

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.

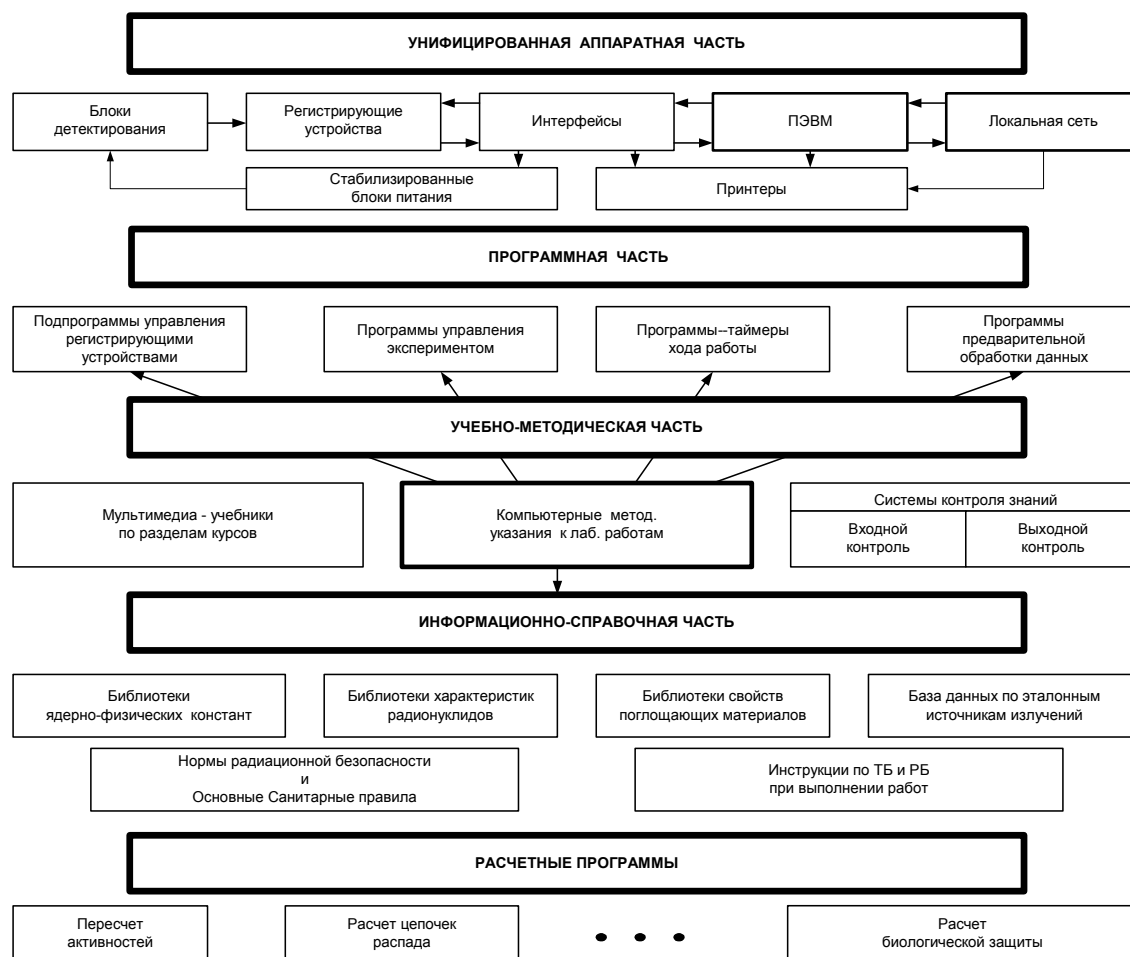


Рис.1. Структура АСНИ "Дозиметрия"

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.