

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА В ТОНКИХ ПЛЁНКАХ - КОМПЬЮТЕРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

А.М. Толстик

Томский государственный университет

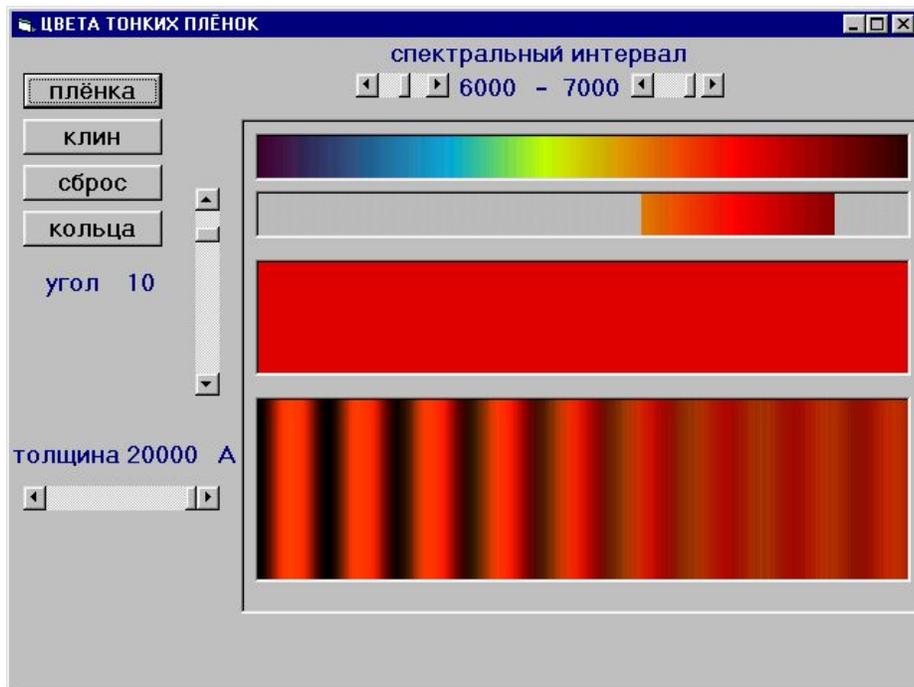
При создании компьютерных учебных пособий по оптике важную роль играет соответствие реально наблюдаемых цветовых оттенков с теми, которые может генерировать ЭВМ. В последнее время появилась возможность компьютерного моделирования и визуализации цветовых картин. Для моделирования спектральных цветов и оттенков применяется их представление в виде наложение трёх первичных компьютерных цветов - красного, зелёного и синего, то есть, через 3 значения цветовых параметров R , G , B . В [1,2] найдены и применены для моделирования оптических явлений функции, связывающие цветовые параметры с длинами волн. В [2] из различных комбинаций элементарных цветов эмпирическим путём получена картина, близкая к сплошному спектру, каждый малый участок которого соответствует определённым значениям (R, G, B) ; затем этот «виртуальный» спектр применяется для моделирования монохроматического света. Здесь данный метод применён для создания 2 компьютерных экспериментов, посвящённых изучению интерференции света в тонких плёнках.

При падении света на прозрачную диэлектрическую пластинку он частично преломляется, а частично отражается от её поверхностей. Разность хода волн, отражённых от верхней и нижней граней пластинки, равна $\Delta = 2 d (n^2 - \sin^2 \alpha)^{1/2} + \lambda/2$ [3 с. 123], она зависит от толщины d , показателя преломления n , угла падения α и длины волны λ . Отражённые волны когерентны и интерферируют. Если разность хода равна целому числу длин волн, то наблюдается максимум интерференции, а если полуцелому - то минимум.

Для монохроматического света условия максимумов и минимумов интерференции зависят от угла падения, следовательно при его варьировании изменяется освещённость плёнки, а при некоторых значениях этого угла плёнка вообще не отражает падающего на неё света (на этом основано «просветление» оптики). Если на плёнку падает белый свет, то наиболее интенсивно отражаются те его компоненты, для которых выполняется условие максимума, т.е. в отражённом свете плёнка окрашивается в оттенок, соответствующий этим компонентам и зависящий от угла падения.

При варьировании толщины плёнки в случае монохроматического света изменяется интенсивность её окраски, а при освещении белым светом - оттенок. Если толщина плёнки переменна (например, она имеет форму клина), то в разных её местах образуются либо тёмные, либо светлые полосы – линии равной толщины. При облучении белым светом полосы на клине становятся цветными, в каждой точке клина наибольший вклад в образующийся оттенок вносят те спектральные цвета, для которых выполняется условие максимума.

Первый компьютерный эксперимент построен как лабораторная работа, в которой изучается интерференция света при его отражении от плоскопараллельной пластины и клина. Для пластины исследуется изменение интенсивности окраски и оттенка при различных значениях угла падения и толщины для разных спектральных интервалов падающего света. В случае монохроматического света экспериментально определяются значения угла падения, при которых наблюдается минимум интерференции (т.е. пластина имеет наименьшую освещённость) и по найденным значениям определяется показатель преломления.



Интерференционная картина, образующаяся на клине, имеет вид полос, интенсивность и оттенок которых зависит от их местоположения и величины спектрального интервала падающего света. В случае монохроматического света в опыте измеряется расстояние между интерференционными полосами и ещё раз определяется показатель преломления, а для немонахроматического света определяется степень его монохроматичности $\Delta\lambda/\lambda$, где λ - средняя длина волны спектрального интервала, а $\Delta\lambda$ - его ширина.

Другой компьютерный эксперимент посвящён наблюдению колец Ньютона в свете с любой степенью монохроматичности. Эксперимент создан как физическая демонстрация, однако его можно применить и в качестве лабораторной работы для измерения длины волны и степени монохроматичности света.

В обоих компьютерных экспериментах проявляется уменьшение видности полос интерференции при увеличении разности хода, а степень монохроматичности света, задаваемая изначально и определяемая из «опыта», хорошо согласуются. Для белого света получаются цветные интерференционные полосы, их оттенки согласуются с реально наблюдаемыми. При большой разности хода теряется чёткая окраска интерференционных полос, они постепенно приобретают неопределённый «белесый» оттенок в соответствии с реальным опытом.

Таким образом, применение методов компьютерного моделирования позволяет создавать «виртуальные» эксперименты по волновой оптике. Эти работы обладают демонстрационными возможностями, и они могут использоваться в качестве физических демонстраций на лекциях или при самостоятельном обучении, а активно выполняемые модельные эксперименты - как лабораторные работы. Даже такие сложные явления, как интерференция немонахроматического света, иллюстрируются и количественно изучаются при помощи компьютерного демонстрационного или лабораторного эксперимента.

Литература

1. А.В. Селивёрстов, Ю.В. Чурикова, А.А. Якута / Съезд российских физиков - преподавателей «Физическое образование в XXI веке». Тез. докл. - М.: МГУ. - 2000. - С. 243.
2. А.М. Толстик / Современный физический практикум. Сбор. тез. докл. VI уч.-метод. конф. стран Содружества. - М.: Изд. дом МФО. - 2000. - С. 148 - 149.
3. Г.С. Ландсберг. Оптика. - М.: Наука. - 1976. - 926 с.