труб от геометрических и режимных параметров индуктора и установлены их взаимосвязи.

Индуктор, ферромагнитная загрузка, индукционный нагрев.

In this paper we analyzed the dependence of the energy characteristics of a cylindrical inductor which is loaded by a bundle of ferromagnetic pipes from the geometrical and operational parameters of the inductor and found their relationship.

Inductor, ferromagnetic loading, induction heating.

УДК 004.9

МОДУЛЬ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ В РОСЛИННИЦТВІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОННОГО ДОРАДНИЦТВА

М.І. Васюхін, доктор технічних наук
О.М. Ткаченко, кандидат технічних наук
Ю.Ю. Іваник, аспірантка*

Розглянуто концепцію та архітектуру підсистеми підтримки прийняття рішень як складової інформаційної системи управління в галузі рослинництва у контексті впровадження в систему електронного дорадництва України.

Система, підтримка прийняття рішень, рослинництво, електронне дорадництво.

Рослинництво є однією з найбільш значущих і ємких в матеріально-товарному відношенні серед аграрно-орієнтованих галузей України та важливим з точки зору постачання сировини для інших галузей (тваринництво, переробка тощо). Основними напрямами інновацій у цій галузі є впровадження систем точного землеробства [2–3, 11, 14], автоматизованих систем управління (АСУ) сільськогосподарським підприємством [1, 7] та систем підтримки прийняття рішень (СППР), у тому числі з використанням засобів штучного інтелекту [5, 9]. Нині існує вже ряд рішень для автоматизованого управління зі спеціалізацією за галузями господарювання, в тому числі й для АПК, деякі з них, які використовують геоінформаційні (ГІС) технології, наведено в таблиці.

---

* Науковий керівник – доктор технічних наук, професор М.І.Васюхін

© М.І. Васюхін, О.М. Ткаченко, Ю.Ю. Іваник, 2014

АСУ для рослинництва з використанням ГІС-технологій

Назва компанії	Назва головного програмного продукту	ПЗ для господарств	Серверні рішення	Інтеграція з обліково-управлінськими системами	Додаткові можливості
ЗАТ Конструкторське бюро "Панорама"	ГІС "Карта 2008" (мережне розширення ГІС Сервер 2008)	ГІС "Панорама АГРО" 2.4	ГІС WebService (версія 1.2) ГІС Сервер 2008	Для бухгалтерського обліку, крім існуючого обміну даними з інформаційно-аналітичною системою "АгроХолдинг", розроблено систему обміну даними з програмним продуктом "1С:Управление сельскохозяйственным предприятием"	• Набір карт для системи "Панорама АГРО" (версія 2.4) • Бази даних системи "Панорама АГРО" (версія 2.4)
"Институт современных аграрных технологий"	"Агро-Клевер"	"Агро-Клевер"	–	"АгроКлевер" може бути об'єднаний з довільними системами Замовника (наприклад, бухгалтерського обліку) за допомогою технологій інтеграції	–
НВП "Кривбас-академін-вест"	ГІС "K-MINE"	"AgroMINE" (розробка в рамках науково-дослідної роботи)	Мережева версія з конфігурування на будь-якій латформі та ОС	Влаштований обліково-управлінський модуль	Централізована наукова підтримка НУБіП України, централізоване оновлення нормативно-довідкових та технологічних вихідних даних

Комплексні інформаційні системи в рослинництві передбачають обробку даних дистанційного моніторингу та космічних знімків, агрохімічні дослідження тощо. Для агровиробників у більшості випадків ці системи недоступні як з фінансової точки зору, так і через відсутність спеціалістів, здатних працювати з такими системами. Для цих виробників більш оптимальним є підхід використання інформаційних розрахункових сервісів в сукупності з підсистемами віддаленого консультування, навчання та комунікацій, де сама система розміщена на централізованому серверу, що обслуговує цілу сукупність таких виробників. Саме такою є система електронного дорадництва (СЕД), яка створюється в Україні [8, 12]. Її особливістю має стати впровадження розрахункових та інтелектуальних модулів, що реалізують експертну функціональність.

Використання інтелектуальних модулів скорочує час впровадження нових розробок і методик ведення господарства та здійснення агротехнологічних операцій. Розміщення бізнес-логіки програми на централізованому сервері убезпечує від помилок масового віддаленого поновлення встановлених систем і дає можливість гнучко розширювати функціональність. Більшість АСУ в рослинництві орієнтовані на підтримку обліку ресурсів, планування і звітність, частина підтримує модулі геопросторових даних і технологію точного землеробства. Комплексні системи і сервіси з інтелектуальними та ГІС-модулями та віддаленим централізованим доступом на цей час практично відсутні.

Мета досліджень – розробка інтелектуального модуля підтримки прийняття рішень для комплексної АСУ в галузі рослинництва та впровадження його в СЕД.

Матеріали та методика досліджень. Створення системи ґрунтується на використанні прийнятих стандартів проектування і розробки ПЗ (ДСТУ ISO/IEC 15288:2005 "Інформаційні технології. Процеси життєвого циклу системи", ДСТУ 3149-95 "Система стандартів з баз даних. Мова баз даних SQL з розширенням цілісності", ДСТУ 4302:2004 "Інформаційні технології. Настанови щодо документування комп'ютерних програм", ДСТУ ISO/IEC 12119-2003 "Інформаційні технології. Пакети програм. Тестування і вимоги до якості", ДСТУ ISO/IEC 14764-2002 "Інформаційні технології. Супроводження програмного забезпечення" тощо). Для організації даних і знань використовується онтологічний підхід.

Результати досліджень. Технологія підтримки рішення, на відміну від технології формування традиційного звіту, не виконується повністю автоматично, оскільки здійснюється під управлінням людини. При використанні СППР процеси формування і використання інформації не розділені.

Слабка структурованість проміжних рішень добре узгоджується зі специфікою галузі рослинництва, для якої характерні значна залежність від природних факторів та погоди, показники яких донині не піддаються точному прогнозуванню. Так, динамічними в різних часових розрізах є:

- призначення і межі ділянок;
- родючість, склад і властивості ґрунтів;

- зрошення/водний баланс;
- можливості техніки та обладнання;
- погодні та кліматичні умови;
- економічне середовище, ринкова кон'юнктура;
- людський фактор;
- техногенний вплив, екологічний стан тощо.

Архітектура традиційної СППР передбачає взаємодію систем управління базою даних і базою моделей, пов'язаних з інтерактивністю і стандартизованим виведенням [5] (рис. 1).

На цей час існують ряд розробок-аналогів для підтримки прийняття рішень, які стосуються предметної галузі рослинництва. Наприклад, встановлення необхідної кількості добрив може обчислюватися за результатами польових дослідів та з використанням нормативних розрахунків (азотні, фосфорні, калійні) для заданої географічної зони, типу ґрунту і заданої культури.

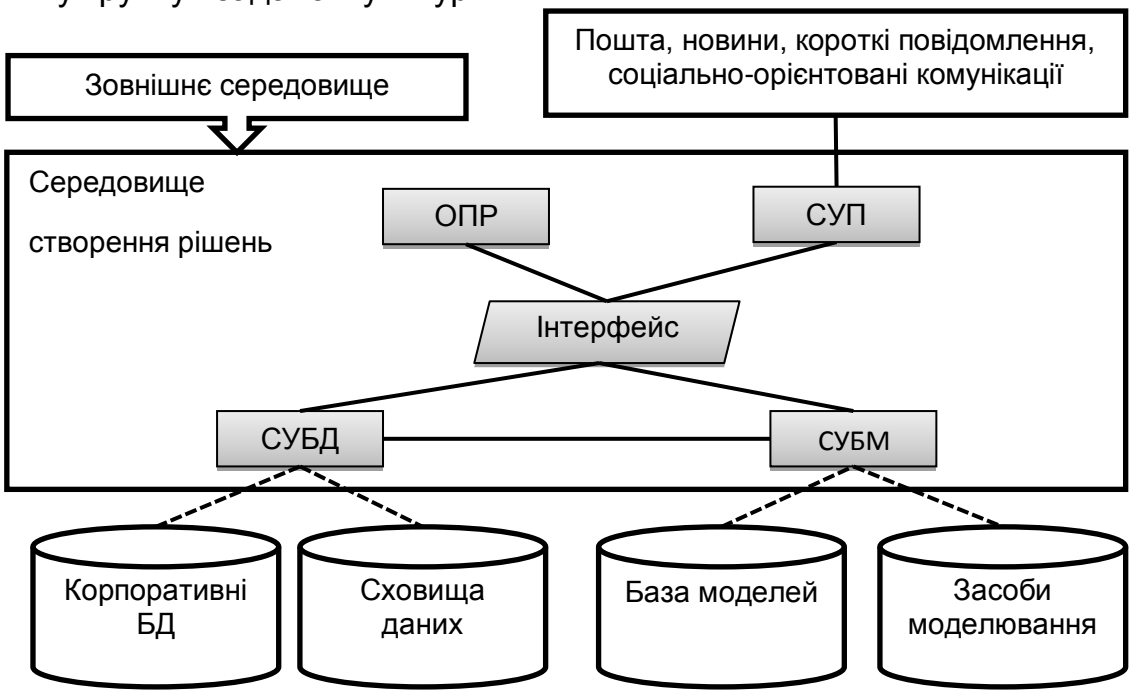

Рис. 1. Основні компоненти сучасної СППР:
СУБД – система управління базою даних; СУБМ – система управління базою моделей; ОПР – особа, що приймає рішення; СУП – система управління повідомленнями

Незважаючи на великі затрати засобів і часу, методи встановлення норм добрив за результатами польових дослідів є неточними. По-перше, під час визначення оптимальних норм і співвідношень добрив закладають досліди з великою кількістю варіантів; при цьому неминуче виявляється неоднорідність родючості ґрунтів. По-друге, поправкові коефіцієнти мають загальний характер, оскільки вони експериментально обґрунтовані неповністю. По-третє, у зв'язку з постійною сортозміною, впровадженням нових технологій і внесенням нових форм добрив розвиток польового

досліду здійснюється повільніше, ніж виробництва, тому рекомендації швидко застарівають і мають лише орієнтовний характер. Деякі похибки виникають і під час планування врожайності від використання добрив, оскільки метод не вказує однозначно на конкретну величину врожаю чи приросту врожайності.

Наведемо приклад розрахунку норм добрив за запасами поживних речовин у ґрунті. Суть цього методу полягає в тому, що норму добрив визначають за різницею між виносом поживних речовин із запланованою врожайністю та їх запасом в орному шарі ґрунту. При цьому враховують коефіцієнти використання поживних речовин із ґрунту і добрив:

$$H = \frac{B \cdot У - C \cdot d \cdot h \cdot K_Г}{K_Д},$$

де *H* – норма поживної речовини, яку треба внести для одержання запланованої врожайності, кг/га; *B* – господарський винос поживної речовини 1 т урожаю, кг; *У* – урожайність, т/га; *C* – вміст поживної речовини в ґрунті, мг/100 г; *d* – щільність складення ґрунту, г/см3; *h* – товщина шару ґрунту, см; $K_Г$, $K_Д$ – відповідно коефіцієнти використання сільськогосподарською культурою поживних речовин з ґрунту і добрив, частка одиниці.

Таких методів є досить багато. Частина з них реалізовані в системі "Argomine", що створена спільно Національним університетом біоресурсів і природокористування України та НВО "Кривбасакадемінвест". Програмний пакет містить окремий блок розрахунків потреб у мінеральних добривах (рис.2).

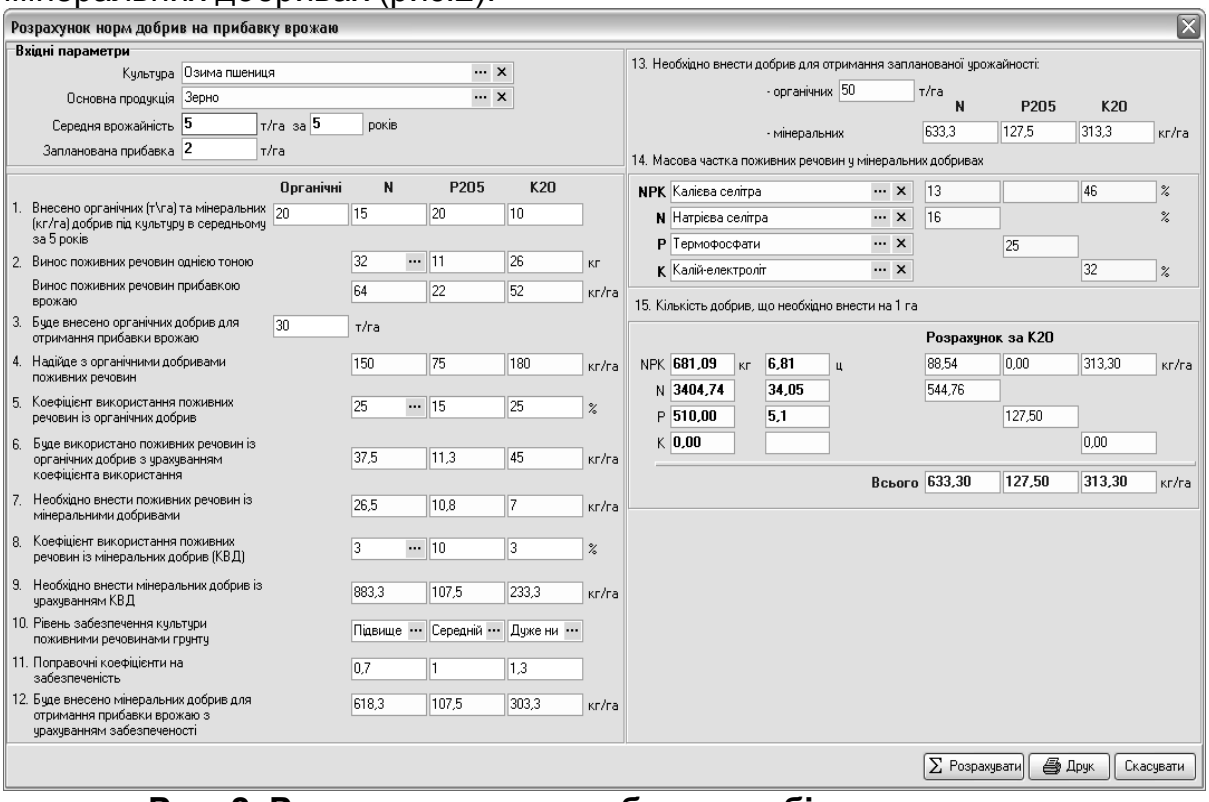

Рис. 2. Розрахунок норм добрив на збільшення врожаю в системі "Agromine"

Загалом у цій системі реалізовані такі обчислювальні модулі:

- розрахунок норм добрив на заплановану врожайність щодо запасу поживних речовин у ґрунті;
- розрахунок норм добрив на збільшення врожаю;
- визначення норм мінеральних добрив на заплановану врожайність з використанням нормативів балансу поживних речовин за сівозміну;
- визначення можливого врожаю культури через окупність бонітету ґрунту;
- розрахунок балансу гумусу;
- розрахунок фіксації азоту бобовими культурами;
- розрахунок потенційної врожайності за надходженням;
- встановлення якісної оцінки ґрунтів;
- обчислення потреби в матеріальних та фінансових ресурсах тощо.

Всі розрахунки базуються на довідковій базі з категоріями об'єктів предметної галузі (рис.3) та сукупності алгоритмів, розроблених на основі відомих методик.

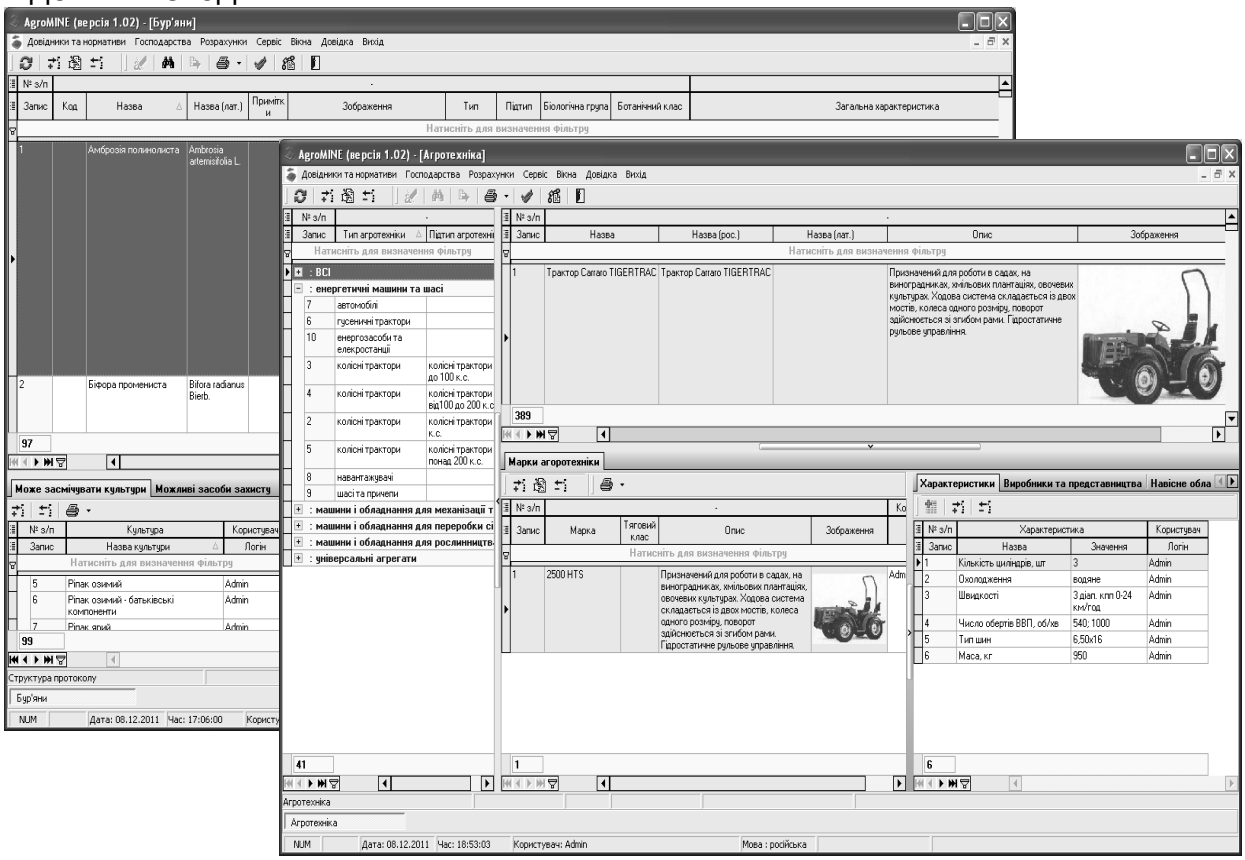

Рис. 3. Фрагмент довідкової бази системи "Agromine"

Нині тривають розробки розрахункових модулів для підтримки прийняття рішень за напрямами:

- оптимізація використання ресурсів підприємства (фінансові ресурси, угіддя, техніка, добрива, засоби захисту, посівний матеріал тощо);
- планування закупок і продаж;

- розміщення виробничих потужностей, складів, точок продажу, логістика.
- забезпечення якості продукції;
- збереження і покращення природного потенціалу угідь.

Розрахунки і вироблення рекомендацій повинно здійснюватися відповідно до часових параметрів (оперативно, в середньостроковій і довгостроковій перспективі). Так, якщо говорити про здійснення агротехнологічних операцій згідно зі стандартами точного землеробства, рішення повинні продукуватися в режимі реального часу.

При реалізації кожної інтелектуальної системи (чи підсистеми) однією з найважливіших і найємкіших задач є організація даних, що також детермінує всю бізнес-логіку. Навігаційна частина є невід'ємною складовою системи, що передбачає використання геопросторових даних і технологій точного землеробства. Інтеграція геопросторового, аналітичного та експертного модуля в АСУ вимагає єдиного підходу до організації даних і знань. Серед відомих і перспективних таких підходів важливе місце займає онтологічний [4, 10].

Відомо, що онтологію О, як формальний опис деякої предметної області (ПрО), незалежно від її дійсної природи можна подати у вигляді:

$$O = <X,R,F>,$$

де X – кінцева множина концептів (термінів, понять, квантів знань) заданої предметної області, при цьому $X \neq \varnothing$; R – кінцева множина відносин між концептами; F – множина функцій інтерпретації, заданих на концептах чи відношеннях.

Схема взаємодії цих множин та функціонування БД, побудованої за допомогою онтологічного підходу, наведена на рис.4.

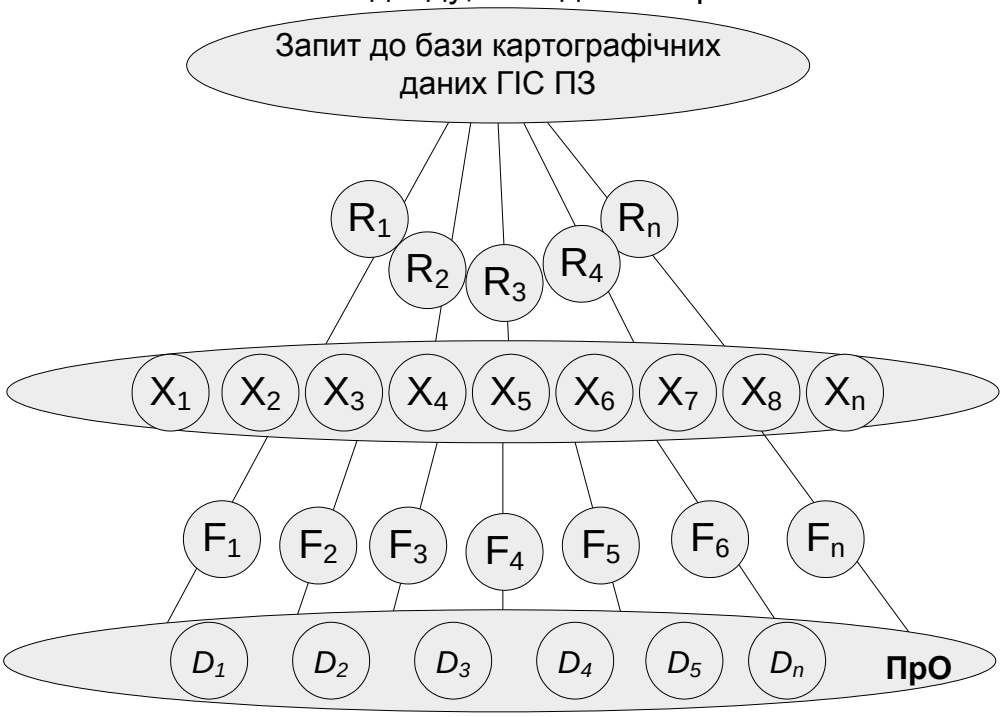

Рис. 4. Схема запитів до ПрО при онтологічному підході

Множина концептів ПрО X групується у вигляді підмножини:

$$X = \{X_1, X_2 \cdots, X_q\}, \quad q = 1, 2, \ldots, \quad Q$$

за родо-видовою та іншими ознаками.

Нехай є множина об'єктів, що виділяються у складі зображення з точки зору інформаційного змісту, характеру обробки і візуалізації:

$$X = \{x_i / i \in I\}$$

де *I* – множина індексів *i* об'єктів. При цьому кожен елемент множини описується у вигляді деякого кортежу:

$$x_i = \langle d_{i_1}, d_{i_2}, \ldots, d_{i_n} \rangle; \quad d_{i_1} \in D_{om}(A_{i_1}); \quad d_{i_2} \in D_{om}(A_{i_2}); \ldots; \quad d_{i_n} \in D_{om}(A_{i_n})$$

де d_{i_n} – n-й елемент кортежу, значення якого описує і-й примірник множини об'єктів X; A_{i_n} – ім'я атрибута, відповідного n-му елементу кортежу; $D_{om}(A_{i_n})$ – область значень атрибута з ім'ям A_{in}.

Зв’язки та розподіл класів об’єктів у множини графічних, тематичних і просторових даних вважаємо онтологічною множиною відносин між концептами X.

Інфологічна модель картографічних даних на основі онтологічного підходу базується на представленій диференціації опису об’єктів, що дозволяє уявити процес інфологічного проектування ПрО у вигляді композиції результатів проектування окремих підобластей. У цьому випадку процес проектування бази картографічних даних є сукупністю оптимізаційних підпроцесів проектування по кожній моделі даних, що визначаються як виділені підобласті. Оптимальне рішення шукається на основі локальної оптимізації, що призводить до підвищення якості організації бази картографічних даних. Її інфологічна модель об’єднує три моделі картографічних даних: тематичну, графічну і просторову.

Підтримка прийняття рішень в СЕД. Метою побудови СЕД (e-Xtension) в Україні є створення науково забезпеченої консультативної системи для інформаційної підтримки діяльності задіяних в агровиробництві та розвитку сільських територій. Цільовими групами користувачів СЕД є: фермери та інші учасники аграрного виробництва, наукові та навчальні інституції, викладачі, науковці, студенти, консультанти, державні та приватні дорадчі служби, сільськогосподарські асоціації, місцеві органи державного управління, сільське населення та ін. Українська модель системи має ряд особливостей, які не передбачені в інших аналогічних системах:

- багаторівневий Web-доступ до інформації та інформаційних сервісів (рис. 5);
- наявність довідкових баз даних і баз знань;
- модуль геопросторових даних (угідь кожного користувача і консолідованих);
- підсистема онлайн-консультування;
- засоби організації тематичних спільнот;

- структуровані засоби комунікацій між користувачами;
- наявність підсистеми електронного навчання;
- наявність модулів розрахунків для підтримки прийняття рішень.

Основними функціями модуля геопросторових даних є робота з векторними картами різного призначення, обробка і накладання растрових знімків, можливість використання GPS-навігаційних пристроїв, побудова карт для диференційованого обробітку ґрунту тощо [6]. Для потреб точного землеробства перспективним є використання баз картографічних даних реального часу та методів роботи з динамічними сценаріями рухомих об'єктів, задіяних на агровиробництві, що відображено в [13].

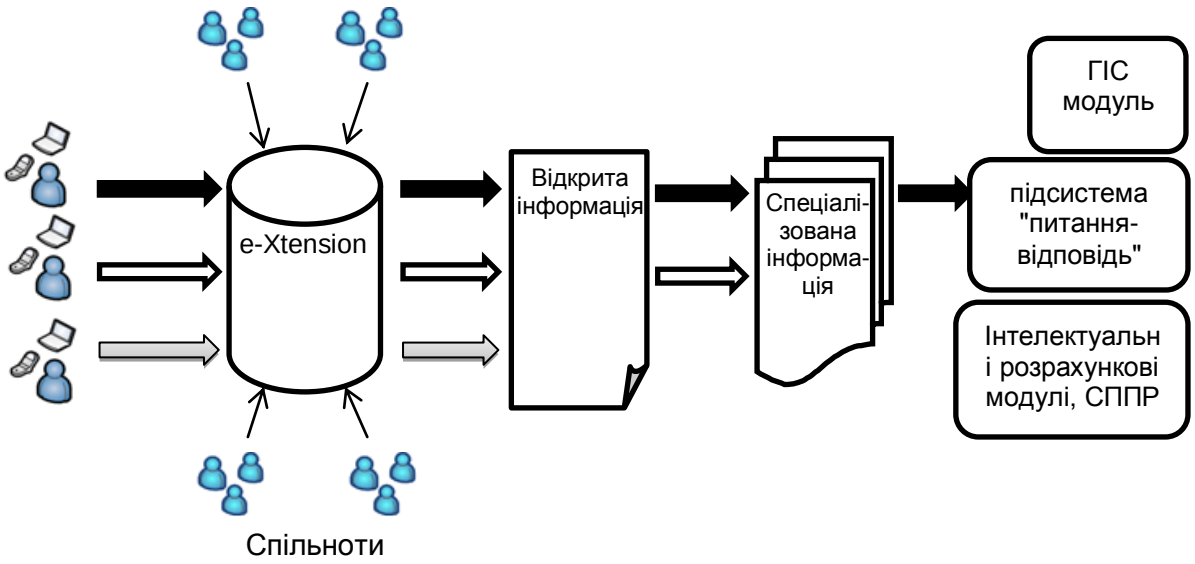

Рис. 5. Бізнес-дизайн СЕД

Висновки

Розробка і впровадження інтелектуальних систем в агропромислове виробництво є одним з найбільш затребуваних напрямів розвитку IT-індустрії, що є важливим для України, що володіє водночас великим агропромисловим та IT-потенціалом.

Запропоновані підходи і розроблені програмні модулі системи підтримки прийняття рішень у рослинництві, разом з геопросторовою та навігаційною частиною, дозволяють реалізувати повний спектр інформаційних сервісів у зазначеній ПрО: від обліку і моніторингу стану ресурсів до продукування експертних рекомендацій при прийнятті рішень. Наступні дослідження будуть присвячені розробці інтелектуальної підсистеми підтримки прийняття рішень, навігаційного блоку та впровадження в СЕД.

Список літератури

1. 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.

2. Кравчук В.І. Концептуальні основи побудови системи точного землеробства України / В.І.Кравчук , Г.Л.Баранов // Техніка АПК. – 2000. – № 9. – С. 4–8.

3. Методи реалізації системи точного землеробства / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, Г.Р.Гаврилюк, М.С.Волянський // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 1998. – №9. – С.67–69.

4. Палагин А.В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний: монография / Палагин А.В., Крывый С.Л., Петренко Н.Г. – Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. – 324 с.

5. Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. / В.Ф.Ситник. – К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.

6. Ткаченко О.М. Геопросторова складова інформаційно-аналітичної системи у галузі рослинництва / О.М.Ткаченко // Науковий вісник НУБіП України. Серія "Техніка та енергетика АПК". – 2013. – №184, ч.1. – С.150–157.

7. Ткаченко О.М. Інформаційно-аналітична система підтримки прийняття рішень у рослинництві як складова системи електронного дорадництва / О.М.Ткаченко // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2012. – №10. – С.189–198.

8. Ткаченко О.М. Особливості створення програмної платформи e-Xtension в Україні / О.М.Ткаченко // Науковий вісник НУБіП України. Серія "Техніка та енергетика АПК". – 2013. – №184, ч.2. – С.203–207.

9. Якушев В.В. Система поддержки принятия решений в земледелии. Принципы построения и функциональные возможности / В.В.Якушев // Инструментальные средства и методы в агрофизике. – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2007. – С. 253–266.

10. Mizoguchi R., Vanwelkenhuysen J., Ikeda M. Task ontology: Ontology for building conceptual problem solving models / Towards Very Large Knowledge Bases. Part. 1. Edited by Mars N.J.I. – IOS Press, 1995. – 314 p.

11. Precision Agriculture in 21st Century. Geospatial and Information Technologies in Crop Management. – Washington: National Academy Press, 1997. – 149 p.

12. Tkachenko O., Shvydenko M. Building of eXtension System on a Base of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine // EARTH Bioresources and Life Quality. – 2013. – Vol.4. – 8 p.

13. Vasiukhin M., Tkachenko O., Kasim A., Ivanyk I. Methods and means for building a system of visual images forming in GIS of precision agriculture // Збірник матеріалів секції №9 "Інформаційні і телекомунікаційні технології, eXtension" Міжнар. Наук. конф. "Біоресурси планети та біобезпека навколишнього середовища: проблеми та перспективи", 4–7 листопада 2013 року, НУБіП України, Київ. – К.: Аграр Медіа Груп, 2013. – С.24–31.

14. World agriculture: towards 2015/2030. An FAO Perspective / Edited by J. Bruinsma. – London: Earthscan Publications Ltd., 2003. – 432 p.

Рассмотрены концепция и архитектура подсистемы поддержки принятия решений как составной части информационной системы управления в отрасли растениеводства в контексте внедрения в систему электронного консультирования Украины.

Система, поддержка принятия решений, растениеводство, электронное консультирование.

We consider the concept and architecture of a Decision Making Support subsystem as a component of management information system in the crop in the context of the implementation into e-Xtension system in Ukraine.

System, decision support, crop, e-Xtension.

УДК 621.314

ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ДОСТОВІРНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОПУСКОВОГО КОНТРОЛЮ

О.І. Щепотьєв, кандидат технічних наук
А.В. Жильцов*, *доктор технічних наук
В.В. Васюк*, *аспірант*

Розглянуто питання інструментальної достовірності результатів допускового контролю. Визначено вимоги до точнісних характеристик засобів вимірювання.

Надійність, допусковий контроль, інструментальна достовірність, об'єкт контролю.

Один із найважливіших видів контролю – допускний, полягає у встановленні співвідношень між значеннями параметра, що контролюється, та встановленими певним чином границями (допусками) на його відхилення. Оскільки вимірювальним пристроям властиві похибки, результати допускового контролю потребують визначення кількісних характеристик, що відображають ступінь довіри до отриманих результатів контролю.

Достовірність результатів контролю – це показник ступеня об'єктивного відображення результатами контролю дійсного технічного стану об'єкта контролю. Вона може бути уявлена у вигляді двох складових частин – методичної достовірності та інструментальної достовірності.

$$Д_K = Д_M \cdot Д_i,$$

де $Д_M$ – методична достовірність контролю; $Д_i$ – інструментальна достовірність контролю.

Методична достовірність визначається мінімальною сукупністю параметрів, які контролюються, методикою контролю та прийнятими критеріями оцінки технічного стану об'єкта.

Інструментальна достовірність – складова достовірності результатів контролю, яка визначається ймовірнісними властивостями ознак об'єкта, видом алгоритму обробки ознак, точнісними характеристиками засобів вимірювання та ін. [1].

---

* Науковий керівник – доктор технічних наук А.В. Жильцов

© О.І. Щепотьєв, А.В. Жильцов, В.В. Васюк, 2014