

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

Ye. Sarakhan

INTERDISCIPLINARY RESEARCHES AND THE WAYS OF SYSTEM INTEGRATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN PLANT GROWING INDUSTRY

The features of practical applications of information technology in agriculture are considered.

Key words: computer devices, information technology, agriculture.

Рассмотрены особенности практического использования информационных технологий в растениеводстве.

Ключевые слова: компьютерные устройства, сельское хозяйство, информационные технологии.

Розглянуті особливості практичного застосування інформаційних технологій у рослинництві.

Ключові слова: комп'ютерні пристрої, інформаційні технології, сільське господарство.

© С.В. Сарахан, 2012

УДК: 681.5:004.03

С.В. САРАХАН

МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ШЛЯХИ СИСТЕМОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РОСЛИННИЦЬКУ ГАЛУЗЬ

Вступ. Реалії сьогодення показують, що для ефективного функціонування підприємств аграрного сектора необхідно застосовувати передові інформаційні технології, які дозволяють виявити внутрішні резерви, залучити зовнішні вкладення, а також проводити реструктуризацію організаційних структур і виконувати реінжиніринг систем управління.

Надаючи підприємствам аграрного сектору програмне забезпечення під індивідуальні потреби сільгоспвиробників, можливо розробити додатки для оптимізації розміщення сільськогосподарських культур у зональних системах сівозміни, раціонів годівлі тварин; розрахунку доз добрив; проведення комплексу землевпорядних робіт та управління земельними ресурсами. На базі створення систем автоматичного моніторингу можливо побудувати програми з регулювання режиму живлення та мікроклімату в теплицях, контролю процесу зберігання овочів та фруктів, якості вирощуваної продукції, забруднення ґрунтів; оцінки економічної ефективності виробництва, управління технологічними процесами та виробничими процесами.

Дослідне використання та впровадження автоматизованих систем у рослинництві робить можливим переведення процесів вирощування рослин на нову технологічну основу. Отримання врожаю може стати більш прогнозованим та менш залежним від глобальних кліматичних змін та перебудов. Окремі елементи технології побудовані та ефективно працюють у системах точного

землеробства.

Класифікація ринку потенційних споживачів. За даними Державної служби статистики України [1] за 1990 – 2010 роки здійснено класифікацію розмірів посівних площ для виробництва основних сільськогосподарських культур, плодоягідних та виноградних насаджень за категоріями господарської діяльності. Дані за регіонами наведено за всіма категоріями господарств. Категорія “сільськогосподарські підприємства” містить дані по всіх сільськогосподарських підприємствах, діяльність яких направлена на виробництво товарної сільськогосподарської продукції. До цієї категорії включаються державні підприємства, господарські товариства, кооперативи, приватні підприємства, фермерські господарства та інші недержавні підприємства. Джерелом інформації по цій категорії господарств є дані державного статистичного спостереження за формою № 29-ст “Підсумки збору врожаю сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду”.

Категорія “господарства населення” формується за даними вибіркового перепису площ сільськогосподарських культур та багаторічних насаджень із щорічним їх уточненням за формою № 4-сільрада “Посівні площі сільськогосподарських культур у домашніх господарствах на території сільської ради” та показниками вибіркового обстеження сільськогосподарської діяльності домогосподарств у сільській місцевості. Порядок проведення розрахунків по господарствах населення визначено “Методикою проведення річних розрахунків виробництва продукції рослинництва в усіх категоріях господарств”, затвердженою наказом Держкомстату від 02.08.2005 р. № 225 (із змінами від 18.11.2010 р. № 467).

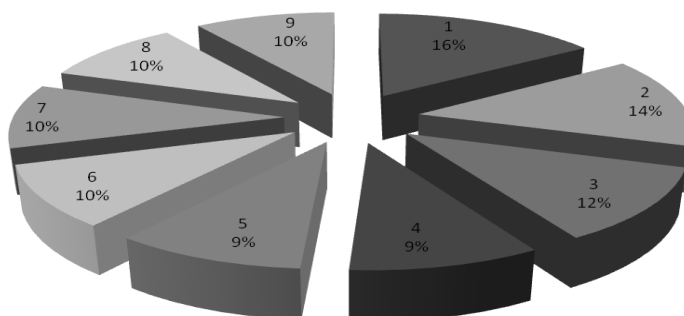
Виробництво (валовий збір) сільськогосподарських культур визначається у сільськогосподарських підприємствах за даними обліку зібраної продукції як з основних, так і з повторних, міжрядних посівів; у господарствах населення – на основі даних перепису про розміри посівних площ у цих господарствах та середньої урожайності з 1 га площ за інформацією вибіркового обстеження сільськогосподарської діяльності домогосподарств у сільській місцевості. Розглянемо загальну посівну площу, зайняту під сільськогосподарськими культурами (всі категорії господарств) (див. рис. 1).

Розглянемо внесок кожної з категорії господарств за роками (рис. 2).

Виробництво зернових та зернобобових культур, соняшнику визначається у фазі після обробки, цукрових буряків (фабричних) – у фазі без землі й домішок, овочевих культур – включаючи продукцію закритого ґрунту.

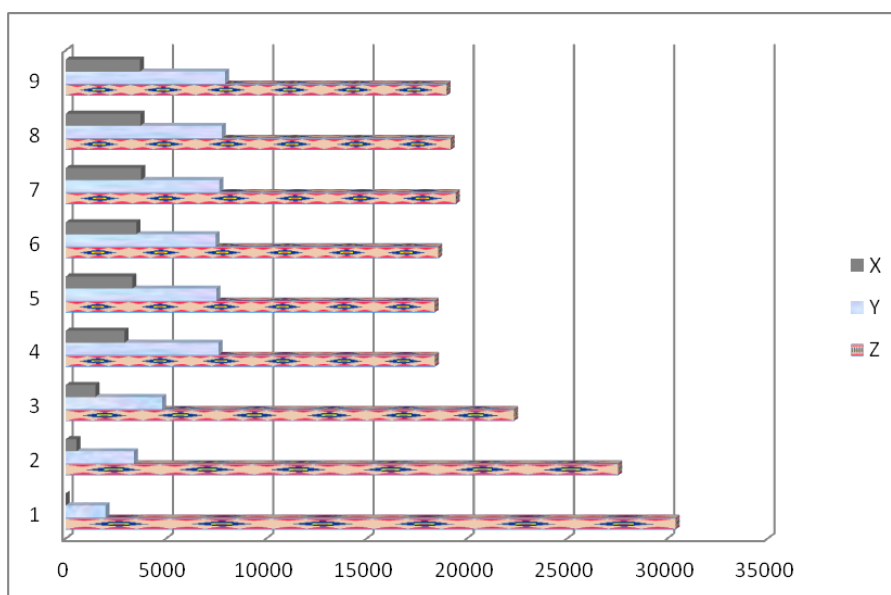
Середня урожайність сільськогосподарських культур з 1 га площі обчислена, виходячи з валового збору з основних, повторних і міжрядних посівів та фактично зібраної з всієї площі для даної культури; плодоягідних насаджень, винограду та хмелю – з 1 гектара площі у плодоносному віці.

Як можна побачити з вищенаведених рисунків, ринок продукції рослинництва доволі об’ємний та становить у 2010 році 26951,5 тис. га, де 18995,8 тис. га займають сільськогосподарські підприємства; 3707,2 тис. га – фермерські господарства; 7955,7 тис. га – господарства населення.



1 – 1990 р., 2 – 1995 р., 3 – 2000 р., 4 – 2005 р., 5 – 2006 р., 6 – 2007 р., 7 – 2008 р., 8 – 2009 р., 9 – 2010 р.

РИС. 1. Посівна площа сільськогосподарських культур за роками в тис. га



Ряд «z» – сільськогосподарські підприємства; ряд «у» – господарства населення; ряд «х» – фермерські господарства; 1 – 1990 р., 2 – 1995 р., 3 – 2000 р., 4 – 2005 р., 5 – 2006 р., 6 – 2007 р., 7 – 2008 р., 8 – 2009 р., 9 – 2010 р.

РИС. 2. Окремі категорії господарств

Огляд ринку продуктів та технологій. Ринок досить розвинений у плані технічного і програмного забезпечення. За кордоном активно використовуються ґрунтові автоматичні пробовідбирачі сумісно з навігаційною системою, геоінформаційні системи (ГІС) для складання просторово-орієнтованих електронних карт врожайності обмолочених культур; дистанційні методи зондування (ДЗЗ), такі як аерофотозйомка і супутникові знімки. Ринок програмних продуктів на сьогоднішній день найменш розвинений, проте на ринку існує ряд програмних продуктів, призначених для аналізу зібраної інформації і ухвалення управлінських рішень. Це програми розрахунку доз добрив з елементами геоінформаційних систем. Наприклад, SSToolBox© [2], Agro-Map© [3], Агроменеджер©, ЛІССОЗ©, Урожайагро©, АДЕПТІС©, FieldRover ІІ© [4], MapInfo© [5] і AgroView© [6]. Використання здобутків високих технологій в аграрній сфері динамічно розвивається. Перш за все це операції по внесенню рідких і твердих мінеральних добрив, а також посів зернових культур.

Внесення добрив за технологією точного землеробства проводиться диференційовано, тобто, умовно кажучи, вносимо на кожен квадратний метр стільки добрив, скільки необхідно саме тут (на даній елементарній ділянці поля). Внесення проводиться в двох режимах – off-line і on-line. Варто відзначити, що диференційоване внесення мінеральних добрив на сьогоднішній день є ключовим елементом у точному землеробстві. Режим off-line передбачає попередню підготовку на стаціонарному комп'ютері карти-завдання, в якій містяться просторово прив'язані за допомогою навігатора дози добрив для кожної елементарної ділянки поля. Для цього проводиться збір необхідних для розрахунку доз добрив даних про поле (обов'язково просторово прив'язаних). Проводиться розрахунок дози для кожної елементарної ділянки поля, тим самим формується (у спеціальній програмі) карта-завдання. Потім карта-завдання переноситься на чіп-карту (носії інформації) бортового комп'ютера, який встановлюється на сільськогосподарську техніку, оснащену GPS-навігатором і керує заданою операцією. Трактор оснащений бортовим комп'ютером, рухаючись по полю, за допомогою GPS визначає місце виконання технологічної операції, зчитує з чіп-карти дозу добрив, відповідну місцю знаходження, видає відповідний сигнал до розподільника добрив (або обприскувач). У режимі реального часу (on-line) доза добрив визначається безпосередньо під час виконання операції. Дози добрив визначаються за показниками датчика, який встановлено на відповідній сільськогосподарській техніці. Був розглянутий оптичний датчик Hydro-n-sensor [7] виробництва фірми Yara ©, який в інфрачервоному і червоному діапазоні світла визначає вміст хлорофілу в листі та біомасу. На підставі цих даних, а також даних за сортом і фенофазою рослини визначається доза азотних добрив. Для використання N-сенсора (Hydro-n-sensor) використовують портативний N-tester [7], що визначає ті ж параметри. Дані про виконання операції (дози і координати, оброблена площа, час виконання і прізвище виконавця) записуються на чіп-карту. У режимі on-line бортовий комп'ютер отримує дані від датчика, порівнює їх з записаними у пам'ять агрономіями, і видає сигнал на виконавчий орган аналогічно режиму off-line. Нині активно розвиваються розробки датчиків для режиму on-line.

Це оптичні датчики, що визначають вміст азоту в листі й засміченість посівів; механічні, такі, що оцінюють біомасу, електромагнітні та інші.

Переваги застосування навігаційних систем:

- висока точність і стабільність як при проходженні прямолінійних, так і криволінійних траєкторій;
- підвищення продуктивності й ефективності внесення добрив;
- скорочення перекриттів і усунення пропусків внесення добрив;
- зменшення ущільнення ґрунту.

Відомим світовим виробником широкого спектру технічних засобів та програмних продуктів на ринку є компанія John Deere [8]. Розглянемо детально продукти цієї фірми які знаходяться на ринку. Система паралельного водіння Parallel Tracking забезпечує постійну високу точність при роботі на будь-якому рельєфі. Комплект автоматичного водіння AutoTrac Universal 200, дозволяє встановлювати комплект на будь яку сільськогосподарську машину. Розвороти здійснюються в кінці гону в автоматичному режимі (рис. 3) за системою iTeC Pro. Система AutoTrac RowSense, це висока точність при прибиранні кукурудзи, має світлодіодну панель GreenStar Lightbar (рис. 4). Завдяки пакету GreenStar Lightbar можливо отримати просту, рентабельну систему допоміжного керування, яка дозволяє підвищити продуктивність, 27 світлодіодних індикаторів інформують оператора стосовно дотримання машиною заданого курсу. Залежно від того, які індикатори світяться, здійснюються відповідні повороти – у право або в ліво.

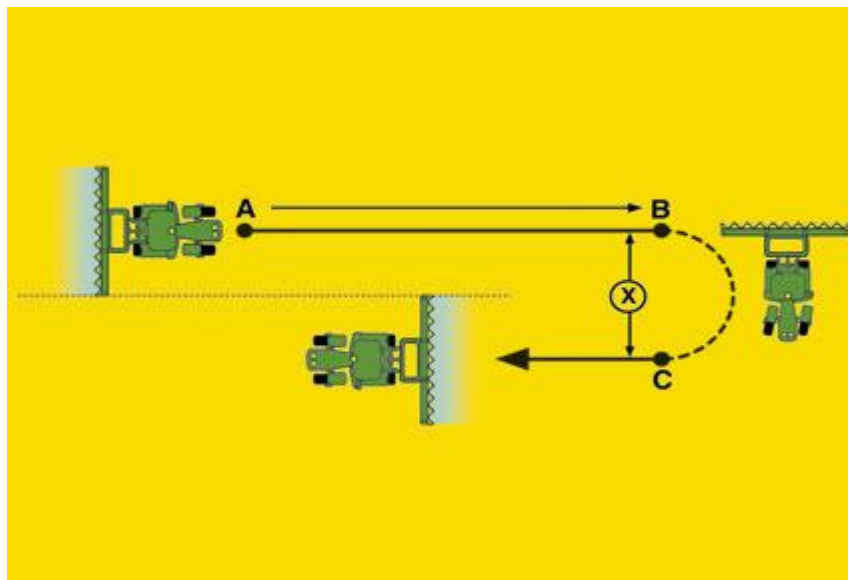


РИС. 3. Схема руху у системи Parallel Tracking

Система GreenStar Lightbar (рис. 4) проста в настройці та використанні. Використовуються тільки три кнопки. Натисненням кнопок (рис. 3) А і В на світловій панелі задається курс. При натисненні кнопки С визначається ширина між проходами (х).



РИС. 4. Система GreenStar Lightbar

Забезпечує високоякісне керування навіть в умовах недостатньої видимості. Ця система використовується автономно чи сумісно з монітором GreenStar 2. Точність при роботі на будь-якому рельєфі забезпечує система паралельного водіння Parallel Tracking.

Система паралельного водіння Parallel Tracking є керованим вручну пристроєм, яке має невелику вартість і може бути модернізовано у повністю автоматичну систему водіння. Ефективність даної системи дозволяє економити час, хімікати і паливо. Система Parallel Tracking проста в експлуатації і може бути з легкістю встановлена на будь-яку сільськогосподарську машину, обладнану дванадцятьма вольтовим джерелом живлення. Вона також може модернізуватися без заміни розводки живлення.

Для підвищення продуктивності й здійснення автоматичної навігації, достатньо просто під'єднати модернізований комплект автоматичного водіння AutoTrac Universal 200 до компонентів системи паралельного водіння. Для підвищення точності, є можливість модернізувати приймач StarFire 3000 для прийому корегуючого сигналу John Deere SF2.

Комплект автоматичного водіння John Deere AutoTrac Universal 200 (ATU) можна використовувати з широким переліком устаткування, затвердженим компанією John Deere, при цьому є можливість працювати зі всіма сигналами приймача StarFire. Дана система дозволяє підтримувати постійну точність проходження по заданій траєкторії, а також скорочувати експлуатаційні витрати при роботі з комбайнами, тракторами, обприскувачами і кормозбиральними комбайнами.

Висока продуктивність сільськогосподарської техніки. Скорочення перекриттів веде до скорочення кількості проходів по полю, зниженню ущільнення і зменшенню часу роботи і, відповідно, до зниження експлуатаційних витрат.

Автоматична система водіння може використовуватися на різних машинах, для різних операцій протягом років.

Для того, щоб скористатися всіма перевагами автоматичного водіння і полегшити роботу, можна скористатися вбудованою системою AutoTrac. Дана система дозволяє скоротити експлуатаційні витрати, такі як трудовитрати, витрати на добрива і паливо, використовуватися і на обприскувачах, комбайнах і на комозбиральних комбайнах. Вбудована система AutoTrac дозволяє максимально скорочувати перекриття при роботі на необробленому полі, що дає змогу попередньо не розмічати поле. Можливо працювати як по прямим, так і по кривим траєкторіям. Дисплей GreenStar 2630 оснащений кольоровим сенсорним екраном діагоналю 26 см і може працювати з програмами FieldDoc, Harvest Doc або з модулями Guidance Pro, такими як iTEC Pro.

Система AutoTrac RowSense поєднує в собі переваги системи AutoTrac і механічних контактних датчиків рядків. Продуктивність і точність підтримуються за будь-яких умов, як на полях з полеглою кукурудзою, так і на полях нерівної форми.

При роботі в режимі AutoTrac RowSense обидві системи є активними. Якщо контактні датчики не можуть передати вірний сигнал, система AutoTrac починає контролювати рульове керування. Як тільки сигнал стає доступним, система негайно перемикається на комбінований режим. При виборі траєкторії руху в установках навігації, система AutoTrac RowSense реагує заздалегідь при наближенні до повороту. Комбайн дуже плавно заходить на поворот, оскільки місцеположення і радіус вже є у комп'ютері з минулого проходу. Система AutoTrac RowSense здатна самоцентруватися, використовуючи інформацію з механічних контактних датчиків. З цією функцією комбайн продовжуватиме точно слідувати по рядках, навіть якщо колії не є паралельними.

Програмне забезпечення APEX 3.2 компанії John Deere дає можливість пошуку певних критеріїв для аналізу областей роботи. Можливо зберегти і завантажити дані на карту, вибравши необхідні для перегляду поля, продукти і машини.

При необхідності можливо виконати оновлення даних більш нових версій програмного продукту, який постійно вдосконалюється компанією виробником.

Наступний продукт – аналізатори спектру “Holland Handheld Sensor” [9] унікальний світловий сенсор за допомогою якого можна отримати корисні підказки і застосувати відповідні дії, щодо контролю якості посівів протягом всього періоду зростання рослин.

Принцип дії сенсора “Holland Handheld Sensor” базується на загальних вегетаційних індексних даних і випромінювальній здатності поверхні рослин. Інформація, яка оброблена сенсором може використовуватися для визначення кількості і впливу живильних речовин, поливу, хвороб і інших факторів на розвиток посівів.

На відміну від інших подібних сенсорів “Holland Handheld Sensor” стійкий до впливу зміни параметрів навколишнього середовища, завдяки запатентованій системі “Poly Source”, дослідження посівів можуть здійснюватися як вдень, так і вночі.

Сенсор має мініатюрні розміри і може бути встановлений на будь-який транспортний засіб. Всі індексні дані, які накопичує сенсор, можливо легко перенести в персональний комп'ютер як у текстовому форматі, так і у вигляді кольорової карти.

Характеристики "Holland Handheld Sensor":

- виконує дослідження реакції рослин (посіву) на внесення добрив і поживних речовин;
- виявляє вплив гербіцидів на посів;
- визначає кількість біомаси рослин;
- визначає відхилення і зміни у стані рослин;
- виявляє хвороби на ранній стадії;
- досліджує старіння листя;
- визначає тип гібрида;
- підтримує рекомендовані моделі внесення живильних речовин (розробки цих моделей базуються на порівняльних базових стандартах);
- дозволяє прогнозувати фуражну біомасу.

Система точного землеробства Fieldstar від корпорації AGCO [10] розроблена компанією Massey Fergusson. Програма "Fieldstar" служить для ефективнішого ведення сільського господарства. Під час роботи комбайна комп'ютер створює електронну карту поля, на якій відображені ділянки, які відрізняються одна від одної врожайністю. Аналізуючи карти одного і того ж поля протягом одного року або декількох років, можливо точно визначити, що потрібно застосувати, щоб або підвищити врожайність в цілому, або навпаки понизити загальні витрати. Система "Fieldstar" базується на двох запрограмованих в комп'ютер базах даних – даних про врожайність і даних про місцезнаходження комбайна в полі.

Ексклюзивний лічильник врожайності вимірює потік зерна при подачі в зерновий бункер з зернового елеватора з похибкою $\pm 0,5\%$.

Під час збирання врожаю місцеположення комбайна на полі зіставляється з даними по урожаю і заносяться в пам'ять комп'ютера кожні 1,2 секунд, що забезпечує максимально високу точність при подальшому аналізі даних. Оскільки вся система працює в автономному режимі, вона не ускладнює роботу водія. Завантаження даних в ПК здійснюється, завдяки спеціальній карті пам'яті.

При зіставленні загальних витрат на отримання урожаю з його вартістю на ринку програма швидко складає карту валового доходу, яка чітко указує ті ділянки поля, де урожай був нижчий за норму.

Багатофункціональні навігаційні системи RAVEN Envizio Pro [11] є універсальними пристроями, які окрім вбудованих GPS-навігаторів можуть покращувати відображення даних і ведення обліку, внесення обприскувачем двох розворів, виконують керування системою відключення секцій штанг AccuBoom, системою автоматичної підтримки висоти штанг AutoBoom, а також автоматичного водіння – SmartTrax. Багатофункціональна конструкція, за допомогою однієї консолі в кабіні дозволяє інтегрувати інші елементи системи точного землеробства. AutoBoom – система постійної підтримки заданого рівня штанги обприскувача на оптимальній висоті при використанні ультразвукових або механічних

датчиків. AssuBoom – система автоматичного відключення секцій штанг обприскувача в зонах повторного внесення. SmarTrax/QuickTrax – система автоматичного водіння техніки, механічний привід на рульовій колонці або комплект електрогідравлічних клапанів для врізання в штатну систему рульового керування.

Сенсорний дисплей розміром діагоналі 16 см відображає минуле положення, напрям руху, а також поточне положення машини. Модернізована система навігації з чіткими, інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом спрощує роботу, а спеціальні режими для роботи вдень або вночі гарантують хорошу видимість у темряві або при недостатньому освітленні.

Вбудований приймач DGPS є стандартним устаткуванням, що забезпечує високу точність даних про переміщення по оброблюваній смузі від проходу до проходу. Ця точність складає $\pm 15 - 20$ см і досягається завдяки використанню сигналів супутників систем EGNOS.

Модернізована схема навігації “по останньому проході” є найпростішою технологією навігації по контуру попереднього проходу і чудово підходить для полів неправильної форми. Остання версія включає тривимірну рухому карту та систему автоматичної корекції, що дозволяє фактично запобігти можливості повторення помилки, зробленої під час одного з проходів.

Декілька режимів відображення даних дозволяють у будь-який час робити вибір між режимом тривимірної перспективи і режимом “з висоти пташиного польоту”. Режим огляду поля дозволяє на місці перевіряти площу покриття і виправляти можливі пропуски до завершення роботи.

Відображення даних в режимі реального часу, звіти і ведення обліку надають необхідну інформацію для поліпшення підсумкових показників.

Два роз'єми USB дозволяють швидко користуватися інформацією, як, звіти про площу покриття і швидкості внесення робочого розчину. Для звітів формуються файли форматів *bmp, *shp і *kml в значній мірі збільшують можливість ведення звітності, аналізу і найбільш ефективного використання даних, від даних про площу покриття до форми полів з прив'язкою до географічних координат для проведення поглибленого аналізу. Для складання карт можливо імпортувати інформацію за допомогою файлів формату *kml в Google™ Maps або Google™ Earth, використовуючи ПЗ для накладення карт покриття на супутникові знімки полів. Технологія, сумісна з іншими, дозволяє передавати, отримувати і роздруковувати дані.

Навігаційні системи RAVEN Cruizer [12] можливо використовувати при виконанні різних видів робіт, починаючи з підготовки ґрунту і закінчуючи посівом, поливом або збором урожаю. Систему можна встановлювати заново з одного трактора на інший, або ж з трактора на вантажний автомобіль. Вбудований DGPS-приймач на 10 Гц. забезпечує високу точність даних про переміщення машини по оброблюваній смузі. Також існує можливість використання системи поправок e-diff в місцях, де супутник EGNOS не доступний. Передбачена можливість перегляду зображення в режимі зверху або в режимі тривимірного зображення.

У систему Cruizer закладена можливість записувати треки на флеш-накопичувач. Графічні файли можливо швидко зберігати і друкувати звіти з картою покриття. Файли *.shp (Shapefile) прив'язані до географічних координат і можуть імпортуватися в більшість стандартних картографічних програм.

Система дозволяє встановити додаткове устаткування, систему автоматичного водіння Raven (Smartrax або Smarsteer), а також датчик компенсації нахилу Raven (TM-1).

Точне землеробство включає безліч технологічних процесів, які можливо розділити на декілька основних груп. Група, яка відповідає за збір інформації про господарство, поле, культуру, регіон. Друга група, відповідає за аналіз інформації і ухвалення рішень. Група, яка відповідає за проведення агротехнологічних операцій.

Висновки. Проаналізовано динаміку розвитку посівних площ для виробництва сільськогосподарських культур, що є валідним показником оцінки збуту нових комп'ютерних приладів та систем точного землеробства.

Класифіковані та систематизовані технічні засоби і технології прецизійного землеробства. Розглянуті продукти мирових лідерів у виробництві машин та систем для рослинницької галузі. На цій основі визначені перспективи використання та створення, у подальшому, нових комп'ютерних приладів та систем для експрес-діагностики стану рослин.

Показано, що розробка та створення інтелектуальних технологій, систем для рослинницької галузі вимагає об'єднання знань різних наукових напрямів таких як біологія, сільське господарство, фізика, математика, інформаційні технології та подальшу системну інтеграцію на всіх етапах життєвого циклу рослин.

Робота виконана за підтримки проекту № 5219 Українського науково-технологічного центру.

1. <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. <http://www.sstsoftware.com>
3. <http://www.agroit.com.ua>
4. <http://www.fieldrover.com>
5. <http://www.pbinsight.com>
6. <http://www.gaf.de>
7. <http://www.n-sensor.de>
8. <http://www.deere.ru>
9. <http://www.amacoint.com>
10. <http://www.agcorp.com>
11. <http://www.gpsfarming.com>
12. <http://www.ravenprecision.com>

Одержано 17.09.2012