

Садовий М.І., Сергієнко В.П., Трифонова О.М.,  
Сліпухіна І.А., Войтович І.С.

# Методика і техніка експерименту з ОПТИКИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

*Садовий М.І., Сергієнко В.П.,  
Трифоновна О.М., Сліпухіна І.А., Войтович І.С.*

МЕТОДИКА І ТЕХНІКА  
ЕКСПЕРИМЕНТУ  
З ОПТИКИ

Луцьк 2011

УДК 53(07)535  
ББК 74.265.1 22.34  
С 14

Рецензенти: Філер З.Ю. – доктор технічних наук, професор,  
Мельничук С.Г. – доктор педагогічних наук, професор,  
Стадніченко С.М. – вчитель фізики, кандидат педагогічних наук,  
Литвин І.В. – вчитель фізики.

С 14

Садовий М.І., Сергієнко В.П., Трифонова О.М., Сліпухіна І.А., Войтович І.С.  
Методика і техніка експерименту з оптики: Посібник для студентів фізичних спеціальностей вищих педагогічних навчальних закладів та вчителів фізики. – Луцьк: Волиньполіграф, 2011. – 292 с.

В посібнику викладена методика і техніка постановки демонстраційних, фронтальних та домашніх дослідів з оптики, які допомагають з'ясувати суть фізичних явищ, процесів, закономірностей та сприяють формуванню наукової фізичної картини світу. Описано більш ніж 190 дослідів, демонстрацій, моделей з геометричної та хвильової оптики, які відповідають вимогам діючих програм з методики навчання фізики для педвузів і фізики для середніх загальноосвітніх навчальних закладів.

Серію дослідів пропонується поставити у вигляді спостережень, лабораторних робіт, творчих теоретичних та експериментальних завдань та робіт фізичного практикуму.

Значна увага приділена практичному використанню оптичних експериментів у наукових дослідженнях, в техніці та на виробництві. Частина з них описана в декількох варіантах з використанням промислового і саморобного обладнання, що надає вчителям ступені свободи при виборі реально можливого способу, для якого наявне обладнання.

Практично всі досліди ілюстровані малюнками, фотографіями, пояснювальними схемами.

Посібник розрахований на студентів і викладачів фізико-математичних факультетів вищих педагогічних навчальних закладів та педагогічних працівників системи середньої освіти.

Затверджено Міністерством освіти і науки України як посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів та середніх загальноосвітніх навчальних закладів (лист 14/18 – Г – 990 від 21.06.2007 р.)

ISBN 9669509335

© Садовий М.І., Сергієнко В.П., Трифонова О.М.,  
Сліпухіна І.А., Войтович І.С.

## ПЕРЕДМОВА

Системні перетворення середньої освіти в Україні поклали початок запровадженню в практику роботи школи навчально-методичних комплексів, складовою частиною яких є шкільний фізичний експеримент, забезпеченню навчального процесу з фізики обладнанням згідно нових підручників з фізики.

В даному посібнику описана система демонстраційних, фронтальних, творчих, домашніх дослідів та спостережень з хвильової та квантової оптики відповідно до рівневої та профільної диференціації. Описаний фізичний експеримент дає змогу підібрати та забезпечити постановку лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму, відмінних від традиційних. Досліди розроблялись таким чином, щоб їх підготовка не викликала великих матеріальних витрат чи складного обладнання. Експеримент ґрунтується на поширеному типовому обладнанні фізичних кабінетів з додатковим виготовленням простих саморобних пристроїв. Їх схеми, опис і технологія запровадження ілюстровані малюнками. Пропоновані досліди допоможуть студентам, учителям, викладачам краще викласти суб'єктам навчання суть фізичних понять, явищ, суджень, закономірностей, сприятимуть оволодінню способами та технікою оптичних вимірювань, методами наукових оптичних досліджень, а також дадуть змогу демонструвати практичне використання закономірностей оптики на виробництві.

Для частини дослідів методика та техніка їх постановки описана в деталях, для інших дані короткі пояснення чи умови, за яких можна відтворити явище за аналогією, приведені завдання дослідницького характеру.

## ЗМІСТ

### ПЕРЕДМОВА

### ВСТУП

ОГЛЯД ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ ЗНАНЬ ПРО ПРИРОДУ СВІТЛА

З ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНОЇ НАУКИ НА УКРАЇНІ

РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ У ВИВЧЕННІ ОПТИЧНИХ ЯВИЩ

**РОЗДІЛ 1. ДЕМОНСТРАЦІЙНЕ ТА ДОСЛІДНЕ ОБЛАДНАННЯ**

**РОЗДІЛ 2. ІНТЕРФЕРЕНЦІЯ ТА ДИФРАКЦІЯ СВІТЛА. ПОЛЯРИЗАЦІЯ СВІТЛА**

- 2.1. Загальні відомості
- 2.2. Дослід Юнга
- 2.3. Виявлення оптимальних та граничних відстаней в дослідах з щілинами Юнга
- 2.4. Вплив розмірів джерела світла на прояв інтерференції
- 2.5. Інтерференція від біпризми Френеля
- 2.6. Інтерференція світла від дзеркал Френеля
- 2.7. Смуги Ллойда
- 2.8. Інтерференція в розсіяному світлі
- 2.9. Спостереження інтерференції та дифракції при розсіюванні світла на дрібних частинках
- 2.10. Інтерференція від повітряного клина
- 2.11. Інтерференція світла з приладом для вивчення законів геометричної оптики
- 2.12. Інтерференція в прохідному та відбитому світлі
- 2.13. Інтерференція в тонких плівках
- 2.14. Кольори мінливості
- 2.15. Вивчення якості поверхні скляної пластинки
- 2.16. Перевірка робочої поверхні мікрометра
- 2.17. Просвітлення оптики
- 2.18. Просвітлення оптики на динамічних плівках
- 2.19. Визначення показника заломлення світла
- 2.20. Визначення довжини світлової хвилі біпризмою Френеля
- 2.21. Визначення довжини світлової хвилі з допомогою біпризми Френеля та спектрометра
- 2.22. Інтерференція від подвійної щілини Юнга з лазером
- 2.23. Дослід з біпризмою Френеля
- 2.24. Дослід з дзеркалами Френеля
- 2.25. Демонстрація смуг Ллойда
- 2.26. Кільця Ньютона
- 2.27. Інтерференція від тонких плівок
- 2.28. Інтерференція від мильної плівки
- 2.29. Визначення показника заломлення води за допомогою ОКГ
- 2.30. Інтерференційні досліди з лазером
- 2.31. Інтерференція від повітряного клина
- 2.32. Інтерференція в прохідному та відбитому променях

- 2.33. Інтерференція від фонтана
- 2.34. Визначення показника заломлення середовища

### **ФРОНТАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ З ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ**

- 2.35. Моделювання досліду Юнга
- 2.36. Інтерференція від подвійної щілини Юнга
- 2.37. Порівняння інтерференційних картин в монохроматичному світлі
- 2.38. Інтерференція від повітряного клина
- 2.39. Творчі завдання з інтерференції
- 2.40. Спостереження з дзеркалами Френеля
- 2.41. Просвітлення оптики
- 2.42. Дослід зі спиртовою плівкою
- 2.43. Інтерференція від клина з газорозрядною трубкою
- 2.44. Вивчення інтерференції світла в повітряному клині
- 2.45. Інтерференція в повітряній плівці
- 2.46. Вплив середовища на інтерференційні смуги

### **ДИФРАКЦІЯ СВІТЛА**

- 2.47. Дифракція від тонкої дротинки
- 2.48. Дифракція світла від щілини
- 2.49. Визначення довжини світлової хвилі при дифракції від вузької щілини
- 2.50. Перевірка виконання умов дифракції
- 2.51. Порівняння дифракційних картин від однієї та двох щілин
- 2.52. Визначення довжини світлової хвилі з допомогою подвійної щілини Юнга
- 2.53. Порівняння дифракційних картин від двох та трьох щілин
- 2.54. Порівняння ширини дифракційних максимумів
- 2.55. Порівняння дифракційного та дисперсійного спектрів
- 2.56. Вінця
- 2.57. Вінця від дзеркала
- 2.58. Дифракція від краплини води
- 2.59. Дифракція від круглого екрана
- 2.60. Дифракція від краплини в момент відривання
- 2.61. Дифракція від отвору з лазером
- 2.62. Дифракція від кульки
- 2.63. Дифракція від двох кульок
- 2.64. Дифракція від вузьких щілин
- 2.65. Дифракція від малих круглих отворів
- 2.66. Дифракція від вузького екрана
- 2.67. Дифракція від малих екранів
- 2.68. Дифракція світла від різних екранів
- 2.69. Дифракція від дротяного клина
- 2.70. Дифракція від клиновидних щілин
- 2.71. Дифракція від затемненого кута
- 2.72. Відбиваюча дифракційна ґратка
- 2.73. Дифракція від клиновидної щілини

- 2.74. Визначення довжини світлової хвилі з допомогою дифракції від малого отвору
- 2.75. Вивчення умов виникнення дифракції
- 2.76. Виявлення впливу відстаней на характер дифракції
- 2.77. Когерентність при дифракції
- 2.78. Перевірка закону збереження енергії при дифракції
- 2.79. Механічна модель явища поляризації
- 2.80. Поляризація від двох дзеркал
- 2.81. Дослідження напруження скла при нагріванні
- 2.82. Поляризація світла при відбиванні від целофану
- 2.83. Вивчення залежності інтенсивності поляризації від кута повороту площини поляризації
- 2.84. Вивчення закону Малюса
- 2.85. Дослідження лазерного випромінювання
- 2.86. Поляризаційна дія целофану (варіант 1)
- 2.87. Спостереження поляризаційної дії целофану (варіант 2)
- 2.88. Виготовлення пластинок в четверть та півхвилю
- 2.89. Спостереження повороту площини поляризації
- 2.90. Інтерференція поляризованого світла
- 2.91. Дослідження поляризованого світла
- 2.92. Зміна площини коливань поляризованого світла

### **Розділ 3. ДИСПЕРСІЯ СВІТЛА ТА ЙОГО КВАНТОВІ ВЛАСТИВОСТІ**

- 3.1. Сприймання кольору оком
- 3.2. Виявлення інфрачервоних променів
- 3.3. Поглинання інфрачервоних променів розчинами
- 3.4. Вивчення залежності інтенсивності випромінювання інфрачервоних променів від температури
- 3.5. Виявлення ультрафіолетових променів
- 3.6. Вивчення поглинання ультрафіолетових променів
- 3.7. Спостереження спектра через призму
- 3.8. Дослідження дисперсійної здатності речовини призми
- 3.9. Спостереження спектральних кольорів
- 3.10. Спостереження райдуги з допомогою циліндра з водою
- 3.11. Спостереження райдуги від колби з водою
- 3.12. Спостереження розкладання світла
- 3.13. Спостереження райдуги
- 3.14. Спостереження лінійчатих спектрів
- 3.15. Спостереження лінійчастого спектру натрію
- 3.16. Моделювання комбінаційного розсіювання світла
- 3.17. Закон збереження енергії в дисперсії
- 3.18. Моделювання зміщення Віна
- 3.19. Модель досліду Герца
- 3.20. Демонстрація явища фотоефекту. Виявлення «темного» струму
- 3.21. Зняття вольтамперної характеристики (ВАХ) фотоелементу
- 3.22. Вивчення залежності фотоструму від величини світлового потоку

- 3.23. Дослідження червоної межі фото ефекту
- 3.24. Дослідження стану фотоструму насичення
- 3.25. Вивчення законів фото ефекту
- 3.26. Дослідження властивостей внутрішнього фото ефекту
- 3.27. Фото ефект з неоновією лампою
- 3.28. Виявлення червоної межі фотохімічного процесу
- 3.29. Дослідження фотохімічних закономірностей
- 3.30. Вивчення фотохімічних закономірностей
- 3.31. Вивчення спектральної чутливості фото елементів за допомогою світлофільтрів
- 3.32. Вивчення спектральної характеристики фото-елемента з допомогою саморобних світлофільтрів
- 3.33. Вивчення спектральної чутливості кремнієвого та селенового фото елементів
- 3.34. Дослідження спектральної чутливості селенового фото елемента
- 3.35. Виготовлення саморобного фото елемента
- 3.36. Дослідження спектрального зміщення
- 3.37. Дослідження фотолюмінесценції
- 3.38. Люмінесценція в рідинах
- 3.39. Свічення рідин
- 3.40. Люмінесценція рідин в ультрафіолетових променях
- 3.41. Електролюмінесценція газів
- 3.42. Залежність люмінесценції від частоти збуджуючих променів
- 3.43. Правило Стокса
- 3.44. Залежність фосфоресценції від температури
- 3.45. Фосфоресценція фосфатів
- 3.46. Моделювання дифракції рентгенівських променів
- 3.47. Удосконалення приладу для вивчення законів фотометрії
- 3.48. Моделювання методу визначення сталої Планка за зміщенням Віна
- 3.49. Визначення сталої Планка за законом Стефана-Больцмана
- 3.50. Визначення постійної Планка фотоелектричним способом
- 3.51. Моделювання досліду Боте
- 3.52. Моделювання досліду Боте на тиратронах

#### **Розділ 4. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ХВИЛЬОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СВІТЛА**

- 4.1. Модель інтерферометра Жамена
- 4.2. Залежність показника заломлення повітря від його температури
- 4.3. Залежність показника заломлення від складу середовища між дзеркалами інтерферометра
- 4.4. Інтерферометр Башкатова-Огороднікова
- 4.5. Модель інтерференційної схеми Брюстера
- 4.6. Перевірка якості обробки поверхні скла
- 4.7. Інтерферометр Жамена
- 4.8. Визначення показника заломлення скла та рідин
- 4.9. Модель інтерферометра Рождественського



- 4.10. Модель інтерферометра Майкельсона–Лінника
- 4.11. Моделювання інтерферометра Майкельсона-Лінника
- 4.12. Вивчення поляризаційної дії розчинів
- 4.13. Визначення концентрації розчину цукру поляризаційним способом
- 4.14. Модель інтерферометра Фабрі-Перро
- 4.15. Інтерференційна схема Жамена
- 4.16. Інтерференційна схема Башкатова-Огороднікова-Попова
- 4.17. Інтерференційна схема Брюстера
- 4.18. Інтерферометр з біпризмою Френеля
- 4.19. Розподіл енергії при інтерференції світла

## **РОЗДІЛ 5. ГЕОМЕТРИЧНА ОПТИКА**

Основні поняття й закони геометричної оптики і їхній розвиток

Закон відбивання світла

Закон заломлення світла

Побудова зображень у плоскому дзеркалі

Абсолютний і відносний показники заломлення

Повне внутрішнє відбивання

Дисперсія світла

Лінза. Оптична сила лінзи. Побудова зображень у лінзах

Досліди з геометричної оптики

5.1. Незалежність світлових потоків, що перетинаються

5.2. Прояв закону збереження енергії в незалежних променях

5.3. Перевірка закону прямолінійного поширення світла

5.4. Вивчення законів відбивання світла

5.5. Дослідження явища заломлення світла рідиною

5.6. Побудова зображень у плоскому дзеркалі

5.7. Визначення показника заломлення рідин

5.8. Визначення показника заломлення світла в рідині

5.9. Визначення показника заломлення рідини

5.10. Вивчення залежності показника заломлення від довжини хвилі

5.11. Дослідження залежності показника заломлення світла від довжини хвилі спектрометром

5.12. Демонстрація волокнистої оптики

5.13. Перевірка закону збереження енергії при відбиванні світла

5.14. Перевірка закону збереження енергії при заломленні світла

5.15. Заломлення світла на межі поділу двох оптичних середовищ

5.16. Явище повного відбивання

5.17. Отримання зображення за допомогою лінз

5.18. Отримання зображення за допомогою увігнутого дзеркала

5.19. Сферична аберація

5.20. Хроматичні аберації

5.21. Око людини як оптичний прилад. Дефекти зору. Окуляри

5.22. Управління світловим потоком циліндричною лінзою

5.23. Дослідження поведінки світлових променів, що розходяться, при проходженні через циліндричну лінзу

- 5.24. Дослідження поведінки паралельних світлових променів при проходженні через циліндричну лінзу
- 5.25. Дослідження закономірностей при проходженні світлових променів з оптично більш густішого середовища у менш густіше
- 5.26. Дослідження керування світловим променем плоско-опуклою лінзою
- 5.27. Дослідження керування лінзою трьома променями
- 5.28. Керування світловим потоком складними оптичними системами
- 5.29. Демонстрація утворення тіні
- 5.30. Керування променями трикутною призмою

#### **Додаток**

#### **ОПТИЧНІ ЯВИЩА У ВСЕСВІТІ**

Міражі

Райдуга

Гало

Полярні сяйва

Вінці

Викривлення траєкторії світлового променя

Чорні діри

#### **Література**

### **Садовий Микола Іллів**



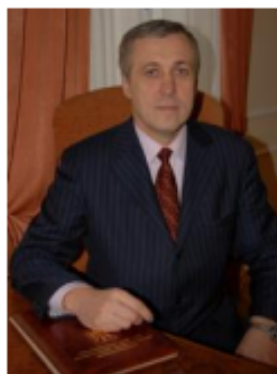
У 1970 р. закінчив фізико-математичний факультет Кіровоградського державного педагогічного інституту імені О.С.Пушкіна за спеціальністю «Фізика».

Професор кафедри фізики та МВФ, проректор з наукової роботи Кіровоградського педагогічного університету. Депутат Кіровоградської міської, обласної рад, народний депутат України IV та V скликань, секретар Комітету Верховної Ради України з питань науки і освіти, автор більше сорока законопроектів спрямованих на розвиток освітянської галузі. Очолює Всеукраїнську асоціацію працівників профтехосвіти, заступник голови Громадської ради освітян і науковців України, член комітету з присвоєння премій Верховної Ради України, заступник голови спецради з присудження наукових ступенів.

Коло наукових інтересів: проблеми дидактики вищої та середньої школи.

Автор понад 280 наукових праць.

### **Сергієнко Володимир Петрович**



В 1977 році закінчив Київський державний педагогічний інститут ім. О.М.Горького за спеціальністю «Фізика».

Доктор педагогічних наук, професор кафедри загальної фізики, директор науково-методичного центру моніторингу якості освіти НПУ імені М.П. Драгоманова.

Науковий доробок становить понад 200 наукових і науково-методичних праць з дослідження проблем дидактики фізики і фізики дисперсних систем, використання інформаційних технологій у навчальному процесі.

### **Трифенова Олена Михайлівна**



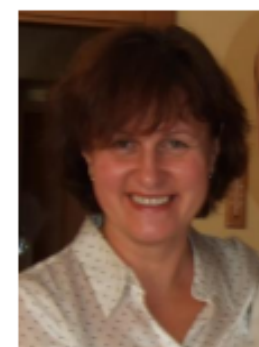
У 2004 році закінчила Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка за спеціальністю «Педагогіка і методика середньої освіти. Фізика». Лауреат Премії Верховної Ради України найталановитішим молодим вченим в галузі фундаментальних і прикладних досліджень та науково-технічних розробок 2009 р.

Доцент кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Основні напрямки досліджень пов'язані з розробкою проблем дидактики фізики середньої школи та методики навчання квантової фізики у вищій школі.

Автор 87 науково-методичних публікацій, підручника та посібників.

### **Сліпучіна Ірина Андріївна**



Закінчила Національний педагогічний університет ім. М.П.Драгоманова за спеціальністю «Фізика та астрономія». Доцент, кандидат фіз.-мат.наук, доцент кафедри загальної фізики Національного авіаційного університету, докторант НПУ ім. М.П.Драгоманова.

Коло наукових інтересів: фізика напівпровідників, методика викладання фізики у вищій школію

Автор близько 80 наукових та науково – методичних праць, учасник багатьох науково-практичних конференцій

### **Войтович Ігор Станіславович**



Закінчив Рівненський державний гуманітарний університет за спеціальністю „фізика, фізика полімерів” та Міжнародний економіко–гуманітарний університет за спеціальністю „інформатика”. Кандидат педагогічних наук, доцент, докторант Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова.

Займається дослідженнями в галузі використання комп'ютерної техніки у викладанні природничих та технічних дисциплін та підготовці фахівців до використання комп'ютерної техніки в професійній діяльності.

Організатор щорічної Всеукраїнської конференції „Інформаційні технології в професійній діяльності”.

Автор понад 100 наукових і навчально–методичних праць.

Навчально-методичне видання

*Садовий Микола Ілліч*  
*Сергієнко Володимир Петрович*  
*Трифорова Олена Михайлівна*  
*Сліпухіна Ірина Адріївна*  
*Войтович Ігор Станіславович*

***МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТУ З ОПТИКИ***

Посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів та учителів середніх загальноосвітніх навчальних закладів

Технічне редагування та комп'ютерна верстка Кухар Л.О.

Здано до набору 01.10.2011 р.  
Підписано до друку 25.10.2011 р. Формат 60×84/16.  
Папір офсетний. Друк цифровий.  
Гарнітура Times New Roman/  
Умовних друкованих аркушів 11,15.  
Тираж 100 екземплярів.  
Замовлення 1008