

**А.П. ПЕТРОВ, В.В. ШЕПЕЛЕВИЧ**  
МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ**

Создание электронных пособий по физике и, в частности по квантовой электронике, довольно трудоемкий процесс. Однако большие временные затраты на их разработку компенсируются тем, что при использовании таких пособий значительно возрастает эффективность обучения учащихся путем наглядного представления различных обучающих фрагментов, которые очень сложно продемонстрировать в обычных пособиях.

Главной особенностью электронных пособий является то, что при использовании компьютерных технологий открываются большие возможности продемонстрировать объясняемые физические явления при помощи презентаций или анимаций, которые создают почти полную иллюзию реального присутствия обучаемого в мире моделируемого явления.

Раздел физики «квантовая электроника» является дополнительным подтверждением того, что не все детали опытов можно продемонстрировать на настоящем примере. Этот раздел изучает световые волны и электромагнитное излучение в целом, и нередко возникают задачи разработки анимаций или видеороликов экспериментов, связанных с таким сложным понятием, как когерентность света, проявляющаяся при формировании интерференционной картины.

Стоит отметить, что опыты по наблюдению интерференции света ученые начали проводить еще в XVII в. Исходя из полученных результатов стало известно, что световые волны обладают различными свойствами, влияющими на возможность создания интерференционной картины. Для определения способности световых волн интерферировать введена особая характеристика света – когерентность (от лат. *cohaerentio* – связь, сцепление).

Для объяснения физического механизма когерентного и некогерентного взаимодействия световых пучков можно использовать упрощенные модели световых колебаний, излучаемых атомами источника света.

Для примера рассмотрим мысленный опыт по измерению разности хода световых пучков. Выберем источник света  $S$  (рисунок 1), состоящий из большого числа независимо излучающих атомов. Нужно учесть, что атом испускает свет ограниченное время, следовательно, излучаемый свет будет состоять из большого количества волновых цугов, которые испускают отдельные атомы. Свет разделим на два пучка при

помощи полупрозрачного зеркала

таким образом, что один пучок будет падать на

экран Э, а другой будем направлять при помощи зеркала в область пересечения

первого пучка с экраном. При перемещении зеркала можно изменять разность хода взаимодействующих пучков. Для удобства можно предположить, что длины волновых цугов одинаковы, тогда когерентность света в этом случае будет характеризоваться длиной волнового цуга. Если расстояние между зеркалами будет больше длины волнового цуга, то вполне возможно, что пересекаться будут цуги различных атомов (рисунок 1а) и интерференционная картина будет неустойчивой. А если расстояние между зеркалами меньше длины волнового цуга, то будут частично пересекаться цуги, излучаемые одним и тем же атомом (рисунок 1а) и на экране должна будет наблюдаться устойчивая интерференционная картина.

При рассмотрении анимации этого мысленного опыта следует иметь в виду, что

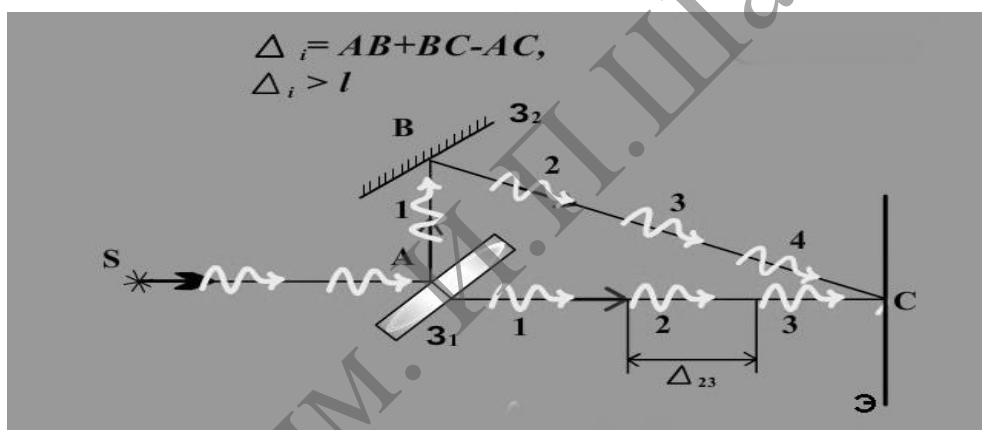


Рисунок 1 а

интерферируют только те цуги, которые относятся к одному и тому же фотону (рисунок 1а).

Большинство таких модельных опытов проще показывать при помощи анимаций или видеороликов. При разработке электронного пособия их можно прикреплять к учебному материалу и при чтении текста читатель может запускать анимацию или видеоролик самостоятельно.

Особенностями электронных пособий является не только демонстрация опытов, но и их компактность по сравнению с обычными учебными пособиями. Возможность мгновенно попасть в любую часть учебного материала также является немалым достоинством электронного пособия.

В современном мире электронные пособия занимают большое место в обучении, они просты в использовании, компактны и имеют возможность запускаться на любом электронном устройстве, будь то компьютер, ноутбук, планшет или телефон.

Кроме приведенного примера моделирования мысленного опыта по формированию понятия когерентности света в пособии содержатся также анимации других физических явлений. Это взаимодействие света с невозбужденным

и возбуждёнными атомами, взаимодействием группы фотонов с системой атомов, находящейся в тепловом равновесии с окружающей средой, с неравновесной системой атомов, моделирующей среду с инверсной населённостью, а также с системой атомов, моделирующей просветлённую нелинейную среду. Имеются также анимации, моделирующие принцип работы квантового усилителя, мазера и др.

Пособие может успешно использоваться на кружковых и факультативных занятиях в средней школе, а также применяться для самообразования.

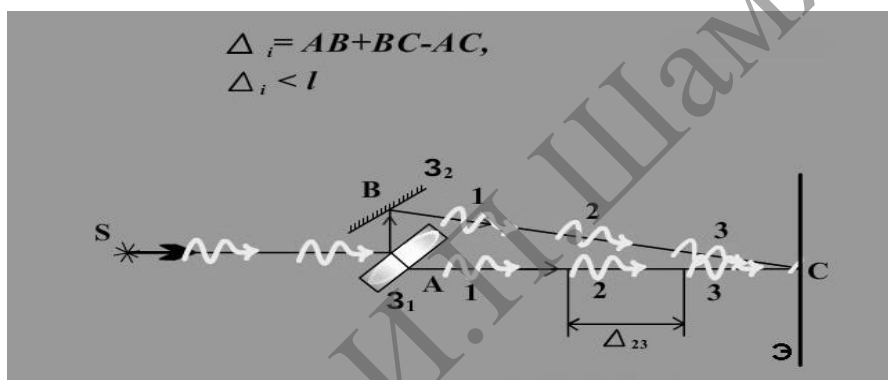


Рисунок 1 б

Электронное пособие «Введение в квантовую электронику» разработано на кафедре теоретической физики и прикладной математики на базе учебного пособия [1] и в настоящее время проходит апробацию в студенческих группах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шепелевич, В.В. Введение в когерентную оптику и голографию [Для физ.-мат. фак. пед. ин-тов] / В.В. Шепелевич. – Минск: Выш. шк., 1985. – 144 с.