

УДК 535.853.001.85+62.529

Л.А.Луизова, А.Д. Хахаев

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ И ОПТИКЕ

(г. Петрозаводск)

В период ускорения и интенсификации социально-экономического развития нашего общества на основе научно-технического прогресса молодые специалисты, которым предстоит работать в сфере науки, производства и народного образования, должны не только обладать элементарной "компьютерной грамотностью", но и быть готовы активно участвовать в широком внедрении вычислительной техники и средств автоматизации на ее основе во все сферы хозяйственной и культурной жизни страны.

Этой цели служит реализуемая уже с первых лет XI пятилетки в Петрозаводском университете программа сквозной непрерывной подготовки специалистов-физиков к применению ЭВМ. Эта программа предусматривает постоянное "общение" учащегося с вычислительной техникой с первых его шагов в университете (профориентационное "собеседование" абитуриента с ЭВМ) до защиты дипломной работы при постоянном усложнении решаемых с помощью ЭВМ задач и расширением "поля" активной творческой деятельности обучаемого.

В настоящем сообщении речь пойдет о принципах и конкретных формах использования в учебном процессе автоматизированных исследовательских комплексов на кафедре физической электроники Петрозаводского университета. Согласно учебному плану студенты приходят на кафедру с третьего курса (хотя часто к работе привлекаются и студенты младших курсов). Кафедра физической электроники выполняет большой объем работ по хозяйственным и научному обслуживанию и представляет собой учебно-научно-воспитательский комплекс, имеющий в своем составе учебные лаборатории, экспериментально-производственный участок и две лаборатории межвузовского научного обслуживания.

Традиционно основным принципом учебного процесса на кафедре является органическое единство учебной и научно-производственной деятельности кафедры: все обучение студента по профилирующим кур-

сам осуществляется путем его активного включения в выполнение научных исследований или производственных заданий в соответствии с заявками предприятий, планами научных исследований или планами развития учебно-производственной базы кафедры. Этому же принципу подчинено и использование средств вычислительной техники и средств автоматизации научных исследований в учебном процессе.

Не игнорируя возможности использования ЭВМ в качестве "тренажера" для реализации обучающих и контролирующих программ, основной упор мы делаем на использование старшекурсниками ЭВМ как инструмента научного исследования, т.е. как средства автоматизации эксперимента, обработки его результатов и моделирования физических процессов.

Объектами исследований, выполняемых на кафедре, являются различные источники света, в частности, газоразрядные плазмы и пучки атомов, ионов, электронов, взаимодействующие с веществом в различных агрегатных состояниях. Информацию о физическом состоянии этих объектов получают из наблюдения и исследования свечения (способ исследования - локальная оптическая спектроскопия, т.е. измерения пространственного, спектрального и временного распределения яркости объекта) и из анализа по массивам и энергиям частиц "снарядов" и продуктов реакции (способ исследования - корпускулярная спектроскопия).

Эффективность автоматизации этих исследований определяется тем, что экспериментальное изучение таких объектов связано с необходимостью сбора и сложной математической обработки больших массивов экспериментальных данных /1/, а интерпретация результатов часто требует использования обширного справочного материала о спектроскопических характеристиках атомов.

В XI пятилетке в ПГУ разработана система автоматизации научных исследований и обучения в области физической электроники (АСНИ САМ-ПО) /2/. Это иерархический многомашинный комплекс, нижний уровень которого составляют автоматизированные рабочие места (АРМ), которые могут работать и в основном работают в автономном режиме и каждое из которых само представляет собой проблемно-ориентированный автоматизированный исследовательский комплекс, построенный на основе унифицированного набора средств вычислительной и управляющей техники (ЭВМ "Электроника-60", дисплей ДМ-2000, кассетный накопитель А-318 или СМ 5211, крейт КАМАК, специальные платы сопряжений).

В настоящее время на кафедре физической электроники функционируют АРМ трех типов, различающиеся объектами исследования и техническими средствами конкретных предметных областей.

1. АРМ "Свет", предназначенное для спектроскопического исследования неоднородной нестационарной плазмы. Объектом исследования является источник света, автономный или соединенный с системой подготовки объекта к исследованию. В состав технических средств АРМ "Свет" обязательно входит спектральный прибор, устройство контроля и временного стробирования. Некоторые задачи на АРМ "Свет" могут решаться с использованием только нижнего уровня иерархии вычислительных средств, однако в полной мере преимущества автоматизации спектральных исследований проявляются при использовании банка данных (спектроскопических констант) и библиотеки прикладных программ, реализованных на верхнем уровне САМПО.

2. АРМ "Пучок", предназначенное для исследования элементарных процессов взаимодействия пучков атомов, молекул, ионов и электронов. АРМ включает источники пучков, блоки управления составом пучков и скоростными частиц в пучках, датчики для измерения световых и корпускулярных потоков и анализа этих потоков по энергиям. При обработке результатов эксперимента могут также использоваться данные, содержащиеся в банке данных на верхнем уровне системы.

3. АРМ "Циклоп", предназначенный для анализа изображений. В его состав входит оптическая система для формирования изображений, матрицы светочувствительных элементов, блоки ее питания и "опроса" видеоконтрольное устройство.

Системное программное обеспечение АРМ составляет модифицированная операционная система Квейсик /3/. Прикладное программное обеспечение их строится, как правило, по модульному принципу. Набор программных модулей непрерывно пополняется (в том числе и усилиями студентов). Программы конкретных экспериментов в процессе научных исследований, в том числе и выполняемых студентами, как правило, "собираются" из модулей путем создания на языке Квейсик необходимых "связок" или с помощью стандартного управляющего ядра, которое "собирает" нужную программу в диалоговом режиме.

Первые поколения студентов, соприкоснувшиеся с автоматизированными исследовательскими комплексами, приняли непосредственное участие в их создании. Но и сейчас, после сдачи системы САМПО в эксплуатацию, ее компоненты непрерывно совершенствуются, расширяют-

он их функциональные возможности, улучшаются технические характеристики, осуществляется метрологическая аттестация АРМ и экспериментальных методик, реализуемых с их помощью. Поэтому одной из основных форм "использования" комплексов в учебном процессе остается разработка, отладка и испытание отдельных элементов технического, программного и метрологического обеспечения АРМ, выполняемая студентами в рамках курсовых и дипломных работ и в период производственной практики. Так, например, силами студентов были созданы и отлажены модули в стандарте КАМАК для управления видеоконтрольными устройствами (АРМ "циклосп"); для коммутации высоковольтных источников питания (АРМ "Пучок"); детектор частиц для времяпролетного масс-спектрометра (АРМ "Пучок"); усилители для шаговых двигателей (АРМ "Свет") и другие узлы, а также целый ряд программных модулей и небольших тестирующих программ для каждого из комплексов. Естественно, что в такой работе в полной мере мобилизуется творческая активность студента, его знания в предметной области и знания и навыки в области электроники и вычислительной техники. Однако такая форма индивидуального обучения в процессе сотрудничества, являясь для нас традиционной, не представляет для коллектива кафедры существенных методических трудностей.

Более сложной оказалась проблема организации лабораторного практикума на основе автоматизированных комплексов, задача которого состоит в том, чтобы закрепить у всех студентов, специализирующихся в данной предметной области, определенный минимум знаний и навыков, всемерно развивая при этом их самостоятельность и инициативу.

Опыт проведения лабораторных работ по спектроскопии с первым образцом автоматизированного комплекса "Свет" /I/ показал, что высокая степень автоматизации измерений как бы отделяет учащегося от изучаемого явления, скрывает его инициативу. Сложная система, работающая по жесткой программе (допускающей лишь несколько заранее предусмотренных вариантов), позволяет студенту получить результат без всякого понимания как физического смысла этого результата, так и устройства и принципа работы системы автоматизации. Таким образом, не достигается цель ни обучения физике, ни освоения вычислительной и управляющей техники.

Система КАМАК, построенная по модульному принципу, и прикладное программное обеспечение на "доступном" языке Квейсик как раз и

позволяют превратить автоматизированный комплекс из "глухой стены" между студентом и явлением в гибкий инструмент осознанного изучения явлений, поскольку позволяют обучаемому самому построить из функциональных модулей автоматизированную измерительную систему и самому задать алгоритм сбора и обработки данных. При этом студент должен активно использовать знания, полученные в специальных курсах ("Прикладная спектроскопия", "Эксперимент в физической электронике", "Теория вероятностей и математическая статистика", "Элементарные процессы" и др.), а необходимая подготовка в области автоматизации эксперимента сводится к изучению языка Квейсик /4/ в курсе "Вычислительные машины и программирование" на I-II курсах и изучению системы КАМАК с использованием специальных пособий /5, 6/ в период учебной практики в начале III курса. После этого студенты готовы к решению на автоматизированных комплексах в рамках лабораторного практикума таких задач, как, например, "Градуировка спектрометра", "Изучение аппаратного контура спектрометра", "Измерение населенностей уровней в неоднородной плазме", "Исследование алфавитной функции энергоанализатора", "Изучение спектра электронов, испускаемых при атом-атомных столкновениях", "Определение пороговой чувствительности и оптимизация режима работы фотоприемника" и др. Каждая лабораторная работа выполняется студентом по индивидуальному заданию, которое составляется так, чтобы студент исследовал объект, изучение которого в данный момент предусмотрено планом научной и производственной деятельности кафедры, а требуемый объем исследования и степень его автоматизации соответствовали уровню знаний и навыков конкретного студента.

Опыт организации лабораторного практикума на базе описанных АРМ оказался обнадеживающим. В отчетах по работам студенты обнаруживают достаточно глубокое понимание сущности изучаемых процессов. В результате практикума студенты приобретают навык алгоритмизации процесса исследования и реализации таких алгоритмов и способность к самостоятельному планированию и постановке автоматизированного эксперимента.

В работе физика, даже если он экспериментатор, все большее место начинает занимать "машинный эксперимент", моделирование физических процессов на ЭВМ. Имеющиеся на кафедре средства машинной графики (растровый дисплей на основе бытового цветного телевизора с модулями управления в стандарте КАМАК в составе АРМ "Пучок", цвет-

ной растровый дисплей типа MI в составе измерительно-вычислительного комплекса на базе СМ-4, цветное видеоконтрольное устройство с блоком памяти в составе комплекса для обработки изображений) создают благоприятные условия для наглядного представления результатов такого моделирования. Имея ввиду возможность использования физиков и как педагогов, мы привлекаем их к созданию обучающих программ, включающих моделирование физических процессов, от простейших (движение электрона в однородном или центральном поле), выполняемых в ходе учебной практики в начале третьего курса, до более сложных, имеющих не только учебное и научно-прикладное значение. Например, моделирование работы Фурье-спектрометра с учетом возможных погрешностей, моделирование формирования наблюдаемого контура излучения неоднородной плотной плазмы.

Подготовка специалистов, "обучающихся" на III-IV курсах в течение всего периода обучения с автоматизированными исследовательскими комплексами, ведется на кафедре с 1982 г. Если учесть только предусмотренное расписанием время лабораторных занятий и практик, то оно составит более 700 часов, посвященных сначала изучению технических и программных средств комплекса, а затем самостоятельному его использованию для экспериментов и расчетов, работе по его развитию и совершенствованию.

Можно подвести первые итоги работы выпускников. Они успешно трудятся в сфере народного образования, так и в сфере науки и производства (Карельский филиал АН СССР, филиал завода "Светлана"), при этом практически все в своих трудовых коллективах быстро стали ведущими специалистами в области применения вычислительной техники и средств автоматизации технологических процессов и научных исследований.

Библиографический список

1. Кюльмюсу И.И., Хахаев А.Д. Автоматизированный спектрометрический комплекс для измерения локальных характеристик неоднородной изменяющейся во времени плазмы по контурам спектральных линий // Диагностика плазмы по контурам спектральных линий. - Петрозаводск, 1977. - С. 96-108.

2. Разработка и создание автоматизированной системы научных исследований и обучения в области физической электроники: Заключительный отчет о НИР /Петрозаводский ун-т; руководитель А.Д.Хахаев. - Инв. № 02860013684 . - Петрозаводск, 1985. - III с.

3. Босенко А.Г., Луизова Л.А., Хахаев А.Д. и др. Автоматизированный комплекс для спектральных исследований //Изв. АН СССР, сер. физ. - 1984. - Т. 48. - № 4. - С. 796-800.

4. Программирование для ЭВМ "Электроника-60" на языке Квейсик: Методические указания /Петрозаводский ун-т. - Петрозаводск, 1983. - 74 с.

5. Изучение модулей КАМАК: Методические указания /Петрозаводский ун-т. - Петрозаводск, 1985. - 40 с.

6. Программирование модулей КАМАК на языке Квейсик: Методические указания /Петрозаводский ун-т. - Петрозаводск, 1984. - 39 с.

УДК 57(081.22/23+089):681.3

С.В.Архипенко, А.Р.Ежков

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ И ВВОДА ПАРАМЕТРОВ
МУЛЬТИНЕЙРОННЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОТОКОВ НА
БАЗЕ МИКРОЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА-60"

(г. Калининград)

Изучение системных механизмов функционального взаимодействия элементов нервной системы является важнейшей задачей нейрофизиологии. Во многих экспериментах регистрируют мультинейронную клеточную активность (внеклеточное отведение от коры мозга, ганглиев, нервов), анализ которой позволяет получить наиболее полную картину взаимодействия нервных клеток данной области ЦНС. В то же время внеклеточное отведение, зачастую, единственно возможный способ получения информации, особенно в экспериментах с хроническим вживлением электродов /1/.

Существующие методы статистической обработки (построение автокорреллограмм, гистограмм взаимной и частотной корреляции и др.) позволяют с большой степенью уверенности физиологически интерпретировать регистрируемые данные /2/. Однако слабым звеном большинства