

Приложение на информационни и компютърни технологии за управление на стационарни производствени системи в прецизното животновъдство и растениевъдство

Пламен Даскалов

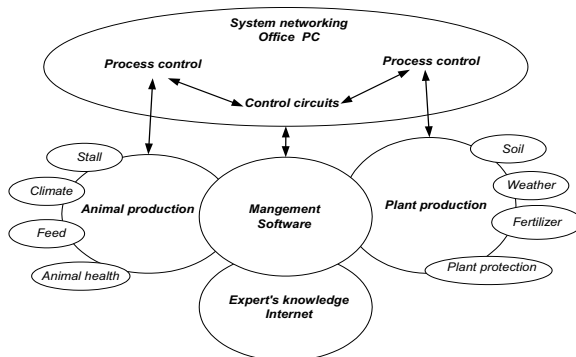
Application of information technology and computer control systems in stationary manufacturing precision farming and crop: Application of information and computer control technologies in precision agriculture are considered in the paper. The main functional features of the integrated management and control system MACQU for control of the processes in the greenhouses and livestock buildings are explained in details. The main tasks in the management of stationary production systems in precision farming and crop production are defined and their implementation is illustrated.

Key words: Precision livestock farming, Precision farming, Computer control systems

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременното земеделие се характеризира с изключително нарастване на сложността на земеделските системи и преход към прецизно земеделие, при което се интегрират в едно земеделски, информационни, компютърни и комуникационни технологии и нови подходи, методи за организация и управление на производството. Прецизното земеделие използва географски информационни системи (GIS), глобални позиционни системи (GPS) и специализирани микропроцесорни системи за събиране, съхраняване, визуализиране и анализиране на обширно количество от данни, изграждане на бази-данни и експертни системи, чрез които се реализират нови мениджърски подходи и стратегии за устойчиво развитие на съвременните ферми за производство на селскостопанска продукция [4,3].

На фиг. 1 са представени новите тенденции при използване на компютърно – базирани технологии в прецизното земеделие, насочени както към растениевъдството, така и към животновъдството [6].



Фиг. 1. Компютърно – базирани технологии в прецизното земеделие

Целта на статията е да се покажат съвременните тенденции в приложението на компютърни и информационни технологии при управлението на стационарни процеси в прецизното растениевъдство и животновъдство.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Като членка на Европейския съюз, пред нашата страна стоят отговорни задачи в земеделието и предизвикателството да повиши ефективността и

конкурентноспособността на отрасъла и да постигне Европейските стандарти за качество и безопасност на храните и околната среда. В условията на постоянни промени на стратегии, технологии, методи и средства, продукти и услуги, се променят целта, задачите и сферите на научните изследвания и практиката в земеделието. Те се интегрират и се профилират в нови области като:

- Приложение на информационни, експертни и интелигентни системи и технологии, решения и продукти за и от сферата на земеделската техника и технологии;

- Приложение на нови генерации материали и технологии;

- Автоматизация на производствените процеси, отнесени в земеделието, чрез използването на авангардни методи и технически средства на индустриалната автоматизация, съвременната теория за автоматично управление, интегриране на биологични модели в системите за управление и приложението на компютърни системи с изкуствен интелект;

- Автоматизация, респективно компютъризация, на инженерния труд и системи за автоматизирано проектиране, симулиране и изследване в сферите на земеделието;

- Приложение на нови методи и системи за организация и управление на производството и дейностите в сферата на земеделието, в контекста на устойчивите системи;

- Приложение на системи с компютърно зрение и технологии за разпознаване/идентификация на органични обекти в земеделието;

- Усъвършенстване взаимодействието на системата "човек-машина" в земеделието, включително ергономия и дизайн на обекти, системи, работна среда, продукти, и услуги.

За да отговори на нарастващата сложност на селскостопански системи, е от съществено значение тяхното управление да се реализира с все по-сложни методи и технически средства. Тази цел може да бъде постигната само чрез прилагане на съвременни информационни и компютърни технологии за контрол на производството и управление на процесите и фермите [4,7,3].

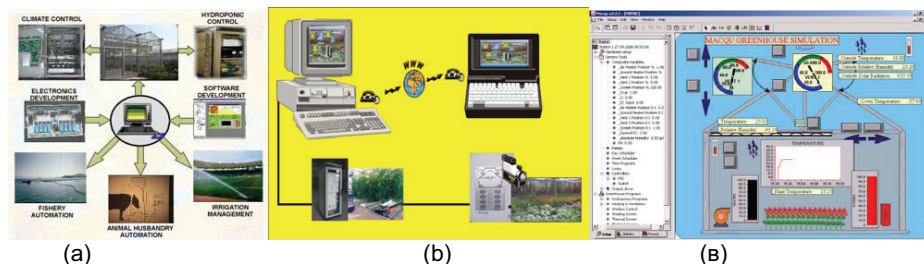
Един пример за високотехнологично управление на технологичните процеси в прецизното земеделие е модулната компютърна система за мениджмънт и контрол на процесите и качеството на продукцията в прецизното животновъдство и растениевъдство MACQU (**MA**nagement and **C**ontrol for **QU**ality) [1,5].

1. Структура, функции и програмно за осигуряване на системата MACQU

Системата MACQU е интегрирана система за мениджмънт, управление на технологичните процесите и контрол качеството на продукцията в прецизното животновъдство и оранжерийно производство. MACQU е резултат от успешен научно-изследователски проект на Атинския селскостопански университет, финансиран от Европейския съюз и с участието на известни експерти от 5 европейски страни. Първоначално разработена за управление на технологичните процеси в оранжерии, MACQU е доразвита като универсална компютърна система за разпределено управление на специфични селскостопански обекти и процеси и може да бъде конфигурирана да посреща специфичните нужди за гарантиране на устойчиво качество и количество на продукцията в оранжерии, животновъдни ферми и рибни стопанства (фиг.1).

Основна характеристика на системите MACQU е, че е отворена система на всички нива, от началното започване (presentation) в персоналния компютър (PC) на фермера до нивото на контрол (чрез използване на така наречените „виртуални променливи“ virtual variables) [1]. С помощта на виртуалните променливи, потребителят може да създаде модел въз основа на който, да се управляват микроклимата и хранителния разтвор за растенията в оранжерията. Тази

технология позволява пряка координация между климата в оранжерията и капковото напояване с хранителния разтвор на растенията и по този начин да се гарантират устойчиви добиви на продукцията.



Фиг. 1. Области на приложение (а), структура и комуникации (б) и главен прозорец (в) на интерфейса на MACQU

По същество MACQU е разпределена компютърна система за управление, която включва специален собствен програмируем логически контролер PLC (Programmable Logic Controller) с множество общи и специализирани функции за обработка на сигнали, данни и формиране на управляващи команди и гъвкава поддръжка на редица датчици и изпълнителни механизми (фиг.2а). MACQU притежава още вградена фъзи система за вземане на решения, координация и управление на йерархични системи [5]. Специалните вградени функции за активиране на управляващи вериги при поява на различни събития позволяват реализирането на сложни управляващи системи за оранжерии и животновъдни комплекси [2]. Характерна черта на MACQU е лесния за работа интерфейс с богата библиотека от елементи за графична визуализация и индикация (фиг.2б).

Благодарение на възможностите за връзка на MACQU с Интернет мрежата и поддръжката на web-камера, системата MACQU става една много удобна виртуална лаборатория, която може да се използва както за обучение, така и дистанционно управление. Поради възможността за гъвкаво задаване и вариране на параметрите в системата MACQU, тази технологията е използваема както в краевферми, свинеферми, птицевферми, така и в хладилни помещения за запазване на селскостопанските продукти и сушилни. Освен това тази технология е приспособена за автоматично храняване на клетки в рибарниците и за управление на поливни системи в полето, в държавните и частни паркове, а така също и за крайпътната растителност.

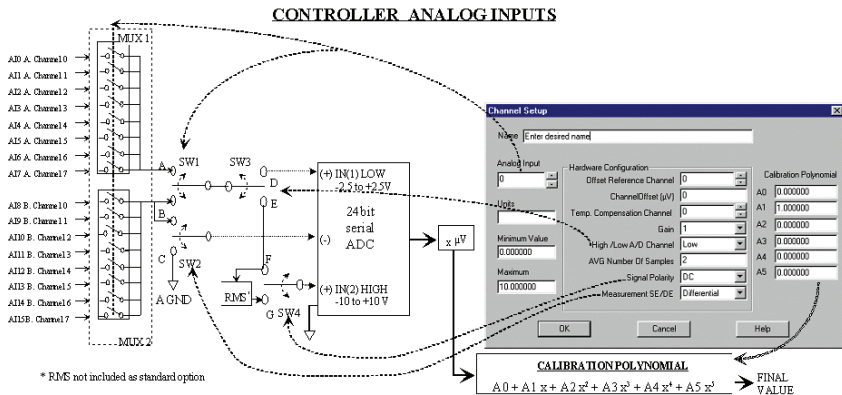
2. Възможности на системата MACQU за управление на стационарни процеси в прецизното земеделие

Отворената структура, универсалността и гъвкавостта на системата MACQU позволяват значителен брой задачи, типични за прецизното селско стопанство да бъдат решавани и демонстрирани. Наличността на вграден модел на оранжерия дава възможност да се тестват в реално време управляващи алгоритми и стратегии.

Основните и типични задачи, които могат да се реализират са:

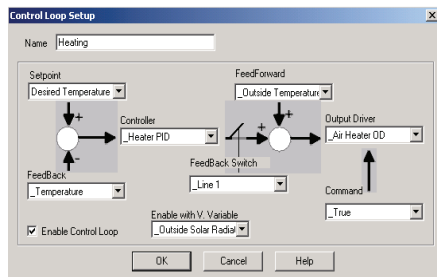
- **Определяне на апаратната структура на системата.** Тази задача изисква изучаването на техническите характеристики на системата MACQU и определянето и настройката на аналоговите и цифровите входове/изходи на системата и дефинирането на техните физически адреси за връзка. Тази задача може да бъде решена чрез използване на *Hardware Setup*, *Channel Setup* и *Digital Input/Output Setup* възможностите на графичния прозорец на интерфейса на системата MACQU, показан на (фиг.3).

• **Калибриране, линейризация и настройване на сензорите за измерване.** Тази задача изисква определянето на стойностите на коефициентите A_i , $i=0,1,2...5$ на калибрацията полином $Y_m = A_0 + A_1x + A_2x^2 + A_3x^3 + A_4x^4 + A_5x^5$, където x преобразуваната от аналогово-цифровия преобразувател стойност (in μV) на аналоговия входен сигнал, Y_m – калибрираната стойност във волти (V) (фиг.3.). Тази задача е необходима защото основните сензори за температура и влажност на системата MACQU имат нелинейни характеристики. Измервателния диапазон, линейризацията и настройката на сензорните показания се извършват чрез подходящ избор на стойностите на коефициентите A_i .

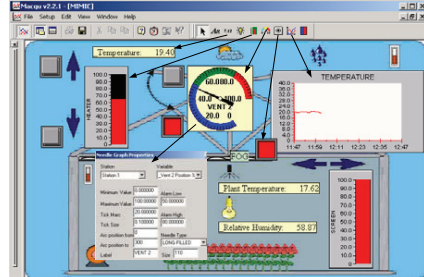


Фиг. 3. Задаване и настройване на аналоговите входове на системата MACQU

• **Разработване и тестване на потребителски управляващи алгоритми.** Тази задача е фундаментална за най-добрия мениджмънт на оранжерии и животновъдни сгради. Системата MACQU предлага подходящи възможности за бързо разработване на потребителски управляващи алгоритми. Тази задача изисква определяне на типа на управляващата структура (*open, close, FeedBack, FeedForward*) (фиг.4) и задаване на параметрите K_p , K_i и K_d на управляващите ПИД регулатори. Два типа ПИД регулатори могат да се изберат: позиционен и скоростен.



Фиг. 4. Прозорек на управляващите структури



Фиг.5. Графични интерфейси на MACQU

За учебни и изследователски цели е много удобно да се използват вградените и готови за употреба управляващи програми, които обединяват последните научни разработки при управлението на технологичните процеси в оранжерии и животновъдни сгради като: управление на температурата и влажността на въздуха, управление на вентилационни отвори и прозорци, управление на термични екрани и

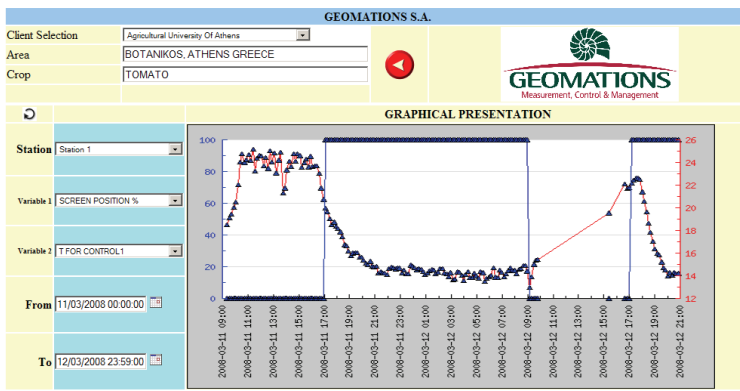
сенници и др. Важно обучаващо преимущество на системата MACQU е възможността за реализиране на значителен брой мениджърски стратегии за управление на хидропонни напоителни системи.

- **Разработване на собствени потребителски графични интерфейси (GUI).**

Изграждането на опростени и по-информативни GUI е много важна предпоставка за добър контрол на процесите в прецизното растениевъдство и животновъдство. Системата MACQU предлага богати възможности и инструменти за бързо изграждане на собствени потребителски графични интерфейси като мнемонични схеми с множество графични обекти от вида на динамични барове, показващи уреди с променяеми характеристики, цветни форми и др. (фиг.5). Сложността на интерфейсите може да бъде променяна чрез задаване на различни мнемонични диаграми, които да се обогатяват с графични презентационни обекти.

- **Електронно – дистанционно обучение**

Може да реализира на базата на възможността за мрежова връзка между MACQU и Интернет мрежата и чрез изграждане на виртуални модели на оранжерии и животновъдни сгради (фиг.6).



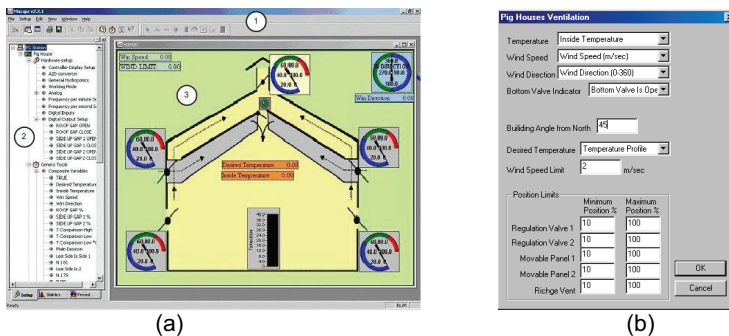
Фиг. 6. Симулатор на виртуална оранжерия

3. Научно развитие

Развойната среда на системата MACQU осигурява едно мощно средство за провеждане на научни експерименти и тестване на нови мениджърски стратегии. Средата улеснява бързия трансфер на нови решения в практическите приложения, като осигурява гъвкавост и свобода на потребителя, без да се нарушава дружелюбността на системата. Типичните приложения за които може да се използва са: - разработване на алгоритми за оптимално управление на микроклиматичните процеси; - разработване на стратегии за управление чрез използване на биологични модели на обектите; -разработване на рецепти и режими на напояване и наторяване; - разработване на алгоритми за оптимизиране на енергопотреблението.

4. Разработки на колектива

Едно приложение на системата MACQU за управление на система за естествена вентилация на животновъдна сграда е представено на фиг.7 [2]. Приложението реализира алгоритъм за комбинирано управление на система за естествена вентилация на свиневъдна сграда в зависимост от посоката, скоростта на вятъра и температурата на въздуха в сградата при два режима на работа – зимен и летен.



Фиг. 7. Графичен интерфейс на MACQU на системата за вентилация (а) и диалогов прозорец за управление (б)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развойната среда на системата MACQU осигурява един мощен инструмент, както за провеждане на научни експерименти така и за тестване на нови алгоритми и стратегии за развитие на стационарните системи в прецизното растениевъдство и животновъдство.

Универсалността и отворената структура на системата MACQU позволяват изграждането на удобни виртуални лаборатории и обучение в областта на прецизното земеделие.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Anastasiou, A., Rerras, N., Sigrimis, N. A knowledge based SCADA system for agricultural process control. Proc. of 1st IFAC Workshop on Control Applications and Ergonomics in Agriculture, Elsevier Science Ltd., Athens, June 14–17, 1998, pp. 161–166.
- [2] Daskalov, P., K.G. Arvanitis, N.A. Sigrimis, J. Pitsilis. Development of an advanced microclimate controller for naturally ventilated pig building. Computers and Electronics in Agriculture, 2005, vol. 49, pp. 377-391
- [3] King, R., N. Sigrimis. Computational intelligence in crop production. Computers and Electronics in Agriculture, 31, pp.1–3, 2001.
- [4] Munack, A. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Volume VI – Information Technology. ASABE Publication, 2006.
- [5] N.A. Sigrimis, K.G. Arvanitis, G.D. Pasgianos. Synergism of high and low level systems for the efficient management of greenhouses, Computers and Electronics in Agriculture, 29, pp.21–29, 2000.
- [6] Ratschow, J. P. Precision livestock farming – A chance for farmers and consumers. 1 European Conference “Precision livestock farming”, Berlin, 2003.
- [7] Sigrimis, N., R. King. Advances in greenhouse environment control. Computers and Electronics in Agriculture, 26, pp.217–219, 2000.

БЛАГОДАРНОСТ

Изследванията са проведени по договор ДО 02-47/10.12.2008 г., финансиран от Министерството на образованието, младежта и науката.

За контакти:

Доц. д-р инж. Пламен Иванов Даскалов, Катедра “Автоматика, информационна и управляваща техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 668, e-mail: daskalov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.