

УДК 631.471:631.445

Зацерковний В. І., Трофименко П. І., Сивик Д. О., Бабич О. А.
(Національний авіаційний університет, м. Київ, Національний аграрно-екологічний університет, м. Житомир)

ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ ДЛЯ ЗАДАЧ АГРОЛАНДШАФТНОГО, АГРОЕКОЛОГІЧНОГО І ФУНКЦІОНАЛЬНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ АГРАРНИХ ТЕРИТОРІЙ

В статті розглядається застосування, інтеграція технологій ГІС та ДЗЗ в агроекологічному моніторингу.

Ключові слова: технології ГІС, ДЗЗ, агроекологічний моніторинг, землеробство.

Вступ. На сучасному етапі надзвичайно актуальною проблемою є оптимізація землекористування і збереження екологічного каркасу природних комплексів. Розв'язати цю проблему повинен адаптивно-ландшафтний землеустрій, що є основою систем землекористування нового покоління. Воно передбачає, з одного боку, максимальний облік і збереження природних ресурсів, з іншого – обмеження антропогенної дії, що негативно впливає на стан навколишнього середовища.

Постановка завдання. При переході до адаптивно-ландшафтного землекористування необхідне знання специфіки місцевих природних ландшафтів. Така інформація частково є в організаціях, що займаються дослідженнями і проектними роботами в галузі сільського господарства, але великі банки цінної інформації, представлені переважно на паперових носіях, громіздкі і зазвичай, не є актуальними. Тому надзвичайно актуальною задачею є створення актуальної просторової і тематичної інформаційної бази для забезпечення адаптивно-ландшафтного землеустрою.

Традиційна технологія збору і аналізу цих матеріалів веде до суттєвих витрат сил, часу, коштів, втраті частини інформації з наукового обігу та появи похибок, що знижують цінність остаточних висновків. Оптимізувати процес аналізу можуть інформаційні технології.

Оскільки практично вся інформація про місцеві природні ландшафти має на 80–85% просторову прив'язку [1], то цілком очевидно, що базовою ІТ повинна виступити геоінформаційна, яка поєднує традиційні операції при роботі з базами даних (запит і статистичний аналіз), з перевагами повноцінної візуалізації та графічного (просторового)

аналізу, що надає цифрова карта. Ці можливості відрізняють ГІС від інших ІС і забезпечують унікальні можливості для їх застосування в широкому спектрі задач, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій, виділення головних факторів і причин, а також їх можливих наслідків з плануванням стратегічних рішень тощо.

Основна частина. При всій значущості зональні системи землеробства, що були розроблені для більшості територій колишнього СРСР, не відповідають екологічним вимогам господарювання, а відповідно і природним чинникам. Вони були розроблені в умовах жорсткого державного замовлення на сільськогосподарську продукцію, директивного планування посівних площ і строгого контролю над структурою угідь, що істотно стримувало можливості адаптації землеробства. Само поняття “зональна система” не мало достатньої визначеності – під ним розуміли різні природно-територіальні категорії.

Така суперечливість землекористування, закріплена шаблонними проектами внутрішньогосподарського землеустрою і агротехнікою, приводила до деградації орних земель і дигресії пасовищ, перенавантажених тваринами. В подальшому, особливо в зв'язку з реформою, виразно проявились й інші недоліки зональних систем землеробства: їх нерозробленість стосовно до різних рівнів виробничого потенціалу і форм організації праці, безальтернативністю, недостатньою соціально-економічною мотивацією, а тепер ще й ринковою), слабкою інтегрованою.

Як приклад, на рис. 1. представлена агроекологічна ґрунтів сучасної України, що зроблена за допомогою програмного забезпечення ArcGIS.

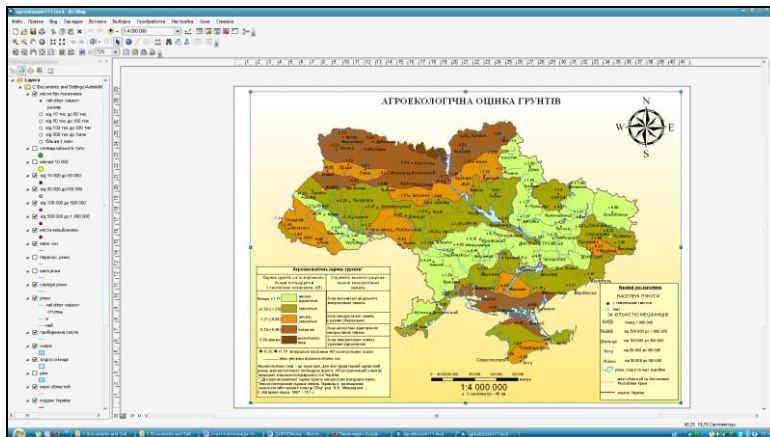


Рис. 1. Агроекологічна оцінка ґрунтів України

Отже, колишня система господарювання зайшла в тупик як в соціально-економічному, так і в екологічному аспекті і на порядок денний стала задача пошуку виходу з ситуації, що склалась.

Одним з підходів вирішення цієї проблеми стало застосування адаптивно-ландшафтного землеустрою. Так, наприклад, у США ґрунтовий зйомку вже багато років проводять з ландшафтних позицій, тобто класифікують і оцінюють для сільськогосподарських цілей не тільки ґрунтовий покрив, а весь комплекс природних умов (Kellog, 1951, Stalling, 1957).

Початок формування ландшафтного підходу в сільськогосподарській діяльності в нашій країні пов'язують з В.В. Докучаєвим і його учнями, що довели, що родючість сільськогосподарських земель і умови їх обробки залежать не тільки від властивостей ґрунтів. Вони є похідними природного комплексу і компонентів, що його складають (рельєф, ґрунти, клімат тощо).

Основоположні праці О.М. Каштанова, В.І. Кирюшина, Л.О. Іванова в співавторстві з іншими вченими визначили сутність і відмітні ознаки цієї парадигми (Каштанов, 1994, 1996 [2, 3]; Кирюшин, 1996 [4]; Іванов, 2005 [5]).

Адаптивно-ландшафтна система землеробства (АЛСЗ) – засіб управління режимами агроландшафту, яка розв'язує компроміс між одержанням запланованої кількості і якості продукції рослинництва і стійкістю агроландшафту і агроєкосистем.

Останнім часом виникло ще одна нестандартна обставина, яку потрібно враховувати при розробці будь-яких серйозних проектів у сільському господарстві, – глобальну зміну клімату. При потепленні клімату разом з ростом опадів в теплий період зростає випаровування з поверхні землі, що приводить до помітного зменшення вмісту вологи в активному шарі ґрунту.

За розрахунками фахівців метеорологів-гідрологів [6], переконливо свідчать, що тенденція до зменшення вмісту вологи у вегетаційний період буде проявлятися навіть для північних регіонів України вже в найближчі роки [6].

Враховуючи наведене, стає очевидним зростання ролі адаптаційної ідеології ведення систем землеробства. Необхідно буде використовувати волого- і ресурсозберігаючі технології обробки ґрунту, впроваджувати засухостійкі сорти, застосовувати прийоми ефективного використання ранньовесняних запасів вологи та інші адаптивно-меліоративні заходи.

Проектування та конструювання агроландшафтів для агроєкологіч-

ного моніторингу передбачає агроландшафтне, агроекологічне і функціональне картографування аграрних територій для забезпечення адаптивно-ландшафтного землеробства і кормовиробництва.

Оперативне картографування і проектування можна здійснити тільки на основі використання інтеграції технологій ГІС і ДЗЗ. Картографування включає кілька етапів складання агроландшафтних, геоекологічних, тематичних і спеціальних карт [7, 8].

Перший етап полягає в складанні нормативної основи – морфотипічної ландшафтної карти і базується на відокремленні форм рельєфу по кордонах тектонічної ендо- та екзотріциноватості. Тріщинуватість земної кори в рельєфі позначена руслами річок, струмків, ланцюжком озер, кільковими лініями лощин, балок. Малюнок кордонів на висотних знімках і топокартах має лінійну, дугоутворюючу, кільцеву або змішану форми.

В контурах геоморфологічних структур встановлюються домінуючі типи ґрунтів, материнські геологічні породи, лісові, лугові або степові біоценози.

Другий етап полягає в розробці легенди – класифікатора типів структурних елементів ландшафту. Легенда включає основні типи геоморфологічних форм рельєфу – рівнини, улоговини, плато, низькогір'я і середньогір'я з переважаючими материнськими геологічними породами та ґрунтами. В результаті маємо ландшафтну карту.

На третьому етапі розробляються умовні позначення і потім вони заносяться в відмежовані контури. В умовні позначення входять форма рельєфу з висотною характеристикою, тип геологічної породи, тип ґрунтів і тип переважаючого біоценозу.

Наступний етап полягає у власне геоекологічному картографуванні. Етап включає розробку умовних позначень та складання легенди для геоекологічної характеристики елементів ландшафтної структури.

Подальшим кроком в картографуванні є складання геоекологічної карти, де першим етапом є розмежування форм рельєфу на елементи рельєфу – форми і кути нахилів (крутизна) схилів і вершин, визначення висотних відміток, з'ясування розчленованості і експозиції схилів. Потім в контури елементів форм рельєфу заносяться переважаючі геологічні ґрунтоутворюючі породи, тип ґрунтів і біоценозів. У результаті отримуємо агроекологічну карту урочищ, в якій відмежовані контури представляють ділянки вершин, схилів, знижень, лощин, балок, заплав і терас. На етапі аналізу просторової однорідності форм рельєфу за елементами ландшафту здійснюється типізація близьких по структурній будові і компонентного складу урочищ. Під час проведення аналізу, до нього і в процесі роботи створюється класифікатор легенди кар-

ти. В класифікатор включені елементи форм рельєфу з компонентним складом ландшафтної структури. В результаті маємо агроекологічну карту крупного масштабу для сільськогосподарських земель. Представлена методика картографування носить загальний характер і поділяється на ряд технологій. Під технологіями розуміємо перелік послідовно виконуваних операцій для виробництва якого-небудь виробу. У нашому випадку це карти.

В основу технологій агроландшафтного, агроекологічного та функціонального картографування земель авторами прийнята технологія [9], функціональна схема якої представлена на рис. 2.

Перші три варіанти моніторингу (ліва частина схеми) передбачає використання аерофотознімків.

За першим варіантом проводиться сканування матеріалів аерофотозйомки і їх попередня обробка, потім створюється знімальна основа з фототриангуляцією. Обробка проводиться на основі стереознімання на цифрових фотограмметричних станціях.



Рис. 2. Технологія моніторингу територій за матеріалами аеро-і космічних зйомок [9]

Потім здійснюється побудова одиничних моделей і стереоскопічне дешифрування знімків. Далі відбувається векторизація і створення картографічної бази даних в ГІС.

Друга модифікація технології передбачає аерофотозйомку по заданим параметрам з наступним дешифруванням збільшених знімків. На-

ступною операцією є створення знімальної основи і фототріангуляція знімків. У разі отримання космічних знімків на пряму з космічного апарату з ними проводиться робота по їх ортотрансформації. При отриманні знімків проводиться їх сканування та попередня обробка по прив'язці до географічних об'єктів. Після цього проводять їх цифрову ортотрансформацію.

Потім також як і в першому варіанті проводиться векторизація та створення бази даних в ГІС, які завершуються моделюванням динаміки екосистем для прогнозу станів.

У третьому і четвертих варіантах, як і в попередніх модифікаціях, передбачені збір картографічних матеріалів, складання проекту моніторингу за яким замовляються космічні знімки або космічна зйомка. Отримані знімки наводяться в картографічні проекції шляхом геометричної або радіометричної корекції зображень за формулами афінного перетворення з використанням ГІС. По четвертому варіанту технології моніторингу лісових територій передбачено використання телевізійних знімків, одержуваних з радіометрів.

Необхідність складання проекту моніторингу зумовлено визначенням тих каналів знімальних систем супутників, які найбільш підходять для вибору методів розпізнавання і класифікації об'єктів на підставі результатів апріорної (досвідченим шляхом) оцінки достовірності дешифрування зображень космічних знімків. Для цих цілей був розроблений алгоритм моделювання процесу формування зображення по спектральних характеристиках об'єкта як три незалежні моделі переносу випромінювання сенсорів в сканер: моделювання зміни коефіцієнтів спектральної яскравості (КСЯ) об'єктів; моделювання КСЯ змішаних класів; моделювання процесу автоматизованого дешифрування знімків з оцінкою їх достовірності; доказовість достовірності дешифрування знімків, отриманих знімальними системами, що володіють складними характеристиками спектральної чутливості.

Формування зображення знімальною системою на космічному знімку залежить від особливостей конкретної знімальної апаратури, спектральної чутливості сенсорів сканера, спектральної яскравості об'єктів, освітленості земної поверхні, кута зйомки площини з об'єктами і прозорості атмосфери.

Висновки. Екологічна ситуація і глобалізація поставила Україну перед жорстким вибором: або шляхом активного застосування в усіх сферах виробництва надбань сучасної науки, високих технологій, екологічного підходу перейти на засади сталого розвитку і увійти до кола розвинених країн, або стати джерелом природних та людських ресурсів для тих держав, які розбудовують постіндустріальну економіку.

Автоматизувати трудові зусилля та рутинні операції зі збирання, нагромадження, оброблення і зберігання просторової інформації, процедур картування та мінімізувати при цьому ймовірність виникнення помилок і цим самим удосконалити процес ухвалення рішень щодо адаптивно-ландшафтного землеробства, кормовиробництва, раціонального землекористування значною мірою дає застосування сучасних автоматизованих систем, які використовують ГІС та ДЗЗ.

1. Бурачек В. Г. Геоінформаційний аналіз просторових даних / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. – Ніжин : ТОВ Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. – 440 с.
2. Каштанов А. Н. Основы ландшафтно-экологического земледелия / А. Н. Каштанов, Ф. Н. Лисицкий, Г. И. Швец. – М. : Колос, 1994. – 125 с.
3. Каштанов А. Н. Методика разработки систем земледелия на ландшафтной основе / А. Н. Каштанов [и др.]. – Курск, 1996. – 132 с.
4. Кирюшин В. И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. – Пушкино, 1993. – 64 с.
5. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. рук.-во / под ред. акад. РАСХН В.И. Кирюшина, акад. РАСХН А.Л. Иванова. – М. : ФГНУ "Росинформагротех", 2005. – 784 с.
6. Мелешков В. П. Потепление климата: причины и последствия / В. П. Мелешко // Химия и жизнь. – 2007. – № 4. – С. 3–11.
7. Методология системного экологического картографирования / Отв. ред. акад. В. В. Воробьев, чл.корр. РАН В.А.Снытко. – Иркутск : Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 194 с.
8. Перфильев С. Е. Методологические аспекты развития адаптивного земледелия в Центральной Сибири / С. Е. Перфильев, Ю. Ф. Едигеичев, В. И. Терихов // Достиж. науки техники АПК. – 2003. – № 9. – С. 12–15.
9. Никитина Ю. В. Разработка и исследование технологии мониторинга динамики лесных экосистем по материалам дистанционного зондирования: Автореф. дис. канд. техн. наук 25.00.34 / Юлия Владимировна Никитина. – Новосибирск, 2007. – 26 с.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Мошинський В. С. (НУВГП)

Zatcercovny V. I., Trofymenko P. I., Syvyck D. O., Babuch O. A.
(National aviation university, Kyiv, Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr)

INTEGRATION TECHNOLOGY OF GIS AND REMOTE SENSING FOR PROBLEMS OF ADAPTIVELY-ECOLOGICAL AND FUNCTIONAL MAPPING AGRICULTURAL AREAS

The article is application integration technology of GIS and remote sensing in agroecological monitoring.

Keywords: GIS technology, remote sensing, agroecological monitoring, agriculture.

Зацерковный В. И., Трофименко П. И., Сывык Д. О., Бабыч А. А.
(Национальный авиационный университет, г. Киев, Житомирський національний агроекологічний університет, г. Чернігов)

**ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ГИС И ДЗЗ ДЛЯ ЗАДАЧ
АГРОЛАНДШАФТНОГО АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО И
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ АГРАРНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ**

В статье рассматривается применение, интеграция технологий ГИС и ДЗЗ в агроэкологическом мониторингу.

Ключевые слова: технологии ГИС, ДЗЗ, агроэкологической мониторинг, земледелие.
