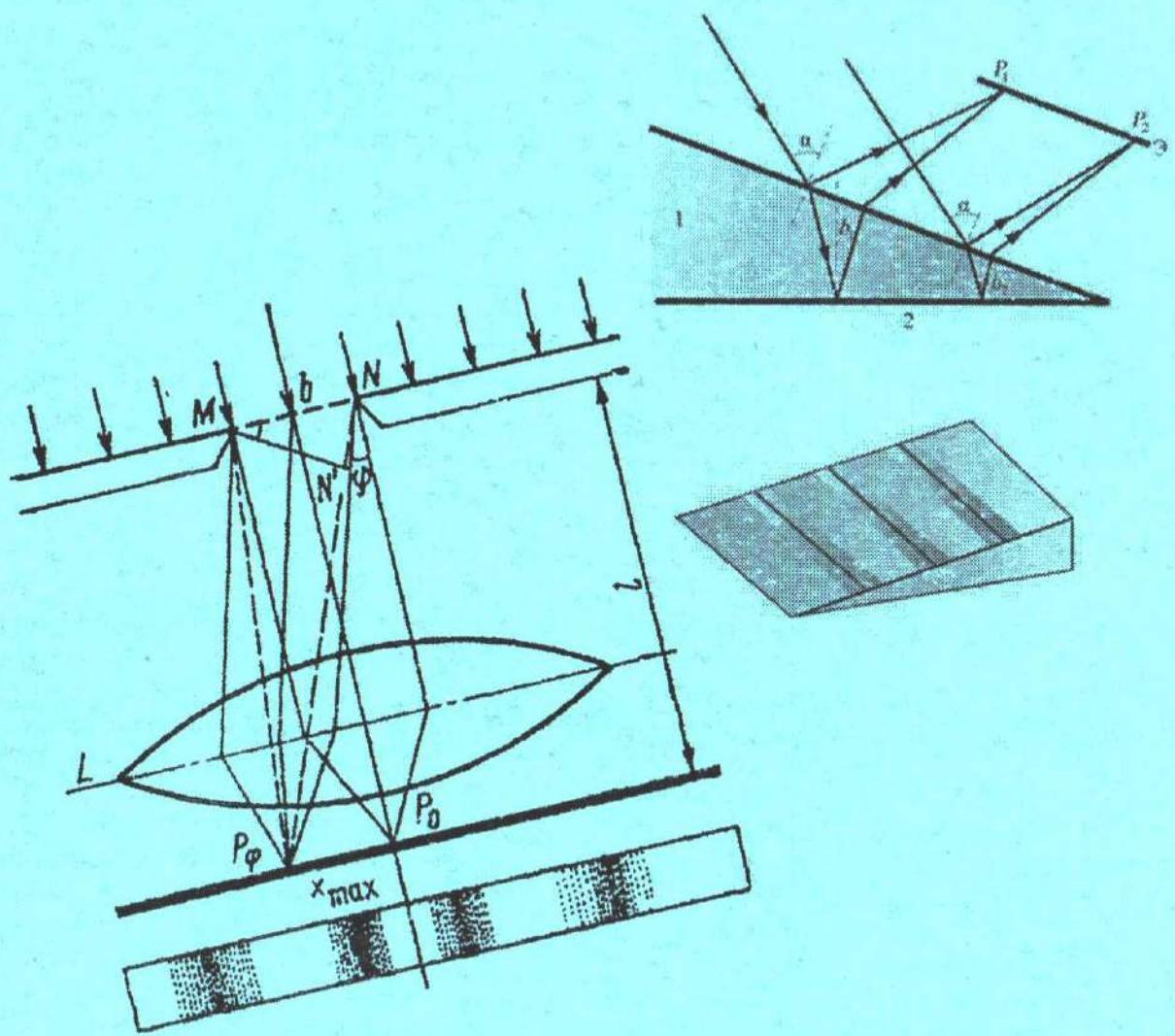


Валерій Кідалов,
Тетяна Яценко,
Альона Дяденчук

Фізика. Оптика

Лабораторний практикум



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Бердянський державний педагогічний університет

Валерій Кідалов, Тетяна Яценко, Альона Дяденчук

Фізика. Оптика

Лабораторний практикум

Бердянськ, 2017

УДК 535+539.1
ББК 22.3я73
К 38

*Друкується за рішенням
ченої ради Бердянського державного педагогічного університету
(протокол № 9 від 26 березня 2015 року)*

Рецензенти:
Чугай О. М. – доктор технічних наук, професор кафедри фізики Національного аерокосмічного університету ім. М.С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».
Стіров В. В. – доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики Бердянського державного педагогічного університету.
Сосницька Н. Л. – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри методики викладання фізико-математичних дисциплін та інформаційних технологій у навчанні, голова методичної ради Бердянського державного педагогічного університету.

Кідалов В. В., Яценко Т. М., Дяденчук А. Ф.
К 38 Фізика. Оптика : Лабораторний практикум. – Бердянськ : БДПУ, 2017.
– 190 с.

У посібнику розглянуто роботи лабораторного практикуму з курсу загальної фізики (зокрема, оптики) для студентів інших навчальних закладів. Виконання окремих лабораторних робіт потребує використання приладу з зарядовим зв'язком, розкрито його будову, принцип дії та можливості впровадження в навчальний процес з курсу загальної фізики. Подано також основні теоретичні відомості, потрібні для виконання робіт фізичного практикуму. Видання розраховане на викладачів і студентів фізико-математичних, інженерно-педагогічних, технологічних, загальнотехнічних факультетів усіх форм навчання.

УДК 535+539.1
ББК 22.3я73

© Кідалов В. В., Яценко Т. М.,
Дяденчук А. Ф., 2017

| ЗМІСТ | |
|---|-----|
| ПЕРЕДМОВА..... | 4 |
| РОЗДІЛ I. ПРИСТРІЙ РЕЄСТРАЦІЇ ОПТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИЛАДУ З ЗАРЯДОВИМ ЗВ'ЯЗКОМ..... | 5 |
| 1.1. Призначення, загальна будова та принцип дії приладів із зарядовим зв'язком..... | 5 |
| 1.2.Лабораторна робота «ЧОРНО-БІЛА ПЗЗ ЛІНІЙКА»..... | 9 |
| РОЗДІЛ II. ОПТИКА..... | 23 |
| Лабораторна робота № 2.1. ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНІ СВІТЛОВОЇ ХВИЛИ ЗА ДОПОМОГОЮ БІПРИЗМИ ФРЕНЕЛЯ..... | 23 |
| Лабораторна робота № 2.2. ВИЗНАЧЕННЯ РАДІУСА КРИВИЗНИ ЛІЗИ ЗА ДОПОМОГОЮ КІЛЕЦЬ НЬЮТОНА..... | 27 |
| Лабораторна робота № 2.3. ІНТЕРФЕРОМЕТР ФАБРІ-ПЕРО..... | 34 |
| Лабораторна робота № 2.4.ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФРАКЦІЇ ПРОМЕНЯ ЛАЗЕРА ВІД ІДІЛІНИ..... | 45 |
| Лабораторна робота № 2.5. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФРАКЦІЇ ПРОМЕНЯ ЛАЗЕРА НА КРУГЛОМУ ОТВОРІ..... | 54 |
| Лабораторна робота № 2.6. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФРАКЦІЇ ФРАУНГОФЕРА НА ПЕРІОДИЧІЙ СТРУКТУРІ..... | 60 |
| Лабораторна робота № 2.7. ВИВЧЕННЯ ЯВИЩА ПОЛЯРИЗАЦІЇ СВІТЛА..... | 67 |
| Лабораторна робота № 2.8. ВИЗНАЧЕННЯ ГОЛОВНОЇ ФОКУСНОЇ ВІДСТАНІ ЗБІРАЛЬНИХ І РОЗСІЮВАЛЬНИХ ЛІНЗ..... | 74 |
| Лабораторна робота № 2.9. ДОСЛІДЖЕННЯ АБЕРАЦІЇ ЛІНЗ..... | 82 |
| Лабораторна робота № 2.10. ВИВЧЕННЯ МІКРОСКОПІА..... | 88 |
| Лабораторна робота № 2.11. ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА ЗАЛОМЛЕННЯ І КОНЦЕНТРАЦІЇ РІДИН ЗА ДОПОМОГОЮ РЕФРАКТОМЕТРА..... | 98 |
| Лабораторна робота № 2.12. ВИВЧЕННЯ ОБЕРТАННЯ ПЛОЩИНИ ПОЛЯРИЗАЦІЇ СВІТЛА І ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЦУКРУ В РОЗЧИНІ..... | 103 |
| Лабораторна робота № 2.13. ВИВЧЕННЯ ДИСПЕРСІЙНОЇ СПЕКТРАЛЬНОЇ ПРИЗМИ..... | 110 |
| Лабораторна робота № 2.14. ДОСЛІД ЮНГА З ДИФУЗІО РОЗСІЯНИМ СВІТЛОМ..... | 118 |
| Лабораторна робота № 2.15. ОТРИМАННЯ ОПТИЧНОЇ ЛАУЕГРАММІ І ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДУ ГРАТКИ ФОТОННИХ КРИСТАЛІВ..... | 131 |
| Лабораторна робота № 2.16. ВИЗНАЧЕННЯ СТАЛОЇ СТЕФАНА-БОЛЫЦМАНА..... | 141 |
| Лабораторна робота № 2.17. ВИВЧЕННЯ ВИПРОМІНЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ВОЛЬФРАМУ..... | 146 |
| ДОДАТКИ..... | 151 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 173 |

ПЕРЕДМОВА

Важливе місце у фізичній науковій галузі займає експеримент, а тому вивчення фізики у ВНЗ нерозривно пов'язано з використанням спеціального обладнання при проведенні різних видів навчальних фізичних дослідів.

Головною метою лабораторного практикуму є надання можливості студенту безпосередньо вивчити різноманітні фізичні явища, самостійно перевірити фізичні закони та їх висновки, навчитися застосовувати фізичні прилади для технічно грамотних вимірювань різних величин, освоїти методи для подальшого використання в майбутній професійній діяльності методи фізичного експерименту з оптики, фізики атома, фізики ядра та елементарних часток.

Основне значення в лабораторному практикумі надається набуттю студентами досвіду правильного опрацювання даних. Ця компетентність є життєво необхідною для кожного науковця й вчителя і полягає у змінні визначати джерела похибок при проведенні дослідів, грамотно опрацювати експериментальні дані та об'єктивно оцінювати їхню точність, кваліфіковано користуватися чинними національними та міжнародними метрологічними документами у цій сфері.

Матеріали посібника містять сімнадцять робіт лабораторного практикуму з оптики, дванадцять робіт з фізики атома, чотирнадцять робіт з фізики ядра та елементарних часток. Кожна робота практикуму складається з необхідних теоретичних відомостей з певними означеннями, формулами, графічною інформацією, експериментальної частини, контрольних запитань та завдань, списку рекомендованої літератури. Також до посібнику включено додатки з довідковим матеріалом та описом обробки результатів вимірювань, основою яких є похибки.

На сучасному етапі реформування освітньої галузі актуальними залишаються вдосконалення та розробка нових типів навчального обладнання та експериментальних установок, що неминуче приводить як до розвитку науки, так і до проведення ефективних наукових досліджень і одночасно до ефективної організації навчального процесу, що відповідає його методичним та науковим цілям. Тому до посібнику включено опис пристроя реєстрації оптичної інформації за допомогою приладу з зарядовим зв'язком та лабораторну роботу з дослідженням чорно-білої ПЗЗ лінійки. У відповідності до сформульованих завдань окрім роботи фізичного практикуму супроводжуються використанням приладу з зарядовим зв'язком як засобу проведення дослідження.

При розробці посібника автори спиралися на такі науково-методичні джерела: Загальна фізика. Лабораторний практикум (за загальною редакцією І. Г. Горбачука) [16]; підручники [8, 14, 33, 34, 35, 38].

РОЗДІЛ I ПРИСТРІЙ РЕЄСТРАЦІЇ ОПТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИЛАДУ З ЗАРЯДОВИМ ЗВ'ЯЗКОМ

1.1. Призначення, загальна будова та принцип дії приладів із зарядовим зв'язком

Прилад із зарядовим зв'язком (ПЗЗ) (в англійській абревіатурі – CCD. Change Coupled Device) – загальне позначення класу напівпровідникових приладів, в яких застосовується технологія керованого переносу заряду в об'ємі напівпровідника.

Датчик зображення на приладі з зарядовим зв'язком складається з окремих комірок в яких під дією світла утворюється електричний заряд. Кількість заряду прямо пропорційно кількості фотонів, що потрапили в комірку.

Після експонування заряд кожної комірки перетворюється в електричну напругу. Це перетворення відбувається у спеціальному пузі датчика, який називається вхідним пристроям. В першу чергу рахується заряд з комірки, яка розташована біля вхідного пристроя. Після зчитування цей заряд руйнується, а заряди усіх наступних комірок зсуваються на одну комірку у бік вхідного пристроя. Так відбувається поки не буде прочитано заряд з останньої комірки. Після цього датчик знову готовий до накопичення зарядів.

Призначення

Прилад з зарядовим зв'язком (ПЗЗ лінійка) використовується для реєстрації різної оптичної інформації з наступним введенням її у цифровому вигляді в персональний комп'ютер по інтерфейсу USB 2.0.

I. Технічні характеристики.

| | |
|--|---------|
| Довжина реєструючої зони, мм..... | 28.7 |
| Розмір пікселя, мкм | 14 x 56 |
| Крок пікселів, мкм | 14 |
| Чутливість, не менше, В/(лк · с) | 180 |
| Динамічний діапазон, не менше | 333 |
| Розрядність аналогово-цифрового перетворювача, біт | 16 |
| Напруга живлення постійного струму, В | 11 |
| Споживаний струм, не більше, А | 1 |
| Діапазон робочих температур, °C. | 0- 50 |

Конструкція

Конструктивно пристрій складається з 2 плат: плати ПЗЗ лінійки та плати АЦП (рис. 1.1), а також модуля ОЗІІ (рис. 1.2).