

**ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ
НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРЕЦИЗІЙНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В
УКРАЇНІ**

М. М. Касім, аспірант

e-mail: masud@i.ua

М. І. Васюхін, доктор технічних наук

e-mail: vasgeovideo@i.ua

Анотація. *Наведено результати досліджень впливу застосування геоінформаційної навігаційної системи прецизійного землеробства на екологічні, економічні, часові та технічні фактори розвитку сільського господарства в Україні. Визначено ряд недоліків існуючих систем цього класу, серед яких основними є прив'язка тематичної інформації переважно не до карт, а до картосхем та відсутність вітчизняних програмних засобів, що забезпечують необхідну точність позиціонування рухомих об'єктів.*

Ключові слова: *прецизійне землеробство, геоінформаційна система, агронавігація, електронна карта, агроекологічний моніторинг*

Сільське господарство є одним із важливих секторів економіки України. Водночас, за підрахунками та оцінками експертів [1-6], в нашій країні протягом останніх років триває занепад агросфери, яка до того ж зазнала значного негативного антропогенного впливу, що є наслідком як прорахунків у здійсненні земельної реформи і веденні сільського господарства, так і прискореного розвитку промисловості, особливо важкої і хімічної. Це, в свою чергу, не лише спричинило погіршення загального екологічного фону, а й відбилась на стані земельних ресурсів, призвело до зменшення продуктивності сільськогосподарських угідь, погіршило умови для отримання екологічно чистої с.-г. продукції тощо [2].

Як свідчить статистика, сільське господарство України відкинута у часовому просторі на 25–30 років назад за багатьма базовими галузями (рослинництво, тваринництво). За цей період капітальні інвестиції на розвиток аграрної сфери виробництва зменшилися у 20 разів, обсяг внесення мінеральних добрив – у 7 разів, органічних добрив – у 5,5 рази, площі вапнування кислих ґрунтів знизилися в 9 разів, фосфорування – в 12 разів [3].

Сучасний незадовільний стан сільського господарства потребує зміни концепції використання агроландшафту, що можливо шляхом впровадження технологій прецизійного землеробства, які ґрунтуються на застосуванні прогресивних інформаційних технологій з організацією спостережень на базі геоінформаційних систем (ГІС) і даних дистанційного зондування (ДЗЗ). Обов'язковими умовами повинні стати максимальна адаптація сільськогосподарських культур з оптимізованими технологіями їх вирощування і системами підживлення та неодмінний моніторинг показників ґрунтової родючості на кожній одиниці площі кожного поля.

Точне землеробство містить велику кількість елементів, які можна розділити на три основні задачі, виконання кожної з яких вимагає відповідних спеціалізованих технічних засобів і програмного забезпечення:

- збір інформації про господарство, поле, культури;
- аналіз зібраної інформації та прийняття на його основі рішення;
- виконання рішення, яке полягає у проведенні технологічної операції.

Отже, назріла гостра необхідність визначення стратегії розвитку сільськогосподарського виробництва на основі збалансованого, раціонального та ресурсозберігаючого землекористування, розроблення науково обґрунтованих рішень щодо збереження родючості ґрунтів та виробництва екологічно чистої продукції, для чого треба створити ефективну автоматизовану інформаційну систему агроекологічного моніторингу стану полів [5], яка б виступала зручним інструментарієм здійснення усього комплексу моніторингових заходів, необхідних під час прийняття управлінських рішень в режимі реального часу.

Мета досліджень – розглянути питання сучасного стану впровадження інформаційних технологій в прецизійне землеробство та дослідити можливості удосконалення компонентів навігаційних ГІС.

Матеріали та методика досліджень. Для розробки комплексної навігаційної ГІС прецизійного землеробства використовуються стандарти проектування і розробки програмного забезпечення: 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 [6]. Окрім того, для досягнення поставленої мети застосовуються методи аналізу та синтезу досліджуваних систем, а також методика їх структуризації.

Спеціалізовані ГІС для сільського господарства уже давно стали необхідним компонентом комплексного управління агрогосподарством в Європі і США, проте не в Україні, де стан справ в цьому відношенні не можна назвати найкращим.

Не дивлячись на те, що дослідження за цією тематикою на сучасному етапі в Україні проводить значна кількість науково-дослідних інститутів, включаючи низку навчально-наукових інститутів із НУБіП, та організацій різної відомчої підпорядкованості, за галузевими методиками, але отримані дані часто виявляються несистематизованими, непорівнянними, а часом і необ'єктивними. До того ж різна методологія оцінки, розосередженість даних і результатів аналізу в численних відомствах робить їх або недоступними, або важкодоступними. Це призводить до того, що діяльність в сфері побудови ГІС прецизійного землеробства зводиться здебільшого лише до реєстрації даних про стан тих чи інших компонентів агросфери і унеможливорює ефективне залучення отриманої інформації для цілей управління.

Тому для створення та функціонування комплексної ГІС агрономічного спрямування необхідні:

- систематизація наявних матеріалів;
- інтеграція їх з космічними знімками сільськогосподарських угідь і новими даними, які отримуються на поточний момент;
- просторова прив'язка зібраних даних за допомогою супутникових технологій, як-от GPS (США), ГЛОНАСС (РФ), Галілео (ЄС), Бейдоу (КНР);
- оброблення і аналіз величезного масиву даних про проведення технологічних операцій за кожним полем.

Результати досліджень. На відміну від традиційних інформаційних систем, ГІС прецизійного землеробства вимагає інформації за кожною виробничою ділянкою для прийняття ефективних управлінських рішень.

Спроби налагодити в Україні ефективні дослідження та розробки в згаданому напрямку натикаються на низку перешкод, а саме:

- відсутність достовірних відомостей як про місцевість, так і про характер землекористування і його режим;
- основою для роботи працівників агрогосподарств є застарілі карти площ сільгоспугідь, складені 20 або більше років тому [1-3];
- не на всі населені пункти виконано геодезичне знімання, подальша обробка не здійснювалася через відсутність коштів, потрібні матеріали актуалізують місцеві відділи архітектури, але фрагментарно і не комплексно;
- наявний топоматеріал ще має гриф “таємно”, тому його важко і не завжди можна одержати;
- після цифрування доступних паперових картографічних матеріалів координати об'єктів суміжних аркушів часто не збігаються, що робить їх автоматичне зведення («зшивання») практично неможливим;
- масив цифрової картографічної інформації представляється переважно лише дрібними і середніми масштабами, тоді як технологія прецизійного землеробства вимагає великомасштабних електронних карт [7];

- під час використання існуючих цифрових матеріалів часто виникають проблеми конвертації, точності і якості, у зв'язку з чим гострим є питання про обмінні формати;

- наявні на сільськогосподарських підприємствах картографічні матеріали зазвичай неповні, великою мірою застаріли і не відповідають сучасним вимогам інтенсивних агротехнологій, зокрема прецизійного землеробства;

- тривалий час карти ґрунтів практично не оновлювалися, в більшості господарств відсутні карти агрохімічних, меліоративних та протиерозійних заходів, що унеможлиблює якісне планування робіт та призводить до значних втрат.

Картографічні матеріали, що мають у розпорядженні українських агрогосподарств, можна умовно розділити на три групи:

- землевпорядні – це або плани внутрішньо-господарського землеустрою радянського періоду, або сучасні кадастрові плани,

- ґрунтові – складаються з ґрунтових карт, складених найчастіше 20–30 років тому, і карт агровиробничих груп ґрунтів,

- агрохімічні – це агрохімічні картограми різного строку давності, які представляють вміст гумусу, рухомого фосфору, калію, рН тощо.

Як свідчить практика, на кожній земельній ділянці є важливі агрономічні фактори, як порівняно стабільні, так і такі, що динамічно змінюються. До перших належать умови рельєфу, ґрунтів, гідрогеології. До других – поточна кліматична ситуація, фітосанітарна обстановка. Відсутність достовірної інформації про стан полів не дає змоги приймати виважені рішення про те, який вид культури треба вирощувати і яку аграрну технологію доцільно застосовувати для її вирощування, що спричиняє надмірні витрати і неефективне використання с/г техніки та розкрадання паливно-мастильних матеріалів (ПММ).

Неякісний та неналежний облік факторів, що впливають на ефективність сільськогосподарського виробництва, призводить до значних витрат,

зменшення врожайності й погіршення якості продукції, а іноді і до поломок сільськогосподарської техніки.

Найважливішим методологічним компонентом прецизійного землеробства є визначення точного місця розташування об'єкта за допомогою глобальної системи позиціонування (ГСП) з введенням відповідних даних в бортовий комп'ютер. За допомогою ГСП можна фіксувати поточні координати мобільної сільськогосподарської техніки та обладнання на полі в будь-який момент часу, визначати параметри, що характеризують неоднорідність ґрунтових умов і рослинного покриву, і на основі отриманих даних проводити диференційовані за площею агротехнічні заходи.

Саме завдяки ГСП відкрилася принципова можливість для переходу від традиційної технології до технології прецизійного землеробства, при використанні якої можна впливати на агроєкосистеми з урахуванням локальної мінливості ґрунтового покриву або посіву в полі.

На території України функціонують дві системи глобального позиціонування – американська NAVSTAR і російська ГЛОНАСС. Вони дозволяють необмеженому числу об'єктів, що мають приймаючу апаратуру, в режимі реального часу і з порівняно високою точністю визначати своє місце розташування, швидкість руху та ряд інших параметрів.

Найбільшого поширення в прецизійному землеробстві отримала приймальна апаратура американської системи у зв'язку з добре налагодженим виробництвом і повністю розгорнутим угрупованням космічних апаратів. ГЛОНАСС нині вже має достатню кількість супутників на орбіті, йде поетапна модернізація системи.

Вже сьогодні на ринку представлена агротехніка, яка може приймати сигнали систем NAVSTAR і ГЛОНАСС одночасно, наприклад, приймач AgGPS 442 CNSS американської фірми Trimble, який забезпечує досить надійну і високу точність прийому сигналу навіть при затіненні деревами і на горбистій місцевості [8].

Навігаційна підсистема, встановлювана на сільськогосподарській техніці, включає в себе ГСП (GPS/GLONASS) – приймачі бортовий комп'ютер з програмним забезпеченням. Даний комплекс дозволяє вести запис поточних координат для агрегату, висоти та інших параметрів із будь-якими заданими інтервалами часу. При цьому запис навігаційних даних проводиться в широко відомих форматах ESRI Shapefile і Mapinfo, що дозволяє імпортувати їх в офісні ГІС для подальшої обробки і виконання необхідних розрахунків.

GPS, безперечно, є точною глобальною системою місцевизначення. Але ця точність може бути підвищена шляхом використання техніки, що отримала назву "Диференціальна GPS - DGPS". З її використанням похибки місце визначення зменшуються до метрів і нижче, завдяки чому вона проникає в різні області застосування.

Висновки

1. В Україні нинішня криза в аграрному секторі загострюється і переплітається з екологічною кризою, яка загалом виражається руйнуванням ґрунтового покриву, зниженням родючості ґрунтів. Сучасний стан сільського господарства вимагає зміни концепції використання агроландшафту. В умовах різноманітних форм власності, різкого зниження обсягів застосування органічних і мінеральних добрив, зниження рівня продуктивності ріллі й сільськогосподарських угідь необхідно зробити акцент на посилення механізмів саморегуляції в агроландшафті та на розширення території покриття впровадження технології прецизійного землеробства.

2. Аналіз низки літературних джерел показав, що необхідним є розроблення і обґрунтування концепції щодо створення системи агроекологічного моніторингу та організації спостережень на базі ГІС і даних ДЗЗ, а також визначення основних напрямів інтеграції агроекологічного моніторингу й прецизійного землеробства в єдину систему управління природокористуванням.

3. Виявлено, що агроекологічний моніторинг відіграє роль своєрідного зворотного зв'язку в регулюванні ситуації в аграрній галузі, тому розроблення

концепції ефективної моніторингової системи на базі ГІС та ДЗЗ є актуальним завданням і передбачає, в свою чергу, розроблення концептуальних підходів для актуального, точного й оперативного моніторингу.

4. Першочерговим є питання розробки алгоритму визначення прецизійного місцеположення рухомих об'єктів наземного, повітряного та космічного базування, задіяних у процесі реалізації технології точного землеробства. Такий алгоритм пов'язаний з обґрунтуванням вибору методу підвищення точності позиціонування об'єктів: DGPS, RTK, VRS, RTX.

5. Показано, що диференціальні вимірювання в GPS можуть бути набагато точнішими, ніж звичайні. Це обумовлено тим, що опорна станція з відомими координатами обчислює поправки і передає в ефір комбіновані повідомлення для корекції супутникових вимірювань. Цими повідомленнями може скористатися будь-яка кількість ведених GPS приймачів, для усунення практично всіх помилок у своїх вимірювань.

6. Викладені в цій роботі підходи створюють передумови щодо вдосконалення стану та сталого розвитку аграрної галузі в напрямку управління якістю інформації, інноваційного розвитку та залучення інвестицій тощо. Їх реалізація вимагає інтенсивних наукових досліджень та розробки прикладних програмно-апаратних систем для апробації на конкретному господарстві, наприклад, в межах науково-дослідної станції НУБіП України (с. Пшеничне).

Список літератури

1. Зацерковний В. Концепція створення системи агроекологічного моніторингу сільськогосподарських угідь Чернігівської області за допомогою ГІС / В. Зацерковний, С. Кривоберець, Ю. Сімакін // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2011. – Вип. II(22).– С. 176-181.

2. Аніскевич Л.В. Система точного землеробства: ефективність і веління часу / Л.В. Аніскевич, Г.Р. Гаврилюк, О.В. Ямков // Пропозиція. - 2000. - № 6. - С. 97.

3. Зацерковний В.І. Використання геоінформаційних технологій в екологічному моніторингу Чернігівської області / В.І. Зацерковний, С.В.

Кривоберець, Ю.С. Сімакін // Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки. – Одеса : ОДАУ, 2009. – Вип. 51. – С. 82–86.

4. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture). Коллектив авторов под общей редакцией Д. Шпаара, А. Захаренко, В. Якушева. – СПб – Пушкин, 2009. – 397 с.

5. Васюхин М. Методы и средства построения автоматизированной системы агроэкологического мониторинга, паспортизации и оценки земель, загрязненных в результате антропогенного воздействия / М. Васюхин, А. Ткаченко, А. Касим, Ю. Иваник // Вестник Херсонского НТУ. – 2013. – №1(46).– С.240-242.

6. Васюхін М.І. Проблеми побудови системи прецизійного землеробства на Україні / М.І. Васюхін, О.М. Ткаченко, А.М. Касім, Ю.Ю. Іваник // Проблеми інформаційних технологій. – 2014. – №1 (015).– С.112-117.

7. Васюхін М.І. Методи і засоби побудови баз картографічних даних як складової частини геоінформаційної системи прецизійного землеробства / М.І. Васюхін, А.М. Касім, Ю.Ю. Іваник, В.В. Долинний // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві та природокористуванні '2014».- Київ, НУБіП України, 26-27 червня 2014р. – С. 40.

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

**ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ
ПРЕЦИЗИОННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УКРАИНЕ**

М. М. Касим, М. И. Васюхин

Аннотация. Приведены результаты исследований влияния применения геоинформационной навигационной системы прецизионного земледелия на экологические, экономические, временные и технические факторы развития

сельского хозяйства в Украине. Определен ряд недостатков существующих систем этого класса, среди которых основными являются привязка тематической информации преимущественно не к картам, а к картограммам и отсутствие отечественных программных средств, обеспечивающих необходимую точность позиционирования подвижных объектов.

Ключевые слова: *прецизионное земледелие, геоинформационная система, агронавигация, электронная карта, агроэкологический мониторинг*

MAIN TRENDS IN GEOGRAPHIC INFORMATIONAL NAVIGATION SYSTEMS OF PRECISION AGRICULTURE IN UKRAINE

M. Kasim, M. Vasyuhin

Annotation. *The results of research on the influence of application of geographic informational navigation system of precision agriculture on environmental, economical, time and technical factors for the development of agriculture in Ukraine are described. It allowed to identify a number of disadvantages of the existing systems in this class, among which the main ones are binding of subject information primarily not to the maps, and to the schematic maps and the lack of domestic tools that provide the required precision of positioning of moving objects.*

Key words: *precision agriculture, GIS, agronavigation, an electronic map, agroecological monitoring*