

УДК 621.317

Т.О. Єльнікова, к.т.н., доц.
Житомирський державний технологічний університет

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІТОПЛАНКТОНУ

Розроблено автоматизовану систему для вимірювань геометричних параметрів фітопланктону. Ця система застосовується для дослідження та контролю стану водойм господарсько-побутового призначення, які є джерелом водопостачання населення.

Ціль статті – розробити автоматизовану методику для вимірювань геометричних параметрів фітопланктону водойм господарсько-побутового призначення.

Викладення основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Вимірювання геометричних параметрів фітопланктону (ГПФ) та його біомаси потребує використання певного набору технічних засобів, що виконують формування та обробку цифрових відеозображень з метою визначення вказаних механічних величин. Ці технічні засоби зображено на структурній схемі автоматизованої системи для вимірювань ГПФ (рис. 1). Найсуттєвішим елементом даної структурної схеми є вимірювальний канал, від якого значною мірою залежать точнісні та часові характеристики процесу вимірювань ГПФ.

Елементи даної структурної схеми є складними технічними засобами. Тому було використано існуючі стандартні технічні засоби, а необхідні точність, швидкодію та функціональні можливості автоматизованої системи забезпечено на основі алгоритмічної обробки вимірювальної відеоінформації.

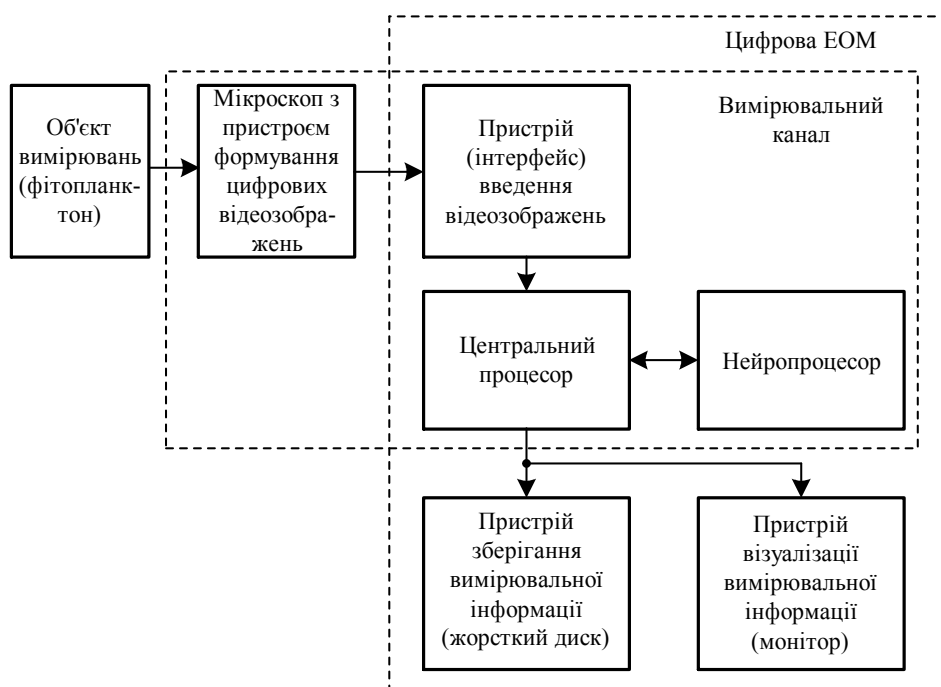


Рис. 1. Структурна схема автоматизованої системи для вимірювань геометричних параметрів фітопланктону

Проведення вимірювань за схемою, зображеною на рис. 1, базується на таких принципах: використання стандартних технічних засобів формування і обробки цифрових відеозображень з параметрами, що забезпечують потрібні метрологічні характеристики автоматизованої системи; використання алгоритмічної обробки вимірювальної відеоінформації та забезпечення на цій основі потрібних функціональних можливостей і точнісних характеристик засобів вимірювань; пошук і вибір потрібних параметрів алгоритмів цифрової обробки відеозображень, виходячи з особливостей задачі вимірювань ГПФ, забезпечення потрібних точності та швидкодії автоматизованої системи, а також удосконалення цих алгоритмів; застосування стиснення відеозображень у цифровій відеокамері, без якого неможлива реєстрація та введення в обчислювальний пристрій наявного обсягу вимірювальної відеоінформації, а також неможливе компактне зберігання цього обсягу відеоінформації; застосування

сучасних технологій штучного інтелекту в формі штучних нейронних мереж для обробки вимірювальної відеоінформації.

Процес вимірювання ГПФ та його маси забезпечується роботою технічних засобів (мікроскоп, пристрій формування цифрових відеозображень, цифрова ЕОМ та нейропроцесор) і програмного забезпечення, у якому реалізовано розроблені нові методи та алгоритми цифрової обробки відеозображень.

Найбільш досконалим у цій схемі є цифрова ЕОМ та нейропроцесор, можливості яких дозволяють здійснювати обробку вимірювальної відеоінформації. При проведенні наукових досліджень змін ГПФ у водоймах як правило необхідно використовувати персональний комп'ютер, при вирішенні виробничих задач контролю за станом водойм господарсько-побутового призначення – промисловий комп'ютер або мікроконтролер.

Існують різноманітні алгоритми обробки цифрових відеозображень, які реалізовані в такому потужному програмному продукті, як Matlab, та його складових частинах – пакетах Image Processing Toolbox та Neural Network Toolbox. Ці засоби було використано для вирішення наукових задач та для відпрацювання і налагодження алгоритмів обробки вимірювальної відеоінформації на етапі створення діючого макета автоматизованої системи, а також для впровадження цієї системи у виробництво та вирішення виробничих задач.

Широке застосування інформаційно-комп'ютерної техніки призвело до створення різноманітних технічних засобів отримання цифрових відеозображень, що містять вимірювальну відеоінформацію. Ці засоби цілком здатні забезпечити отримання відеозображень проб води з фітопланктоном, розміщених у мікроскопі. Основними з цих засобів є цифрові фотоапарати та цифрові відеокамери. Вони можуть бути використані для формування цифрових відеозображень проб води. Отримані таким чином відеозображення придатні до алгоритмічної обробки з метою визначення ГПФ та його маси. Саме ці показники є початковими даними для оцінки стану водойм господарсько-побутового призначення та прогнозування розвитку фітопланктону. Адже потенційні можливості фітопланктону до розмноження є досить високими, цей процес здатний дуже швидко виходити з-під контролю та досягати катастрофічних масштабів. Стан водойм при цьому суттєво змінюється, що призводить до значного погіршення якості питної води. Виходячи з вищесказаного, слід зауважити, що результати вимірювань ГПФ на відеозображеннях використовуються для вирішення багатьох наукових і виробничих задач. Наприклад важливим виробничим завданням є забезпечення якісного водопостачання населених пунктів. Це неможливо без контролю за процесами розвитку ГПФ у водоймищах, які використовуються для водопостачання населення.

Серед технічних характеристик мікроскопу та відеокамери найважливішою є розподільча здатність та точність вимірювань ГПФ. В даному випадку розподільча здатність складається з оптичної розподільчої здатності оптичної системи мікроскопу та розподільчої здатності відеокамери, що обмежується кількістю дискретних точок в ПЗС-матриці.

Вимірювальний комплекс на основі мікроскопа з вбудованою відеокамерою має схему об'єктив-тубус-телевізійна камера. В такому випадку зображення від об'єктиву проєктується безпосередньо на ПЗС-матрицю відеокамери.

Відомо, що розподільча здатність оптичної системи мікроскопа при спостереженні реальних об'єктів дорівнює:

$$\delta_{oc} = \frac{\lambda}{2A},$$

де λ – довжина хвилі світла; A – чисельна апертура об'єктива мікроскопа.

Чисельна апертура дає уяву про максимальне ефективне збільшення при добутку на 1000, тобто про таке збільшення, при якому два суміжні об'єкти вимірювань ще відрізняються як окремі.

В мікроскопі Micros 200T для видимого світла ($\lambda = 0,53$ мкм) та збільшення 400^{\times} маємо:

$$\delta_{oc} = \frac{0,53}{2 \cdot 0,65} = 0,41 \text{ мкм.}$$

Визначимо розподільчу здатність відеокамери. При збільшенні 400^{\times} поле зору відеокамери по горизонталі складає 250 мкм, а розмір ПЗС-матриці дорівнює 640 дискретних точок. Тому розподільча здатність відеокамери $\delta_{ек} = 250 \text{ мкм} / 640 = 0,39 \text{ мкм.}$

Таким чином, характеристики оптичної системи та цифрової камери в мікроскопі є узгодженими між собою ($\delta_{ек} \approx \delta_{oc}$). Значення розподільчої здатності оптичної системи визначає мінімальну відстань між двома точками об'єктів вимірювань, для яких можуть бути зафіксовані різні значення координат в процесі вимірювань ГПФ. Значення розподільчої здатності відеокамери визначає похибку дискретності, що має місце при вимірюванні лінійних розмірів екземплярів фітопланктону.

Для введення в ЕОМ відеозображень, що містять вимірювальну інформацію про ГПФ, використовується цифровий інтерфейс передачі даних. Такий інтерфейс дозволяє підключати до цифрової ЕОМ різні периферійні пристрої і перетворювачі вимірювальної інформації.

Основними характеристиками інтерфейса є:

- пропускна спроможність (швидкість передачі даних);
- максимальна довжина сигнальних ліній інтерфейса;
- спосіб передачі даних (паралельний або послідовний),
- режими передачі даних (послідовний або паралельний, синхронний або асинхронний);
- топологія (схема) підключення та способи підключення периферійних пристроїв та вимірювальних перетворювачів;
- наявність пристроїв даного інтерфейса в обладнанні, що формує, передає та накопичує вимірювальну інформацію.

Найбільш суттєвою характеристикою, що впливає на швидкість вимірювальної системи, є пропускна спроможність. Вона залежить від способу передачі даних, електричних параметрів, максимальної довжини ліній інтерфейса та режимів передачі даних.

Для введення відеозображень можуть бути використані інтерфейси IEEE 1394 (FireWire) або USB.

Інтерфейс USB (Universal Serial Bus – універсальна послідовна шина) є стандартним елементом архітектури цифрових ЕОМ, орієнтованим на інтеграцію з різними периферійними пристроями, в тому числі й з пристроями формування цифрових відеозображень. Сучасна версія USB 2.0 забезпечує швидкості передачі даних: низька швидкість LS (Low Speed) – 1,5 Мбіт/с, повна швидкість FS (full speed) – 12 Мбіт/с, висока швидкість HS (High Speed) – 480 Мбіт/с. Висока швидкість дозволяє суттєво розширити коло пристроїв, що підключаються до інтерфейса. Перш за все це важливо для пристроїв формування цифрових відеозображень. USB 2.0 дозволяє передавати послідовність відеозображень великого розміру з мінімальним стисненням і з високою якістю.

Стандарт цифрового інтерфейсу IEEE 1394 був прийнятий у 1995 році. Стандарт IEEE 1394 визначає три можливі швидкості передачі цифрових даних: 98,304, 196,608 і 393,216 Мбіт/с, що округлюють до 100, 200 і 400 Мбіт/с.

Основні властивості інтерфейса IEEE 1394:

1. Багатофункціональність. Шина забезпечує цифровий зв'язок до 63 периферійних пристроїв без застосування додаткової апаратури. Цифрові відеокамери, цифрові фотоапарати, цифрові CD і DVD накопичувачі даних, периферійні пристрої ЕОМ (принтери, сканери, пристрої дискової пам'яті) і самі ЕОМ можуть бути об'єднані в локальну мережу.

2. Висока швидкість обміну даними. Шина дозволяє навіть на початковому рівні (100 Мбіт/с) передавати одночасно два канали відео (30 кадрів за секунду) високої якості.

3. Низька ціна компонентів.

4. Простота налаштування і використання. FireWire допускає динамічне підключення і відключення пристроїв.

В автоматизованій системі для вимірювань ГПФ та його маси було обрано інтерфейс USB для підключення відеокамери САМ 2800 до ЕОМ як такий, що має достатню пропускну спроможність та наявний у цій відеокамері та цифровій ЕОМ.

Мінімальними вимогами до технічних засобів ЕОМ, яка виконує алгоритмічну обробку вимірювальної інформації про ГПФ, є: процесор Pentium 4 або Celeron з тактовою частотою 2 ГГц; оперативна пам'ять 512 Мбайт; монітор та відеокарта з розрізненням 1024x768 дискретних точок; дискова пам'ять 80 Гбайт; наявність інтерфейсів USB або IEEE 1394.

Було подано заявку на кваліфікаційну експертизу № а200709275 від 14.08.07 на тему “Спосіб ідентифікації планктонних водоростей у пробах води водних об'єктів”.

Висновки. Створено автоматизовану систему для вимірювань геометричних параметрів фітопланктону. Ця система має розширені функціональні можливості та підвищену швидкість, порівняно з існуючими засобами вимірювань.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 480 с.
2. Соренков Э.И., Телига А.И., Шаталов А.С. Точность вычислительных устройств и алгоритмов. – М.: Машиностроение, 1976. – 200 с.
3. Хан Г., Шатино С. Статистические модели в инженерных задачах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1969. – 396 с.
4. Голуб В. Линейные и матричные датчики изображений // Электронные компоненты и системы. – 2000. – № 4 (32). – С. 4–5.

5. *Шамша Б.В. Гуржій А.М. та ін.* Математичне забезпечення інформаційно-керуючих систем. – Харків: ТОВ "Компанія СМІТ", 2006. – 448 с.
6. *Шлихт Г.Ю.* Цифровая обработка цветных изображений. – М.: ЭКОМ, 1997. – 336 с.

ЄЛЬНІКОВА Тетяна Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- екологія та гідробіологія;
- математичне моделювання екологічних систем.

Подано 16.12.2008

Єльнікова Т.О. Автоматизована система для вимірювання геометричних параметрів фітопланктону
Ельнікова Т.А. Автоматизированная система измерения геометрических параметров фитопланктона
Elnikova T.O. The automated system is for measuring of geometrical parameters of algae

УДК 621.317

Автоматизированная система измерения геометрических параметров фитопланктона / Т.А. Ельнікова

Разработана автоматизированная система для измерений геометрических параметров фитопланктона. Эта система применяется для исследования и контроля состояния водоемов хозяйственно-бытового назначения, которые являются источником водоснабжения населения.

УДК 621.317

The automated system is for measuring of geometrical parameters of algae / T.O. Elnikova

The automated system of measurings of geometrical parameters of algae is developed. This system is used for research and control of the state of reservoirs of service-utility purpose, which are the source of water-supply of population.