

# КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

I. Galelyuka

## **INFORMATION TECHNOLOGY FOR WORKING OUT OF ME- THODS OF SMART PORTABLE DEVICES**

*In the article it is considered algorithms and software of virtual laboratory, which let to fast build and analyze data dependence, received by mean of portable device "Floratest", for working out of industrial methods for plant farming.*

*Рассмотрены алгоритмы и специальные программные средства в составе виртуальной лаборатории автоматизированного проектирования, которые дают возможность быстро строить и анализировать зависимости на основе данных, полученных от портативного прибора "Флоратест", для наработки промышленных методик выращивания растений.*

*Розглянуто алгоритми та спеціальні програмні засоби в складі віртуальної лабораторії автоматизованого проектування, які дозволяють швидко будувати й аналізувати залежності на основі даних, отриманих портативним приладом "Флоратест", для напрацювання промислових методик вирощування рослин.*

© I.Б. Галелюка, 2008

УДК 381.3

I.Б. ГАЛЕЛЮКА

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАПРАЦЮВАННІ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПОРТАТИВНИХ ПРИЛАДІВ**

**Вступ.** Розроблений в Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України портативний прилад "Флоратест" [1] для експресдіагностики стану рослин є типовим результатом успішного проведення міждисциплінарних досліджень у таких галузях науки, як фізика, фізіологія рослин, мікроелектроніка та інформаційні технології. Прилад побудований на основі аналізу інтенсивності флуоресценції хлорофілу, що міститься у листях досліджуваної рослини, в часі. Однією з важливих задач, з якою зустрілися розробники, була напрацювання промислового методичного забезпечення цього приладу.

**Загальні відомості.** Напрацювання промислових методик передбачає проведення великої кількості довготривалих експериментів з метою отримання достатньої кількості даних, які б дозволили знайти достовірні залежності між отриманими даними та станом досліджуваного об'єкта.

Згідно теорії планування експерименту [2] будь-який експеримент включає кілька чітко визначених етапів:

1) організація експерименту таким чином, щоб як найкраще вирішити поставлену задачу, а саме, мінімізувати часові та матеріальні витрати та досягти більш точних результатів;

2) обробка результатів експерименту з метою отримання максимальної кількості інформації про досліджуваний об'єкт;

3) формування висновків про стан об'єкта за результатами експерименту.

Перший етап виконується безпосередньо на об'єкті дослідження, наприклад, на дослідних ділянках. Водночас другий і третій етапи здійснюються засобами інформаційних технологій (в нашому випадку засобами віртуальної лабораторії автоматизованого проектування (ВЛАП) [3]).

За такою схемою в Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України (ІК НАН України) спільно з Національним науковим центром "Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова" Української академії аграрних наук (ННЦ ІВіВ) були напрацьовані промислові методики експресного визначення фізіологічного стану виноградних рослин методом індукції флуоресценції хлорофілу. А саме, визначалася стійкість цих рослин до ґрунтової засухи й уражень шкідниками та хворобами, вплив біологічно-активних речовин на фотосинтетичний апарат тощо.

Програма експерименту виконувалася на дослідних ділянках ННЦ ІВіВ за допомогою портативного приладу "Флоратест". Програмними засобами віртуальної лабораторії ІК НАН України здійснювалася обробка результатів експерименту, пошук характерних залежностей, на основі яких були розроблені та запатентовані промислові методики [4, 5].

До програмних засобів, які розроблено у складі ВЛАП для напрацювання методичного забезпечення, поставлено наступні вимоги:

- 1) простота інтеграції у структуру ВЛАП;
- 2) можливість експорту файлів з даними в автоматичному або ручному режимі;
- 3) візуалізація даних як у текстовій, так і в графічній формі;
- 4) візуалізація отриманих залежностей у вигляді діаграм з можливістю їх обробки як стандартними програмними пакетами, так і спеціальними;
- 5) автоматизований пошук характерних точок максимумів, мінімумів та інших з метою напрацювання промислових методик.

При дослідному використанні приладу "Флоратест" в ННЦ ІВіВ були поставлені наступні задачі, вирішення яких вимагало обробки результатів за допомогою спеціальних програмних засобів ВЛАП:

- 1) експериментально обґрунтувати можливість промислового використання методу індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) у такій галузі сільського господарства як виноградарство;
- 2) за допомогою портативного приладу "Флоратест" дослідити закономірності змін параметрів флуоресценції хлорофілу виноградної рослини в умовах ґрунтової засухи, уражень рослин шкідниками та хворобами, а також під впливом біологічно-активних речовин;
- 3) на основі вивчення зміни параметрів ІФХ виноградної рослини оптимізувати умови вирощування посадкового матеріалу винограду (використання штучного поливу, внесення добрив, гербіцидів, біологічно-активних речовин та ін.);
- 4) за результатами дослідної експлуатації приладу "Флоратест" розробити промислові методики вибору посухостійких сортів виноградної рослини, боротьби з шкідниками тощо, придатні для промислового застосування у виноградарстві.

Для обробки даних експериментів і візуалізації отриманих залежностей (зокрема, інтенсивності ІФХ виноградної рослини в умовах посухи і в нормальних умовах, здорових рослин і під впливом стресових чинників) розроблено програмні засоби згідно загального алгоритму, який показано на рис. 1. Призначенням цих програмних засобів є перевірка вірогідності отриманих вимірювань, пошук і вибір ефективного центру розподілу даних, пошук границь цензурування з подальшим видаленням тих вимірювань, які виходять за ці межі і, відповідно, спотворюють вимірювання. Алгоритм перевірки вірогідності отриманих даних і статистичної обробки вимірювань показано на рис. 2.

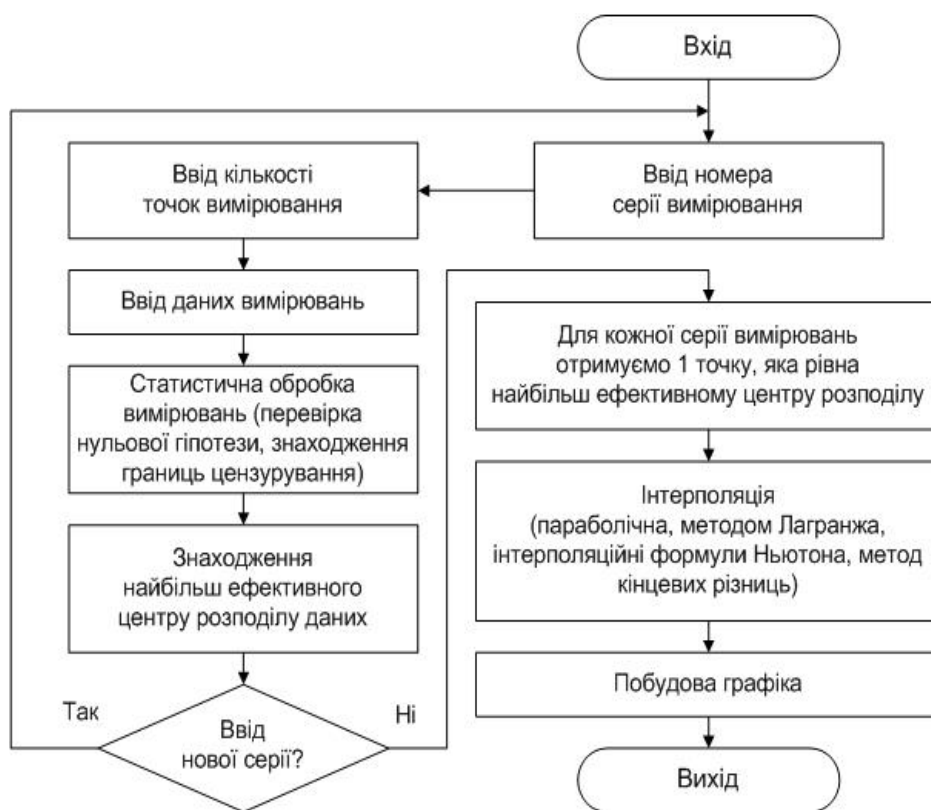


РИС. 1. Загальний алгоритм роботи ПЗ автоматизації напрацювання промислових методик тестування рослин і побудови характерних залежностей

Розрахунок за алгоритмом на рис. 2 починається із знаходження за допомогою декількох методик центрів розподілу отриманих вимірювань, а саме: середнє арифметичне  $\bar{X}$ ; центр розмаху  $X_P$ ; центр згинів  $X_C$ ; медіана  $X_M$ ; середнє арифметичне за виключенням значень крайніх 25% ділянок ряду  $\bar{X}_{0,5}$ .

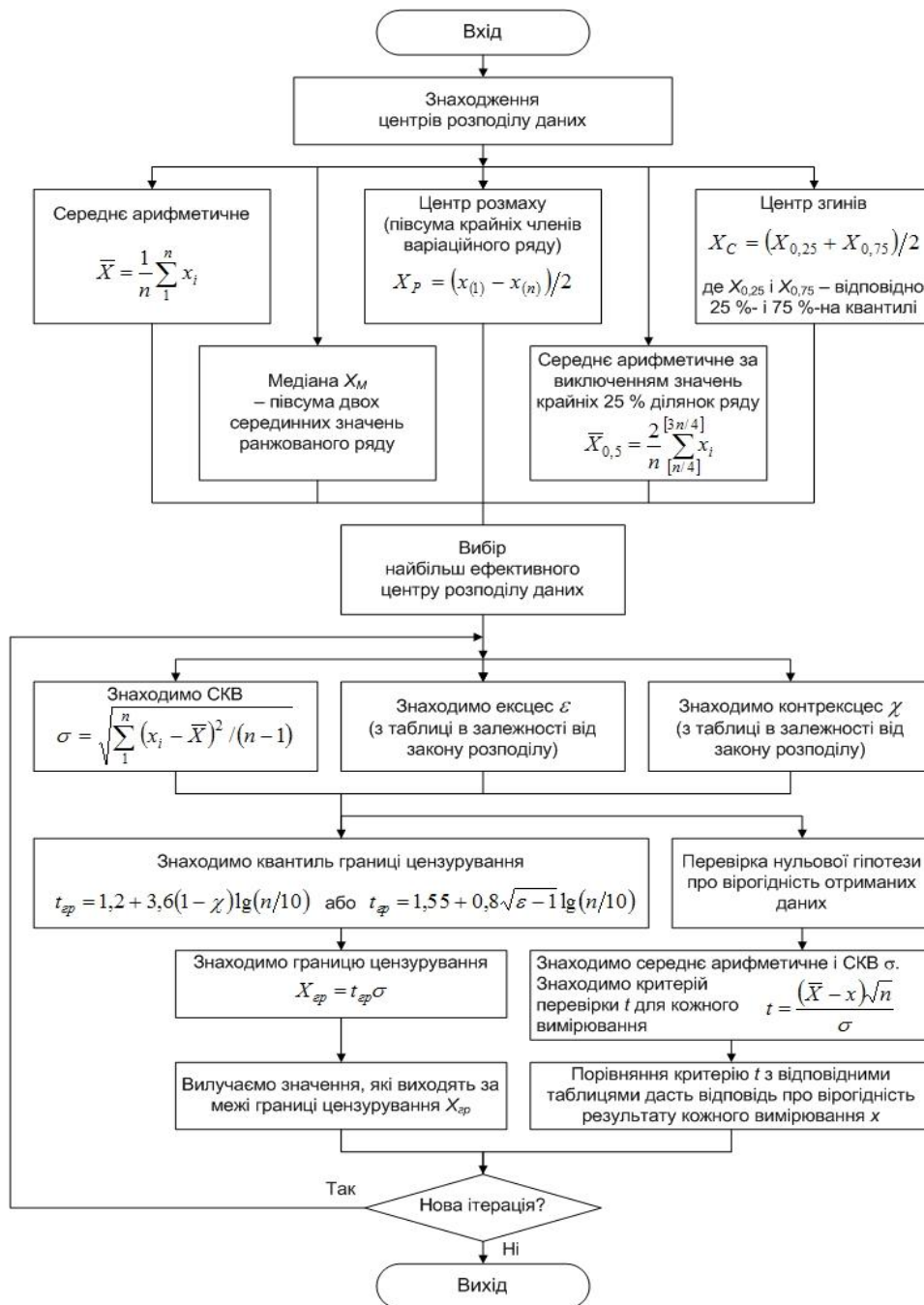


РИС. 2. Алгоритм перевірки вірогідності отриманих вимірювань і статистичної обробки вимірювань

Для подальших розрахунків приймемо те значення центру розподілу, яке займає медіанне положення в їх впорядкованому ряду. Використовуючи вибраний центр розподілу можна розрахувати оцінки СКВ  $\sigma$  і вибрати з таблиць ексцес  $\varepsilon$  і контрексцес  $\chi$ . Надалі знаходимо квантиль границі цензурування за формулами

$$t_{\text{гр}} = 1,2 + 3,6(1 - \chi) \lg(n/10) \text{ або } t_{\text{гр}} = 1,55 + 0,8\sqrt{\varepsilon - 1} \lg(n/10),$$

і, відповідно, границю цензурування  $X_{\text{гр}}$  за формулою

$$X_{\text{гр}} = t_{\text{гр}} \sigma.$$

Оскільки вимірювання, які знаходяться за межами границі цензурування, можуть значно спотворити кінцеві оцінки, то їх видаляють з ряду відліків. Після вилучення згаданих відліків повторюють розрахунок оцінок  $\sigma$ ,  $\chi$ ,  $\varepsilon$ , а потім і нової границі цензурування.

Перевірка вірогідності отриманих вимірювань полягає, на початковому етапі, в знаходженні середнього арифметичного  $\bar{X}$  і СКВ  $\sigma$ . Далі знаходимо критерій перевірки  $t$  (розподіл Стюдента) за формулою:

$$t = \frac{(\bar{X} - x) \sqrt{n}}{\sigma}.$$

Порівняння критерію  $t$  з відповідними таблицями, що містяться у бібліотеках віртуальної лабораторії, дасть відповідь про те, чи можна вважати вірогідним результат вимірювання  $x$ .

У результаті обробки даних експериментів за розробленими алгоритмами і за допомогою спеціальних програмних засобів побудовані узагальнені залежності максимальної інтенсивності ІФХ виноградних рослин під впливом посухи (28–30 % неповна вологоємність, кількість досліджуваних кущів виноградної рослини до 100) і в контрольній вибірці (68–70 % неповна вологоємність, кількість досліджуваних кущів виноградної рослини до 100) протягом періоду вегетації (5 місяців). Це дало змогу спеціалістам з ННЦ ІВіВ довести, що водний дефіцит чітко проявляється на формі кривої ІФХ і в рівні максимальної інтенсивності ІФХ. Такі залежності були побудовані для окремих сортів виноградної рослини, що важливо для відбору посухостійких сортів.

Зокрема, обробка даних експериментів за розробленими алгоритмами дала можливість побудувати залежності максимальної інтенсивності ІФХ виноградних рослин таких сортів, як РхР 101-14 і Кобер 5ББ, в нормальних умовах і в умовах штучної посухи від часу (рис. 3, 4).

У процесі експериментів досліджувалися впливи різних біологічних хвороб виноградної рослини, зокрема, хлорозу на форму кривої ІФХ і рівні інтенсивності флуоресценції. За результатами експериментів побудовані залежності, які показали чітку відмінність у кривих ІФХ хворих і здорових виноградних рослин (рис. 5).

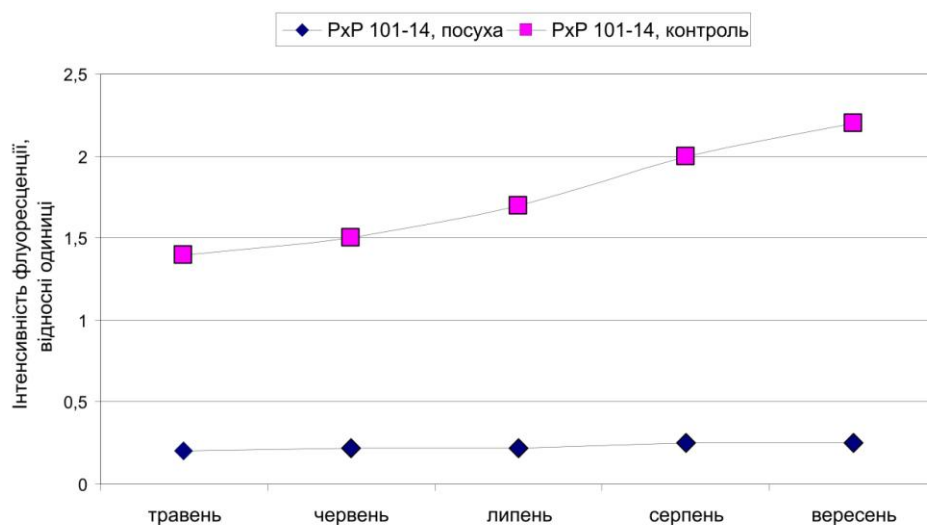


РИС. 3. Залежність інтенсивності ІФХ виноградної рослини (сорт РхР 101-14) в умовах посухи і в нормальних умовах (вибірка кущів 80...100)

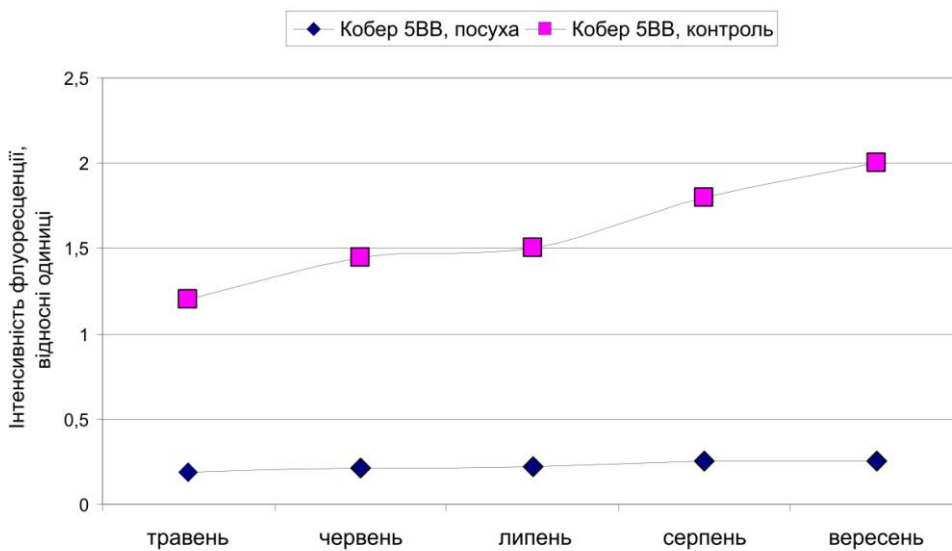


РИС. 4. Залежність інтенсивності ІФХ виноградної рослини (сорт Кобер 5ВВ) в умовах посухи і в нормальних умовах (вибірка кущів 80...100)

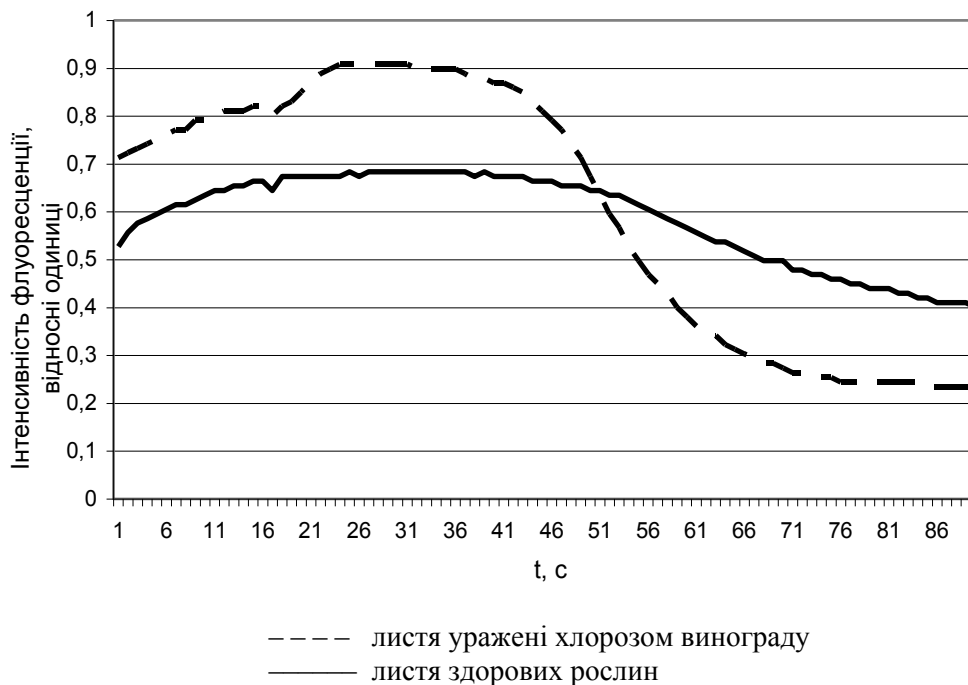


РИС. 5. Типові криві індукції флуоресценції хлорофілу листя мікро клонів підщепи Кобера 5ББ (здорових і уражених хлорозом, вибірка кущів 80...100)

Отримані результати вимірювань кривих ІФХ виноградних рослин різних сортів і побудовані за ними залежності підтверджуються еквівалентними результатами фізіологічних показників тканин листя, проведених за загальноприйнятими агробіологічними методиками, які є довготривалими, складними й проводяться з використанням лабораторного обладнання кваліфікованими фахівцями. Відповідно, методика на основі портативного приладу "Флоратест" може бути використана як експресна та неінвазивна для комплексної оцінки різних сортів винограду на чутливість до засухи [5] і, відповідно, для розробки алгоритму керування системами штучного поливу, а також для діагностики захворюваності на різні хвороби, ураження шкідниками тощо. Впровадження розроблених експрес-методик оцінки посухостійкості виноградних рослин дало змогу оптимізувати режими штучного поливу винограду і тим самим знизити енерго- і водоспоживання на одиницю продукції.

#### Висновки:

1. Розглянуто розроблені алгоритми й спеціальні програмні засоби у складі ВЛАП, які дозволяють швидко будувати й аналізувати залежності на основі даних, отриманих портативним приладом "Флоратест" при дослідженні кущів виноградної рослини в умовах промислового виноградарства. Побудова та візуалі-

зація інтегральних залежностей дозволяє у реальному часі діагностувати стан фотосинтетичного апарата виноградної рослини та визначати характер стресового фактора (посуха, хлороз тощо).

2. Напрацьовані за допомогою приладу "Флоратест" оригінальні промислові методики визначення посухостійкості виноградної рослини відрізняються від існуючих агробіологічних експресністю, неінвазійністю і простотою. Їх впровадження дозволяє швидко відбирати посухостійкі сорти виноградної рослини, а також керувати системою штучного поливу, враховуючи не тільки вологість ґрунту, але й вологоємність листя, тобто стан фотосинтетичного апарата рослини. Керування штучним поливом за останнім параметром дає можливість більш економно витратити енергетичні та водні ресурси на одиницю продукції виноградарства.

3. Досвід застосування комп'ютерного приладу "Флоратест" довів, що наявність у складі ВЛІАП спеціального алгоритмічного та програмного забезпечення дозволяє користувачу цього приладу використовувати віртуальну лабораторію для напрацювання промислових методик вирощування рослин.

1. *Romanov V., Sherer V., Galelyuka I. et al.* Smart portable fluorometer for express-diagnostics of photosynthesis: principles of operation and results of experimental researches // Information research and applications (I.TECH 2007) : Firth International Conf., 26-30 June 2007, Varna, Bulgaria: Proceedings, 2007. – Vol. 2. – P. 399–403.
2. *Володарский Е.Т., Малиновский Б.Н., Туз Ю.М.* Планирование и организация измерительного эксперимента. – Киев: Вища школа, 1987. – 280 с.
3. *Palagin O., Romanov V., Galelyuka I., Kachanovska M.* Virtual Laboratory for Computer-Aided Design of Biosensors // Computing. – 2007. – Vol. 6, Issue 2. – P. 68–76.
4. *Галелюка І.Б.* Елементи теорії та інструментальні засоби віртуального проектування комп'ютерних пристроїв і систем автоматизації експериментальних досліджень біологічних об'єктів : Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – К., 2008. – 20 с.
5. *Пат. України на корисну модель № 24908.* Спосіб визначення фізіологічного стану рослин методом індукції флуоресценції хлорофілу / В.О. Шерер, Є.В. Сарахан. – Опубл. 25.07.2007, бюл. № 11.

Отримано 21.11.2008