Роботу підготовлено в лаб.№ 461 під керівництвом проф. Погорелова В.Є.

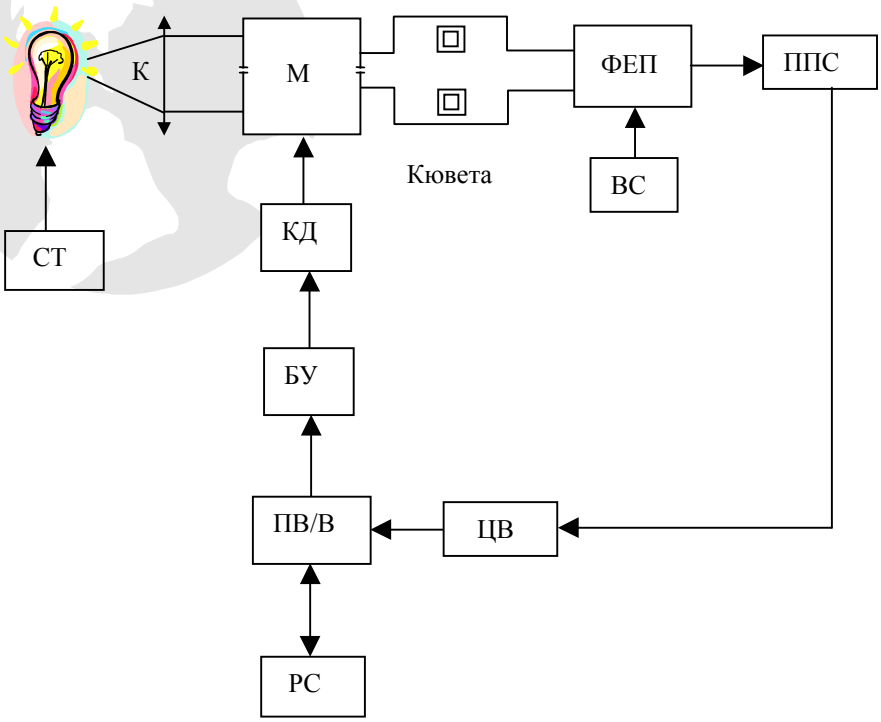
Лабораторна робота

Визначення дисперсії показника заломлення лавсанової плівки

Мета лабораторної роботи: визначити дисперсію показника заломлення лавсанової плівки.

1. Опис експериментальної установки

1.1. Блок - схема експериментальної установки



СТ: стабілізатор джерела
К: конденсор
М: монохроматор
КД: крокoвий двигун
КВ: кюветне відділення
ФЕП: фотоелектронний помножувач
ППС: підсилювач постійного струму
ВС: високовольтний стабілізатор
ЦВ: цифровий вольтметр
РС: комп'ютер
ПВ/В: пристрій вводу-виводу
БУ: блок управління

1.2 Монохроматор МДР-23

Монохроматор МДР-23 призначений для виділення монохроматичного випромінювання в широкому спектральному діапазоні.

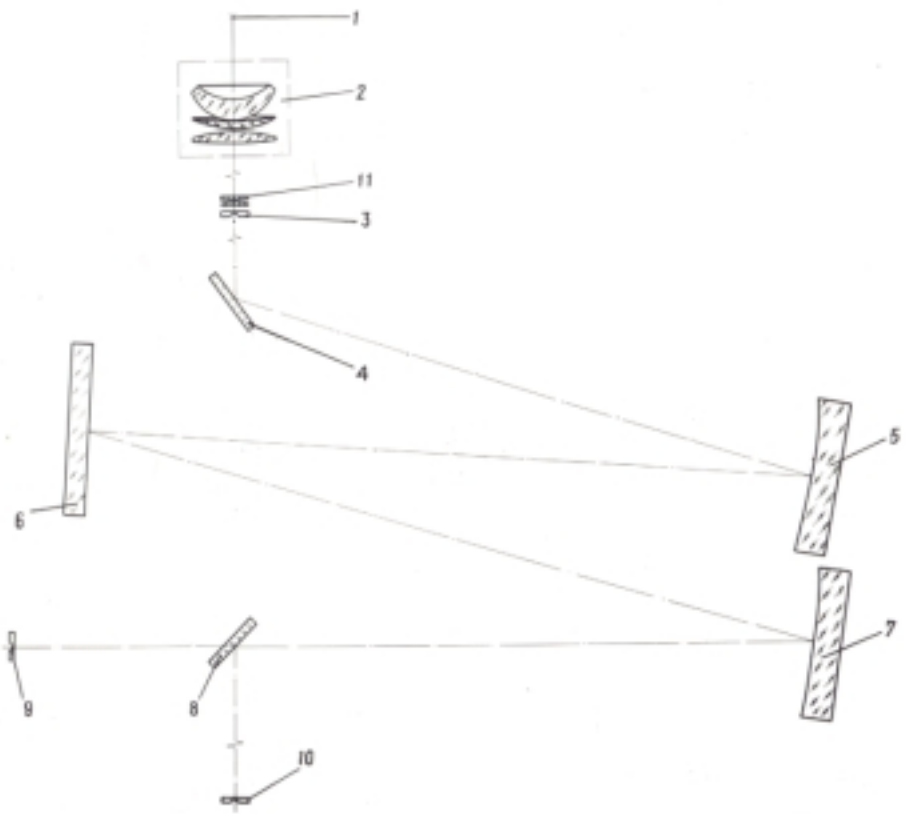
Технічні дані:

- Діапазон роботи, *nm*: від 200 до 2000
- Фокусна відстань дзеркального об'єктива, *mm*: 600
- Відносний отвір: 1:6
- **Дифракційні решітки:**
  - ♦ Число штрихів на мм: 1200, 1200, 600
  - ♦ Робоча ділянка, nm: 200-500, 350-1000, 700-2000
  - ♦ Ділянка максимальної концентрації енергії, *nm*: 250, 500, 1000
  - ♦ Обернена лінійна дисперсія, нм/мм: 1.3, 1.3, 2.6
  - ♦ Розмір заштрихованої частини, *mm*: 100x100
  - ♦ Робочий порядок: перший
- **Щілини:**
  - ♦ Границі розкриття, *mm*: от 0 до 2.2
  - ♦ Точність відліку, *mm*:
    - ▪ при розкритті від 0 до 0.2 мм: 0.001
    - ▪ при розкритті від 0.2 до 2.2 мм: 0.01
- ♦ Радіус кривини, *mm*:
  - ▪ Вхідної щілини: 130,3
  - ▪ Вихідних щілин: 140,6
- Швидкості сканування для решітки 1200 штрихів/мм, нм/хв: от 0.2 до 80.

Оптична схема:

Монохроматор МДР-23 побудований за асиметричною схемою Фасті зі сферичними дзеркальними об’єктивами.

Оптична схема монохроматора показана на мал.1. Джерело світла 1 через конденсор 2 освітлює вхідну щілина 3. Поворотне дзеркало 4 і дзеркальний сферичний об’єктив 5, в фокальній площині якого розміщена вхідна щілина, напрямляють паралельний пучок на дифракційну решітку 6.



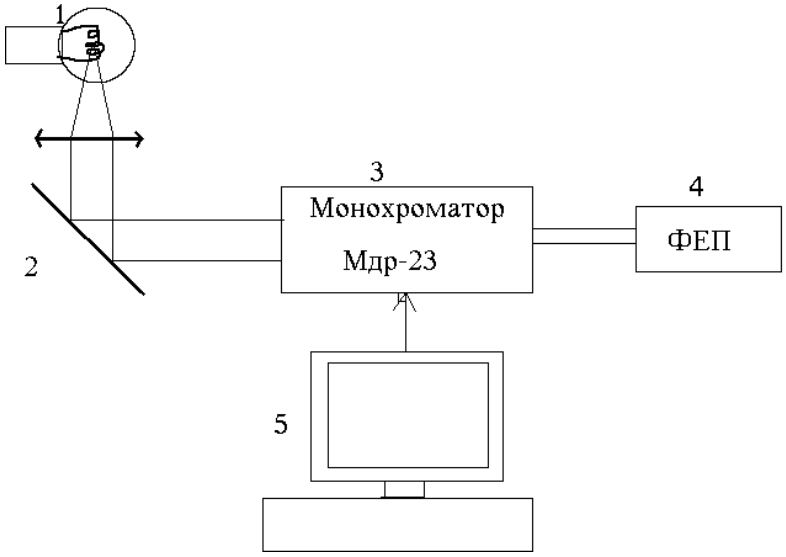
Мал. 1

Після дифракції паралельний пучок променів фокусується дзеркальним сферичним об’єктивом 7 на вихідну щілину.

В залежності від положення поворотного дзеркала 8 пучок світла попадає на вихідні щілини: або на щілину 9, або на щілину 10. У випадку необхідності використання одночасно двох вихідних щілин в пучок вводиться дзеркало, зрізане за висотою.

Для проектування джерела світла на щілину монохроматора використовують конденсор; оскільки конденсор не ахроматичний, то фокусування його у різних ділянках спектра вимагає зміни відстаней між вхідною щілиною і конденсором та між конденсором і джерелом світла.

1.3 Схема експерименту (див. мал. 2)



Мал. 2

1 – джерело світла

2 – об’єкт дослідження

3 – монохроматор

4 – фотоприймач

5 – персональний комп’ютер

Спочатку на місце досліджуваного об’єкта ставиться еталонний об’єкт – дзеркало , а потім сама плівка.

1.4 Функціональні можливості та блок-схема програмного забезпечення (див. мал. 3)

Можливості програми приймання і обробки даних:

1. Можливість зчитування спектру зі спектрометра в заданому інтервалі з певним кроком.

2. Можливість операцій над спектрами: додавання , віднімання , ділення , згладжування, виділення максимумів і мінімумів.

3. Зберігання та відновлення спектрів з диску.

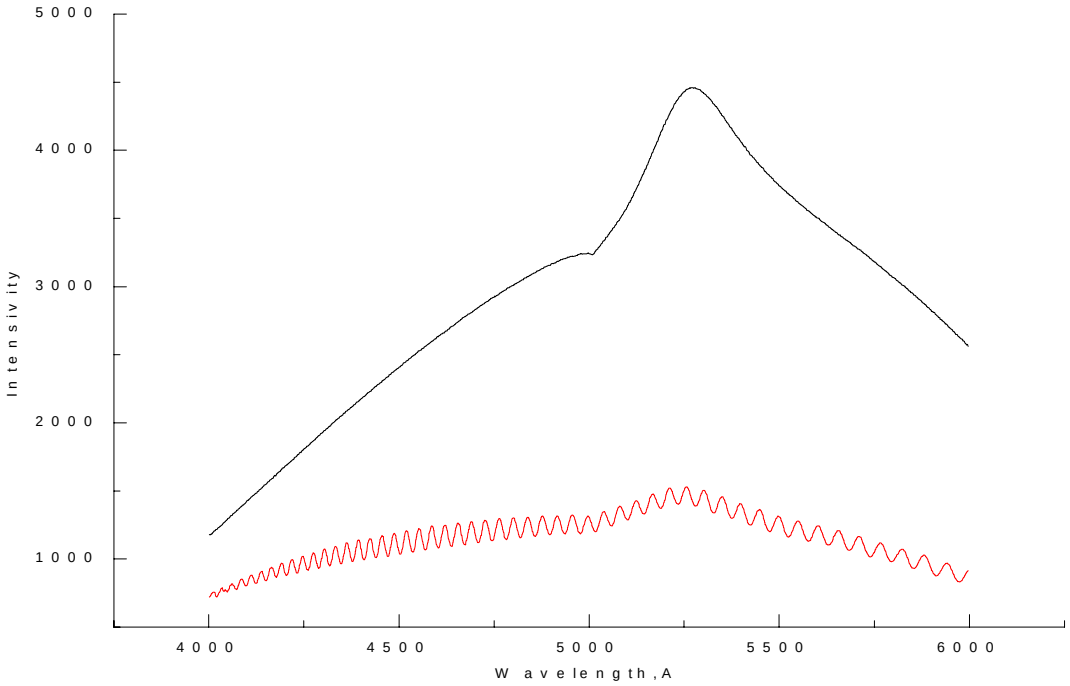
4. Представлення результатів у графічній формі.



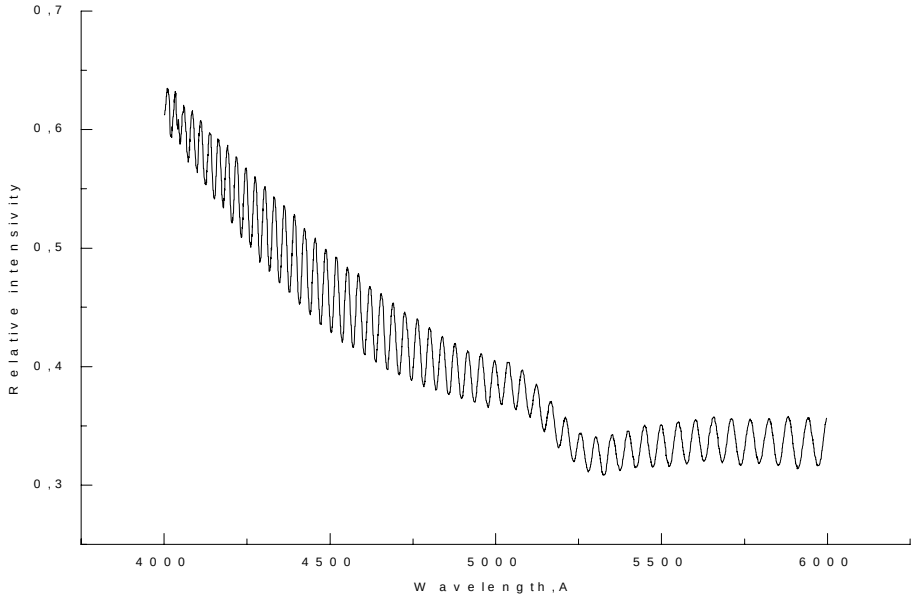
Мал. 3

2. Експериментальні результати та їх обробка

В процесі виконання роботи був отриманий спектр відбивання лавсанової плівки. Отриманий спектр був поділений на спектр джерела світла (Мал.4). В результаті була отримана спектральна характеристика об'єкта (Мал.5).

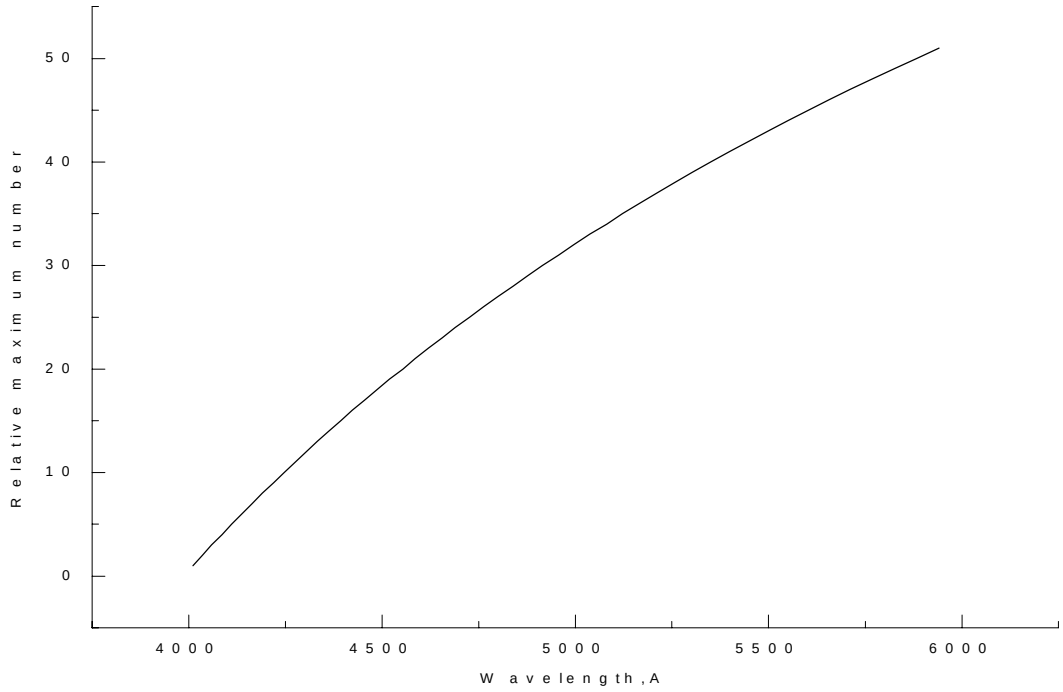


Мал.4



Мал.5

Після цього на отриманій кривій були визначені максимуми. (Мал. 6)



Мал. 6

3. Теоретичні розрахунки

Нехай h – товщина плівки, λ – довжина хвилі, N –порядок максимуму. Після того, як промінь проходить крізь плівку, утворюються багато інтерферуючих променів. Нехай оптична різниця ходу між двома сусідніми променями – d. Тоді з умови максимуму інтерференції маємо:

$$N * \lambda = d;$$

N, взагалі кажучи, невідомо.

Нехай ми маємо два максимуми: λ_1, N_1, d_1, λ_2, N_2, d_2; відомо, що $N_2 - N_1 = m$; тоді

$$N_1 * \lambda_1 = d_1;$$
$$N_2 * \lambda_2 = d_2;$$

Нехай максимуми розміщені близько один до одного, так що показник заломлення можна вважати постійним. Тоді $d_1=d_2=d$, і тому

$$N_1=d_1/\lambda_1;$$
$$N_2=d_2/\lambda_2;$$

Звідси маємо:

$$m=d(1/\lambda_2-1/\lambda_1);$$
$$d=m/(1/\lambda_2-1/\lambda_1);$$

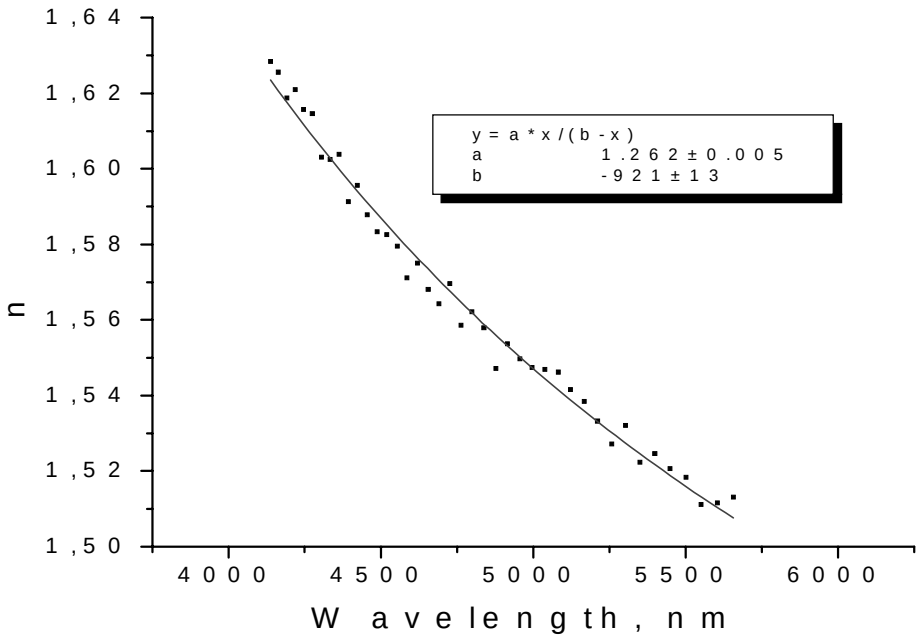
Звідси, після математичних перетворень (див. *Д.В. Сивухін, Загальний курс фізики. Оптика. М.: "Наука", 1980 р.*) отримаємо:

$$d = 2h\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} + \lambda/2$$

Формула для показника заломлення:

$$n^2= (d-\lambda/2)^2/(4*h^2)+(\sin^2\alpha),$$

де α – кут падіння променя на плівку. Таким чином, врахувавши, що товщина плівки h= мкм, ми отримаємо дисперсію показника заломлення:



Мал. 7

4. Висновки

За табличними даними, показник заломлення лавсану дорівнює **1.54**. Оскільки цей показник звичайно вимірюється для довжин хвиль біля 500 нм, це дуже добре узгоджується з нашими вимірами.