

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

УДК 378, 378.4

*А. В. Пец*

### СОВРЕМЕННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО АТОМНОЙ И КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ

102

*Предложен проект лабораторного практикума по атомной и квантовой физике как подсистемы непрерывного физико-технического образования.*

*Proposed project content of the laboratory practical work on atomic and quantum physics as a subsystem of professional education for future engineering physics.*

**Ключевые слова:** цифровые технологии, лабораторный практикум по атомной физике, профессиональное образование.

**Key words:** digital technologies, laboratory practical work on atomic physics, professional education.

Современная квантовая физика имеет не только огромное мировоззренческое значение — она, главным образом, прикладная наука. Поэтому при построении дидактики курса «Атомная физика» мы позиционируем его как введение в физику квантовых явлений на атомном уровне. Вместе с тем представление о данной дисциплине только как о разделе теоретической квантовой механики неизбежно приведет к дальнейшей девальвации физико-технического образования [1]. В данной работе предложены принципы проектирования лабораторного практикума по атомной физике в системе «Физико-технический лицей — университет».

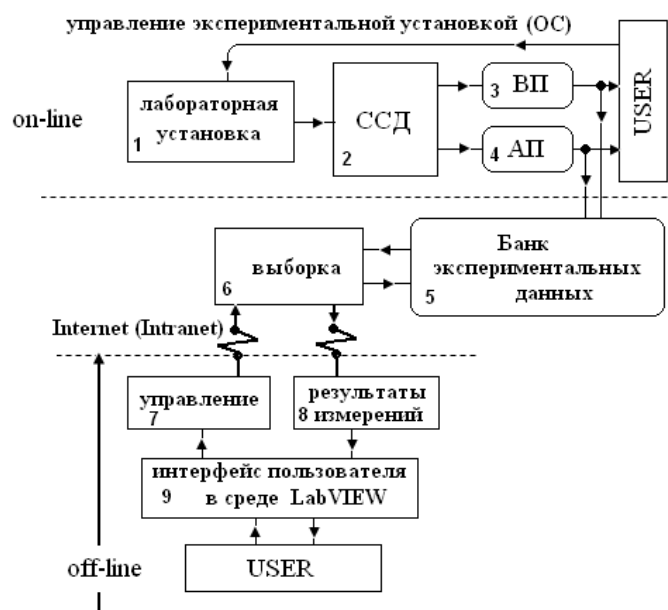
Один из актуальных путей развития экспериментального практикума по физике — использование цифровых информационных технологий [2]. В педагогике известны исследования по внедрению компьютерных измерительных комплексов в лабораторные практикумы средних (Е. И. Бутиков, В. В. Майер, Л. В. Пигалицин, И. В. Роберт, Г. Н. Уваров и др.) и высших (Ю. К. Евдокимов, А. С. Кондратьев, Р. В. Майер, А. А. Якута и др.) учебных заведений. Однако эти исследования практически не затрагивают вопросы развития лабораторного практикума по атомной и квантовой физике.

Известны виртуальные лабораторные работы по курсу общей физики, поставляемые на компакт-дисках (например, курс «Открытая физика» компании *Competentum*, Россия). Однако, по существу, речь идет об особой форме представления теоретического знания с последующим вовлечением учащегося в компьютерную интерактивную игру.

Вместе с тем технология виртуальных приборов [3] позволяет, сохранив специфику реального физического эксперимента (наличие, на-



пример, систематических погрешностей), поставить задачи профильной подготовки школьников и студентов на физико-техническом факультете университета. Блок-схема предлагаемого учебно-методического лабораторного комплекса (УМЛК) по атомной и квантовой физике показана на рисунке.



103

Рис. Технология виртуальных приборов в физическом эксперименте

Заполнение банка экспериментальных данных происходит во время сеанса on-line, при выполнении учащимся (USER) опытов непосредственно в физической лаборатории. Режим off-line соответствует понятию «дистанционная, или удаленная, лаборатория».

В состав УМЛК входят: 1 – лабораторная установка; 2 – система сбора данных (датчики физических величин, аналого-цифровые преобразователи, устройства согласования сигналов); 3 – виртуальные приборы; 4 – аналоговые приборы; ОС – система управления режимами работы установки, указанными в методических описаниях; 5 – база экспериментальных данных, полученных в сеансе on-line; 6 – система автоматической выборки экспериментальных данных, наиболее близких к настройкам лабораторной установки в сеансе off-line; 9 – интерфейс пользователя, на котором размещены органы управления (7) и контроля (8) физическим экспериментом.

Представленная на рисунке схема дистанционного эксперимента при большом объеме банка данных гарантирует уникальность получаемых каждым из учащихся экспериментальных результатов [4]. Отметим, что современные компакт-диски позволяют хранить необходимые объемы цифровой информации, поэтому в цифровой среде опти-



ческого носителя можно скрыть физические источники информации и виртуализовать канал off-line.

Проведенный нами анализ научных исследований и рефератов по истории физики, педагогике и методике профессионального образования позволил выявить следующие дидактические и гносеологические особенности физического практикума по атомной физике в университете.

1. В лабораторном эксперименте происходит не только интеграция, но и трансфер методов, законов, понятий различных наук (физика, техника, информатика, математика и др.).

2. Лабораторные исследования по атомной и квантовой физике способствуют опережающему интеллектуальному развитию студентов в сфере физики, математики, информатики и формированию у них навыков физико-технического моделирования и количественного анализа явлений.

3. Состав лабораторных работ по квантовой физике наиболее оптимально определяется через ключевые эксперименты. Одним из признаков ключевого эксперимента является его исключительная мировоззренческая и прикладная значимость [5]. Частично спектр ключевых экспериментов по атомной физике отражен в истории Нобелевских премий.

4. Имеются основания для выделения восьми ключевых тем экспериментов в университетском практикуме по атомной и квантовой физике: квантовые переходы с участием фотонов, квантование энергии, магнитные резонансы, дифракция волн материи (волновая функция), принцип тождественности, квантовые переходы и законы сохранения, обменное взаимодействие, туннельный эффект.

5. Лабораторные задания по атомной физике имеют многоуровневую образовательную шкалу. В таблицах 1 и 2 приведены примеры дифференциации лабораторных заданий по видам деятельности.

Таблица 1

**Опыт Фрака и Герца с неоновой трубкой  
(фирма RHYWE, Германия)**

Обучающиеся	Виды деятельности
Учащиеся физико-технического лица	Построение ВАХ, наблюдение свечения атомарного газа, качественная интерпретация опытов
Бакалавры	Статистическая обработка измерений, вычисление энергии перехода, длины волны свечения газа в трубке. Определение функций распределения электронов по энергиям путем численного дифференцирования кривых задержки. Влияние нагрева газа. Определение высших потенциалов возбуждения неона
Магистры	Исследование функции распределения электронов по энергии. Исследование взаимодействия электронных пучков с атомами вещества



**Лабораторная работа (НИИЯФ МГУ, Россия [4])  
«Спектр гелия и его чисто квантовые особенности»**

Обучающиеся	Виды деятельности
Учащиеся физико-технического лицея	Знание законов связи спина электрона с принципом Паули, квантово-механическая интерпретация таблицы Д. И. Менделеева
Бакалавры	Анализ тонкой структуры энергетических уровней, спектров сложных атомов на основе представлений о: спине, магнитном моменте электрона, неразличимости одинаковых элементарных частиц. Наблюдение и анализ структуры сложных спектров. Оценка энергии обменных взаимодействий в гелии
Магистры	Исследование обменных корреляций, спин-орбитальных взаимодействий в многочастичных квантовых системах. Применение цифровых средств и методов для автоматизации обработки оптических спектров атомов, распознавания образов

105

### Список литературы

*Гладун А.Д., Спирин Г.Г.* Нужна ли в России физика инженеру? // Физическое образование в вузах. 2010. Т. 16, №1. С. 5–10.

2. *Пец А.В.* Цифровые технологии в научных исследованиях как компонент образовательного пространства инженерного вуза // Информатика и образование. 2009. №1. С. 112–113.

3. *Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И.* LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора: практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW. М., 2007.

4. *Учебные лабораторные комплексы по атомной физике.* [Электронный ресурс] / НИИЯФ МГУ. URL: <http://umk.sinp.msu.ru/> (дата обращения 28.02.2011).

5. *Тригг Дж.* Физика XX века. Ключевые эксперименты. М., 1978.

### Об авторе

Александр Васильевич Пец – канд. физ.-мат. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, e-mail: Pets119@rambler.ru

### Author

Alexander Pets – Dr., I. Kant Baltic Federal University, e-mail: Pets119@rambler.ru