

## ЛАЗЕРНИЙ ЦУКРОМЕТР

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Робота присвячена удосконаленню лазерного цукрометра на основі двох лазерних випромінювачів для визначення концентрації оптично активних розчинів і рідин. Здійснюється порівняльний аналіз методів і схем лазерної поляриметрії, розробляються методика вимірювань, структурната електрична схеми автоматичного модуляційного лазерного цукрометра. Також виконується розрахунок параметрів блоку фотоперетворювача та розрахунок класу лазерної безпеки пристрою.*

### **Abstract**

*The work is devoted to the improvement of a laser dipole on the basis of two laser emitters to determine the concentration of optically active solutions and liquids. A comparative analysis of methods and schemes of laser polarimetry is carried out, measurement methods are being developed, and the electric circuit of an automatic modulation laser microwave meter is developed. Also, the parameters of the photoconductor block are calculated and the laser safety class of the device is calculated.*

### **Вступ**

Останнім часом все більшого розвитку набувають автоматичні пристрої, які базуються на аналізі взаємодії поляризованого оптичного випромінювання із речовиною. Дослідження поляризаційних характеристик поля розсіяного зразком світла є основою засобів поляриметрії. Висока чутливість поляриметричних методів стимулювала розвиток і удосконалення поляризаційної оптики світлорозсіювальних середовищ, яка вдало поєднує у собі можливості одночасного одержання інформації про фотометричні та поляризаційні характеристики розсіяного зразком випромінювання.

Сьогодні широко поширеними у харчовій та хімічній промисловості є цукрометри –прилади для визначення концентрації цукру, камфори, винної кислоти та інших оптично активних речовин у рідинах і розчинах, які базуються на вимірюваннях кута обертання площини поляризації світла (змінюється пропорційно концентрації такої речовини у розчині).

Актуальним напрямком розвитку лазерної поляриметрії і цукрометрії є створення автоматизованих і автоматичних модуляційних приладів, що дозволяють проводити вимірювання із більш високою прецизійністю, а також досліджувати динаміку змін оптичної активності у розчинах і твердих тілах.

Таким чином, лазерна цукрометрія є актуальним напрямком високочутливого неруйнівного контролю оптично активних середовищ.

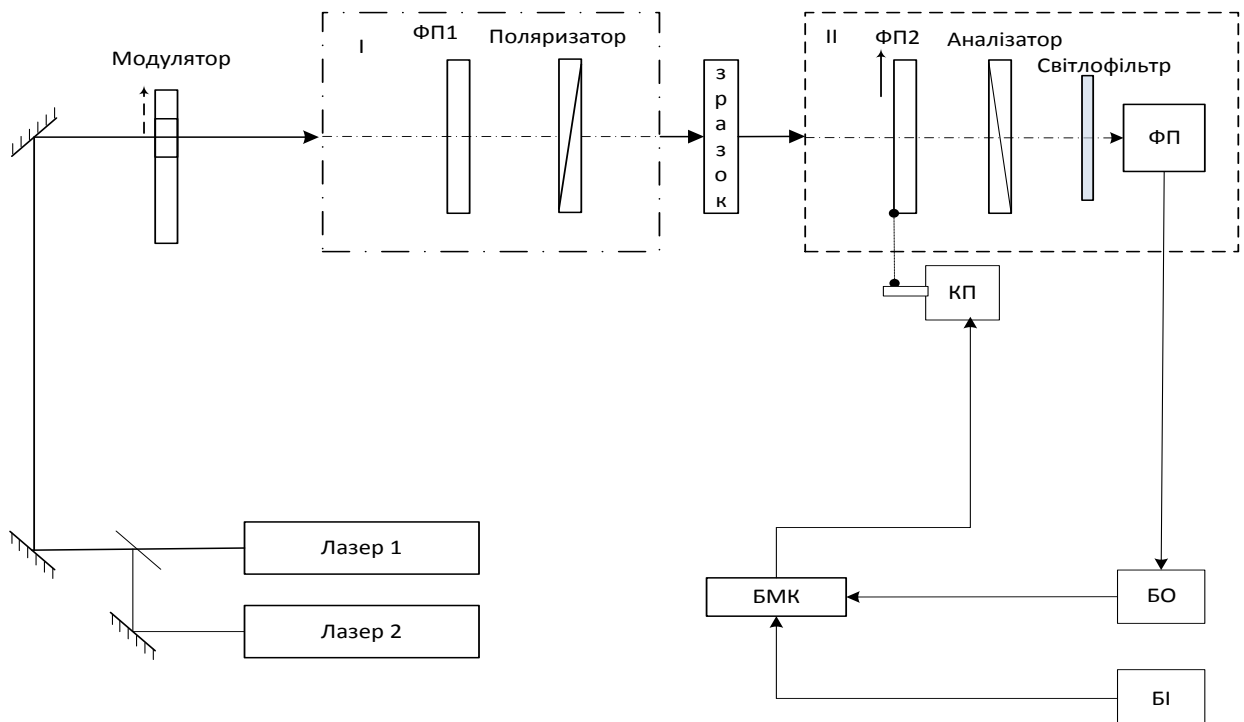
## Результат дослідження

Метою роботи є проектування і розробка автоматичного модуляційного лазерного цукрометра для визначення концентрації вмісту цукру та інших оптично активних речовин у розчинах із розширеними функціональними можливостями.

Було розглянуто характеристики та особливості функціонування сучасних оптичних схем, які базуються на методах сткос-поляриметрії. Одна з оптичних схем приймального каналу сткос-поляриметра із подвійною модуляцією (за рахунок обертання навколо осі фазової пластини та одного з поляризаторів). Вихідний вектор Стокса в такій схемі залежить від матриць Мюллера кожного з оптичних елементів схеми.

В роботі пропонується схема двохвильового модуляційного цукрометра із оптико-механічним модулятором поляризації на основі кінематичного приводу для обертання аналізатора схеми. Запропоновано схему.

Використовується два лазери – один з довжиною хвилі 589 нм (стандарт цукрометрії) та додатковий із довжиною хвилі 880 нм для розширення можливостей по дослідженню зразків із спеткральним поглинанням в ближній інфрачервоній області спектра. Позначення на схемі – ФП1, ФП2 – фзові пластини (створюють зсув фаз на чверть довжини хвилі), ФД – фотодетектор, БМК – мікроконтролерний блок (на мікропроцесорі), БІ – блок індикації на світлодіодах, БО – блок обробки сигналів з аналогово-цифровим перетворювачем.



## Висновки

Було виконано порівняльний аналіз методів і схем лазерної поляриметрії і цукрометрії, зокрема схем оптичних стокс-поляриметрів із різними перетворювачами. Визначено, що найбільш універсальним типом перетворювача поляризації є оптико-механічний перетворювач.

Покращення вимірювальних характеристик дозволяє отримати модуляційна схема вимірювань для цукрометра.

Запропоновано схему і методику вимірювань оптичної активності розчинів і рідин автоматичного лазерного цукрометра, які базуються на оптико-механічній схемі модуляції поляризації із динамічним обертанням аналізатора. Схема включає два лазерних випромінювача ( $\lambda_1=589$  нм – стандарт цукрометрії та  $\lambda_2=880$  нм), що дозволяє розширити область застосувань приладу для більш точних вимірювань розчинів, спектр поглинання яких знаходиться в ближній ІЧ-області. Розраховано основні характеристики елементів блоку фотоперетворювача пристрою та розроблено схему блоку живлення лазерів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аззам Р.А., Башара Н.М. Эллипсометрия и поляризованный свет. – М.: Мир, 1981. – 583 с.
2. Системи лазерної відеополяриметрії для автоматизованого контролю параметрів неоднорідних біотканин : монографія / С. Є. Тужанський, Г. Л. Лисенко. – Вінниця : ВНТУ, 2010.
3. Тужанський С. Є. Лазерні поляриметричні методи контролю оптичних параметрів біотканин / С. Є. Тужанський // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. — 2006. — № 2(12).
4. Метод фотоупругости: В 3 т. / Под общ. ред. Н.Л.Стрельчука. – М.: Стройиздат,1975. – Т.2: Методы поляризационно упругих измерений. Динамическая фотоупругость.
5. Петрук В. Г. Спектрофотометрія світлорозсіювальних середовищ (теорія і практика вимірювального контролю):[монографія] / Василь Григорович Петрук. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2000.

**Сауляк Олександр Сергійович** —студент групи ЛТО-17м ,факультет комп'ютерних систем таавтоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: protogeka16@gmail.com.

Науковий керівник: **Тужанський Станіслав Євгенович** - канд. техн. наук, доцент кафедри лазерної та оптико-електронної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна.

**Sauliak Alexander Sergeevich** - student of the group ЛТО-17m, faculty of computer systems andautomatics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: protogeka16@gmail.com.

Supervisor: **Tuzhansky Stanislav Yevgenovych** - candidate. tech Sciences, Associate Professor of the Department of Laser and Optoelectronic Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine.