

УДК: 621.311.25:621.039.007

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС В ПРАКТИКУМЕ ПО РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКЕ**

ТОКОВ А.Ю., ИЛЬЧЕНКО А.Г., ЩЕБНЕВ В.С., кандидаты техн. наук

**Обсуждаются вопросы повышения эффективности подготовки студентов при изучении практических дисциплин путем компьютеризации лабораторных практикумов.**

Одним из направлений компьютеризации учебного процесса в ВУЗах является разработка автоматизированных систем научных исследований (АСНИ), позволяющих разгрузить преподавателей и студентов от рутинной части эксперимента и высвободить время для творческого изучения практических дисциплин. Новая ступень качества обучения при этом достигается за счет сокращения интервала времени «постановка задачи – получение результата», т.к. очень часто затрачиваемое время нивелирует в сознании обучаемых конечный результат. Кроме того, АСНИ, в отличие от «чисто компьютерных» лабораторных работ (построенных по принципу имитационного моделирования), сохраняет физическую сторону наблюдаемых явлений и позволяет выработать навыки дисциплинированного обращения с реальными материалами, процессами и аппаратурой. Последнее особенно важно при подготовке специалистов в области радиационной безопасности.

Лаборатория ядерно-нейтронной физики и дозиметрии кафедры АЭС развивалась в направлении создания АСНИ, начиная с 1990 г. Экспериментальная база, включая изотопные источники ионизирующих излучений, полностью обеспечивает лабораторные практикумы по курсам «Ядерная и нейтронная физика», «Дозиметрия и защита от излучений», «Радиационная безопасность», «Контроль ядерных энергоустановок». Лабораторный практикум по каждому курсу может содержать от 4 до 6 работ, различающихся по целям, задачам, применяемым материалам, методике выполнения. Однако измерительная часть большинства работ однотипна по структуре и содержит:

- датчик (блок детектирования излучения);
- стабилизированный регулируемый блок питания датчика;
- регистрирующее устройство, предназначенное либо для счета импульсов датчика (пересчетное устройство радиометра или дозиметра), либо для измерения амплитудного распределения импульсов (амплитудный анализатор спектрометра).

В зависимости от требований эксперимента в состав измерительной части могут также вводиться:

- осциллограф для наблюдения формы импульсов;
- генератор импульсов точной амплитуды.

Все выполняемые в лаборатории измерительные задачи сводятся к двум разновидностям:

а) **непосредственные измерения альфа-, бета-, гамма- излучений** с целью градуировки измерительной аппаратуры (по эталонным источникам), определения активности или радионуклидного состава (при этом источником излучения является проба какого-либо вещества), вычисления мощности дозы, поглощающей способности материалов, длин пробега частиц и т.д.;

б) **косвенные измерения потока нейтронов активационным методом** (активируемый материал выдерживается в нейтронном поле 10–15 мин, затем переносится в блок детектирования, где измеряется наведенная активность по вторичному бета- или гамма-излучению).

В обоих случаях необходимо соблюдать некоторую последовательность измерений и выполнять определенные подготовительные операции. Кроме того, при косвенных измерениях требуется строгое соблюдение интервалов времени активации, переноса, обмера и обратного переноса активируемого образца, что требует слаженных действий членов бригады в соответствии с таймером.

Введение в состав измерительной части ПЭВМ позволяет автоматизировать следующие функции:

1. Общее управление этапами эксперимента (т.е. действиями бригады студентов) в соответствии с методикой работы. В случае косвенных измерений эта функция совмещается с таймером, обеспечивающим подачу предупредительных звуковых сигналов или речевых сообщений о предстоящем действии.

2. Дистанционное управление регистрирующей аппаратурой (пуск – считывание – сброс), стабилизированными блоками питания, генераторами импульсов через соответствующие интерфейсы.

3. Считывание и сохранение результатов измерений.

4. Предварительная обработка данных.

5. Печать предварительно обработанных данных в виде спектральных распределений, графиков, таблиц.

6. Поддержка эксперимента в виде текущих методических указаний, информационно-справочного материала, указаний, касающихся требований общей и радиационной безопасности в ходе работы и т.д.

7. Вызов расчетных программ для окончательной обработки результатов.

8. Получение необходимой информации для интерпретации результатов.

9. Входной и выходной контроль знаний.

АСНИ «Дозиметрия» (рис.1) состоит из аппаратной и программной частей, причем вторая часть состоит из программ различного назначения: служебных программ (непосредственно связанных с управлением аппаратной частью, общим ходом работы, считыванием и предварительной обработкой данных); учебно-методических комплексов по дисциплине (электронные учебники, методические указания, системы контроля знаний); информационно-справочных комплексов, содержащих необходимые для расчетов константы, требования безопасности, нормы предельно-допустимых активностей и другую информацию, нужную для интерпретации результатов работы; предметно-ориентированных расчетных программ.

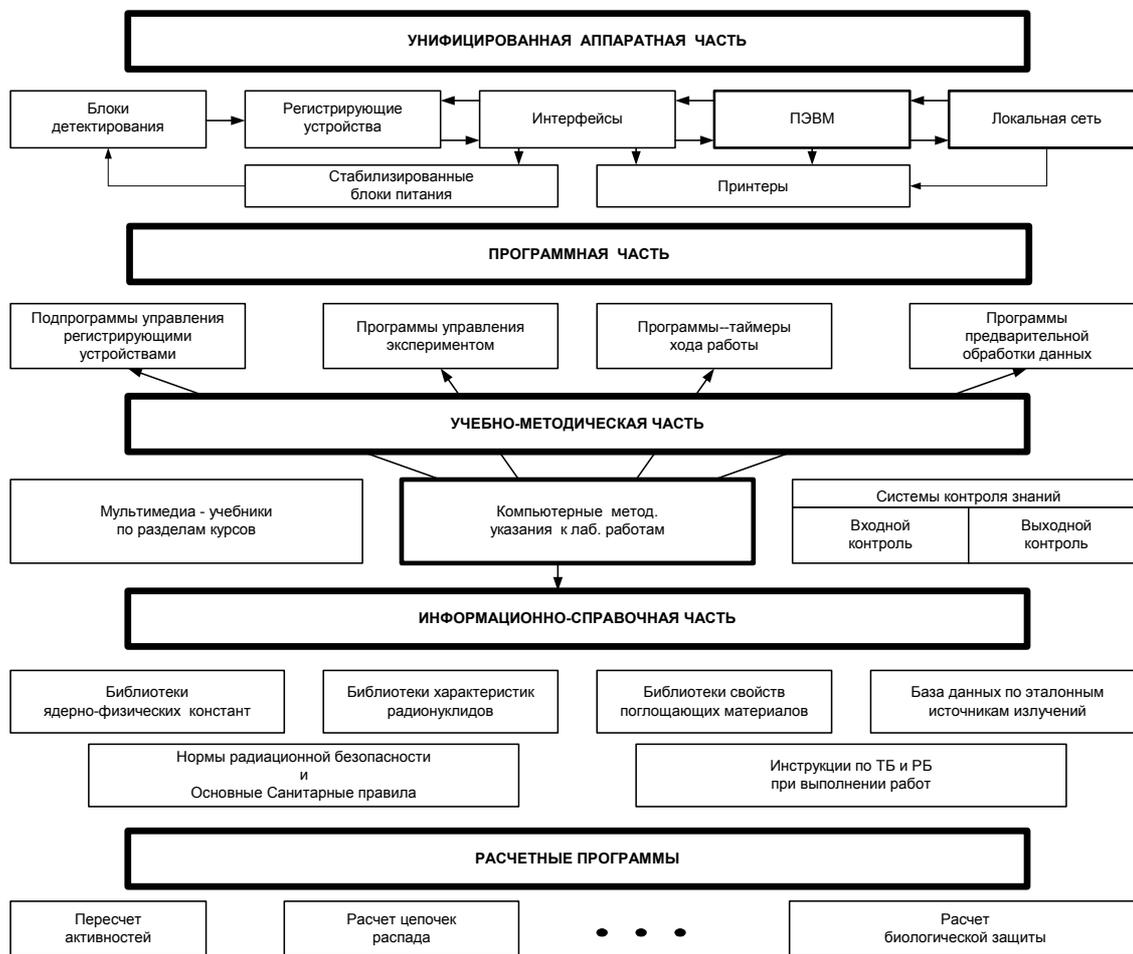


Рис.1. Структура АСНИ "Дозиметрия"

Основой АСНИ является **унифицированная аппаратная часть**, обеспечивающая взаимозаменяемость различных типов аппаратуры как между собой, так и по отношению к ПЭВМ. С этой целью для некоторых устройств требуется проводить определенную доработку: замену или

перепайку разъемов, расшифровку команд цифрового управления, а для устройств, управляемых аналоговым сигналом (блоки питания) – разработку цифроаналогового интерфейса.

Подпрограммы управления устройствами (драйверы) в большинстве случаев разрабатываются самостоятельно на уровне макроассемблера.

Ключевым вопросом в создании сквозной АСНИ является наличие достаточного количества компьютеров для компоновки их в составе измерительной аппаратуры по тематическим стендам. В этом случае имеется возможность объединения всех лабораторных работ через локальную компьютерную сеть, создания АРМ преподавателя, упрощения доступа к принтеру.

В условиях дефицита и недостаточно высокого класса компьютерной базы было найдено временное решение, которое оказалось весьма удачным. В двух одинаковых лабораторных каркасах скомпонован набор разнообразной аппаратуры, условно названной «источники сигнала» (детекторы, генераторы) и «регистраторы сигнала» (пересчетные устройства, анализаторы, осциллографы). Выбор конкретного источника и регистратора (одного или нескольких для параллельной работы) производится в зависимости от тематики работы с помощью кнопочного коммутатора. Каркасы имеют поперечную связь между собой по линиям питающих напряжений исследуемого сигнала, параллельным и последовательным портам ЭВМ. Линии оканчиваются несколькими стандартными разъемами, которые установлены в каждом из каркасов, а также на соединительной коробке, расположенной между каркасами. Вся аппаратура, в том числе ПЭВМ, подключается к этим линиям через унифицированные переходники. Такое решение имеет следующие преимущества:

- возможность одновременного управления двумя экспериментами (т.е. аппаратурой, расположенной в разных каркасах) от одной ПЭВМ, размещаемой между стендами, для чего разработано программное обеспечение, использующее «принцип разделения бригад»;
- возможность резервирования наиболее дорогостоящей аппаратуры (амплитудный анализатор импульсов): в случае отказа одного из устройств второе может быть использовано попеременно;
- возможность подключения через соединительную коробку источников сигнала и регистраторов от внешней аппаратуры радиационного контроля, что позволяет поставить целую серию работ по снятию характеристик и поверке радиометров и дозиметров.

В части программного обеспечения АСНИ в настоящее время имеется достаточно много уникальных разработок, выполненных на кафедре АЭС, в том числе являющихся результатами дипломных работ. В их число входят:

#### **управляющие программы**

- драйверы одновременного управления двумя пересчетными устройствами (через один параллельный порт) и амплитудным анализатором (последовательный порт);
- управление нейтронно-физическим экспериментом (двухоконный таймер на «принципе разделения бригад»);
- управление экспериментом по поверке спектрометрического блока детектирования;
- управление гамма-спектрометром с обработкой спектров в работе по исследованию радиационной чистоты продуктов питания;

#### **учебно-методические программы**

- компьютерное методическое пособие по гамма-спектрометрии;
- вопросники для входного и выходного контроля знаний в работах по курсу «Дозиметрия и защита от излучений»;
- учебно-контролирующий курс «Нормы радиационной безопасности НРБ-99»;

#### **информационно-справочные программы**

- библиотека характеристик радионуклидов с поиском по заданным параметрам;
- библиотека радиационно-гигиенических норм по радионуклидам;

#### **расчетные программы** соответствуют трем блокам, показанным на рис.1.

В качестве примера рассмотрим порядок проведения лабораторной работы по спектрометрии гамма-излучения, целью которой является определение радионуклидного состава пробы продуктов питания и проверка санитарных норм на допустимую удельную активность. В работе используется многоканальный амплитудный анализатор импульсов блока детектирования, управляемый ПЭВМ, 3–4 эталонных источника гамма-излучения различных энергий и проба, изготовленная из сушеных грибов, собранных в районе следа Чернобыльской аварии. **В традиционной постановке** этой работы (без ПЭВМ) после изучения студентами методических указаний преподаватель или лаборант обязан показать приемы работы с анализатором на рабочем месте и выдать эталонные источники. Затем студенты экспериментально получают амплитудные распределения импульсов, помещая в блок детектирования различные источники и производя экспозицию, и выводят эти распределения с помощью графопостроителя на бумагу. Обработка графиков заключается в идентификации эталонных гамма-линий и построении градуировочных зависимостей спектрометра по энергиям и

активности, с помощью которых затем и анализируется спектр излучения пробы. Из-за длительного набора статистики на обработку и качественную интерпретацию результатов практически не остается времени в рамках двухчасового занятия.

**В компьютеризированной постановке** порядок работы следующий. Перед началом работы проводится входной индивидуальный контроль знаний (в устной форме с помощью АРМ преподавателя, лимит времени 1–2 мин на человека). Предполагается, что обычные методические указания студентами уже изучены. После допуска к работе все дальнейшие действия бригады поддерживает компьютерное методическое пособие, содержащее программу управления экспериментом и ссылки на базы данных. Роль преподавателя и лаборанта сводится к общему наблюдению за ходом работы.

Интерактивное меню управляющей программы содержит последовательность этапов работы и отслеживает их выполнение. На начальных этапах компьютер поясняет приемы работы, показывает характеристики эталонных источников и дает рекомендации для самостоятельного выбора нужных источников из комплекта (информация в отчет переносится вручную). Предоставляется также расчетно-методическая поддержка: пересчет активности на дату эксперимента, рекомендации по выбору экспозиции, сообщения о предстоящих действиях. Результаты эксперимента (набранные амплитудные распределения импульсов) совмещаются на одном экране и в таком же виде выводятся на принтер, что облегчает идентификацию гамма-линий и упрощает получение градуировок. В итоге появляется возможность завершить обработку и интерпретацию результатов на одном занятии. Выходной контроль знаний проводится в устной форме с помощью АРМ преподавателя с несколько большим лимитом времени. Таким образом, с использованием компьютера практический метод познания не вытесняется, а позволяет в разумных пределах интенсифицировать процесс обучения с повышением качества знаний.

В плане дальнейшего развития АСНИ предполагается использование внешних разработок, например, Обнинского института атомной энергетики (ОИАТЭ) и др. Часть из них уже сейчас применяется в системе дистанционного обучения и переподготовки персонала предприятий Минатома. Поэтому перспективы дальнейшего развития АСНИ неразрывно связаны с совершенствованием компьютерной базы и использованием возможностей доступа к современному программному обеспечению через сеть Internet.