

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**К. А. Екимов, А. В. Соловьев**

**Использование информационно-  
измерительных комплексов  
для оптической диагностики  
низкотемпературной гетерогенной плазмы  
в лабораторном практикуме**

*Учебно-методическое пособие*

Петрозаводск  
Издательство ПетрГУ  
2009

УДК 533.9.08  
ББК 22.233  
Е455

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Петрозаводского государственного университета

Рецензенты:

доктор физ.-мат. наук А. Д. Хахаев,  
кандидат физ.-мат. наук В. А. Гостев

**Екимов, К. А.**

Е455      Использование      информационно-измерительных комплексов для оптической диагностики низкотемпературной гетерогенной плазмы в лабораторном практикуме : учебно-методическое пособие / К. А. Екимов, А. В. Соловьев. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2009. – 64 с.

ISBN 978-5-8021-1028-7

В данном пособии представлены информационно-измерительные комплексы АРМ «Свет» и спектрометр изображения на основе интерферометра Фабри – Перо, предназначенные для решения различных задач спектроскопической диагностики низкотемпературной плазмы. Особое внимание уделено описанию программных компонентов этих комплексов с акцентом на применение их в лабораторном практикуме курсов «Физические основы получения информации», «Основы физики плазмы», «Оптические методы диагностики плазмы» и т. п.

Пособие предназначено для студентов, аспирантов и научных сотрудников, специализирующихся по физической электронике, спектроскопии и физике плазмы.

УДК 533.9.08  
ББК 22.233

ISBN 978-5-8021-1028-7

© Петрозаводский государственный университет, 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО «СВЕТ».....	7
1.1. Назначение и состав комплекса.....	7
1.2. Подготовка к эксперименту.....	8
1.3. Порядок включения установки.....	10
2. ПРОГРАММА SPECTRUM.....	11
2.1. Общее описание.....	11
2.2. Модуль сканирования спектра по длинам волн.....	13
2.3. Модуль пространственного сканирования.....	16
2.4. Модуль точного позиционирования на максимум линии.....	19
2.5. Модуль сканирования по заданной программе.....	20
2.6. Модуль отображения одновременно нескольких спектров из файлов.....	24
2.7. Модуль загрузки спектра.....	28
2.8. Модуль исключения аппаратных искажений.....	31
2.9. Модуль градуировки спектрометра по длинам волн.....	33
2.10. Модуль градуировки чувствительности.....	36
2.11. Модуль сервера удаленного доступа. Удаленное управление установкой.....	38
3. СПЕКТРОМЕТР ИЗОБРАЖЕНИЯ.....	40
3.1. Общие сведения.....	40
3.2. Схема установки.....	40
3.3. Порядок подготовки и проведения эксперимента.....	42
4. ПРОГРАММНЫЙ КОНСТРУКТОР МЕССАНО.....	44
4.1. Общие сведения.....	44
4.2. Используемые технические средства.....	44
4.3. Запуск программы.....	45
4.4. Параметры уширений.....	47
4.5. Параметры плазмы источника излучения.....	52
4.6. Параметры аппаратных искажений.....	54
4.7. Различные сборки конструктора.....	55
4.8. Главное окно программы.....	58
4.9. Обработка экспериментальных данных.....	61
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Справочные данные о физических константах.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Сводная таблица параметров Мессано.....	67

## ВВЕДЕНИЕ

В основе спектроскопической диагностики плазмы лежит совокупность методов, позволяющая по оптическим характеристикам (спектральная энергетическая яркость поверхности источника в направлении наблюдения  $b(\lambda)$ , оптическая толщина плазмы  $\tau(\lambda)$ , доля рассеянного излучения  $P(\theta, \lambda)$ , набег фазы просвечивающей волны  $\Phi(\lambda)$ , угол отклонения луча при прохождении через плазму  $\alpha$  и др.) определить локальные и мгновенные значения ее основных параметров (концентрации электронов  $N_e$ , ионов  $N_i$ , атомов в основном  $N_a$  и возбужденном  $N^*$  состояниях, а также параметры законов распределения их по энергиям  $T_e$  и  $T_a$ ) [9]. Полученные распределения параметров позволяют проверить или построить физическую модель плазмообразующей среды и описать происходящие в ней явления.

Можно получить пространственное распределение спектральной энергетической яркости в установке с одноэлементным приемником излучения. В этом случае требуется сканирование по всем пространственным координатам (в случае аксиально-симметричного источника – две координаты: вдоль радиуса и вдоль оси источника) и длине волны. Примером такого комплекса является автоматизированное рабочее место (АРМ) «Свет». Этот комплекс позволяет регистрировать обзорные спектры в диапазоне 360–800 нм и контуры спектральных линий с шагом по длине волны 0,015 нм в различных пространственных точках (минимальный шаг пространственного стробирования равен 0,004 мм).

Не менее эффективной схемой измерений представляется одновременная регистрация спектра различных точек поверхности источника при помощи фотоприемных линеек или матриц. Приборы, организованные таким образом, называют спектрометрами изображения. Использование интерферометра Фабри – Перо (ИФП) также позволяет получить на фотоприемной матрице одновременно изображение источника и изображение интерференционных колец. В данном пособии описана установка спектроскопии высокого разрешения на основе дифракционного спектрографа и ИФП.

Важными компонентами представленных комплексов являются программные средства, с помощью которых экспериментатор взаимодействует с лабораторным оборудованием и обрабатывает полученные результаты. Именно описанию программных компонент уделено большое внимание.