

Таблиця 7

Значення ефективності розглянутих методів

Метод/ ефективність	O*NET	FJA	CMQ	PAQ
E_M	2,01	2,23	2,62	2,24

Висновки і пропозиції. Введені нами аспекти, які характеризують методики аналізу робіт, охоплюють практично все коло основних практичних аспектів аналізу з метою оцінювання його ефективності.

Розраховані за допомогою методу парних порівнянь вагові коефіцієнти введених аспектів дозволяють використовувати запропонований критерій ефективності для аналізу методів, які розробляються.

У разі необхідності змінення акценту щодо важливості певних аспектів, можливо зробити розрахунок вагових коефіцієнтів за допомогою розглянутої методики для нових умов. Тобто можливо отримати нові значення g_i залежно від пріоритетів, розставлених для аспектів з урахуванням нових умов проведення аналізу.

Невеликі відхилення значення E_M (табл. 7) методів від середнього говорить про те, що за останні роки розвитку систем і методів аналізу робіт практично всі методи зорієнтовано на основних критичних аспектах: точність, достовірність, валідність методів та рівень деталізації.

Список використаних джерел

1. *Final Report on the Review and Evaluation of Job Analysis Practices.* IFS international, 2011. – 295 p.
2. *McCormick, E. J., Cunningham, J. W., & Gordon, G. G. (1967).* Job dimensions based on factorial analyses of worker-oriented job variables. *Personnel Psychology*, 20, 1967. – P. 417-430.
3. *Harvey, R. J.* The common-metric questionnaire (CMQ): A job analysis system (first edition). San Antonio, TX: The Psychological Corporation. – 1991. – 156 p.
4. *Fine, S. A., Harvey, R. J., & Cronshaw, S. F. (2004, April).* FJA strategies for addressing O*NET limitations in a post-DOT environment In Fleishman, E. A. (Chair), *Things, Data, and People: Fifty years of a seminal theory.* Symposium presented at the Annual Conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology, Chicago. – 11 p.
5. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий : пер. с англ. / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.
6. *Павлов А. Н.* Решение многокритериальных задач методом анализа иерархий : учебное пособие / А. Н. Павлов. – М. : РАГС, 2010. – 116 с.

УДК 004.77:631.15

Р.В. Заровський, канд. техн. наук

Чернігівський державний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

**ТЕХНІЧНА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ
ПРОЦЕСАМИ РОСЛИННИЦТВА В АГРОФІРМІ**

Р.В. Заровский, канд. техн. наук

Черниговский государственный технологический университет, г. Чернигов, Украина

**ТЕХНИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В АГРОФИРМЕ**

R.V. Zarovskyi, PhD in Technical Sciences

Chernihiv State Technological University, Chernihiv, Ukraine

**TECHNICAL ARCHITECTURE OF THE SYSTEM OF MANAGEMENT
AUTOMATION IN THE AGRICULTURAL COMPANY**

Запропоновано технічну архітектуру системи автоматизації управління сільськогосподарським підприємством. Розглянуто технічні засоби збору та оброблення даних для складових підсистем.

Ключові слова: *точне землеробство, автоматизовані системи управління, інформаційні технології.*

Предложена техническая архитектура системы автоматизации управления сельскохозяйственным предприятием. Рассмотрены технические средства сбора и обработки данных для составляющих её подсистем.

Ключевые слова: точное земледелие, автоматизированные системы управления, информационные технологии.

In the paper the technical architecture of the system for automated farming is given. The technical facilities for the data acquisition and processing are considered.

Key words: precision agriculture, automated control systems, information technology.

Вступ. Сучасне високоефективне землеробство неможливе без застосування інформаційних систем управління господарством [1; 3; 4; 6], які у свою чергу повинні спиратися на актуальну і достовірну інформацію щодо протікання виробничих процесів. У зв'язку з цим актуальними задачами стають розроблення технічної архітектури системи управління агрофірмою та вибір комплексу технічних засобів збору й оброблення первинної інформації, які забезпечують найбільш повне уявлення про хід протікання виробничих та супутніх операцій і необхідні для прийняття ефективних управлінських рішень. У цій статті приділяється увага вирішенню цих задач.

Методи і результати. Запропонована узагальнена технічна архітектура системи автоматизації управління процесами рослинництва (САУПР) представлена на рис. 1, вона включає в себе найбільш важливі структурні елементи та взаємозв'язки між ними. Ключовими елементами запропонованої системи є центр оброблення даних (ЦОД) та засоби збору й оброблення первинної інформації (ЗЗПІ).

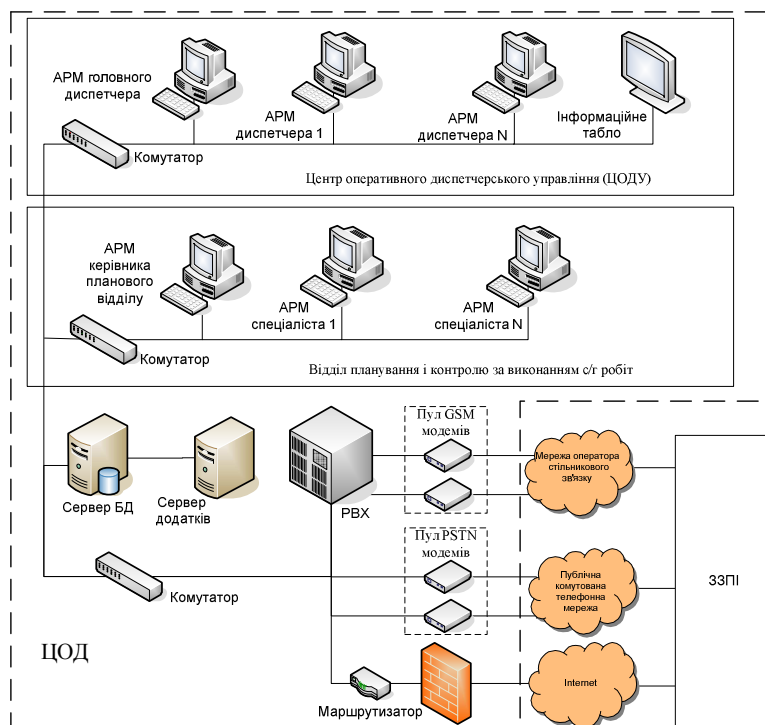


Рис. 1. Технічна архітектура САУПР

ЦОД – це програмно-апаратний комплекс, що забезпечує роботу функціональних підсистем САУПР, таких як: нормативно-довідкова та інфраструктурна; збору первинної інформації про об'єкти управління; планування та оперативного диспетчерського управління роботами й операціями рослинництва та їхнім ресурсним забезпеченням; геоінформаційна; підсистема землекористування; керування та моніторингу рухомих об'єктів; підсистема логістики; моделювання роботи агрофірми та інші. ЦОД, поміж іншого, включає в себе центр оперативного диспетчерського управління (ЦОДУ) та відділ планування та контролю за виконанням сільськогосподарських робіт.

З позицій технічної архітектури ЦОД являє собою локальну мережу, побудовану на базі мереженого обладнання (комутатори, маршрутизатори, модеми), серверів, мереже-

них периферійних пристроїв та робочих станцій, що утворюють автоматизовані робочі місця (АРМ) фахівців.

Робота з даними повинна забезпечувати підтримку функцій всього технологічного ланцюга оброблення інформації:

- зберігання та оброблення інформації, що надходить із зовнішніх джерел (ЗЗП);
- оптимальну організацію даних з погляду швидкості запису інформації та виконання запитів користувачів системи;
- форматно-логічний і семантичний контроль, очищення і перетворення вихідної інформації з метою підвищення якості послуг для кінцевих користувачів;
- управління метаданими;
- розмежування доступу користувачів до даних засобами системи управління базами даних (БД);
- забезпечення можливості доступу користувачів до даних ЦОД тільки через шар аналітичних додатків.

Для реалізації зазначених вище функцій у технічній архітектурі передбачені сервери БД. Їх кількість визначається з міркувань надійності та вартості. У загальному випадку система може мати єдине сховище даних, побудоване на базі серверів БД, хоча багато функціональних підсистем САУПР можуть використовувати власні сховища даних.

Сервери додатків у складі ЦОД реалізують програми, що складають основу вищезазначених функціональних підсистем САУПР. На їх базі реалізується також програмна частина багатьох зв'язкових підсистем, включаючи: підсистему нотифікації та обміну терміновими донесеннями і розпорядженнями між ЦОДУ та виконавцями; підсистему збору первинної інформації (ПЗП) про об'єкт управління.

ПЗП призначена для збору інформації про поточний стан та протікання виробничих процесів в агрофірмі і включає до свого складу технічні засоби збору та оброблення первинної інформації, а також апаратуру прийому-передачі та зберігання даних з боку ЦОД.

Введення даних у систему може проводитися в автоматичному, напівавтоматичному і ручному режимах. Автоматичний режим передбачає використання автоматичних вимірювальних пристроїв. Напівавтоматичний режим передбачає участь людини (агронома, працівника лабораторії тощо) у процесах вимірювань і занесенні даних в електронну форму з використанням такого переносного пристрою, як планшетний комп'ютер або смартфон. Ручний режим введення передбачає безпосереднє введення інформації в БД оператором ЕОМ.

Автоматичний збір даних та їх збереження в ЦОД ПЗП може проводитися як у реальному часі, так і з використанням проміжного носія інформації. Пересувні та стаціонарні пристрої, оснащені певними давачами, час від часу передають інформацію до ЦОД, де вона сортується і зберігається в БД. У разі, коли будь-який з пристроїв збору інформації не може підключитися до мережі передачі даних, отримані ним дані зберігаються в пам'яті пристрою або на зовнішньому накопичувачі і, при подальшому відновленні рівня сигналу в мережі, здійснюється автоматична передача даних до ЦОД. Всі операції обміну між ЗЗП та ЦОД мають підтверджуватись, у разі відсутності підтвердження – має виконуватись повторна передача даних.

У складі САУПР передбачається експлуатація таких класів технічних засобів збору та оброблення первинної інформації: моніторингу та керування рухомими об'єктами; оцінки стану ґрунтів; оцінки стану посівів; моніторингу метеорологічних умов; моніторингу виконання планових завдань (оцінювання стану операцій з підготовки ґрунту, внесення добрив, внесення засобів захисту рослин, засміченості бур'янами і хворобами; оцінювання стану операцій з вирощування і збору врожаю); моніторингу за складськими приміщеннями, постачанням і використанням ресурсів; контролю виробництва про-

дукції; контролю доступу до системи. Розглянемо структуру відповідних підсистем та технічні засоби, що використовуються для забезпечення їх роботи.

Моніторинг та керування рухомими об'єктами здійснюється за допомогою сукупності засобів контролю за станом і пересуванням транспорту та програмно-апаратних засобів ЦОД, які відповідають за збір, зберігання і представлення цієї інформації (рис. 2). Ця задача поділяється на дві підзадачі: високоточне автоматичне керування сільгосптехнікою (під час посівної компанії, збирання врожаю, внесення добрив і засобів захисту рослин) та моніторинг за пересуванням вантажного автотранспорту. Вказані задачі розрізняються вимогами до точності визначення координат техніки.

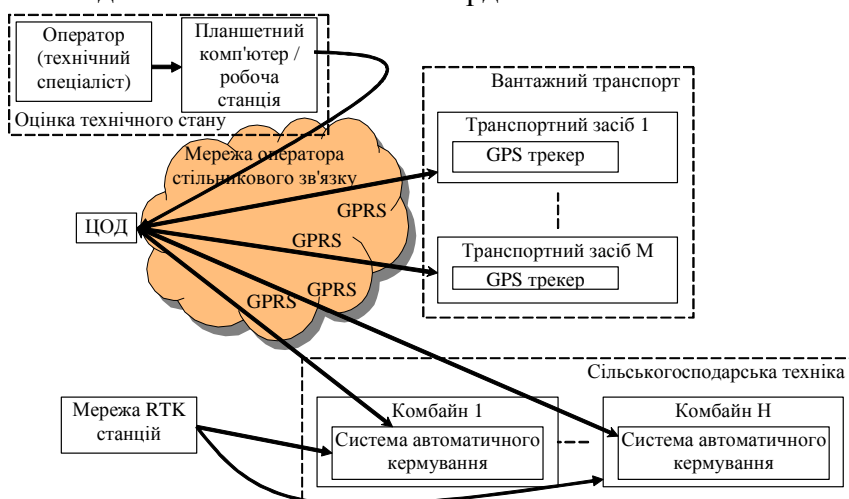


Рис. 2. Структура підсистеми моніторингу та керування рухомими об'єктами

Моніторинг необхідний для запобігання несанкціонованим відхиленням руху транспорту відносно встановлених маршрутів та базується на використанні звичайної системи GPS. Він забезпечується завдяки встановленню на транспортних засобах GPS-трекерів. Отримані трекером географічні координати техніки разом з інформацією від підключених до нього датчиків та периферійних пристроїв передаються до сервера БД через мережу одного з операторів стільникового зв'язку. Обмін даними між трекером та ЦОД проходить у двосторонньому режимі. Зворотний канал може використовуватись для передачі сигналів керування периферійними пристроями (так, при підключенні камер спостереження повинна надаватись можливість робити миттєві знімки зони спостереження на транспортному засобі).

Підсистема моніторингу рухомих об'єктів забезпечує виконання таких основних завдань:

- визначення та фіксацію даних про місцезнаходження за часом, пройденою відстанню, подією давачів, комбінування режимів збору координат;
- підрахунок пробігу автомашини з урахуванням заокруглень дороги;
- автоматичну буферизацію даних при недостатньому рівні сигналу GSM мережі;
- фіксацію всіх зупинок та перевищень дозволеної швидкості;
- фіксацію входження/виходу параметрів давачів за межі встановлених діапазонів з негайною передачею повідомлень до ЦОД;
- сповіщення диспетчера про відключення живлення трекера водієм;
- доступ до параметрів роботи системи керування транспортним засобом;
- можливість голосового зв'язку з водієм та прослуховування салону автомашини.

Для забезпечення високої точності визначення координат сільгосптехніки, яка необхідна в точному землеробстві, передбачається проведення процедури корекції показань GPS давача за допомогою сигналів від мережі наземних RTK станцій. На основі координат, отриманих GPS давачем, і сигналів корекції від RTK станцій виконується

обчислення координат з високою точністю, які надалі можуть використовуватись для автоматичного прецизійного керування технікою. Для вирішення цих задач пропонується оснащувати сільськогосподарську техніку системами автоматичного паралельного керування, застосування яких надає можливість проводити роботи в будь-який час протягом доби та в умовах обмеженої видимості.

Оцінювання стану ґрунту можливо проводити в автоматичному та напівавтоматичному режимах. Напівавтоматичний режим аналізу стану ґрунту передбачає використання портативного або стаціонарного лабораторного комплексу з прив'язкою до місцевості відібраних проб ґрунту (рис. 3).

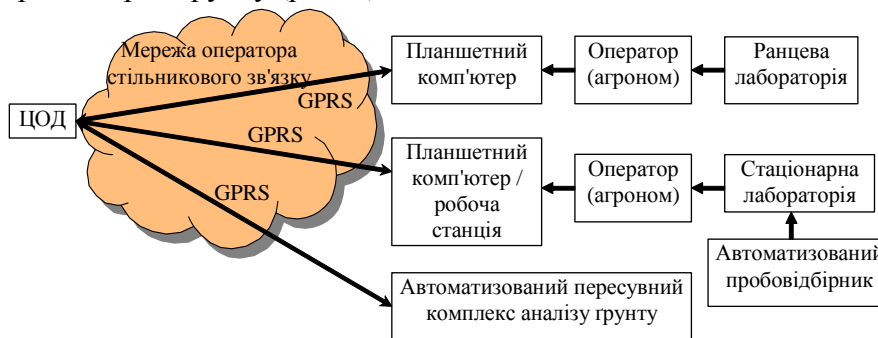


Рис. 3. Структура підсистеми оцінювання стану ґрунту

Експрес аналіз стану ґрунту на місцевості пропонується проводити з використанням портативної ранцевої лабораторії з подальшою реєстрацією результатів аналізу на планшетному комп'ютері з встановленим клієнтським програмним забезпеченням. Система може забезпечувати збереження результатів вимірювань як у режимі реального часу, так і працювати автономно. Для роботи в режимі реального часу планшетний комп'ютер повинен оснащуватись модулем бездротового зв'язку. Під час роботи в автономному режимі результати вимірювань зберігаються на флеш-карту планшетного комп'ютера та можуть бути передані до ЦОД у подальшому.

Для аналізу ґрунту в умовах стаціонарної лабораторії забезпечується проведення автоматизованого забору проб ґрунту зі збереженням координат відібраних проб.

Автоматичний аналіз ґрунту передбачає використання автоматизованого пересувного комплексу або сканера, який дозволяє визначати механічний склад ґрунту, вміст волиги у ґрунті, рівень рН і кількість органічної речовини, не вдаючись до лабораторних аналізів і виключаючи витрати на відбір ґрунтових проб [5; 6]. Особливістю такого сканування є те, що всі три перераховані параметри вимірюються одночасно та автоматично передаються до ЦОД, що заощаджує час і витрати паливно-мастильних матеріалів, при цьому точність результатів не поступається лабораторним дослідженням. За результатами сканування створюються високоточні карти, які слугують основою для диференційованого внесення добрив.

Оцінювання стану посівів проводить агроном за результатами інспекції посівних площ та результатами аерофотозйомки, які можуть бути отримані із зовнішніх БД [2]. Під час оцінювання агроном заповнює поля відповідної форми на планшетному комп'ютері, дані з якої передаються до ЦОД (рис. 4). Технічним засобом, що забезпечує виконання цієї операції, є планшетний комп'ютер, який має бути оснащений модулем бездротового зв'язку.

З метою оцінювання стану посівів також може виконуватись оперативна аерофотозйомка сільськогосподарських угідь, яка передбачає використання радіокерованого безпілотного мобільного комплексу, що включає до свого складу безпілотний літальний апарат (БЛА) і робочу станцію наземного управління.

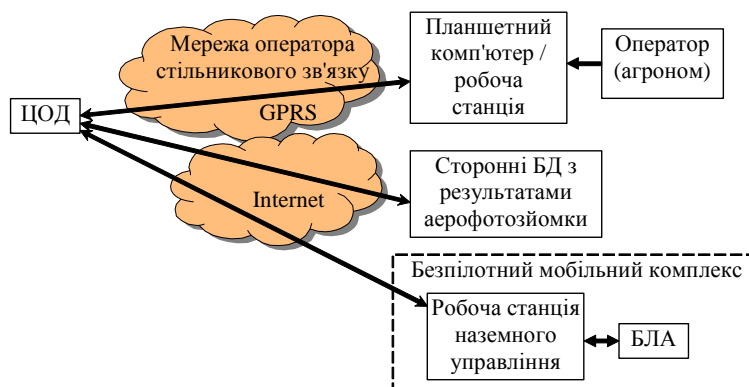


Рис. 4. Структура підсистеми оцінювання стану посівів

Оцінювання стану операцій з підготовки ґрунту, внесення добрив, внесення засобів захисту рослин, засміченості бур'янами і хворобами. Постоопераційне оцінювання стану для перерахованих операцій проводить агроном. Під час оцінювання агроном заповнює поля відповідної форми на планшетному комп'ютері або робочій станції, дані з якої передаються до ЦОД (рис. 5).

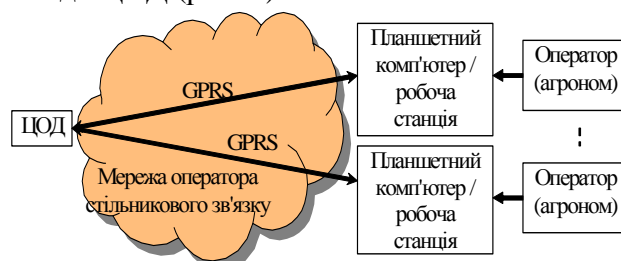


Рис. 5. Структура підсистем: оцінювання стану операцій з підготовки ґрунту; оцінювання стану операцій з вирощування і збору врожаю; моніторинг за складськими приміщеннями, постачанням і використанням ресурсів

Моніторинг за складськими приміщеннями, постачанням і використанням ресурсів (ПММ, добрива, насіння, хімікати тощо) проводиться співробітниками відділу постачання. Структура підсистеми оцінювання стану сховищ зображена на рис. 5.

Під час кампанії збору врожаю, на основі інформації про завантаженість кожного складу з виробленою продукцією, підсистемою логістики для кожного вантажного транспортного засобу формується маршрут доставки вантажу, який автоматично завантажується в навігатор транспортного засобу.

Оцінювання стану операцій з вирощування і збору врожаю. Постоопераційне оцінювання якості виконання операцій проводить агроном. Під час оцінювання агроном заповнює поля відповідної форми на планшетному комп'ютері або робочій станції, дані з якої передаються до ЦОД. Структура підсистеми оцінювання стану операцій з вирощування і збору врожаю зображена на рис. 5.

Технічними засобами, що забезпечують роботу трьох вищеперерахованих підсистем, є планшетний комп'ютер або робоча станція, оснащені модулем бездротового зв'язку.

Моніторинг метеорологічних умов планується проводити з використанням набору стаціонарних та пересувних багатофункціональних агрометеостанцій. Кожна така станція в автономному режимі проводить вимірювання за набором показників та з програмованим інтервалом надсилає архів з результатами вимірювань до ЦОД (рис. 6). Дані, що отримані від мережі метеорологічних станцій, використовуються функціональними підсистемами САУПР для побудови метеорологічних прогнозів та планування технологічних операцій.

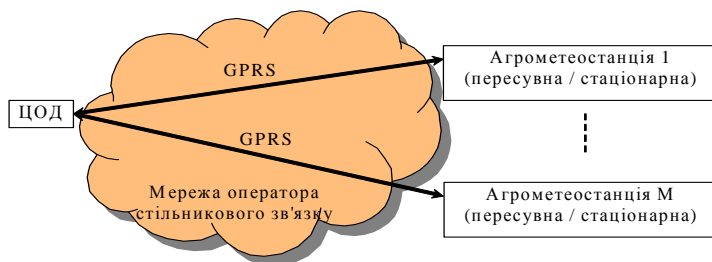


Рис. 6. Структура підсистеми моніторингу метеорологічних умов

Засоби контролю виробництва продукції, з одного боку, забезпечують систему інформацією, яка необхідна для складання карт врожайності, а з іншого – усувають можливість крадіжок продукції. Для цього збиральну техніку оснащують системою «Свій-Чужий», яка ідентифікує вантажний транспорт під час збирання врожаю та виключає можливість його несанкціонованого відвантаження. При відвантаженні зібраного врожаю бортовою системою комбайна контролюється вага вантажу, який поміщається в кожний транспортний засіб. Звіт про цю операцію надсилається до ЦОД. Після прибуття транспортного засобу на склад проводиться його повторне зважування на автомобільних вагах (рис. 7). Звіт про цю операцію також надсилається до ЦОД.

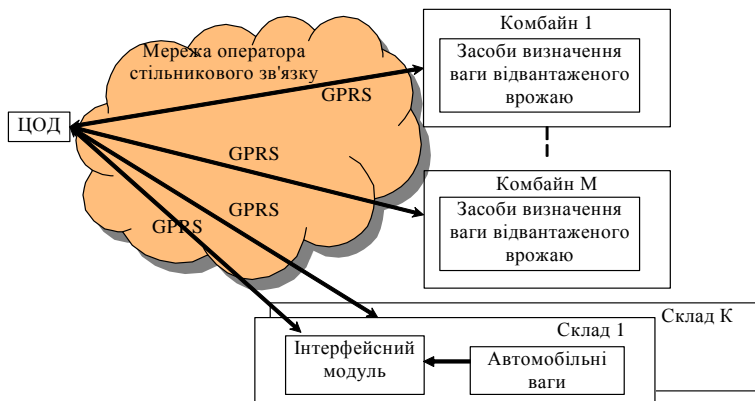


Рис. 7. Структура підсистеми контролю виробництва продукції

Підсистема нотифікації, обміну терміновими донесеннями і розпорядженнями призначена для обміну повідомленнями (голосові, sms, e-mail) між співробітниками розподіленої системи. Вона може використовуватися у двох режимах: режимі доставки термінових донесень від виконавців технологічних операцій до відповідних диспетчерів та управлінців, які приймають рішення (режим Alert), і режимі автоматичного відсилання розпоряджень чи наказів з ЦОДУ виконавцям технологічних операцій (режим нотифікації).

Режим Alert базується на класифікації та формалізації термінових донесень особам, які відповідальні за прийняття тих чи інших рішень. Після доставки донесення управлінець запускає додаток, що генерує варіанти рішень, одне з яких вибирається як робочий. Робоче рішення автоматично оформляється у формалізованому вигляді і розсилається виконавцям. Робота підсистеми забезпечується завдяки використанню у складі ЦОД автоматичної телефонної станції (PBX) та певного мереженого і телекомунікаційного обладнання (рис. 1).

Висновки. Запропоновані технічні рішення та комплекс технічних засобів збору та оброблення інформації про об'єкт керування забезпечують роботу всіх функціональних підсистем САУП та дозволяють реалізувати на їх основі сучасну інформаційну систему керування сільськогосподарським підприємством, яка, у свою чергу, забезпечує значне підвищення ефективності землеробства та більш раціональне використання природних ресурсів.

Запропонована технічна архітектура системи має достатню гнучкість реалізації та розширюваність, вона дозволяє підлаштовувати обчислювальні можливості ЦОД та пропускну здатність каналів зв'язку під конкретні вимоги до швидкості оброблення необхідного потоку інформації. Також не виключається можливість введення до складу САУПР нових функціональних підсистем та заміщення запропонованих класів технічних засобів збору інформації іншими типами.

Список використаних джерел

1. *Адамчук В. В.* Приоритетні напрямки агроінженерних досліджень / В. В. Адамчук, М. И. Грицишин // *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Вип. 97. Т.1. – Глеваха, 2013. – С. 14-23.
2. *Бурачек В. Г.* Геоінформаційний аналіз просторових даних : монографія / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2011. – 440 с.
3. *Гарам В. П.* Сучасне управління агротехнологічним процесом у рослинництві / В. П. Гарам, А. О. Пашко // *Наука та інновації*. – 2005. – Т. 1, № 2. – С. 110-116.
4. *Деревець І. С.* Інформаційно-інноваційний розвиток інженерно-технічної сфери АПК / І. С. Деревець // *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Вип. 97. Т. 2. – Глеваха, 2013. – С. 300-306.
5. *Adamchuk V.I.* On-the-go soil sensors for precision agriculture / *Adamchuk V.I., Hummel J.W., Morgan M.T., Upadhyaya S.K.* // *Agric 44*. – 2004. – P. 71-91.
6. *Mueller T.G., Hartsock N.J., Stombaugh T.S., Shearer S.A., Cornelius P.L., Barnhisel R.I.* Soil electrical conductivity map variability in limestone soils overlain by loess // *Agron. J.* 95, 2003, p. 496-507.

УДК 338.43.02:631:681.518.3

В.І. Зацерковний, канд. техн. наук

С.В. Кривоберець, викладач

Чернігівський державний інститут економіки і управління, м. Чернігів, Україна

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ

В.И. Зацерковный, канд. техн. наук

С.В. Кривоберец, преподаватель

Черниговский государственный институт экономики и управления, г. Чернигов, Украина

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ

V.I. Zatserkovnyi, PhD in Technical Sciences

S.V. Kryvoberets, lecturer

Chernihiv State Institute of Economics and Management, Chernihiv, Ukraine

THE ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF INCREASE OF EFFICIENCY OF AGRICULTURAL PRODUCTION AT THE APPLICATION OF GIS IN THE TASKS OF MANAGEMENT

Проведено визначення ефективності сільськогосподарського (с.-г.) виробництва і стану ґрунтів України через порівняння з країнами, які за такими характеристиками, як природні умови, площа, кількість населення тощо, подібні з Україною. Проаналізовано можливості використання геоінформаційних систем як одного з найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності управління с.-г. виробництвом, які є інструментом для практичної реалізації нових підходів до управління сільським господарством на основі просторового відображення об'єктів, що мають певні розміри та положення у просторі, а технологія просторових баз даних, може гарантувати адекватне комп'ютерне подання цієї інформації. Розглянуто технології прийняття рішень і приклади задач с.-г. виробництва, що вирішуються за допомогою та при використанні ГІС.

Ключові слова: сільське господарство (с.-г.), стан ґрунтів, ефективність управління, геоінформаційні системи (ГІС), геоінформаційні технології (ГІТ).