

10. Методика випробування і застосування пестицидів / Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. [та ін.]. – К.: Світ, 2001. – 448 с.
11. Насіння сільськогосподарських культур. Методика визначення якості: ДСТУ 4138-2002. – Держспоживстандарт України, 2003 – 173 с.
12. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз; за ред. В.О. Єщенко. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.
13. Костиря І.В. Забур'яненість посівів озимої пшениці та урожайність і якість зерна в посушливих умовах південного Степу України // Зрошуване землеробство: міжв. темат. наук. зб.– 2010. - №54. – С 85-96.

УДК 519.711:33:658

ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО – ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД

Частина 1: Система підтримки прийняття рішень, як елемент точного землеробства

Міхесв Є.К. – д.с.-г.н., професор, Херсонський ДАУ

Постановка проблеми. Визначення поняття точного землеробства існує в декількох варіантах виразів. В узагальненому і більш повно сформованому вигляді, що підкреслює прикладну сутність, на нашу думку, може бути таким: «Точне землеробство (ТЗ) - такий тип сільськогосподарського виробництва, у процесі якого збільшується кількість вірних (коректних до ситуації) рішень на одиницю площі поля за одиницю часу із відповідним чистим економічним ефектом». Таке поняття витікає із функцій програмування врожаю, сформоване як «науково обгрунтована програма одержання заданого рівня врожаю у якій на основі обліку потреб рослин в необхідних факторах життя...»...[1,6]. В цілому економічна ефективність точного землеробства у більшості випадків залежить від того, як швидко і точно будуть вимірені ті чи інші параметри, що характеризують стан агроценозу. Частота вимірів (просторова і часова) залежить від того, яка змінність показника, що вимірюється. У зв'язку з цим виникає велика потреба у розробці спеціальних технічних засобів для автоматизованого збирання і аналізу інформації з прив'язкою до глобальної системи позиціонування (ГСП). Саме з розвитком ідеологічного напрямку програмування і ГСП з'явилась принципова можливість для переходу від традиційної технології до ТЗ, при якій можна впливати на агроєкосистему із врахуванням локальної змінності ґрунту поля і посіву. ГСП використовується для визначення координат мобільної сільськогосподарської техніки у полі. На часі ефективно функціонують дві системи глобального позиціонування: NAVSTAR (США) і ГЛОНАС (РФ). Вони дозволяють для об'єктів, що мають приймальні прилади у реальному часі визначити місце знаходження, швидкість руху.

Стан вивчення проблеми. Таким чином, можна вирішувати задачі диференціації управління в межах поля і ділянки з розбіжностями які не важко ідентифікувати. Таким чином, розмір управліннь у технологічному процесі, наприклад, внесення добрив, висів насіння, обробка посіву отрутохімікатами для захисту рослин від шкідливих організмів повинні враховувати встановлені польові розбіжності як у режимі «on-line» так і «off-line». Навігаційна система, що встановлюється на сільськогосподарських приладах включає приймач (GPS-приймач) і бортовий комп'ютер із відповідним програмним забезпеченням. Цей комплекс дозволяє робити запис поточних координат для цього агрегату з будь-якими заданими інтервалами часу. При цьому, для обробки інформації, що отримується за допомогою інформаційно-вимірюючих систем, використовують стаціонарний і бортовий комп'ютери.

Стаціонарний комп'ютер з програмним забезпеченням у загальному випадку повинен виконувати такі функції: ведення атрибутивної і просторової бази даних із використанням гео-інформаційних систем (ГІС); ведення бази декларативних і процедурних знань; обробку знань і даних, формування програми реалізації інформаційної технології точного землеробства. Бортовий комп'ютер з програмним забезпеченням повинен виконувати такі функції: фіксацію координат агрегату у будь-який термін часу через прийняття сигналів від ГСП і інших датчиків в процесі пересування; автоматичне створення електронних карт обстеження ділянок з поділенням їх на елементарні частини заданих масштабів; забезпечення накопичення і первинної обробки даних польових вимірів із використанням ГІС - технологій і експорт цієї первинної інформації у стаціонарний комп'ютер; формування управляючих сигналів для диференційованого виконання тих чи інших агротехнічних операцій і забезпечення відповідного їх контролю на основі програми реалізації технології, що вироблена стаціонарним комп'ютером.

Щоб відбувався перехід від технологій, що базуються на усереднених показниках параметрів родючості поля і стану посіву(традиційних), до вибіркового діяння на систему «грунт - рослини» необхідно, щоб робочі органи обробляючих приладів і сільськогосподарських машин керувались бортовими комп'ютерами.

Методика досліджень. В основу реалізації інформаційних технологій ТЗ повинна бути покладена система підтримки прийняття рішень (СППР) [2,5]. Використовуючи цю технологію агротехнолог-фахівець може синтезувати агроприйоми для конкретного поля із врахуванням особливостей ситуації і свого досвіду (рис.2)

Опис розроблених нами задач (модулей) із комплексу СППР наведено у роботах [4,5]. В процесі генерації технологічних рішень за допомогою розробленого інтерфейсу модулів СППР автоматично формується завдання на виконання конкретної операції в режимі ТЗ, яка завантажиться у бортовий комп'ютер обладнання.

У залежності від режиму реалізації операції застосовуються два типи завдань: - Карта операції (режим функціонування "off-line") і Карта агровимог на виконання операції (режим "on-line").

Результати досліджень. Формування карти операції відбувається за таким алгоритмом. За допомогою мобільного комплексу із бортовим

комп'ютером, навігаційним і гео-інформаційним із відповідним програмним забезпеченням створюється електронний зразок сільськогосподарського об'єкту на якому планується виконання технологічної операції.

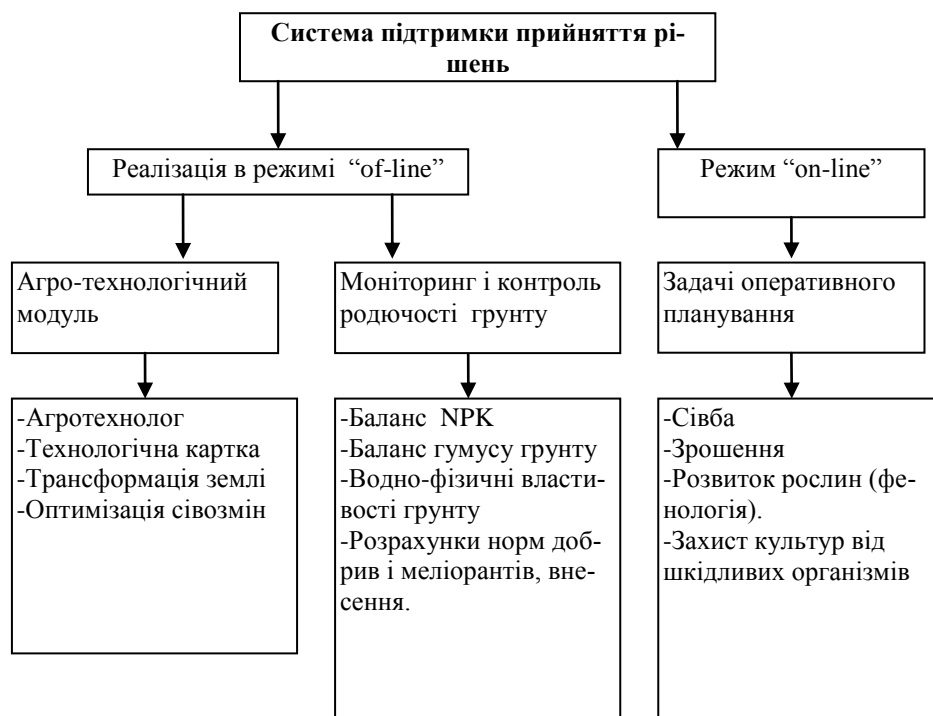


Рисунок 1. Модульна структура СИПР, як складової СТЗ

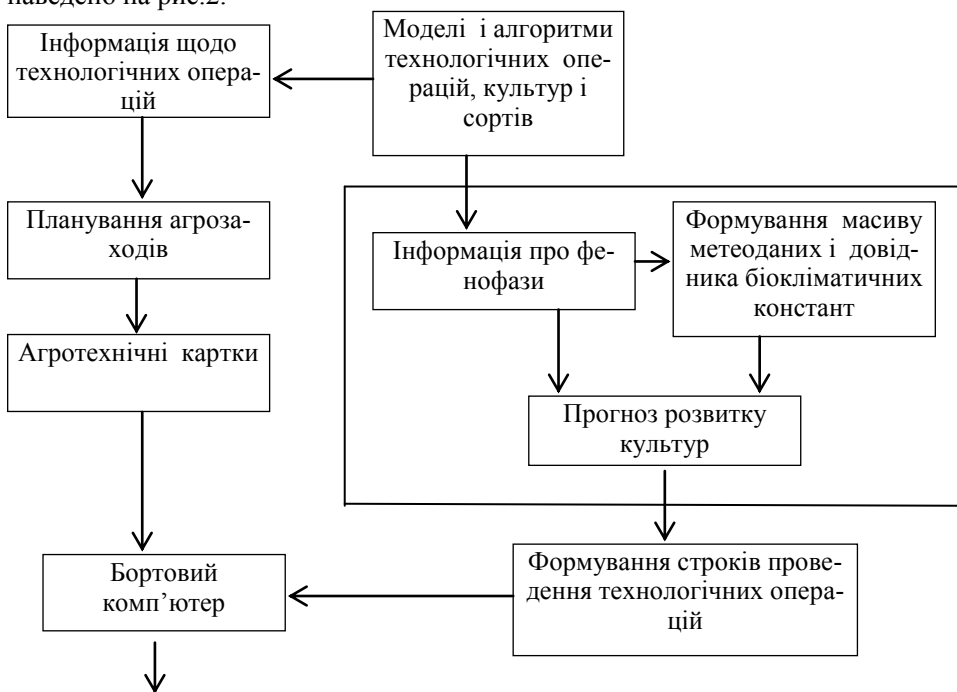
Маючи електронний зразок об'єкту (поля) з чіткими межами у просторі мається можливість здійснити збирання необхідної атрибутивної інформації (проводяться агрохімічні, агрофізичні, фітосанітарні обстеження) із жорсткою прив'язкою даних до фіксованих ділянок. На другому кроці інформація, що отримана, обробляється на стаціонарному комп'ютері СИПР. Для заданої технологічної операції за визначеними алгоритмами (моделям) проводиться розрахунок рівня технологічного впливу для кожної ділянки поля, що мається БД, тобто створюється масив інформації де кожної однорідної ділянки поля з фіксованим геометричним образом встановлюються, у відповідності, ті чи інші рівні технологічної дії (норми добрив, інших хімічних і біологічних заходів, норми висіву насіння і т.ін.), які повинні бути виконані при реалізації заданої операції [7]. Сформований таким чином масив інформації і є електронною картою поля по заданій технологічній операції, яка записується на мобільний технічний носій (чип-карта, наприклад). На етапі реалізації технологічної операції чип-карта вводиться у бортовий комп'ютер, що змонтований на тракторі. За допомогою спеціального програмного забезпечення бортовий комп'ютер постійно здійснює оперативне визначення місця знаходження агрегату і за інформацією, що записана на чип-карті, визначає рівень технологічної дії на

цієї ділянки поля із послідуною виробкою управлінської команди і забезпечує синхронний контроль її виконання.

Слід зауважити, що у точному землеробстві режим "off-line" використовується за звичаєм, для технологічних операцій, які плануються заздалегідь (норми висіву при сівбі, дози добрив і меліорантів). Однак цей режим може бути використано і у оперативних міроприємствах по уходу за посівами. Наприклад, за допомогою мобільного радіокерованого літака, змонтованих на них GPS-приймачів і відеокамер можна отримати інформацію щодо розподілення будяків в межах поля.

Така інформація дозволить оперативно побудувати електронну карту розподілення будяків по ділянкам, визначити диференційовану норму гербіцидів, а потім реалізувати їх внесення в режимі "off-line". Однак, для реалізації оперативних рішень в точному землеробстві, вже знайшов практичне застосування спеціальний режим "on-line".

Схему формування інформаційного фонду СППР на прикладі задачі прогнозування розвитку культур («Фенолог») [5] у стаціонарному комп'ютері наведено на рис.2.



Для реалізації режиму у бортовий комп'ютер вводиться карта агровимого для заданої операції. Карта агровимого для заданої операції - це таблиця, яка встановлює взаємозв'язок між сигналом, що отримано від датчика на робочому технічному приладі для проведення агродії або, на комбайні чи тракторі, і нормою технологічної дії на полі.

Формування карти агровимого, наприклад, модуль "Агротехнолог" [4], може відбуватись таким чином. В першому випадку, в СППР по заданій технологічній операції обирається з бази знань необхідні свідчення для складання

спеціальної таблиці, де кожному із усіх можливих діапазонів сигналу виміреного на полі, ставиться у відповідність той чи інший, рівень технологічної дії. Сформована таким чином інформація на стаціонарному комп'ютері записується на технічний носій і є картою агровиног за заданою технологічною операцією із заздалегідь визначеним набором датчиків, що смонтовані на агрегаті. У другому випадку передбачається безпосереднє введення у бортовий комп'ютер інформації, що повинна містити карта агровиног. Режим безпосереднього введення управляючої інформації у бортовий комп'ютер є зручним також при коректуванні норм впливу у польових умовах. Слід помітити, що для реалізації технологічної операції в режимі "on-line" можлива відсутність навігаційного обладнання в той час як наявність GPS-приймачів для розглянутого випадку режиму "off-line" є обов'язковим. Разом з тим наявність навігаційного обладнання в режимі "on-line" дозволяє формувати електронні карти, що характеризують різні технологічні дії які було здійснено на ділянках поля [3]. Така інформація може бути корисною у разі аналізу результатів і виробки нових рішень. Додамо, що в реальних умовах сьогодення існуючі технології і технічні засоби формування інформаційної бази, що забезпечує вибір і адаптацію до конкретних умов, не дозволяють отримати врожаї можливі у реальних польових умовах. Рішення цієї задачі розміщується у площині створення фізико-технічного і програмно-інструментального базису в СТЗ (див.Ч.2).

На заключення слід зауважити, що організація яка планує вести агродіяльність на умовах СТЗ необхідно визначити оптимальний склад і першочерговість впровадження модулів, забезпечуючи при цьому максимально можливий річний економічний приріст із врахуванням якісних і кількісних показників процесів впровадження. Також треба мати на увазі, що рішення щодо впровадження приймаються в умовах ризику, а також при умові раціонального використання ресурсів. В цьому сенсі можна скористатись економічними розрахунками спираючись на таку математичну запис:

$$Z = B \cdot \sum_{n=1}^N L_n \cdot x_n \cdot (1 - M_n) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\sum_{n=1}^N g_n \cdot x_n \leq Q + \Delta g, \quad (2); \quad \sum_{n=1}^N t_n \leq T + \Delta t, \quad (3)$$

{1, якщо n – й модуль включено у систему, що впроваджено;
{ 0 – у зворотньому випадку.

Де: Z-економічна ефективність системи;

N- загальна кількість модулів, що впроваджено (n=1, K);

- річний приріст прибутку;

M_n - інтегральна оцінка ризику;

L_n - інтегральний показник якості і кількості впроваджених модулів;

Q – фінансові ресурси на впровадження обраного інформаційно-програмного комплексу;

T - загальний фонд часу використання комплексу модулів;

g_n - витрати на впровадження і використання модуля;

t_n - час впровадження кожного модуля;

Δg - фактор додаткових витрат;

Δt -фактор використання додаткового часу.

Оптимальне рішення може бути отримане за допомогою пакету MS EXCEL, моделлю «Пошук рішень». Таким чином вирішивши задачу, можна

визначити які модулі із структурно-модульної схеми СППР (рис. 1) доцільно впроваджувати і їх ефективність, визначити ті задачі управління, методика вирішення яких буде автоматизована. Стосовно наведеної моделі, то аналіз результатів рішення слід проводити параметрично, тобто вимірювати змінення показника, що використовується у моделі з кінцевим результатом і структурою модулів які впроваджуються.

Висновок. Для створення і ефективного використання систем точного землеробства необхідно вирішити такі задачі: розробити надійні методи оцінки вибору і запровадження оптимальної структури програмних модулів; здійснити систематизацію і класифікацію факторів можливих ризиків (помилки) використання інформаційного інструментарію; здійснити апробацію модулів у індивідуальному і сумісному використанні; визначити припустиму економічну ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожая.- М. Россельхозиздат, 1977.-186 с.
2. Ушкаренко В. О., Міхеєв Є. К. Точне землеробство - інтелектуалізація галузі (концептуальний підхід). Таврійський науковий вісник.- Херсон: Айлант, 2001.- Вип. 19.- С. 3-8
3. Якушев В.П. На пути к точному земледелию.: СПб. Изд. ПОЯФ РАН, 2002.- 468 с.
4. Міхеєв Є.К. Інформаційні системи в землеробстві. Ч.1: Системи підтримки прийняття технологічних рішень на рівні проектування і планування.- Херсон: Вид. ХДУ, 2005.- 280 с.
5. Міхеєв Є.К. Інформаційні системи в землеробстві. Ч.2: Системи підтримки прийняття технологічних рішень на рівні оперативного планування і управління.- Херсон, Вид-во ХДУ, 2006.- 355 с.
6. Медведєв В.В., Пліско І.В, Біцура В.Л. Від зональних – до точних агротехнологій.- К.: Вісник аграрної науки, № 5, 2009– С.52-57.
7. Кравчук В., Любченко С., Войновський В. Інтегральна система керування землеробства – необхідний засіб новітніх технологій. - К.:Техніка і технології АПК. № 7(10) . 2010,- С.14-16.

УДК 633.15:631.82:632.98:631.5

**ВПЛИВ ІНКРУСТАЦІЇ НАСІННЯ МІКРОДОБРИВОМ
І ПРОТРУЙНИКОМ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ
КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ПРИ РІЗНИХ СТРОКАХ СІВБИ**