

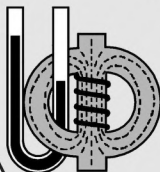
ISSN 2307-5457

*Primum
inter pares*

Материалы XXVI Всероссийской
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:
Актуальные проблемы. Современные
решения“

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ



УЧЕБНАЯ ФИЗИКА

Октябрь - декабрь 2021 №4

Издается с января 1997 года

СОДЕРЖАНИЕ

Основная школа

- В. В. Майер ПРостое и надежное колесо Франклина 3
Ю. А. Корнев

Старшая школа

- В. В. Майер УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ
Е. И. Вараксина ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА 8

- В. В. Майер ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УЧЕБНЫХ
Е. И. Вараксина ОПЫТОВ ПО КРИВОЛИНЕЙНОМУ
И. А. Васильев РАСПРОСТРАНЕНИЮ СВЕТА 20
К. М. Курбоналиев

Высшая школа

- В. В. Майер ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ
Е. И. Вараксина ПРИНЦИПА ГЮЙГЕНСА 24
К. М. Курбоналиев

- В. В. Майер ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭЛЛИПСА В ПАРАБОЛУ 31
А. А. Попова

Компьютер в эксперименте

- С. В. Марков ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКА ХОЛЛА
 ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
 В НАТУРНОМ КОМПЬЮТЕРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ 36

- Е. И. Вараксина ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ НАГЛЯДНОГО
О. Л. Соколова ОБРАЗА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЛН ... 44

Науковедение

Ю. А. Сауров	О СОВРЕМЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ (к 50-летию защиты докторской диссертации В. Г. Разумовским)	49
--------------	---	----

Исследования

Е. И. Вараксина	ИЛЛЮСТРАТИВНЫЙ И ДОКАЗАТЕЛЬНЫЙ УЧЕБНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ	58
-----------------	---	----

АВТОРЫ ЖУРНАЛА	68
ABSTRACTS	69
СТАТЬИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ЖУРНАЛЕ В 2021 ГОДУ	71

Редакция журнала:

В. В. Майер (главный редактор), Р. В. Акатов, Е. И. Вараксина, Л. С. Кропачева

Редакционный совет:

В. Е. Антонов	д.ф.-м.н., с.н.с., ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Л. Д. Григорьева	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
С. С. Назин	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
Г. Г. Никифоров	к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
А. Ю. Пентин	к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Ю. А. Сауров	д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров
Э. В. Суворов	д.ф.-м.н., профессор, ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Я. А. Чиговская–Назарова	к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов

Оргкомитет конференции:

М. Д. Даммер	д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
Ю. В. Иванов	к.п.н., доцент, Глазов
Н. Я. Молотков	д.п.н., профессор, Тамбов
Ф. А. Сидоренко	д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Т. Н. Шамало	д.п.н., профессор, Екатеринбург

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, Пединститут, Телефон: (341 41) 5–32–29.

E-mail: kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный педагогический институт имени В. Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686, перерегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77–69506.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

Сдано в набор 01.12.21. Подписано в печать 09.12.21. Дата выхода в свет: 17.12.21. Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,5.

Заказ 148. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Установка для фотографирования дисперсионной кривой (Майер В. В., Вараксина Е. И. Нормальная дисперсия света в демонстрационных и лабораторных экспериментах // Учебная физика. — 2021. — № 3. — С. 26–37).

УДК 372.853

Е. И. Варакина, О. Л. Соколова

ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ НАГЛЯДНОГО ОБРАЗА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЛН

Обосновано существование проблемы формирования наглядного образа интерференции. Проанализирована возможность создания такого образа средствами учебного физического эксперимента, графических и фотографических иллюстраций в школьных учебниках. Предложено на начальном этапе изучения интерференции дополнить учебный физический эксперимент интерактивной компьютерной анимацией, моделирующей наложение круговых волн, распространяющихся от двух точечных источников.

Ключевые слова: интерференция, волновая теория света, средства наглядности, учебный физический эксперимент.

1. Введение. Понятие интерференции относится к фундаментальным физическим понятиям, поскольку существование явления интерференции отличает волновой процесс от какого-либо другого. Это обстоятельство сыграло важную роль в построении волновой теории света, определяющей современную научную картину мира. Поэтому формированию понятия интерференции в школьном курсе физики уделяется большое внимание.

Однако практика показывает, что выпускники школы испытывают трудности при усвоении и объяснении оптических интерференционных явлений. Это, скорее всего, вызвано тем, что на начальном этапе изучения интерференции не был сформирован наглядный образ, обеспечивающий последующее осуществление мыслительной деятельности по освоению интерференционных явлений [1]. Чтобы проверить сделанное предположение, мы проанализировали имеющиеся в распоряжении учителя средства формирования наглядного образа интерференции.

2. Наглядный образ интерференции. В школьном курсе физики под интерференцией понимают «явление наложения в пространстве волн с образованием устойчивой во времени картины максимумов и минимумов амплитуды колебаний частиц среды» [2, с. 131]. Средства наглядности должны показывать: 1) два точечных источника, от которых расходятся круговые волны с одинако-

вой скоростью и длиной волны; 2) независимое распространение волн от каждого источника; 3) образование устойчивой картины максимумов в тех областях, куда волны приходят в фазе, и минимумов — там, куда волны приходят в противофазе; 4) устойчивость расположения максимумов и минимумов несмотря на движение линий равной фазы интерферирующих волн.

3. Учебный физический эксперимент. Традиционным при введении понятия интерференции является эксперимент с волнами на поверхности воды в волновой ванне. Для наблюдения максимумов и минимумов интерференции необходим стробоскопический источник света, частота которого равна частоте волн. Подготовка убедительного опыта требует от учителя сформированных навыков экспериментальной деятельности, включающей, в том числе, и умения доказательно использовать учебные опыты. Современные экспериментальные установки [3], возможно, обеспечивают демонстрацию интерференции без существенных временных и интеллектуальных затрат, но они отсутствуют в большинстве школ. Кроме того, при стробоскопическом наблюдении не видно движение волн на поверхности воды. Без стробоскопического освещения хорошо заметно распространение круговых волн с определенной скоростью, но плохо видно интерференционную картину. Таким образом, эксперимент с волнами на воде целесообразно проводить, когда учащиеся уже понимают, что они должны увидеть.

4. Учебник физики. Наглядный образ устойчивой картины максимумов и минимумов при распространении круговых волн с

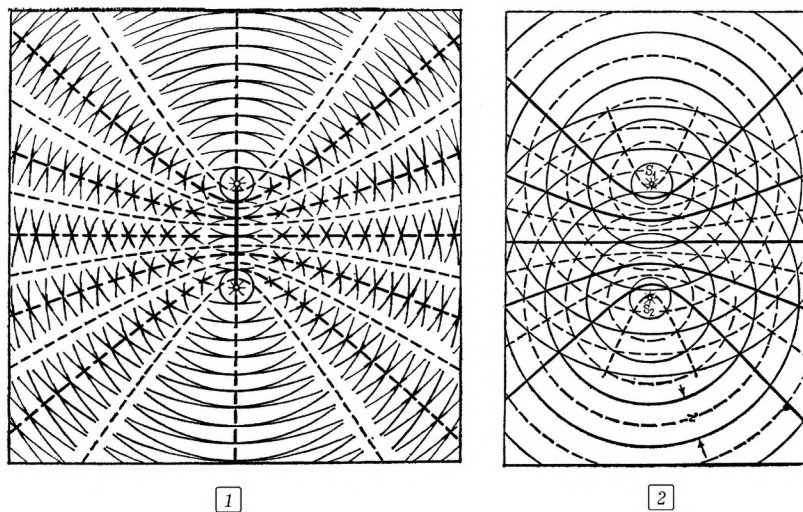


Рис. 1

одинаковыми длинами волн формируется с помощью иллюстраций в учебнике [4, с. 116–119]. На рис. 1.1 дана одна из таких иллюстраций учебника, на которой показаны: два точечных источника; линии равных фаз круговых волн, расходящихся от источников; области, куда волны приходят в фазе (максимумы, жирный пунктир) и в противофазе (минимумы, тонкий пунктир). Подобный рисунок потом используется при рассмотрении условий максимумов и минимумов (рис. 1.2) и перераспределения энергии в плоскости, расположенной напротив когерентных источников. Таким образом, в учебнике не только формируется наглядный образ интерференции, но и демонстрируется его использование для изучения интерференции света.

В современных классических школьных учебниках для формирования наглядного образа интерференции используются иллюстрации, приведенные на рис. 2. Первая из них присутствует в учебнике 1993 года издания [5], вторая — в учебнике 2014 года издания [6], третья — в учебнике 2016 года издания [2].

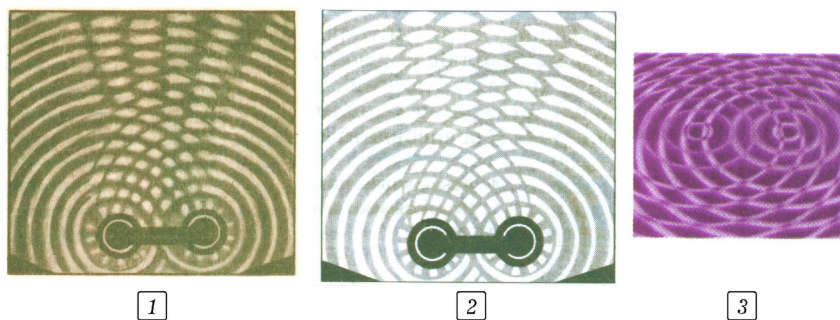


Рис. 2

Для пояснения иллюстраций во всех трех изданиях учебника приводится примерно одинаковый текст: «На рис. 2.1 показан рисунок с фотографии интерференционной картины для двух круговых волн от двух источников (черные кружки). Белые участки в средней части фотографии соответствуют максимумам колебаний, а темные — минимумам» [5, с. 113]. В более новых изданиях [6, с. 201] и [2, с. 133] вместо слов «рисунок с фотографии» используется термин «фотография». Недостатком первых двух рассмотренных иллюстраций является асимметрия интерференционной картины, вследствие которой, например, неясно, максимум или минимум находится в центре картины. Сами максимумы и минимумы имеют неправильную форму. Третья иллюстрация и относящийся к ней текст еще менее убедительно формируют наглядный образ образования интерференционных максимумов и минимумов: совершенно

непонятно, что понимается под «белыми участками» соответствующими максимумам и «темными», соответствующими минимумам.

5. Компьютерная программа. Мы предлагаем на начальном этапе изучения понятия интерференции дополнить учебный физический эксперимент с волнами на воде интерактивной анимацией, созданной с помощью простой компьютерной программы. Программа строит две точки и систему окружностей, радиус которых увеличивается с некоторой скоростью. Эти окружности моделируют линии равных фаз круговых волн, расходящихся от двух точечных источников. При этом возникает визуальный эффект: там, где пересекаются линии равных фаз волн, идущих от двух источников, образуется светлая область — максимум, между максимумами видны темные области — минимумы (рис. 3). Учащиеся в динамике видят непрерывное движение линий равной фазы от источников. При этом расположение максимумов и минимумов интенсивности остается неизменным. Меняя параметры системы окружностей, моделирующих движущиеся линии равных фаз, и расстояние между точками, моделирующими источники, создают наглядные образы изменения интерференционной картины в зависимости от длины волны и расстояния между источниками, сравнивают модели интерференционных картин при колебаниях источников в фазе и противофазе.

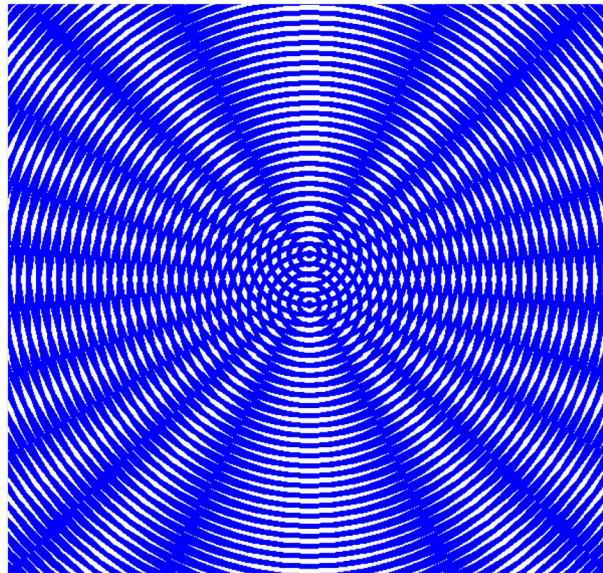


Рис. 3

6. Заключение. Предлагаемая компьютерная модель создает наглядный образ интерференции круговых волн на горизонтальной поверхности жидкости. Этот образ активизирует мыслительную деятельность обучающихся при изучении волновых процессов и способствует пониманию сущности явлений интерференции звуковых, электромагнитных и световых волн. Возможность наблюдения интерференционной картины в динамике при изменении таких параметров модели, как длина волны, разность фаз между волнами и расстояние между источниками волн облегчает усвоение теоретических моделей волновой физики и снижает уровень формализма при решении физических задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шамало Т. Н., Усольцев А. П. Учебный физический эксперимент как средство активизации мыслительной деятельности учащихся // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 28. — М.: ИСРО РАО, 2018. — С. 10–13.
2. Мякишев Г. Я. Физика. 11 класс : учеб. для общеобразоват. организаций : базовый уровень / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин; под ред. Н. А. Парфентьевой. — М. : Просвещение, 2016. — 432 с.
3. Набор демонстрационный «Волновая ванна» <https://1-microgus.ru/catalog/278/2597/>
4. Элементарный учебник физики: Учеб. пособие. В 3 т. / Под ред. Г. С. Ландсберга: Т.3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. — М.: Физматлит, 2001. — 656 с.
5. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б. Физика: Учеб. для 11 кл. сред. шк. — 2-е изд., дораб. — М.: Просвещение, 1993. — 254 с.
6. Мякишев Г. Я. Физика. 11 класс : учеб. для общеобразоват. организаций с прил. на электрон. носителе : базовый и профил. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин; под ред. Н. А. Парфентьевой. — М. : Просвещение, 2014. — 399 с.

Глазовский государственный
педагогический институт

Поступила в редакцию 01.12.21.

ABSTRACTS

Mayer V. V., Kornev Yu. A. A simple and reliable Franklin wheel. A simple method of making a Franklin wheel is described, accessible even to those students who are just starting to study physics. The idea of this method can become the basis of a student project, the final stage of which is the demonstration of the Franklin wheel in a school lesson. *Keywords:* electrostatics, Franklin wheel, student project, demonstration experiment.

Mayer V. V., Varaksina E. I. Arrangement and operating principle of piezoelectric generator. The arrangement and the principle of operation of the piezoelectric generator are considered. A series of simple experiments on the educational study of a piezoelectric high voltage source is described. The article is a didactic resource of project activity intended for high school students and teachers. *Keywords:* piezoelectric generator, electrometer, simple experiments, educational research, didactic resource.

Mayer V. V., Varaksina E. I., Vasiliev I. A., Kurbonaliev K. M. Equipment for educational experiments on curved light propagation. The equipment and procedure for preparing a demonstration experiment on the curvilinear propagation of light in an optically inhomogeneous medium formed by a layer between two miscible liquids are described. *Keywords:* glass cuvette, water, saturated salt solution, fluorescein, semiconductor laser.

Mayer V. V., Varaksina E. I., Kurbonaliev K. M. Experimental substantiation of the Huygens principle. A series of demonstration experiments on the propagation of light in an optically homogeneous and inhomogeneous liquids is described. In experiments, estimates of the radius of curvature of a light beam are compared in two ways: by direct measurement of the parameters of a curved beam and calculation based on the Huygens principle. *Keywords:* Huygens principle, optically inhomogeneous medium, refractive index gradient, radius of curvature of the light beam.

Mayer V. V., Popova A. A. Transformation of an ellipse into a parabola. The transition from the ellipse equation in canonical form to the parabola equation is considered. This makes it possible to implement a unified approach when studying the optical properties of an ellipse and a parabola. *Keywords:* equation of ellipse in canonical form; equation of second-order curve related to its vertex; equation of parabola.

Markov S. V. Scientific research of the magnetic fields using the Hall generator in a full-scale computer experiment. The electromagnetic induction research was examined. A graph of the magnetic induction and the resulting EMF of induction in the loop were built. The experiment was worked for lab out of the quantitative study of the law of electromagnetic induction. *Keywords:* a full-scale computer experiment, an electromagnetic induction, a lab, Hall generator, to visualize electromagnetic processes.

Varaksina E. I., Sokolova O. L. The problem of forming a visual image of interference of mechanical waves. The existence of the problem of forming a visual image of interference is substantiated. The possibility of creating such an image by means of an educational physical experiment, graphic and photographic illustrations in school textbooks is analyzed. At the initial stage of studying interference, it is proposed to supplement the educational physical experiment with interactive computer animation simulating the superposition

of circular waves propagating from two point sources. *Keywords*: interference, wave theory of light, visual aids, educational physical experiment.

Saurov Yu. A. On the modernity of the development of creative abilities (to the 50th anniversary of the defense of the doctoral dissertation by V. G. Razumovsky). Memory is our great and eternal resource. It sets and preserves patterns of activity in the past for the present and the future. The defense of the dissertation is not only personally significant, but socially and socially significant. The defense of the doctoral dissertation by V. G. Razumovsky has so far directly or indirectly influenced the development of methods of teaching physics. This article outlines the essential features of this study. *Keywords*: creativity, dissertation, history of physics teaching methods.

Varaksina E. I. Illustrative and evidential educational physical experiment. Our articles published in the journals «Educational Physics» No. 1 and No. 3 show the need for systematic research activities of subjects of physical education in the field of educational physical experiment. To formulate the purpose of this activity, we propose to turn to the concepts of *illustrative* and *evidential* experiment. *Keywords*: educational physical experiment, research, conclusiveness, illustrativity.