

*Зинчик Александр Адольфович,
Стафеев Сергей Константинович*

ОПЫТ СОЗДАНИЯ И СЕТЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ДЕМОНСТРАЦИЙ ПО ВОЛНОВОЙ ОПТИКЕ

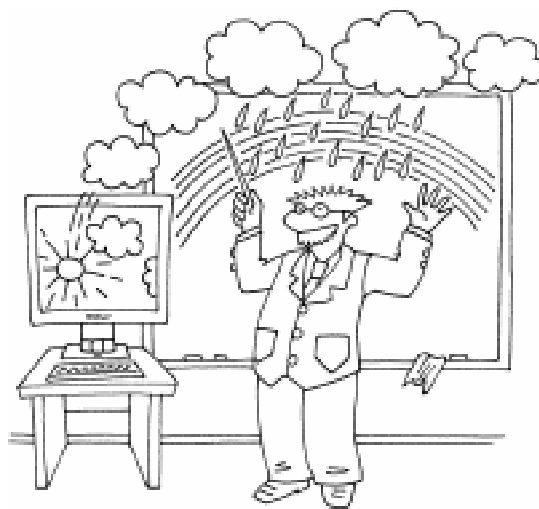
Использование виртуальных демонстраций не только позволяет показать учащимся наиболее интересные оптические эффекты, но и дает возможность смоделировать эффект в условиях, которые затруднительно или невозможно провести на существующем оборудовании.

Актуальность создания виртуальных демонстраций связана с тем, что раздел оптики является одним из последних разделов школьного курса физики. В связи с ухудшением способности к восприятию информации и обучению у современных школьников, во многих школах изучение предыдущих разделов сдвигается к концу учебного года, и в результате раздел оптики рассматривается поверхностно или не рассматривается вообще. Не секрет, что большое количество выпускников школ имеют крайне слабое представление даже о геометрической оптике. Не говоря уже об основах волновой оптики, которые включены в учебную программу школ. Кроме того, большинство школ не имеют лабораторного оборудования, позволяющего демонстрировать различные оптические эффекты. Прежде всего, это касается разделов интерференции и дифракции и в несколько меньшей степени геометрической оптики.

Цель данных демонстрационных программ – знакомство учащихся с основными принципами интерференции, дифракции, дисперсии и поляризации.

Курс общей физики является основой любого фундаментального естественнонаучного и, в особенности, физического образования. Учебный материал этого курса нуждается в наглядном и доступном изложении. Обширные возможности для этого открывают современные информационные технологии. С одной стороны, они обладают широкой палитрой средств визуального отображения информации, с другой – внедряются практически повсеместно.

В последние годы одним из важных направлений использования компьютеров в преподавании физики являются демонстрационные программы и компьютерные (виртуальные) лабораторные работы. Поэтому



Использование виртуальных демонстраций...

встает задача создания программ, которые позволяют не только продемонстрировать учащимся проявления тех или иных физических законов и эффектов, но и подчеркнуть такие особенности, которые трудно наблюдать в реальном эксперименте.

Использование виртуальных демонстраций не только позволяет продемонстрировать учащимся наиболее интересные оптические эффекты, но и дает возможность смоделировать эффект в условиях, которые затруднительно или невозможно провести на существующем оборудовании.

Программы моделируют интерференционный опыт Юнга, кольца Ньютона, дифракцию Фраунгофера и Френеля, поляризационные эффекты и т. д.

Демонстрационные программы позволяют работать с различными монохроматическими, бихроматическими или спектральными источниками излучения с возможностью задания длин волн и ширины спектра. Программы содержат алгоритмы сложения цве-

тов, позволяющие показать цветную картину результата какого-либо оптического явления или эффекта.

Интерфейс пользователя и методическое наполнение демонстрационных программ проектировались таким образом, чтобы они могли быть использованы не только в лекционном процессе, но и при самостоятельной работе студентов (например, при подготовке к выполнению задач лабораторного практикума).

Все демонстрационные программы имеют схожий интерфейс, пример которого показан на рисунке 1. В левом верхнем углу рабочей области изображена схема установки. Параллельный пучок света нормально падает на выпуклую линзу малой кривизны, соприкасающуюся с отражающей поверхностью. Отражающая поверхность может быть как плоская, так и вогнутая. Световые пучки, отраженные от выпуклой поверхности линзы и от поверхности, на которой лежит линза, интерферируют между собой.

Рядом со схемой установки расположены элементы управления ее параметрами: радиусами кривизны линзы и отражающей поверхности. Ниже находится переключатель, позволяющий рассмотреть случай плоской отражающей поверхности (когда этот случай выбран, на экране отсутствует поле ввода радиуса кривизны отражающей поверхности).

Под схемой установки находится группа элементов управления, позволяющих выбирать тип спектра источника. Он может быть монохроматическим, бихроматическим, непрерывным в заданном диапазоне длин волн (прямоугольное распределение).

В левой нижней части окна программы находятся элементы, позволяющие изменять спектральные характеристики источника: длину волны для монохроматического спектра, середину спектра и расстояние между двумя линиями для бихроматического спектра, середину спектра и его ширину для непрерывного спектра.

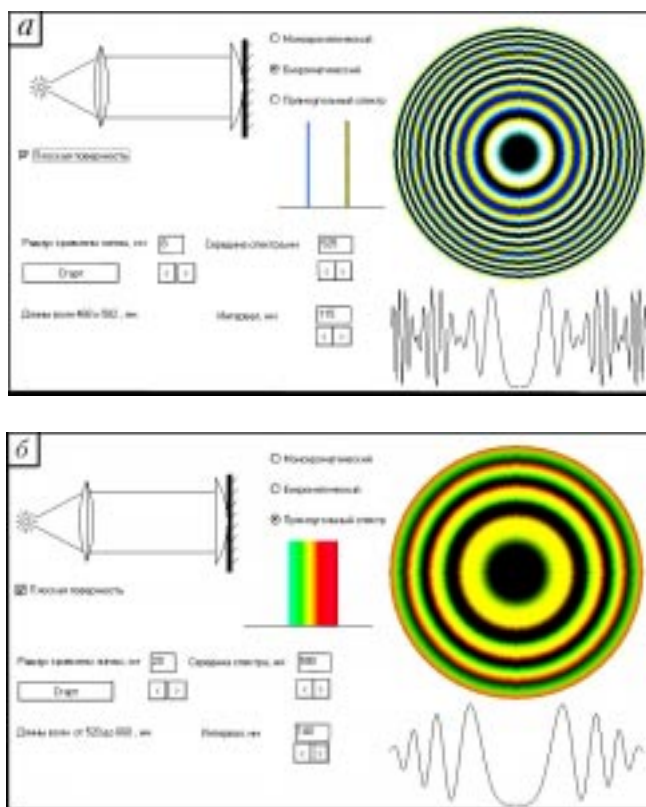


Рисунок 1. Моделирование интерференционных колец Ньютона с использованием бихроматического (а) и спектрального (б) источника излучения.

Интерференционная картина расположена в правой верхней части экрана. Ее вид соответствует случаю наблюдения колец Ньютона в отраженном свете. Интерференционная картина является полосами равной толщины, локализована между линзой и отражающей поверхностью и представляет собой концентрические кольца. Характер интерференционной картины зависит от спектрального состава источника, от кривизны линзы и от кривизны поверхности, на которой лежит линза. Выбрав бихроматический свет, можно показать различие в диаметре колец, создаваемых разными линиями спектра.

График в правом нижнем углу окна показывает зависимость интенсивности интерференционной картины от экранной координаты в том же масштабе, что и изображение на экране. Интерференционная картина в модельной демонстрации может несколько отличаться от реальной, поскольку в реальном опыте изображение колец может быть искажено из-за пылинок, попадающих между линзой и отражающей поверхностью.

На рисунке 2 показана модельная программа, демонстрирующая вид интерференционной картины в интерферометре Майкельсона от монохроматического и спектрального источников, их различие. Наглядно иллюстрируется изменение интерференционной картины в результате изменения параметров интерферометра: при изменении угла между зеркалами интерферометра изменяется количество максимумов в области экрана. Увеличение ширины спектра ведет к ухудшению видности интерференционной картины (рисунк 2б)

На рисунке 3 показано моделирование дифракции Фраунгофера на щелевых структурах. При этом, кроме управления параметрами источника и размерами щели, добавлена возможность задания количества ще-

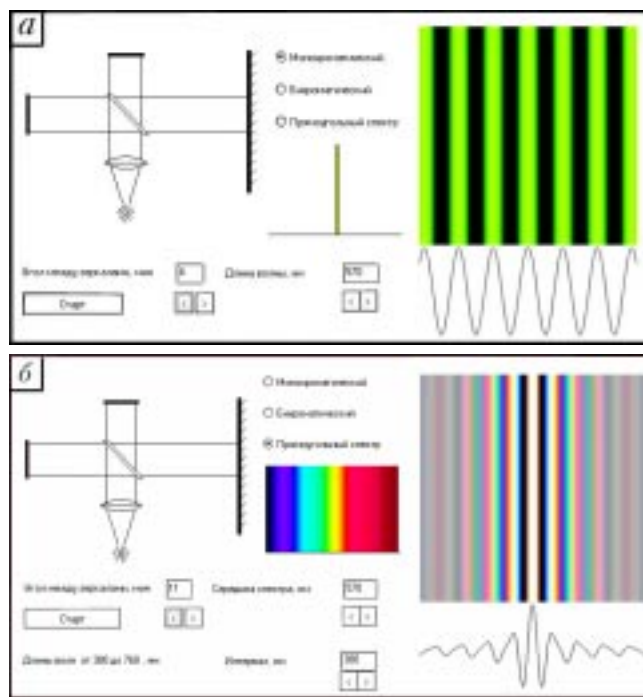


Рисунок 2. Моделирование интерферометра Майкельсона с использованием монохроматического (а) и спектрального (б) источника излучения.

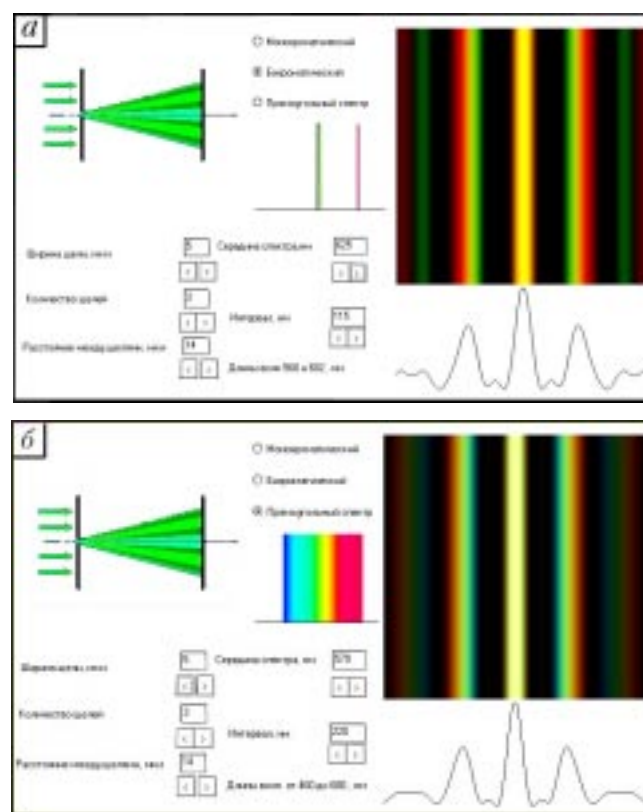


Рисунок 3. Моделирование дифракции Фраунгофера на трех одинаковых щелях с использованием бихроматического (а) и спектрального (б) источника излучения.

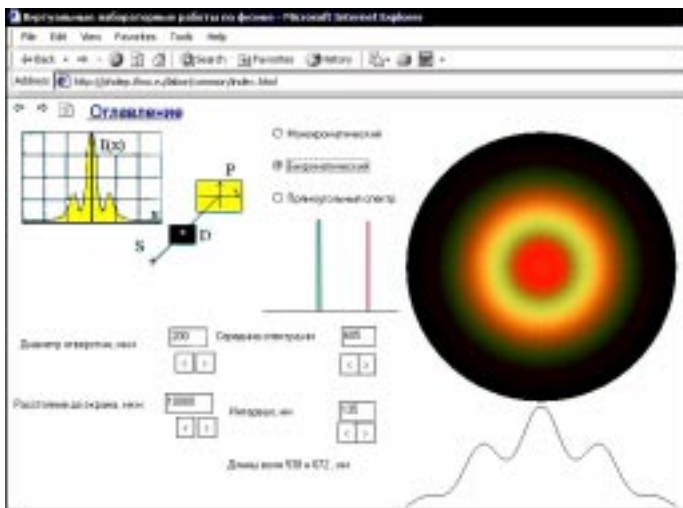


Рисунок 4. Моделирование дифракции Френеля на круглом отверстии при использовании бихроматического источника излучения.

лей и промежутка между ними. При установке количества щелей равным двум и максимальном сужении размера щелей, можно продемонстрировать опыт Юнга.

Дифракция Френеля представлена демонстрацией дифракции на круглой апертуре (рисунок 4) и полуплоскости. В случае монохроматического источника для круглого отверстия указывается число открытых зон Френеля.

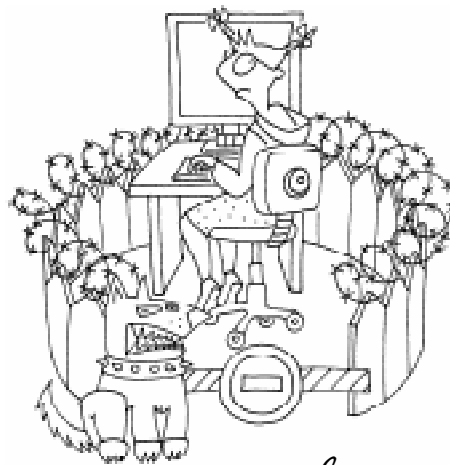
В качестве программной основы для данного комплекса была выбрана Java. Исполняемые программы на Java для WWW – апплеты – сначала компилируются в архитектурно-независимый байт-код, выкладываемый на сервере, который затем в составе просматриваемого документа пересылается на клиентский компьютер и там интерпретируется виртуальной Java-машиной. Обычно она поставляется вместе с Интернет-обозревателем. Язык Java изначально

разрабатывался для использования в компьютерных сетях, поэтому удовлетворяет требованиям безопасности, связанным с защитой компьютера от несанкционированного доступа. В целом Java-апплеты можно считать достаточно безопасными.

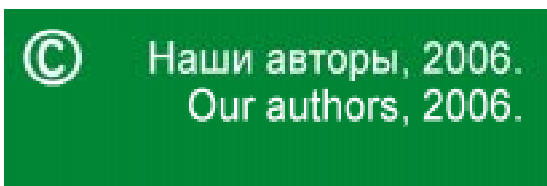
Компактность файлов демонстраций обеспечивает их быструю загрузку из WWW. Так, характерный размер файла демонстрации составляет 20–30 килобайт. Модели могут запускаться как с компакт-дисков, так и с жесткого диска компьютера, через локальную сеть или из WWW.

Демонстрации, доступны на сайте www.optics.ifmo.ru.

Комплекс компьютерных демонстраций по волновой оптике может быть использован при изучении оптики как в школе, так и в вузе, как для проведения лекционных демонстраций, так и для самостоятельной работы учащихся.



*Java-апплеты
можно считать достаточно безопасными...*



Зинчик Александр Адольфович,
доцент кафедры физики
СПбГУ ИТМО,

Стафеев Сергей Константинович,
декан естественно-научного
факультета СПбГУ ИТМО.