

Л.С.Сікора, д.т.н., проф, НУ «Львівська політехніка»,  
Н.К.Лиса, к.т.н., ЦСД «ЕБТЕС»,  
Ю.Г. Міюшкович, к.т.н., НУ «Львівська політехніка»,  
Р.С. Марцишин, к.т.н., доц., НУ «Львівська політехніка»

## ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ЛАЗЕРНІ СИСТЕМИ ОЦІНКИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЕНЬ ТЕХНОГЕННОГО СЕРЕДОВИЩА З ЕКСПЕРТНОЮ ПІДТРИМКОЮ

**Анотація.** Розглянуто проблемну задачу створення інформаційно-вимірювальних систем з лазерними сенсорами з використанням експертної підтримки при оцінці рівня концентрації забруднень техногенного середовища.

**Аннотация.** Рассмотрена проблемная задача создания информационно-измерительных систем с лазерными сенсорами с использованием экспертной поддержки при оценке концентрации загрязнений техногенной среды.

**Abstract.** Considered challenging task of creating information-measuring systems with laser sensors with expertise in evaluating contaminant concentrations of man-made environment.

**Ключові слова.** Інформаційно-вимірювальна система, лазер, концентрація, забруднення.

**Ключевые слова.** Информационно-измерительная система, лазер, концентрация, загрязнения.

**Keywords.** Information-measuring system, laser, concentration.

**Актуальність.** Зростання навантаження на виробництві, які мають довгий час експлуатації (30-50 років), при невідповідній технології очистки відходів виробництва (вода, продукти згорання палива, нафтохімія) приводить до перевершення граничних навантажень на природне (екологія) середовище. Ця проблемна ситуація, відповідно формує вимогу зниження ризиків техногенних катастроф, а з другої сторони до необхідності посилення оперативного екологічного контролю навколишнього середовища техногенних систем.

Особливістю такого середовища є та проблема, яка полягає в тому, що забруднення атмосфери і води відбувається комплексом металічних, неорганічних сполук, які осідають біологічній масі рослин і мулу водоєм. Відповідно, така технологічна ситуація ускладнює вирішення задач моніторингу [1-7].

*Проблемна задача створення ІВС.*

Для розв'язання задачі управління моніторингом розроблена комплексна інформаційно-вимірювальна система оперативного контролю з експертною підтримкою.

Схема (рис. 1) включає: ОУ – об'єкт управління, Скв, Сскп – сенсори, ВП – вимірювальні перетворювачі, СУ – система управління, ІНЛ – індикатор.

Найбільшу загрозу і рівень забруднення середовища, особливо від теплових електростанцій, що вимагає створення нових методів, дії і засобів, апаратного і програмного забезпечення.

*Екологічний моніторинг – основні методи.*

Електронна і фотона, іонна провідність рідин при синтезі сенсорів для екологічних спостережень. Для побудови сенсорів необхідно розробити:

- побудова шкал опто-гальванічних і опто-резистивних шкал для оцінки концентрації шкідливих домішок в рідинах.
- інтервальні оцінки, рангування та експертні висновки про режими на основі нечітких шкал параметрів.
- створити стохастичні міри і шкали для оцінки параметрів технологічних рідинних середовищ на основі теорії вибору критеріїв і рангів переваг.

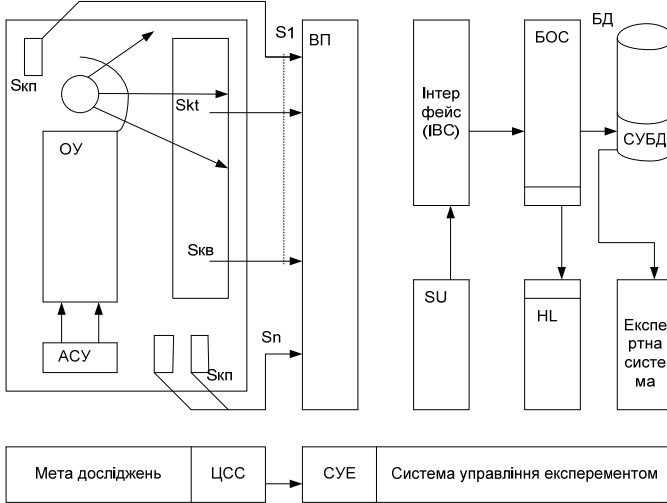


Рис. 1. Схема системи моніторингу

Способи визначення концентрації розчинів (1,2) ґрунтуються на:

1. Розрахунковий спосіб при заданих значеннях  $\epsilon_\lambda$

$$C_K(\lambda) = A_X \cdot [\epsilon_\lambda \cdot l_X]^{-1}, \quad l_X - \text{довжина кювети};$$

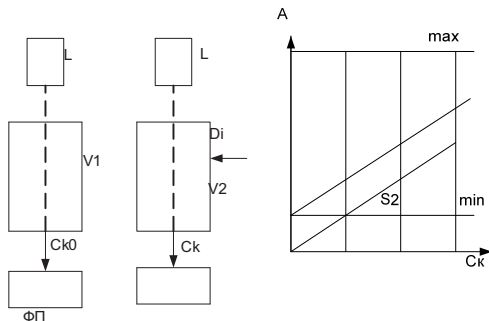
2. Спосіб градуированого графіка на основі побудови функції  $A = f(C_{KCT})$ , на основі вимірювання оптичної густини  $A$  за формулою для рівняння прямої  $A = a + vC_K$ ;

3. Спосіб порівняння оптичної густини проби з еталоном  $\frac{A_X}{A_{CT}} = \frac{C_K(X)}{C_{CT}}$

$$C_K(X) = C_{CT} \left[ \frac{A_X}{A_{CT}} \right];$$

4. Спосіб порівняння оптичної густини стандартного і досліджуваного розчинів  $I_X - constA$ ,  $\varepsilon_X - const \frac{A_X}{A_{CT\tau}} = \frac{C_K(X)}{C_{CT}}$ ;  $C_K(X) = C_{CT} \cdot \left( \frac{A_X}{A_{CT\tau}} \right)$ , де  $C_K(X)$  – молярна концентрація розчину;

5. Спосіб додавання стандарту. Порівнюють оптичні густини розчину з тим ж розчином з стандартними добавками, який утримує відому кількість компоненти ( $D_i$ ), при зондуванні його лазером.



Якщо об'єм розчину стандартний незмінний то

$$C_K(X) = C_{CT} \left[ \frac{A_X}{A_{CT+X} - A_X} \right]$$

у випадку різних об'ємів, коли додали повний об'єм стандартного розчину маємо

$$C_K(X) = C_{CT} \cdot A_X \cdot \left[ A_{CT+X} \frac{V_X + V_{CT}}{V_X} - A_X \right]^{-1},$$

де  $V_{CT}$  – об'єм доданого стандартного розчину.

6. Диференціальний метод фотометрії розширює інтервал вимірювання концентрації з підвищенням точності [0.05-0.1]%.  
 Побудова шкали  $\langle \text{поглинання} - C_K - \text{концентрація} \rangle$  у водних розчинах ґрунтується на інтерпретації кривої  $\ln(Z(C_K))$  або  $\exp(Z(C_K))$  згідно заданого графіка, з врахуванням потужності випромінювання лазера. При проходженні променя через кювету він послаблюється за рахунок розсіювання.

В методі диференціальної фотометрії густини вимірюють відносно стандартного розчину з відомою концентрацією або еталонним сигналом, який прив'язаний до рівня ( $C_{Ke}$ ) – еталону.

На рис. 3: PL – потужність лазера, Pz – потужність лазерного променя на виході кювет (R1, K2).

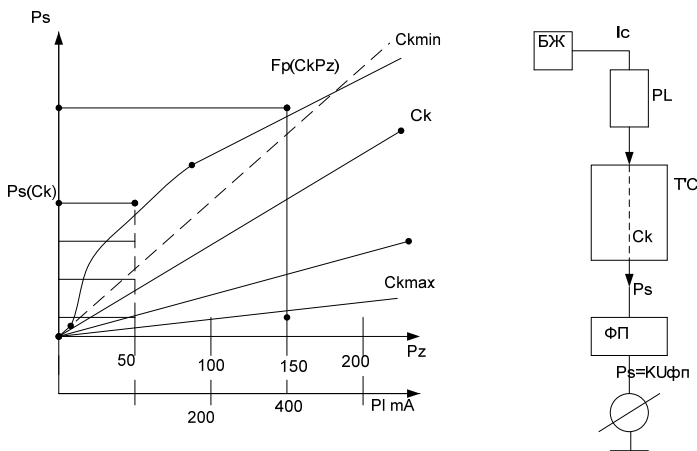


Рис.2. Схема формування шкали концентрації

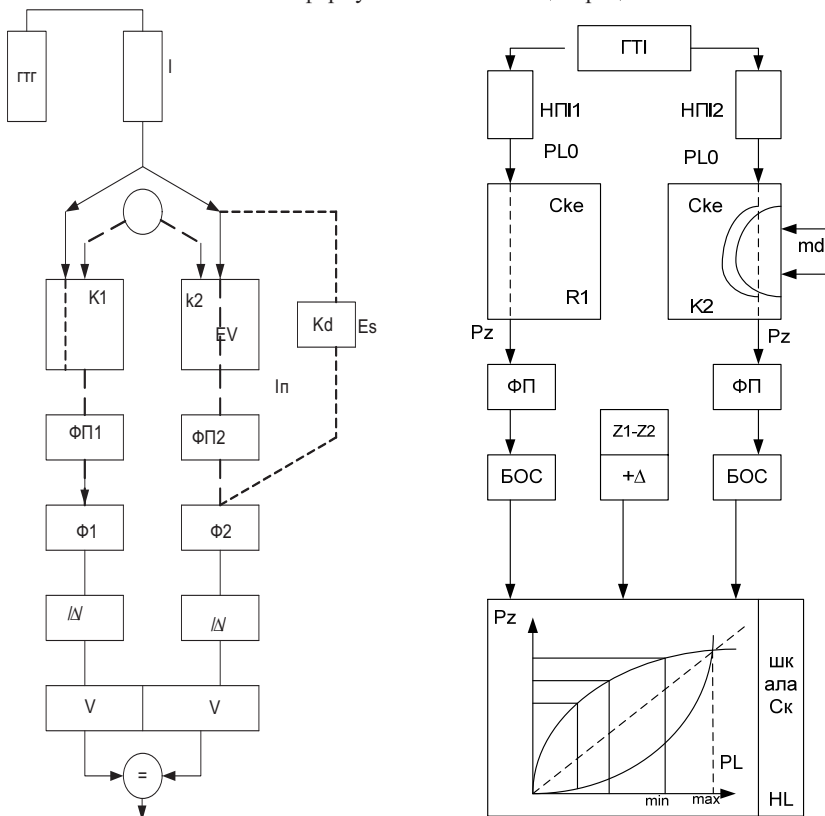


Рис.3. Схема диференціального методу вимірювання концентрації

Відносний коефіцієнт пропускання розчину в кюветі  $T'_X = \frac{T_X}{T_n} = \frac{I_X}{I_n}$  або

через оптичну густину  $A'_X = A_X - A_n = F(C_K)$  або у вигляді відношення

$$\frac{A'_X}{A'_{CT}} = \frac{C_X - C_n}{C_{CT} - C_n}, \quad \text{звідки} \quad C_X = C_n + \frac{A'_X}{A'_{CT}}(C_{CT} - C_n) \quad - \quad \text{визначається}$$

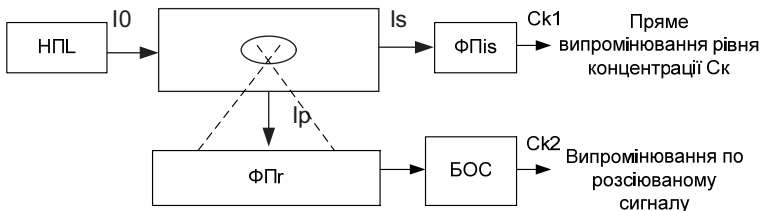
концентрація X – розчину. Згідно наведених джерел маємо оцінку – гранична концентрація для вимірювань фотометричним методом 10-5-10-6 моль/л. (1-4).

Лазерна фотометрія дозволяє збільшити діапазон вимірювання за рахунок збільшення потужності зондуючого променя і вибору відповідного спектру, що дає розробити процедуру побудови шкал

$$Z'_K(C_K) = \Psi[P_L, A_X, A_e, \tau_V] = \left[ Z_{SL}(C_K^*, t) \cdot K_{ycl} - Z_{SE}(C_K^E) K_0 \right] = \\ = \Psi(\Delta C_K) = \Delta Z \cdot (C_{Kx}^t - C_{Kx}^F),$$

де:  $C_{Kx}^t = C_K^E + \Delta C_K^X$  – рівень концентрації по рангових шкалах.

7. Нефелометричний метод вимірювання концентрації ґрунтується на вимірюванні інтенсивності розсіяного світла на основі рівняння Релея згідно схеми:



де маємо:  $I_p = I_0 K \left[ \frac{N_X V^2}{\lambda^4} \right] = I_0 K_C C_K^X$ , де  $N_X$  – кількість часток,  $V$  – об'єм

частини, яка розсіює світло,  $K_C$  – коефіцієнт.

Побудова шкали концентрації ЕДС–Pz – лазера в розчинах ( з RGB) ґрунтується на спектральних властивостях вибраного лазера в діапазоні [650 – 330] [нм].

$$P_S = f_1(C_K, P_L), \quad I_X = \varphi(C_K, P_L) \\ U_X = f_2(C_K, P_L)$$

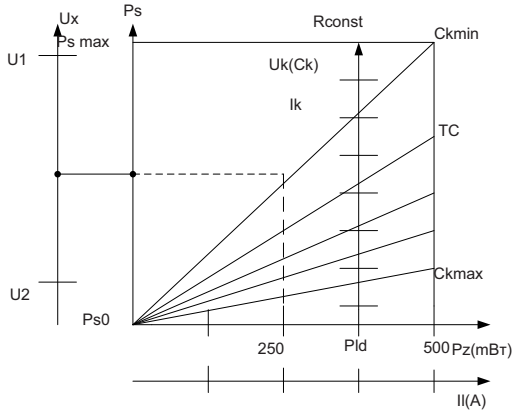


Рис.4. Схема формування шкали концентрації

$P_L^d$  – задана оптимальна потужність лазера;

$U_k(C_k)$  – шкала рівня концентрації приведена до заданого рівня потужності лазера;

$U_x$  – вісь напруг на виході блоку обробки сигналу, де

$$P_L \xrightarrow{C_k} P_S \rightarrow U_x(C_k);$$

$P_s$  – шкала потужності розсіяного променя;

$P_L$  – шкала потужності зондуючого променя;

$U_k$  – рангова шкала рівня  $C_k$ ;

Наведемо схему лазерного концентратоміра рівня забруднення води.

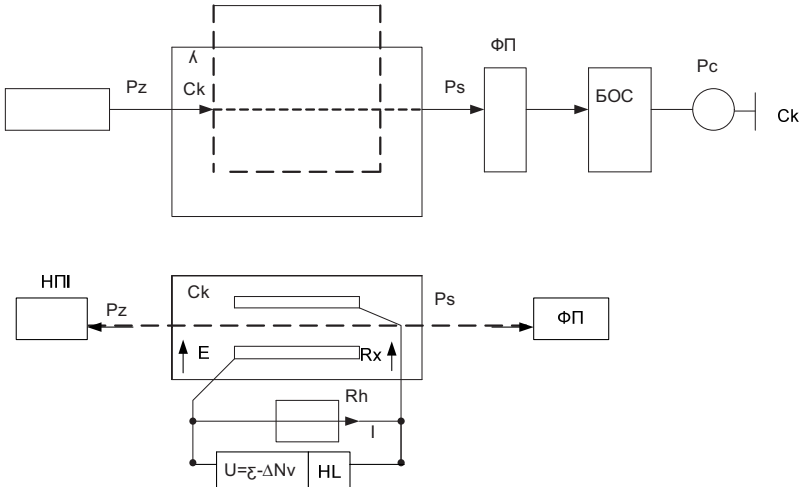


Рис.5. Структурна схема одноканального фотометра



2. Ломницька Я.Ф., Чабан Н.Ф. Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу в екологічних дослідженнях. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2009. –304 с.
3. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды. / ред. Калвода Р. –М.: Химия, 1990, – 240 с.
4. Мигли Д., Торренс К. Потенциометрический анализ воды. – М.: Мир. 1980, –515 с.
5. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды. – К.: Наук. Дум, 1991. –568 с.
6. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека управління моніторинг, контроль. – К.: КНТ Дакор, Основа. 2007. –412 с.
7. Лиса Н.К. Лазерна активація водних розчинів та моделі оптико-гальванічних ефектів для побудови сенсорів контролю технологічного середовища / Н.К. Лиса, Л.С. Сікора // Моделювання та інформаційні технології. – 2008. – Вип. 47. – С.168-175.

*Поступила 25.02.2013р.*

УДК 621.3

Л. С.Сікора, д.т.н., проф., М. С.Антоник, к.т.н., В.І.Сабат, к.т.н., доц,  
Л.Пюрко, співшукач,  
НУ «Львівська політехніка», Українська академія друкарства

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ АКТИВІЗАЦІЇ КОГНІТИВНОГО РІВНЯ ОСОБИ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ**

Анотація. В статті на основі інформаційних технологій і когнітивної психології побудовано модель активізації навчального процесу операторів АСУ-ТП.

Аннотация. В статье на основе информационных технологий и когнитивной психологии построена модель активизации учебного процесса операторов АСУ-ТП.

Summary. The article is devoted to the construction of the activation model in the study of ASM-TP operators.

Ключові слова: інформація, навчання, активізація, когнітивна психологія.

Ключевые слова: информация, обучение, активизация, когнитивная психология.

Key words: information, study, activation, cognitive psychology.

### ***Актуальність***

Високий темп росту об'єму знань та їх інтелектуальної складності для роботи у комп'ютеризованих виробничих системах різного виду (енергетика, нафтохімія; транспорт, поліграфія) спонукає до пошуку нових методів професійної підготовки персоналу. Інформаційні комп'ютерні технології опрацювання даних і прийняття рішень в складних ситуаціях для розв'язання потребують нових методів як впорядкування знань за логічною і системною

140 © Л. С.Сікора, М. С.Антоник, В.І.Сабат, Л.Пюрко