

Тел. моб. 099-77-98-190