ISSN 2307-5457

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ

УЧЕБНАЯ ФИЗИКА

Primus inter pares

Материалы XXX Всероссийской научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения"

Апрель - июнь 2025 №2

Издается с января 1997 года

СОДЕРЖАНИЕ

Основная школа

Е. И. Вараксина, В. В. Майер, А. В. Долженко — ГЕМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЕРДЦА ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ОПЫТОВ НА УРОКАХ ФИЗИКИ И БИОЛОГИИ 3

Старшая школа

В. В. Майер, Е. И. Вараксина — ИЗМЕРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ДЕМОНСТРАЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ... 13

Высшая школа

В. Е. Сидоров, Б. А. Русанов, А. П. Усольцев, В. А. Семериков, А. А. Сабирзянов — СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ОПТИКЕ НА БАЗЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТЕХНОПАРКА «КВАНТОРИУМ» 21

В. В. Майер, Е. И. Вараксина, И. И. Мышкин — ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ КАК ОБЪЕКТ УЧЕБНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ 35

Компьютер в эксперименте

С. В. Барышников — ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ПАНЕЛИ В СОСТАВЕ ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРИИ 51

Науковедение

Ю. А. Сауров — О ЖИЗНИ И ПРОБЛЕМАХ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ АКАДЕМИКА В. Г. РАЗУМОВСКОГО 59

АВТОРЫ ЖУРНАЛА 72

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

Редакционный совет:

С. В. Барышников	д.ф.-м.н., профессор, Благовещенск
И. В. Гребенев	д.п.н., профессор, Нижний Новгород
М. Д. Даммер	д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
О. В. Лебедева	д.п.н., доцент, Нижний Новгород
Ю. А. Сауров	д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров
А. П. Усольцев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
А. А. Шаповалов	д.п.н., профессор, Барнаул

Оргкомитет конференции:

Н. Я. Молотков	д.п.н., профессор, Тамбов
Г. Г. Никифоров	к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Ф. А. Сидоренко	д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Я. А. Чиговская–Назарова	к.филол.н., доцент, ректор ГИПУ, Глазов
Т. Н. Шамало	д.п.н., профессор, Екатеринбург

Перечень ВАК: Журнал «Учебная физика» включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Минобрнауки России в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, ФГБОУ ВО «ГИПУ», Телефон: (341 41) 5–32–29.
E-mail: uch-fiz@mail.ru, kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно–педагогический университет 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.

Подписной индекс: 79876.

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

Сдано в набор 02.06.25. Подписано в печать 25.06.25.
Дата выхода в свет: 27.06.25.
Формат 60×90 1/16. Усл. печ. л. 4,5.

Заказ 170. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Демонстрация дифракции света на тумане.

Научная статья
ББК 74.262.23
УДК 372.853

В. Е. Сидоров, Б. А. Русанов, А. П. Усольцев
В. А. Семериков, А. А. Сабирзянов

СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ОПТИКЕ НА БАЗЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТЕХНОПАРКА «КВАНТОРИУМ»

Обоснована необходимость совершенствования лабораторного физического практикума педагогического вуза, вызванная открытием в вузах современных кванториумов и технопарков. Предлагается модернизированный в указанном направлении практикум по геометрической и волновой оптике. Лабораторные работы практикума предназначены в первую очередь для будущих и действующих учителей физики, а также для интересующихся оптикой старшеклассников.

Ключевые слова: педагогический вуз, кванториум и технопарк, лабораторный практикум, геометрическая и волновая оптика.

V. E. Sidorov, B. A. Rusanov, A. P. Usoltsev
V. A. Semerikov, A. A. Sabirzyanov

CREATION OF OPTICS LABORATORY WORKSHOP ON BASIS OF PEDAGOGICAL TECHNOPARK «QUANTORIUM»

The necessity of improving the laboratory practice of pedagogical university caused by the opening of modern quantoriums and technoparks is substantiated. A workshop on geometric and wave optics, upgraded in this direction, is proposed. The laboratory work of the workshop is intended primarily for future and current physics teachers, as well as for high school students interested in optics.

Keywords: pedagogical university, quantorium and technopark, laboratory workshop, geometric and wave optics.

DOI: 10.62957/2307-5457-2025-2-21-34

© Сидоров В.Е., Русанов Б.А., Усольцев А.П., Семериков В.А., Сабирзянов А.А., 2025

Введение. Открытие кванториумов и технопарков в педагогических ВУЗах России потребовало изменить концепцию формирования лабораторных практикумов по физике, так как в состав практикумов должны быть включены лабораторные работы, доступные не только студентам, но и старшим школьникам, учителям и студентам гуманитарных направлений профессиональной подготовки. Важно использовать имеющийся технический и дидактический потенциал современных цифровых технологий, при этом никоим образом не заменяя предметную деятельность студентов виртуальным моделированием. Эти обстоятельства определили актуальность изменения системы физического практикума для студентов педагогического вуза путем как модернизации имеющихся лабораторных работ, так и включения в него новых.

В качестве примера такого модернизированного практикума, разработанного и используемого в Уральском государственном педагогическом университете, приведены работы по двум разделам оптики — геометрической и волновой. Работы по квантовой оптике перенесены в практикум по квантовой физике.

В каждой лабораторной работе дается краткое описание теории вопроса [1–5], самой лабораторной установки, задание для студентов и некоторые контрольные вопросы. В перечень контрольных вопросов обязательно входят вопросы, связанные с проверкой понимания физического содержания, и вопросы на выявление готовности студента использовать лабораторные установки в своей профессиональной деятельности в качестве учителя физики. Но в представленной статье для оптимизации ее объема эти вопросы не приводятся, а указываются лишь те, которые направлены на проверку понимания студентом технической идеи, положенной в основу экспериментальной установки, и смысла эксперимента.

Геометрическая оптика

Лабораторная работа 1. Определение показателей преломления твердых и жидких тел

Задание 1. Определение показателя преломления по полному отражению в плоскопараллельной пластине. Осветитель, представляющий собой систему, состоящую из лампы накаливания на одном конце и собирающей линзы на другом, проходит через верхнюю крышку черного ящика и может быть закреплен на требуемой высоте с помощью стопорного винта. Затемняющий ящик со стороны наблюдателя открыт. На дно ящика помещается испытуемый образец в виде плоскопараллельной пластины (рис. 1 *а*).

Участки нижней поверхности образца, на которые падает много отраженного света, оказываются освещенными. Темным остается круг вокруг источника, в который попадает мало отраженного света. Чтобы контраст между освещенными и неосвещенными

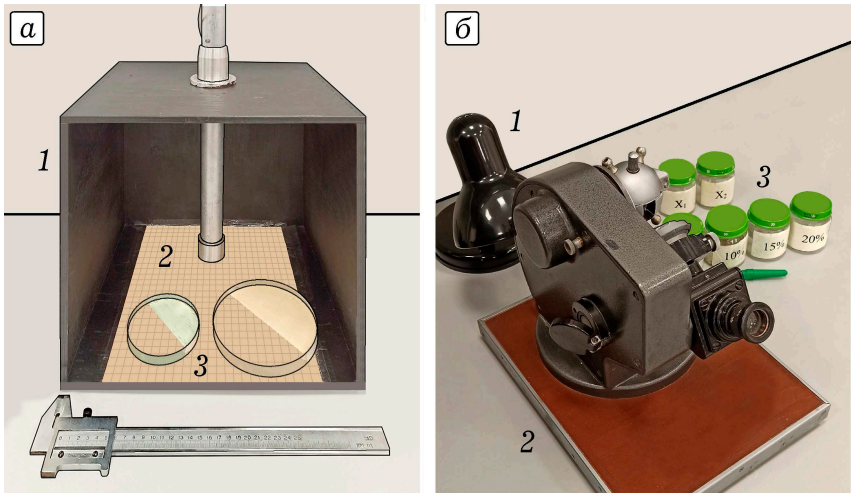

Рис. 1. Лабораторная установка для определения показателей преломления твердых и жидких тел: *а* — блок для работы с твердыми телами (*1* — затемняющий ящик с осветителем, *2* — миллиметровая бумага, *3* — плоскопараллельные пластины цилиндрической формы); *б* — блок для работы с жидкостями (*1* — осветитель, *2* — рефрактометр Аббе, *3* — набор растворов и пипетка)

участками был лучше виден, нижняя поверхность образца покрыта белой краской. Диаметр D темного круга зависит от толщины пластины и показателя преломления ее вещества. Поэтому, зная толщину пластины и диаметр темного круга, можно вычислить показатель преломления.

Задание 2. Измерение показателя преломления воды и водных растворов хлорида натрия с помощью рефрактометра Аббе. Свое название рефрактометр получил от слова «рефракция» — преломление. Он был изобретен в XIX веке немецким физиком Э. Аббе и предназначен для измерения показателя преломления жидкостей. Так как показатель преломления раствора зависит от концентрации растворенного вещества, становится возможным оптическим способом найти эту концентрацию. Благодаря этому рефрактометры применяются в медицине, фармацевтической и химической промышленности. Прибор позволяет измерять показатели преломления жидкостей от 1,3 до 1,7 (рис. 1 *б*).

Контрольные вопросы. 1) Сформулируйте законы отражения и преломления света. 2) Что называется показателем преломления? 3) В каком случае наблюдается явление полного внутреннего отражения? 4) Выведите формулу, связывающую предельный угол полного внутреннего отражения с показателем преломления. 5) Объ-

ясните причину появления темного круга при падении сфокусированного пучка света на плоскопараллельную пластину. 6) Опишите ход лучей в рефрактометре. Объясните причину появления границы света и тени.

● Выполняя эту лабораторную работу, студенты проверяют на практике законы отражения и преломления света, рассчитывают погрешности измерений, строят графики и определяют содержание хлорида натрия в растворах с неизвестной концентрацией.

Лабораторная работа 2. Определение фокусного расстояния собирающих и рассеивающих линз

Внешний вид установки показан на рис. 2. На оптической скамье расположены осветитель с закрепленным на нем предметом, линза и экран.

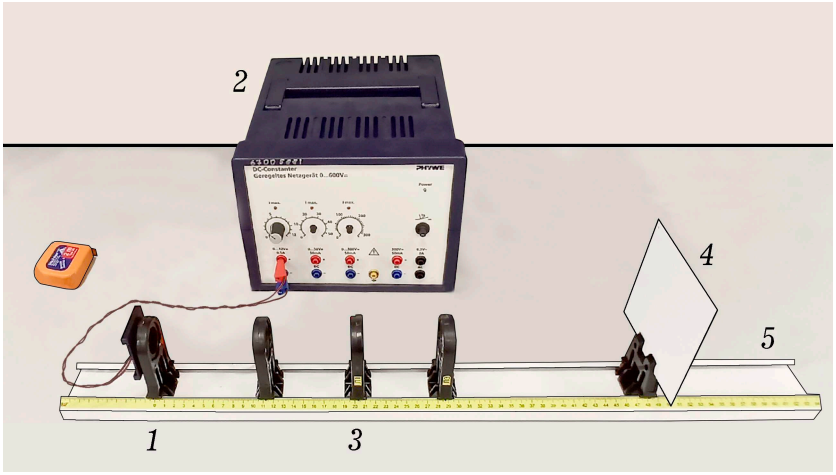

Рис. 2. Лабораторная установка для определения фокусного расстояния собирающих и рассеивающих линз: *1* — светодиоды; *2* — блок питания; *3* — набор линз; *4* — экран; *5* — оптическая скамья

Задания. 1) Определение фокусного расстояния собирающей линзы по расстояниям от линзы до предмета и его изображения. 2) Определение фокусного расстояния собирающей линзы по размеру предмета и его изображения. 3) Определение фокусного расстояния собирающей линзы по методу Бесселя. 4) Определение фокусного расстояния рассеивающей линзы.

Контрольные вопросы. 1) Постройте изображение для случаев, когда предмет находится: между линзой и ее фокусом; между фокусом и двойным фокусом; за двойным фокусом. 2) В чем суть

метода Бесселя? В чем его преимущество перед другими методами определения фокусного расстояния линзы? 3) Каким методом можно определить фокусное расстояние рассеивающей линзы? 4) Каким должно быть соотношение фокусных расстояний собирающей и рассеивающей линз, чтобы система, составленная из поставленных вплотную этих линз, была собирающей?

● В качестве источников света мы стали использовать разноцветные светодиоды, что сделало работу весьма привлекательной для студентов, а также позволило повысить надежность работы оборудования. Новые держатели для линз и оптическая скамья были получены в комплекте оборудования для Кванториума.

Лабораторная работа 3. Изучение микроскопа

Задания. 1) Определение увеличения микроскопа (рис. 3). 2) Определение размеров микрообъектов. 3) Определение показателя преломления стеклянной пластинки при помощи микроскопа.

Контрольные вопросы. 1) Назовите основные части микроскопа и укажите их назначение. 2) Охарактеризуйте свойства изображения, даваемого микроскопом. 3) Напишите формулу для увеличения микроскопа. Как увеличение микроскопа можно определить на опыте? 4) Чему равно предельно возможное увеличение оптического микроскопа? Какие причины его ограничивают? 5) Как можно определить показатель преломления стекла при помощи микроскопа? 6) Почему предмет, рассматриваемый через слой какого–либо прозрачного вещества (например, воды или стекла), кажется нам находящимся ближе, чем он расположен на самом деле?

● После выполнения этой работы студенты начинают понимать возможности оптического микроскопа, а также экспериментально определяют размеры микрообъектов.

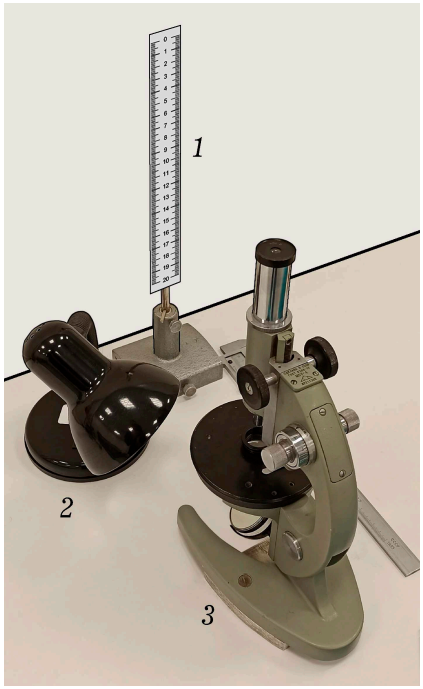

Рис. 3. Лабораторная установка для изучения микроскопа: *1* — линейка, закрепленная на штативе; *2* — осветитель; *3* — световой микроскоп

Волновая оптика

Лабораторная работа 4. Определение длины волны света с помощью колец Ньютона

Эта работа представлена в двух вариантах — классическом и с использованием компьютера. Внешний вид классического варианта установки показан на рис. 4. Линза, прижатая к плоскопараллельной пластине, находится под объективом микроскопа. Данная система закреплена в контейнере, размещенном на предметном столике микроскопа. Студент смотрит в окуляр микроскопа и, пользуясь шкалой микрометра, закрепленного на предметном столике, определяет диаметры колец.

Задания. 1) Наблюдение колец Ньютона в белом свете. 2) Измерение диаметров темных колец Ньютона в монохроматическом свете.

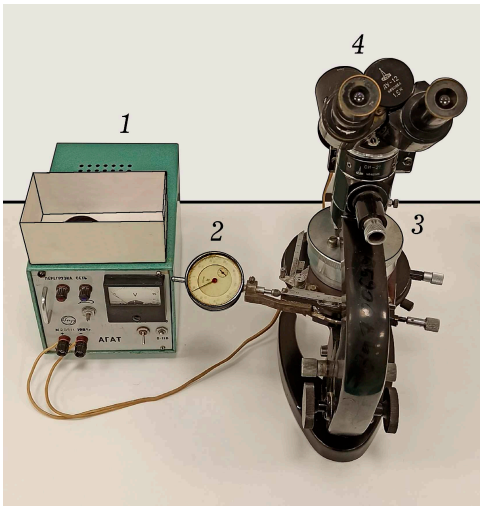

Рис. 4. Лабораторная установка для определения длины волны света с помощью колец Ньютона: *1* — блок питания осветителя; *2* — закрепленный микрометр; *3* — контейнер с системой «плоскопараллельная пластина–линза»; *4* — микроскоп

Контрольные вопросы. 1) Как образуются когерентные лучи, создающие интерференционную картину колец Ньютона? 2) Почему кольца Ньютона относятся к так называемым полосам равной толщины? 3) Объясните причину появления темного центрального пятна. 4) Опишите картину колец Ньютона в белом свете. 5) Почему при наблюдении в белом свете число наблюдаемых колец меньше, чем в монохроматическом? 6) Как изменяются кольца Ньютона

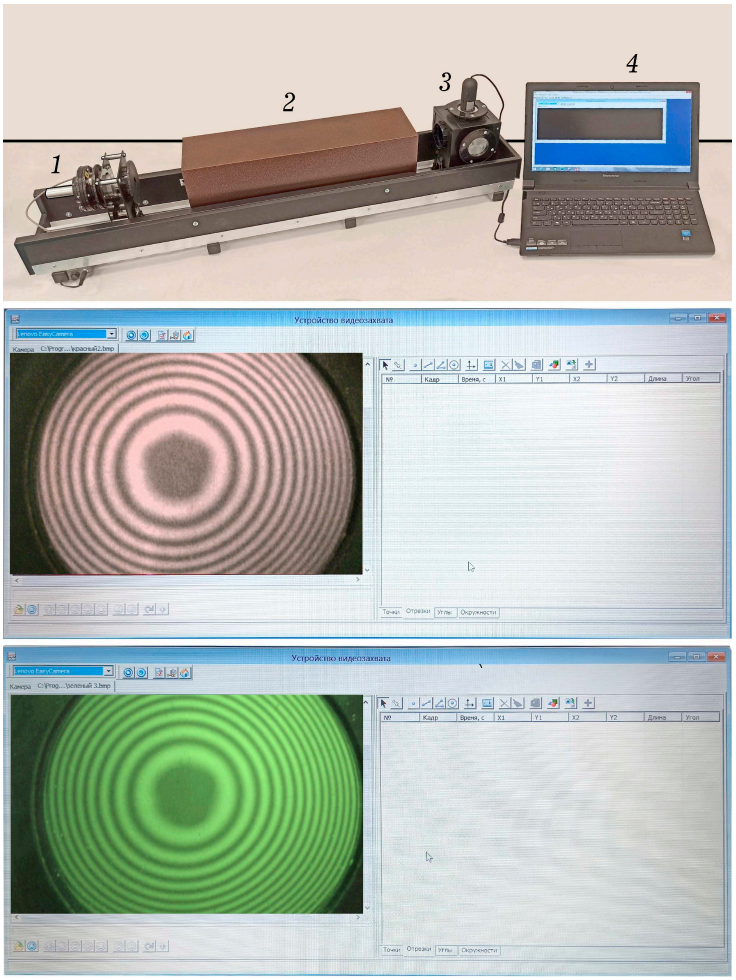

Рис. 5. Модернизированная лабораторная установка для определения длины волны света с помощью колец Ньютона: *1* — лазер; *2* — затемняющий контейнер; *3* — сборка «кольца Ньютона» и цифровой микроскоп; *4* — компьютер с установленным программным обеспечением. Снизу показаны окна программы для обработки полученных изображений

при изменении радиуса кривизны линзы, показателя преломления материала линзы, показателя преломления материала плоскопараллельной пластинки? 7) Как изменяется интерференционная картина в ее центре, если линзу постепенно поднимать над пластинкой?

Внешний вид модернизированного варианта установки показан на рис. 5. Излучение лазера, пройдя через линзу, попадает в оптический бокс через входное окно, в котором установлен рассеива-

ющий элемент. Излучение, отраженное от светоделительной пластины, освещает сборку «Кольца Ньютона». Отраженный от нее свет проходит через светоделительную пластину и регистрируется цифровым микроскопом, который соединен с компьютером. На экране компьютера возникает картина колец Ньютона (рис. 5 снизу), которую студенты потом обрабатывают, пользуясь встроенным программным обеспечением.

● Наличие программного обеспечения, позволяющего обрабатывать результаты эксперимента на компьютере, делает эту работу очень привлекательной в глазах современных студентов.

Лабораторная работа 5. Интерферометр Майкельсона

Внешний вид установки показан на рис. 6. Лабораторная установка состоит из оптической скамьи, на которой закреплены лазер, линза, интерферометр Майкельсона, а также отдельно стоящих линзы и экрана. Суть опыта состоит в том, чтобы пронаблюдать интерференционную картину на экране, а также по измерению параметров этой картины определить длину волны монохроматического излучения.

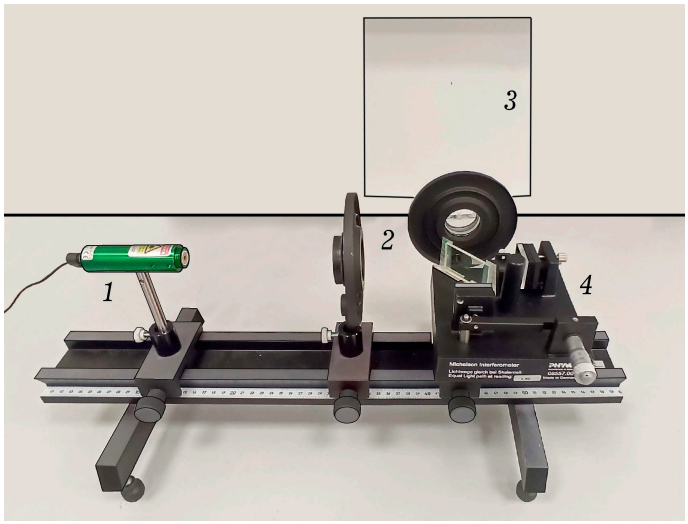

Рис. 6. Лабораторная установка для изучения интерферометра Майкельсона: *1* — лазер; *2* — линзы; *3* — экран; *4* — интерферометр Майкельсона

Задание 1. Получение и совмещение изображений двух лучей. В начале опыта отдельно стоящая линза не используется, а луч лазера, проходя через линзу, закрепленную на оптической скамье,

попадает на интерферометр, вследствие чего на экране наблюдается два изображения луча. Вращением микрометрических винтов точной настройки (на правом торце интерферометра) студентам необходимо добиться совмещения изображений лучей.

Задание 2. Наблюдение интерференционной картины на экране и определение длины волны монохроматического излучения. Регулируя положение зеркала микрометром, измеряют смещение интерференционной картины на экране.

Контрольные вопросы. 1) Почему на экране наблюдались два изображения одного источника после прохождения интерферометра Майкельсона? 2) Объясните схему интерферометра Майкельсона. 3) Объясните наблюдаемую интерференционную картину. 4) Как может быть вычислена длина волны монохроматического света по данным о положении элементов интерферометра Майкельсона?

● Использование оптической системы в представленной лабораторной работе позволяет студентам на опыте убедиться в возможности создания когерентных монохроматических световых волн, а также использовать свои знания, полученные при изучении раздела «Механика», при работе с микрометром.

Лабораторная работа 6. Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

Эта работа также существует в двух вариантах — классическом и модернизированном. Классический вариант основан на использовании гониометра. Внешний вид установки показан на рис. 7. В работе используется плоская отражательная дифракционная решетка, имеющая 600 штрихов на 1 мм. Источником света является ртутная лампа.

Задания. 1) Определение длин волн в видимой части спектра. 2) Вычисление угловой дисперсии и разрешающей способности дифракционной решетки.

Контрольные вопросы. 1) Что называется дифракцией света? Приведите примеры ее проявления. 2) Сформулируйте принцип Гюйгенса–Френеля. 3) Что такое разрешающая способность дифракционной решетки и чему она равна? 4) Что такое угловая дисперсия D_φ дифракционной решетки и чему она равна? 5) От чего зависит общее число главных максимумов, наблюдаемых при дифракции на решетке в монохроматическом свете? 6) Как выглядит дифракционная картина при освещении решетки светом, имеющим сплошной спектр?

Модернизированный вариант лабораторной установки «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки» представлен на рис. 8. В модернизированной работе используется прозрачная дифракционная решетка, имеющая 600 штрихов

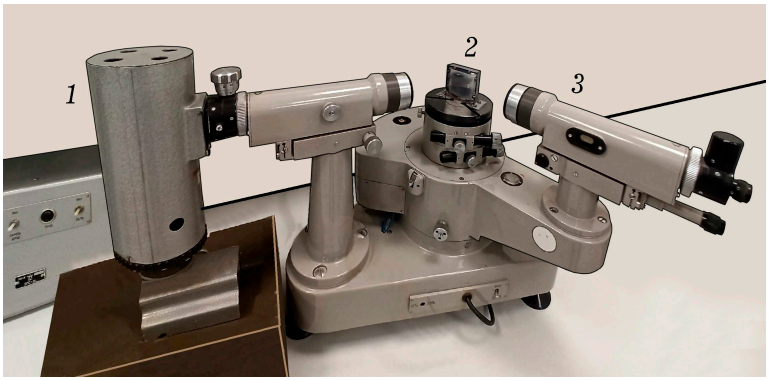

Рис. 7. Лабораторная установка для определения длины световой волны с помощью дифракционной решетки: *1* — ртутная лампа; *2* — отражательная дифракционная решетка; *3* — гониометр Г–5

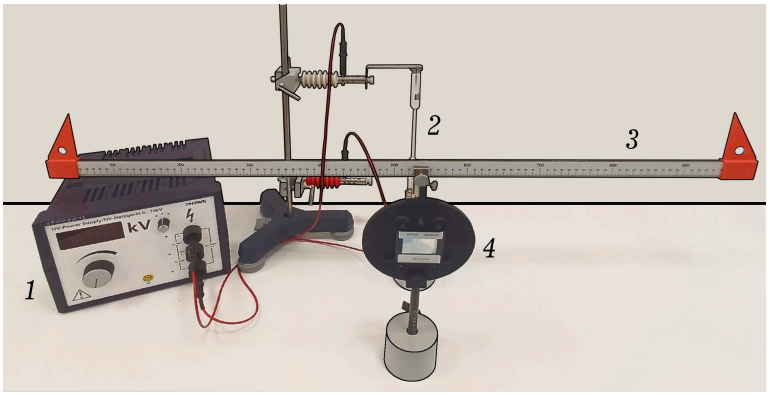

Рис. 8. Модернизированная лабораторная установка для определения длины световой волны с помощью дифракционной решетки: *1* — блок питания; *2* — спектральная трубка (He); *3* — линейка; *4* — дифракционная решетка

на 1 мм, блок питания, спектральная трубка с гелием, линейка. Особенностью работы является необходимость точной настройки линейки в плоскости параллельной дифракционной решетке, это необходимо для точного проведения отсчета. При реализации работы студенты выполняют два основных задания.

Задание 1. Настройка оптической системы. Настройка заключается в юстировке линейки и штатива, на котором закреплена спектральная трубка. Настройка должна быть проведена таким образом, чтобы при наблюдении через дифракционную решетку были

видны максимумы дифракции первого порядка, а также максимум нулевого порядка (белая линия от спектральной трубки).

Задание 2. Измерения и вычисления. Измерения положений максимумов первого порядка производятся по шкале линейки. По полученным в эксперименте данным вычисляются длины волн для различных цветов.

Контрольные вопросы для студентов носят универсальный характер и приведены выше.

● Модернизированный вариант установки прост в использовании и позволяет студентам сделать акцент не на освоении нового оборудования, а непосредственно, на проведении эксперимента и вычислениях. Однако, отметим, что необходимость в точной первичной настройке оптической системы может вызвать затруднения.

Лабораторная работа 7. Изучение поляризованного света

Внешний вид установки показан на рис. 9. Установка размещается на оптической скамье и состоит из осветителя, поляризатора, анализатора, фотоприемника и вольтметра, подключенного к выходу фотоприемника. Показания вольтметра пропорциональны интенсивности падающего на фотоприемник света. Поляризатор и анализатор могут поворачиваться вокруг направления светового луча и снабжены шкалами для измерения углов.

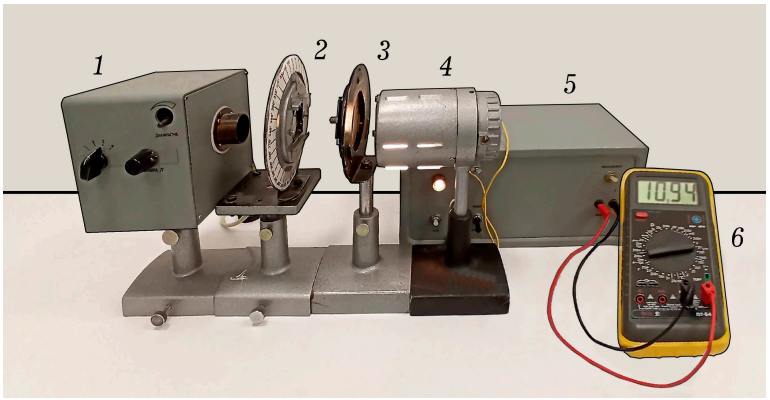

Рис. 9. Лабораторная установка для изучения поляризованного света: *1* — фотодатчик; *2* — анализатор; *3* — поляризатор; *4* — осветитель; *5* — блок питания и измерения; *6* — мультиметр, включенный в режиме измерения напряжения

Задания. 1) Изучение характера поляризации света, испускаемого лампой накаливания. 2) Проверка закона Малюса.

Контрольные вопросы. 1) Чем отличается плоскополяризованный свет от естественного света? Как превратить неполяризованный свет в поляризованный? 2) Чем можно объяснить, что свет,

испускаемый большинством источников, не поляризован? 3) Что такое степень поляризации? 4) Сформулируйте закон Брюстера. 5) Сформулируйте закон Малюса. 6) Вычислите угол Брюстера на границе воздуха и стекла. 7) Каков угол между отраженным и преломленным лучом в случае, когда угол падения равен углу Брюстера?

Лабораторная работа 8. Изучение вращения плоскости поляризации света

Внешний вид лабораторной установки показан на рис. 10. Есть вещества, которые обладают способностью вращать плоскость поляризации света. Они называются оптически активными. Если через такое вещество пропустить плоскополяризованный свет, то, выйдя из него, свет останется плоскополяризованным, но плоскость поляризации повернется на некоторый угол. Угол поворота плоскости поляризации оптически активными веществами равен

$$\varphi = \Theta l, \tag{1}$$

где l — толщина слоя вещества, через который проходит свет; Θ — постоянная вращения. Величина Θ является характеристикой данного вещества, она также сильно зависит от длины волны света.

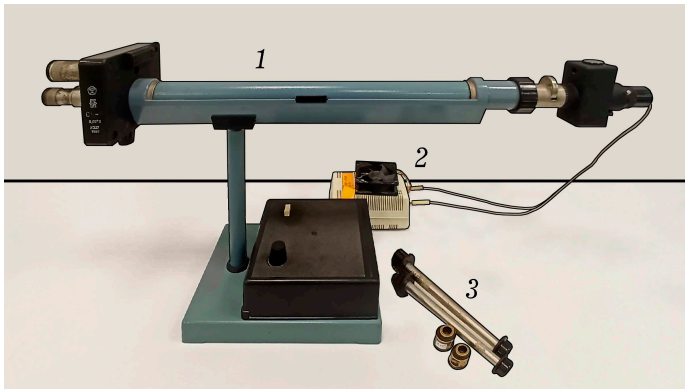

Рис. 10. Лабораторная установка для изучения вращения плоскости поляризации света: *1* — сахариметр; *2* — блок питания; *3* — набор исследуемых объектов

В растворах оптически активных веществ угол поворота плоскости поляризации можно найти по формуле

$$\varphi = [\Theta] l c, \tag{2}$$

где c — концентрация активного вещества; $[\Theta]$ — удельная постоянная вращения. На использовании зависимости (2) основано действие поляриметров или сахариметров — приборов, позволяющих найти концентрацию сахара в растворах по углу поворота плоскости поляризации.

Задания. 1) Изучение вращающего действия кварцевой пластинки. 2) Изучение вращающего действия сахарного раствора. 3) Определение концентрации сахара в растворе.

Контрольные вопросы. 1) Объясните устройство сахариметра и назначение его отдельных частей. 2) Какие существуют разновидности оптически активных веществ? 3) От чего и как зависит угол поворота плоскости поляризации раствором оптически активного вещества? 4) Что называется постоянной вращения и удельной постоянной вращения? В каких единицах они измеряются? 5) Предположим, кристаллическая пластинка осуществляет правое вращение плоскости поляризации. Каким будет вращение плоскости поляризации при пропускании через нее лучей в обратном направлении?

Заключение. Для понимания основных явлений и законов оптики одних только лекций и практических занятий недостаточно. Студентам необходимы навыки наблюдения оптических явлений, работы с оптическим оборудованием. Данный опыт студенты могут приобрести только в рамках наблюдения демонстрационного физического эксперимента или проведения лабораторного практикума. Выполняя лабораторные работы по разделу «Оптика», студенты получат опыт измерений в оптической лаборатории, которые имеют свои особенности. К ним относятся навык работы в затемненном помещении, умение настраивать оптические приборы, вести наблюдения через окуляр.

Особенностью работ по оптике является то, что наблюдения в большинстве случаев может одновременно вести только один человек, поэтому желательно использовать маленькие лабораторные группы. По каждой лабораторной работе имеется одна установка, поэтому фронтальный метод не используется. Каждая лабораторная группа выполняет свою работу, в следующий раз происходит переход. Можно сказать, что лабораторный практикум по оптике представляет собой отчасти обособленную часть учебного курса физики, отличающуюся своей спецификой.

Отметим, что предложенные работы выполняются не только студентами педагогического вуза — будущими учителями физики. Эти работы могут выполняться и школьниками, так как не требуют знаний, сильно выходящих за рамки школьного курса физики. Представленный в настоящей работе комплекс лабораторного физического практикума по разделу «Оптика» содержит как хорошо известное среди специалистов оборудование, так и новые

цифровые решения и комплекты, поставленные в последние годы в педагогические университеты Российской Федерации. Описанный опыт использования данного оборудования может стать основой для дальнейшего внедрения новых технологических решений на базе кванториумов и технопарков по другим разделам общей физики, а также примером объединения дидактических ресурсов, имеющихся в распоряжении кафедр при подготовке учителей физики. Кроме того, в рамках дисциплины «Технологии цифрового образования» в ознакомительном порядке они показываются всем студентам Уральского государственного педагогического вуза, обучающимся на педагогическом профиле подготовки, с акцентом на применении цифровых технологий в натурном эксперименте.

Научная новизна выполненного исследования определяется созданием новых вариантов известных лабораторных работ практикума по оптике с применением технических и педагогических возможностей кванториума. Статья вносит вклад в решение актуальной проблемы построения современной методики выполнения лабораторных работ в вузе [6], которая применительно к оптике рассматривалась ранее, например, в работах [7], [8] и др.

Исследование выполнено при поддержке центра педагогический технопарк «Кванториум» им. В. Г. Житомирского ФГАОУ ВО «УрГПУ» в рамках реализации университетского гранта «Разработка учебно–методического комплекса «Лаборатория оптики» на базе педагогического кванториума».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ландсберг Г. С. Оптика: учебное пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений. — М.: Физматлит, 2010. — 848 с.
2. Лабораторные занятия по физике: Учеб. пособие / Л. Л. Гольдин, Ф. Ф. Игошин, С. М. Козел и др.; Под ред. Л. Л. Гольдина. — М.: Наука, 1983. — 704 с.
3. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 4. Волны. Оптика. — М.: АСТ, 2001. — 256 с.
4. Трофимова Т. И. Курс физики. — М.: Академия, 2006. — 560 с.
5. Сидоров В. Е., Усольцев А. П., Сон Л. Д., Русанов Б. А. Преподавание курса физики в педагогическом вузе. — Екатеринбург: УрГПУ, 2024. — 254 с.
6. Казакова Е. Л., Сергеева О. В. Аспекты использования физического эксперимента при преподавании физики в вузе // Учебная физика. — 2024. — № 4. — С. 51–61.
7. Майер В. В., Перминов А. А. Лабораторная работа практикума: учебное исследование колец Ньютона // Учебная физика. — 2023. — № 1. — С. 33–42.
8. Шамшутдинова В. В., Обухов С. В., Моржикова Ю. Б. Виртуальные лабораторные работы по исследованию дифракции Фраунгофера // Учебная физика. — 2022. — № 4. — С. 50–53.

Уральский государственный
педагогический университет;
Уральский государственный
университет путей сообщения

Поступила в редакцию 25.03.25.