

Д10-2015-56

А. Ю. Дмитриев*, Ф. А. Дмитриев¹

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕГИСТРАЦИИ
ВЕСА ОБРАЗЦОВ ДЛЯ МАССОВОГО
НЕЙТРОННОГО АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА
НА РЕАКТОРЕ ИБР-2 ЛНФ ОИЯИ**

Направлено в труды XXIII Международного семинара
по взаимодействию нейтронов с ядрами,
посвященного столетию со дня рождения Ф. Л. Шапиро (1915–1973)
(ISINN-23), Дубна, Россия, 25–29 мая 2015 г.

* E-mail: dmitriev@sunse.jinr.ru

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»», Москва

Дмитриев А. Ю., Дмитриев Ф. А.

D10-2015-56

Автоматизация регистрации веса образцов для массового нейтронного активационного анализа на реакторе ИБР-2 ЛНФ ОИЯИ

В ЛНФ ОИЯИ создано программное средство «Вес» для автоматизации считывания показаний аналитических весов и сохранения этих значений в базе данных нейтронного активационного анализа (НАА). Для измерения значений веса используются аналитические весы, подключенные к персональному компьютеру. Программное средство «Вес» управляет считыванием значения веса и обменом информацией с базой данных НАА. При этом обеспечена надежность взвешивания больших объемов образцов в процессе массового НАА.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2015

Dmitriev A. Yu., Dmitriev F. A.

D10-2015-56

Automation of Registration of Sample Weights for High-Volume Neutron Activation Analysis at the IBR-2 Reactor of FLNP, JINR

The “Weight” software tool was created at JINR FLNP to automate the reading of analytical balance readouts and saving these values in the NAA database. The analytical balance connected to the personal computer is used to measure weight values. The “Weight” software tool controls the reading of weight values and the exchange of information with the NAA database. The weighing process of a large amount of samples is reliably provided during high-volume neutron activation analysis.

The investigation has been performed at the Frank Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2015

ВВЕДЕНИЕ

В рамках ряда международных проектов в секторе нейтронного активационного анализа и прикладных исследований Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка (ЛНФ) Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) проводится массовый многоэлементный нейтронный активационный анализ (НАА) образцов различного типа [1]. Одним из важных этапов анализа является подготовка проб к облучению, включающая взвешивание. На этом этапе с точностью до четырех цифр после запятой фиксируется вес проб.

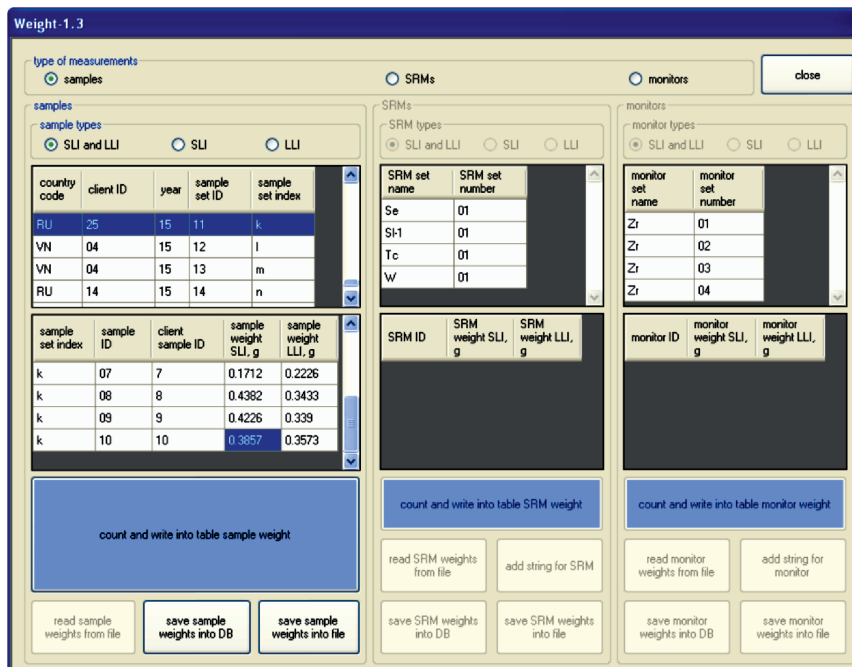
Задача автоматизации считывания показаний аналитических весов не является новой. Существует немалое количество примеров программного обеспечения, в первую очередь коммерческого [2–4], созданных для решения названной задачи. Однако взвешивание образцов при проведении НАА в ЛНФ ОИЯИ имеет ряд особенностей. Среди таких особенностей нужно отметить следующие: во-первых, это массовость взвешивания образцов в условиях обмена информацией с базой данных НАА [5]; во-вторых, необходимость взвешивания для каждого анализируемого образца двух проб. Важной особенностью также является необходимость, возможно, более полной автоматизации процесса работы для исключения ошибок, связанных с человеческим фактором, при взвешивании очень большого количества образцов. Поэтому для оптимизации регистрации веса образцов было принято решение создать программный продукт, адаптированный к конкретным условиям экспериментальной базы ЛНФ ОИЯИ.

Для решения поставленных задач было создано программное средство «Вес». Оно использует аналитические весы, подключенные к персональному компьютеру с помощью интерфейса RS-232. Хранение и последующее использование полученных данных обеспечивается базой данных НАА.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕГИСТРАЦИИ ВЕСА ОБРАЗЦОВ

Окно программного средства «Вес» показано на рисунке.

Для создания программы использовалась среда Visual Basic. Взвешивание проб осуществляется с помощью аналитических весов OHAUS Explorer E10640.



Интерфейс программного средства «Вес»

После запуска программа предлагает выбрать язык интерфейса. Доступны два языка — русский и английский. Затем программа настраивает и открывает СОМ-порт, к которому подключены аналитические весы.

Программа учитывает необходимые особенности проведения НАА в ЛНФ ОИЯИ. Так, в окне программы имеются группы элементов: «образцы», «стандарты» и «мониторы». Программа автоматически считывает из базы данных НАА списки партий образцов, стандартных образцов, а также мониторов потока и записывает эти списки в соответствующие таблицы.

В группе элементов «тип измерений» экспериментатор должен выбрать один из трех возможных вариантов: «образцы», «стандарты» или «мониторы». Выбранная группа элементов становится активной. Остальные группы деактивируются. Так как наиболее востребованным является измерение веса образцов, по умолчанию активна группа элементов «образцы».

Следующим шагом экспериментатор выбирает тип измеряемых проб: «КЖИ и ДЖИ» (пробы для измерения короткоживущих и долгоживущих изотопов), только «КЖИ» или только «ДЖИ».

В таблице со списком партий проб экспериментатору доступно только построчное выделение. После выбора нужной партии программа считывает

из базы данных НАА информацию о пробах из этой партии и заполняет соответствующую весовую таблицу.

В весовой таблице экспериментатору доступно выделение только отдельных ячеек. Нужно выделить ячейку, соответствующую измеряемой пробе, поместить пробу на аналитические весы, дождаться стабильных показаний на весах и нажать кнопку «считать и записать в таблицу вес пробы». В результате нажатия кнопки значение веса считывается программой и записывается в выбранную ячейку.

Созданная программа предоставляет широкий спектр возможностей для автоматизации процесса взвешивания. Помимо собственно автоматического обмена информацией с базой данных НАА, программа обладает возможностью автоматического выделения следующей по порядку ячейки после занесения веса в текущую. Выбор следующей ячейки определяется типом проб. Это может быть ячейка в текущей строке в столбце проб ДЖИ, если тип измерения «КЖИ и ДЖИ» и текущей является ячейка в столбце проб КЖИ. Если же, например, выбран тип измерений только «КЖИ» или только «ДЖИ», то это будет ячейка в следующей строке выбранного столбца.

Еще одна возможность созданной программы — введение ограничений для предотвращения ошибочного выделения ячейки: программа позволяет выделить ячейку только в столбцах, предназначенных для хранения значений веса. Кроме того, программа следит за типом измерений и, например, не позволяет выделить ячейку в столбце, соответствующем пробам КЖИ, если выбрано измерение проб ДЖИ. Попытка такого действия приведет к автоматическому выделению ячейки из столбца ДЖИ, находящейся в требуемой строке. При достижении последней ячейки в последней строке экспериментатор будет предупрежден об окончании измерений.

Отличительная черта НАА в ОИЯИ — следование процедурам QA/QC. Процедуры QA/QC требуют сохранения информации в различных независимых местах. В нашем случае, помимо базы данных НАА, таким местом является так называемый весовой файл. После взвешивания первого образца текущей партии программа требует от экспериментатора указать имя и расположение такого файла. Результаты дальнейшей работы сохраняются в выбранном файле автоматически. Кроме того, при закрытии окна программы экспериментатор видит напоминание о необходимости сохранения результатов работы в базе данных НАА.

Для управления аналитическими весами с помощью персонального компьютера предусмотрена система команд. Для считывания значения веса программное средство «Вес» использует команду «P» — print displayed weight according to «Stable only» setting.

В конце работы программы COM-порт закрывается.

Существуют также некоторые особенности при работе с партиями мониторов и стандартов. В этом случае экспериментатору предоставлена возмож-

ность добавления строк вручную, для чего используется кнопка «добавить строку». Максимальное количество проб в любой партии — 99. При попытке добавить лишнюю строку экспериментатор увидит соответствующее сообщение.

Для работы с базой данных НАА программа автоматически составляет необходимые SQL-запросы, инициирует их выполнение, а также организует прием и обработку ответной информации.

Полученные значения веса используются автоматической системой измерения спектров наведенной активности [6]. Во время проведения измерений спектров значения веса автоматически считываются из базы данных НАА и записываются в файлы со спектрами. Без выполнения этого действия обработка измеренных спектров невозможна. Конечный результат анализа — концентрация элементов в образцах — рассчитывается с использованием программы «Концентрация» [7].

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны МАГАТЭ за возможность участия в координационной исследовательской программе CRP 1888 «Development of an Integrated Approach to Routine Automation of Neutron Activation Analysis» (2012–2015), в рамках которой было создано рассматриваемое программное средство.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Frontasyeva M. V.* Neutron Activation Analysis for the Life Sciences // *Phys. Part. Nucl.* 2011. V. 42, No. 2. P. 332–378.
2. Software WinCT for A&D balances. <http://www.aandd.jp/products/weighing/wproduct.html#softwares>.
3. Software for OHAUS balances. <http://www.ohaus.com/en/home/support/software-and-drivers.aspx>.
4. Software for Vesta balances. <http://www.okbvesta.ru/>.
5. *Дмитриев А. Ю., Павлов С. С.* Программное обеспечение для автоматизации нейтронного активационного анализа на реакторе ИБР-2 в ЛНФ ОИЯИ // *Ядерные измерительно-информационные технологии.* 2012. № 4. С. 54–66.
6. *Pavlov S. S. et al.* Automation System for Measurement of Gamma-Ray Spectra of Induced Activity for Multi-Element High Volume Neutron Activation Analysis at the IBR-2 Reactor of Frank Laboratory of Neutron Physics at the Joint Institute for Nuclear Research // *Part. Nucl., Lett.* 2014. V. 11, No. 6(190). P. 1143–1149.
7. *Дмитриев А. Ю., Павлов С. С.* Автоматизация количественного определения содержания элементов в образцах методом нейтронного активационного анализа на реакторе ИБР-2 в ЛНФ ОИЯИ // *Письма в ЭЧАЯ.* 2013. Т. 10, № 1(178). С. 58–64.

Получено 6 июля 2015 г.

Редактор *А. И. Петровская*

Подписано в печать 02.09.2015.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 0,44. Уч.-изд. л. 0,53. Тираж 165 экз. Заказ № 58625.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: publish@jinr.ru

www.jinr.ru/publish/