

УДК 004.891.2:632

В. М. Дубовой, д-р техн. наук, проф.;

О. С. Сольський

## СТРУКТУРА ТА ЗАДАЧІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОБЛЕМІ ЗАХИСТУ РОСЛИН

*Проведено аналіз системи захисту рослин України, запропоновано структуру інформаційної технології в захисті рослин, сформульовано задачу оптимізації системи захисту рослин за критерієм мінімуму втрат.*

Через агрокліматичні умови останніх років, виведення значної кількості земель з обороту, впровадження нульового обробітку ґрунту, повсюдне ігнорування сівозміною, широкомасштабне та інтенсивне вирощування окремих енергетичних культур, порушення технології вирощування культурних рослин відбувається загострення фітосанітарної ситуації в сільськогосподарських угіддях. В цілому сільськогосподарським культурам та продукції рослинництва шкодять понад 400 видів шкідників, 200 збудників хвороб, 300 видів бур'янів. Мінімізація обробки ґрунту за теперішнього господарювання на землі спричиняє зростання засміченості посівів. В Україні 90...98 % площ польових культур забур'янені в сильному і середньому ступенях, що призводить до зниження продуктивності культур на 20 % і більше [1]. За підрахунком наукових установ Української академії аграрних наук в Україні втрати від шкідників, хвороб і бур'янів складають 33...48 % потенційного врожаю [2]. Тому належний захист оброблюваних культур є найважливішим завданням в аграрній політиці будь-якого сільськогосподарського підприємства.

### Проблема

Суб'єктами системи захисту рослин (ЗР) в Україні (рис. 1) є:

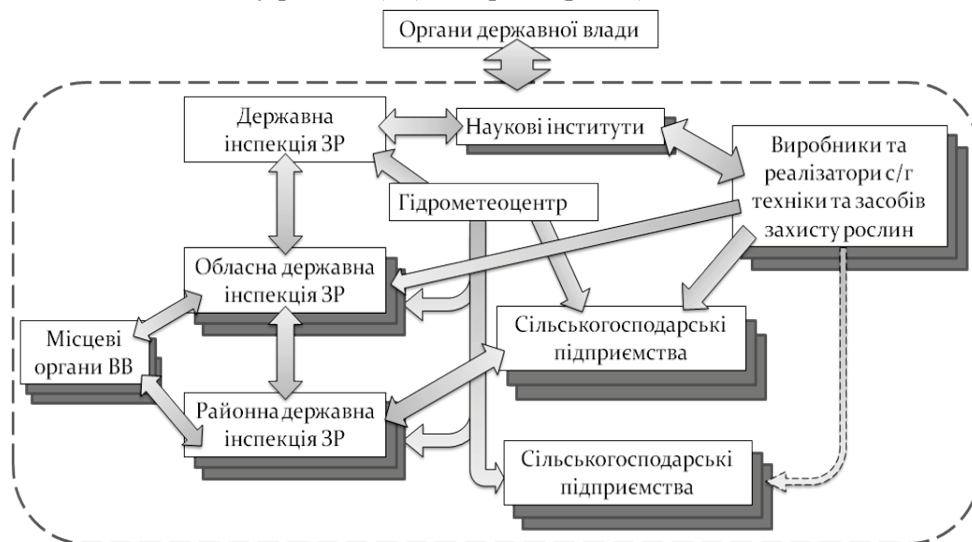


Рис. 1. Обмін інформацією між суб'єктами в системі захисту рослин

— Кабінет Міністрів України, Верховна рада, Міністерство аграрної політики, Міністерства охорони навколишнього природного середовища тощо (в подальшому — органи державної влади);

— Головна державна інспекція ЗР;

— обласні державні інспекції ЗР;

— районні державні інспекції ЗР;

— Національна академія наук України, Українська академія аграрних наук, наукові і науково-дослідні установи та організації, вищі сільськогосподарські навчальні заклади, навчальні комбіна-

ти (центри), школи та спеціалізовані курси, в яких проводиться підготовка спеціалістів в сфері захисту рослин, підвищення кваліфікації, розробка методів, засобів захисту рослин, виведення нових сортів культур, аналіз фітосанітарного стану та видача рекомендацій щодо захисту рослин (в подальшому — наукові інститути);

— виробники та реалізатори сільськогосподарської техніки та засобів захисту рослин;

— підприємства, установи, організації усіх форм власності та громадяни, діяльність яких пов'язана з користуванням землею, лісом, водними об'єктами, вирощуванням рослин сільськогосподарського та іншого призначення, багаторічних і лісових насаджень, дерев, чагарників, рослинності закритого ґрунту, а також реалізацією, переробкою, зберіганням і використанням рослин та продукції рослинного походження (в подальшому — сільськогосподарські підприємства);

— гідрометеорологічний центр;

— місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування.

На сьогодні більшість суб'єктів системи захисту рослин обмінюється інформацією в довільній формі в паперовому вигляді, інколи із затримками, що не сприяє своєчасному прийняттю необхідних рішень. Несвоєчасно прийняте рішення може спричинити додатково великі матеріальні і людські витрати. Багато сільськогосподарських підприємств (особливо малих) можуть взагалі не мати інформації про сучасну сільськогосподарську техніку, методи і засоби захисту.

В умовах розмаїття інформації з одного боку і її неповноти з іншого, великої кількості засобів ЗР на ринку з різними умовами застосування, наявності досить значної кількості культур, що потребують захисту, у більшості господарств постає задача вибору засобів ЗР і формування оптимальної системи захисту. Для ефективного вирішення цієї проблеми потрібно збирати, обробляти великі обсяги інформації, своєчасно видавати потрібні рекомендації та доводити їх до виконавців.

За цих обставин реалізація функцій прийняття оперативних своєчасних системних рішень, інформаційної підтримки суб'єктів захисту рослин покладається на інформаційні системи. Виходячи із вищесказаного, розробка інформаційної технології в захисті рослин є актуальною проблемою.

### Аналіз стану розв'язання проблеми

В розвинених країнах, що вступили в постіндустріальну стадію, питання ефективного захисту рослин з використанням інформаційних технологій розглядається на державному рівні [3]. Такі технології розроблені і використовуються в багатьох країнах, зокрема США, Німеччині, Великобританії, Данії, Новій Зеландії. Але найяскравішим прикладом інформаційної технології в захисті рослин є Індійська інформаційна інтернет-технологія P3IS-2. Ця технологія розроблена Національним центром з комплексної боротьби з шкідниками (NCIPM), національним центром досліджень, Індійською радою сільськогосподарських досліджень (ІКАР) в лютому 1988 року для задоволення потреб захисту рослин, що виникають в різних агро-екологічних зонах країни. Сільськогосподарська система поширюється по всій країні, є дуже великою і важливою складовою системи національних сільськогосподарських досліджень і налічує близько 30000 вчених (з 68 дисциплін сільськогосподарських наук з різних аспектів захисту рослин), що працюють під егідою ІКАР, в державних аграрних університетах та державних сільськогосподарських відомствах. Система використовується різними організаціями, персоналом, об'єднаннями робочих і селян за різними видами взаємодії між собою, є онлайн-довідником для фермерів, дозволяє провести консультації експертів для прийняття правильного рішення в потрібний час для організації ефективного захисту рослин [4].

Але недоліком цих систем, який перешкоджає їх застосуванню в Україні, є орієнтація на розвинене інформаційне забезпечення, в той час, як в Україні задачі захисту рослин розв'язуються в умовах суттєвої невизначеності. Крім того відрізняються кліматичні умови, хвороби рослин, шкідники, бур'яни; відрізняються хімічні засоби, виробники, ціни; відрізняються підходи щодо термінів та способів використання сільськогосподарської техніки.

Розробки в Україні щодо інформаційних технологій в захисті рослин майже не проводяться. Існуючі інформаційні технології встановлюються на окремі автоматизовані робочі місця і лише частково охоплюють питання захисту рослин (Agro-Office), працюють в режимі довідкової системи [5], орієнтовані на великі підприємства, в яких використовується авіація сільськогосподарського призначення [6].

### Постановка задачі

Виходячи із вищесказаного, постає **задача** розробки і впровадження мережевої інформаційної технології (ІТ) планування системи захисту рослин, яка базується на сучасній комп'ютерній техніці і буде доступною для будь-якого сільськогосподарського підприємства.

Першим етапом розв'язання цієї задачі є обмеження завдань і формулювання основних принципів розробки інформаційної технології.

### Розв'язання задачі і отримані результати

В межах цієї технології мають бути передбачені автоматизовані робочі місця для працівників центральної, обласних, районних державних інспекцій із захисту рослин, виробників та реалізаторів технічних та хімічних засобів ЗР, керівників (агрономів) сільськогосподарських підприємств, зв'язок між елементами ІТ має здійснюватись через мережу Інтернет. База даних ІТ, модулі розрахунків, аналізу та оптимізації розташовані на сервері інформаційної технології.

Основні задачі, які повинна розв'язувати інформаційна технологія:

- збір та систематизація керівних документів в ЗР;
- розпізнавання шкідників, хвороб, бур'янів за їх ознаками (в зв'язку з різкою змінною погодних умов почалися міграції шкідників в регіони, де їх ніколи не було, з'являються нові хвороби);
- моніторинг, аналіз, прогнозування фітосанітарного стану районів, областей та країни в цілому;
- підтримка прийняття рішень під час визначення заходів щодо покращення фітосанітарного стану;
- прогнозування часу появи, чисельності, розвитку шкідників та бур'янів;
- визначення часу настання сприятливих умов розвитку шкідників, хвороб;
- оповіщення керівників господарств про необхідність виконання спеціальних засобів захисту щодо запобігання поширенню шкідників, хвороб;
- вибір хімічних засобів для боротьби зі шкідниками, хворобами та бур'янами;
- розрахунок економічних показників засобів ЗР та доцільності їх використання;
- отримання довідкової інформації.

Заходи із захисту рослин розраховуються на період часу від початку підготовки ґрунту до посіву культур та закупівлі зерна ( $t_1$ ) до збору врожаю ( $t_2$ ):

$$t_1 \leq t \leq t_2.$$

Заходи з захисту рослин с/г підприємства складаються із усіх заходів з захисту кожної культури, які планує вирощувати (вирощує) підприємство в цей період.

Основою планування системи захисту рослин є нечітка модель М ефективності окремих заходів захисту рослин

$$\mu [ЗВ_{i,k}] = M(\text{ПКУ}_k, M_i(t), L_i(t), ЗЗ_i(t)),$$

де  $ЗВ_i$  — збережений врожай  $i$ -ї культури на с/г підприємстві за рахунок застосування ІСЗ $_i$  при  $\text{ПКУ}_k$ ;  $\mu$  — нечітка функція належності;  $\text{ПКУ}_k$  —  $k$ -й варіант прогнозу можливих кліматичних умов та появи шкідників, хвороб рослин, бур'янів, де  $k = 1 \dots m$ ;  $m$  — кількість можливих варіантів прогнозів погодно-кліматичних умов та появи шкідників, хвороб рослин, бур'янів;  $M_i(t)$ ,  $L_i(t)$ ,  $ЗЗ_i(t)$  — необхідні матеріальні, людські засоби та інші засоби захисту відповідно, які необхідно використати в системі захисту  $i$ -ї культури на с/г підприємстві при  $\text{ПКУ}_k$ ;

Модель М задається нечіткою базою знань інформаційної технології.

Час появи та кількість шкідників, бур'янів, хвороби рослин залежать від погодно-кліматичних умов в регіоні. Так як план складається заздалегідь, то нам необхідно прогнозувати погодно-кліматичні умови на весь період та їх зміну в часі. На основі цих прогнозів необхідно прогнозувати час появи та кількість шкідників, бур'янів, хвороб рослин. Цих прогнозів ( $\text{ПКУ}_k$ ) може бути багато і кожний з них має свою ймовірність появи.

Загальна інтегрована система захисту рослин с/г підприємства ІСЗП є об'єднанням окремих заходів захисту

$$\text{ІСЗП} = \bigcup_{i=1}^n \bigcup_k [\text{ПКУ}_k, M_i(t), L_i(t), ЗЗ_i(t)],$$

де  $n$  — кількість культур, які вирощують на сільськогосподарському підприємстві.

Критерієм оптимальності ІСЗП є нечіткий ризик (середні втрати за умови застосування заходів захисту)

$$R = \sum_{i=1}^n \mu[3B_i] \{C[M_i, L_i, 3Z_i] + (1 - 3B_i)C\},$$

де  $C$  — вартість заходів захисту;  $C$  — ціна врожаю.

Обмеження

1. Умова використання ресурсів: витрати праці та матеріальних ресурсів на захист сільськогосподарських культур не повинні перевищувати обсягу наявних ресурсів

$$\sum_{i=1}^n M_i(t) \leq M_H(t);$$

$$\sum_{i=1}^n L_i(t) \leq L_H(t),$$

де  $M_H(t)$  — наявні матеріальні ресурси сільськогосподарського підприємства в певний момент часу.

Витрати праці та матеріальних ресурсів на захист культур складаються із власних ресурсів господарства та (за потреби) найманих:

$$M_H(t) = M_G(t) + M_{\text{найм}}(t);$$

$$L_H(t) = L_G(t) + L_{\text{найм}}(t),$$

де  $M_G(t)$  — наявні власні матеріальні ресурси господарства в певний момент часу;  $M_{\text{найм}}(t)$  — наймані матеріальні ресурси в певний момент часу;  $L_H(t)$  — наявні людські ресурси сільськогосподарського підприємства в певний момент часу;  $L_G(t)$  — наявні власні людські ресурси господарства в певний момент часу;  $L_{\text{найм}}(t)$  — наймані людські ресурси в певний момент часу.

2. Умова невід'ємності змінних: змінні  $M_i(t)$ ,  $L_i(t)$ ,  $3Z_i(t)$  не можуть мати від'ємні значення.

3. Умови використання грошових ресурсів: витрати на оплату праці, використання матеріальних ресурсів та інших засобів захисту не можуть перевищувати можливих для господарства витрат. Гроші можуть бути власними господарства або отриманими в кредит, у разі отримання кредиту додаються витрати на погашення відсотків по кредиту ( $V_{\text{кред}}$ ):

$$V_i = V(L_i) + V(M_i) + V(3Z_i),$$

де  $V_i$  — реальні витрати сільськогосподарського підприємства на реалізацію заходів з захисту  $i$ -ї культури за весь період;

$$V_p = \sum_{i=1}^n V_i + V_{\text{кред}},$$

де  $V_p$  — реальні витрати сільськогосподарського підприємства за весь період,

$$V_p \leq V_m,$$

де  $V_m$  — можливі витрати сільськогосподарського підприємства за весь період.

4. Умова застосування засобів захисту: засоби захисту використовуються лише у випадку, якщо виручка від реалізації збереженого врожаю за рахунок застосування цих засобів захисту перевищує витрати на застосування цих засобів:

$$VP_i = 3B_i \cdot CP_i,$$

де  $VP_i$  — виручка від реалізації збереженого врожаю  $i$ -ї культури;  $CP_i$  — ціна реалізації  $i$ -ї культури,

$$VP_i \geq V_i.$$

Для розв'язання сформульованої задачі доцільна реалізація інформаційної технології за принципом «тонкого клієнта» та структурою, показаною на рис. 2. Це дозволить зробити її доступною для усіх потенційних користувачів.

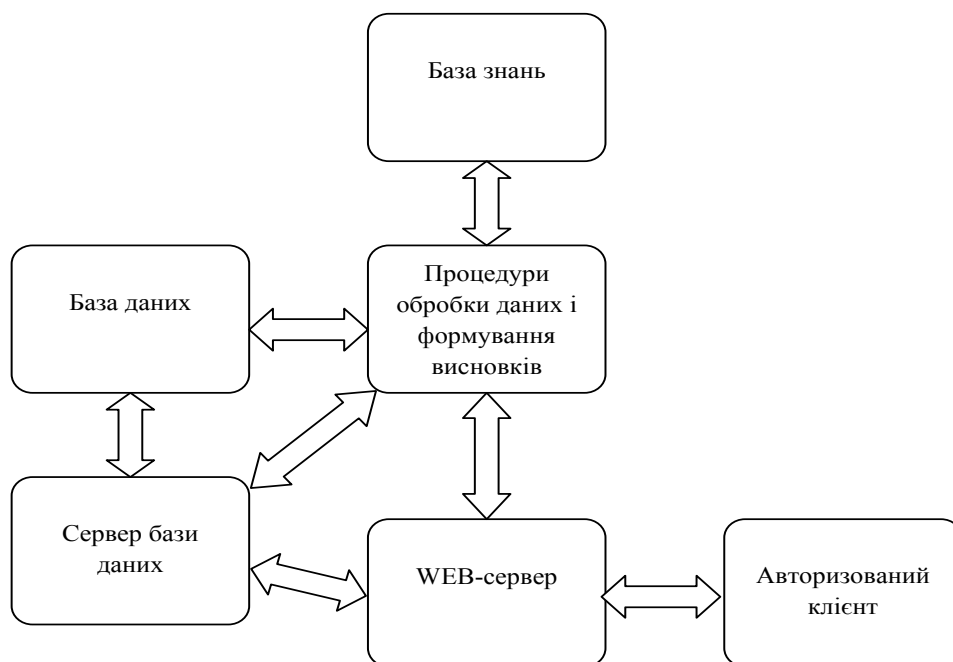


Рис. 2. Структура інформаційної технології захисту рослин

### Висновок

Сформульовані задачі і основні принципи розробки інформаційної технології захисту рослин дозволяють узагальнити великий обсяг агрокліматичних даних, забезпечити інформаційно-дорадчу функцію і доступність для широкого кола користувачів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Прогноз фітосанітарного стану сільськогосподарських рослин у 2010 р. — [Електронний документ] — Головдержзахист / Режим доступу : [http://agro.ua.net/news/news\\_28484.html](http://agro.ua.net/news/news_28484.html).
2. Нарada з представниками фірм постачальників засобів захисту та агрохімікатів / [Електронний документ] — /Режим доступу : [http://golovdergzahist.com.ua/narada\\_z\\_predstavnikami\\_firm\\_postachalnikov\\_zasobiv\\_zahistu\\_ta\\_agrohimikativ\\_23\\_sichnja\\_2008\\_r\\_html.html](http://golovdergzahist.com.ua/narada_z_predstavnikami_firm_postachalnikov_zasobiv_zahistu_ta_agrohimikativ_23_sichnja_2008_r_html.html).
3. Сільське господарство / [Електронний ресурс] — Режим доступу : [http://uk.wikipedia.org/wiki/Сільське\\_господарство](http://uk.wikipedia.org/wiki/Сільське_господарство).
4. Welcome to P3IS-2 / [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://www.ncipm.org.in/p3is/>.
5. Комп'ютерна програма «Справочник пестицидов и агрохимикатов» 2010 г. / [Електронний документ] — Режим доступу : <http://dovidnik.oldis.net.ua/>.
6. Джума Л. М. Система підтримки прийняття рішень з хімічного захисту рослин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.13.06. [Електронний документ] / Л. М. Джума; Наук.-виробнич. корпор. «Київський інститут автоматизації». — К., 2002. — Режим доступу : <http://disser.com.ua/contents/15956.html>.

Рекомендована кафедрою комп'ютерних систем управління

Стаття надійшла до редакції 29.11.10

Рекомендована до друку 21.12.10

**Дубовой Володимир Михайлович** — завідувач кафедри комп'ютерних систем управління;

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Сольський Олександр Сергійович** — викладач кафедри математики і інформатики.

Уманський національний університет садівництва, Умань