

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Околелова А.А., Барановская В.А. Гуминовые кислоты степных почв нижнего Поволжья и их изменение под влиянием орошения/ Органическое вещество пахотных почв. – Науч. тр. Почв. ин – та им. В.В.Докучаева.-М.-1987.- С.135 – 142.
2. Барановская В.А., Азовцев В.И. Влияние орошения на гумусовый режим почв нижнего Поволжья/ Органическое вещество пахотных почв. –Науч тр. Почв. ин – та им. В.В.Докучаева. – М.- 1987. – С. 126 – 135.
3. Апрамов Ю. Изменение органического вещества в новоорошаемых почвах Яванской долины Таджикской ССР/ Орошаемые почвы и методы их изучения. – Ташкент. – 1976. – С.24 – 31.
4. Черников В.А.,Кончиц В.А. Кинетика пиролиза фульво – соединений некоторых типов почв. - Известия ТСХА, 1973.- вып. 1. – С. 101 – 113.

УДК: 004: 631.6 (477.72)

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ У ЗРОШУВАНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – д.с.-г.н, професор, член-кореспондент НААН України
КОКОВІХІН С.В. – докторант, к.с.-г.н., с.н.с.
ГРАБОВСЬКИЙ П.В. – аспірант
КОНАЩУК І.О. – к.с.-г.н.
Інституту землеробства південного регіону НААН України

Постановка проблеми. Підвищення ефективності та конкурентоспроможності аграрного сектора економіки, особливо в сучасних умовах його розвитку, нерозривно пов'язано з вдосконаленням інформатизації на всіх рівнях управління сільським господарством, можливістю отримання сільськогосподарськими товаровиробниками своєчасної якісної і достовірної інформації з широкого кола питань. Як свідчить досвід передових зарубіжних країн, інформаційне забезпечення агросфери є дієвим чинником інтенсивного розвитку й підвищення ефективності сільського господарства і зв'язаних з ним галузей. У теперішній час ведеться робота зі створення баз даних і програмних продуктів, призначених для товаровиробників, органів управління, партнерів по агробізнесу та інших організацій. Проте, на жаль, інформаційний ресурс часто не стає надбанням всіх

категорій користувачів, для яких він створюється. Існуюча система інформування про наукові досягнення потребує значного удосконалення, проведення організаційних заходів і експертизи достовірності інформації, а також доцільності впровадження тієї або іншої розробки [1].

В сучасних умовах господарювання, коли для переважної кількості сільгосп підприємств основним принципом господарської діяльності є мінімізація витрат матеріалів промислового походження і максимальне використання біоресурсів, досить складно обирати найкращий варіант із всіх можливих. При цьому недостатньо враховуються всі фактори й особливо їх взаємодія. За таких умов обов'язковим стає вирішення проблем опрацювання різних варіантів (сценаріїв) ведення господарської діяльності, з урахуванням взаємодії основних чинників, які впливають на кінцевий результат. В умовах виробництва ця робота виконується спеціалістами господарств або фермерами на основі виробничого досвіду, наукових знань та інтуїції. Проте, часто, внаслідок великих обсягів інформації, нестачі наукової інформації і кваліфікації приймаються помилкові рішення, які знижують урожайність сільськогосподарських культур та економічні показники, а іноді призводять до збитків і погіршення екологічного стану довкілля [2]. В землеробстві південного Степу України рівень інформатизації недостатній, що негативно відображається на показниках економічної ефективності агропромислового комплексу та обмежує можливості контролю за станом сільськогосподарських культур, рівнями вологозапасів ґрунту, наявністю макро- й мікроелементів тощо, що обґрунтовує необхідність розробки й впровадження новітніх науково-технічних досягнень, в тому числі, й сучасних ГІС-технологій.

Стан вивчення проблеми. За допомогою комп'ютерного моделювання можна представляти у вигляді букв, цифр і зображень практично всі види знань. Причому чим глибше і точніше моделювання, тим оптимальніше будуть використані ресурси на реальне виробництво та впровадження цієї моделі у життя. Інформаційні технології дозволяють підняти виробництво на якісно новий рівень ефективності, причому при зменшенні негативної дії на навколишнє середовище. Вони засновані на інформаційних процесах, які можна розділити на три великі групи: отримання інформації; обробка інформації; інтерпретація даних. В зв'язку з цим, в науках про Землю, інформаційні технології дозволили створити нову науку – „геоінформатику”, причому термін „географічні” визначає в даному випадку не лише просторовість або територіальність, а також комплексність і

системність дослідницького наукового підходу щодо врахування глобальних, регіональних або локальних умов [3].

Сучасні інформаційні технології об'єднують традиційні операції при роботі з базами даних і статистичним аналізом з перевагами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта. Ці особливості відрізняють інформаційні технології від інших виробничих систем і забезпечують унікальні можливості для її застосування в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних чинників, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточного управління [4].

Завдання і методика досліджень. Завданням проведених досліджень було встановити основні напрями використання ГІС-технологій у зрошуваному землеробстві південного Степу України, вивчити специфіку їх використання в сільськогосподарській галузі та пов'язаних з ними актуальних проблем і перспектив. Дослідження щодо використання інформаційних технологій в сільському господарстві проведені за методиками висвітленими в працях вітчизняних вчених [5-7].

Результати досліджень. За сучасних умов під інформаційними технологіями (ІТ) розуміють систему методів і способів пошуку, збирання, накопичення, узагальнення, зберігання й обробки різноманітної інформації за допомогою застосування засобів комп'ютерної техніки. На відміну від традиційних засобів виробництва ефективність ІТ суттєво залежить від наявності технічних засобів; кваліфікації персоналу, здатного використовувати їх; організації, яка об'єднує засоби і персонал в єдиному процесі; інформаційних засобів, що здійснюють формування й видачу інформації (рис. 1).

З появою ПЕОМ настав час комп'ютерних інформаційних технологій, які внаслідок здешевлення їх вартості дали можливість широкого охоплення глобальними комп'ютерними мережами величезних груп користувачів. Широкомасштабне застосування мережі Інтернет з використанням моделей, які ґрунтуються на платформах "клієнт-сервер", сприяло виникненню високих інформаційних технологій (ВІТ). Їх основними ознаками є досягнення універсальності методів комунікацій; підтримка систем мультимедіа і максимальне спрощення інтерфейсу "людина↔ПЕОМ"; відкритість стандартів, тобто використання протоколів та програмних інтерфейсів, що гарантували б створення єдиного інтерфейсу для всіх взаємодій з ПЕОМ (доступу до файлів, повідомлень, сторінок, документів, локальних дисків, Web-сторінок, графіків, мультимедіа, баз даних тощо).

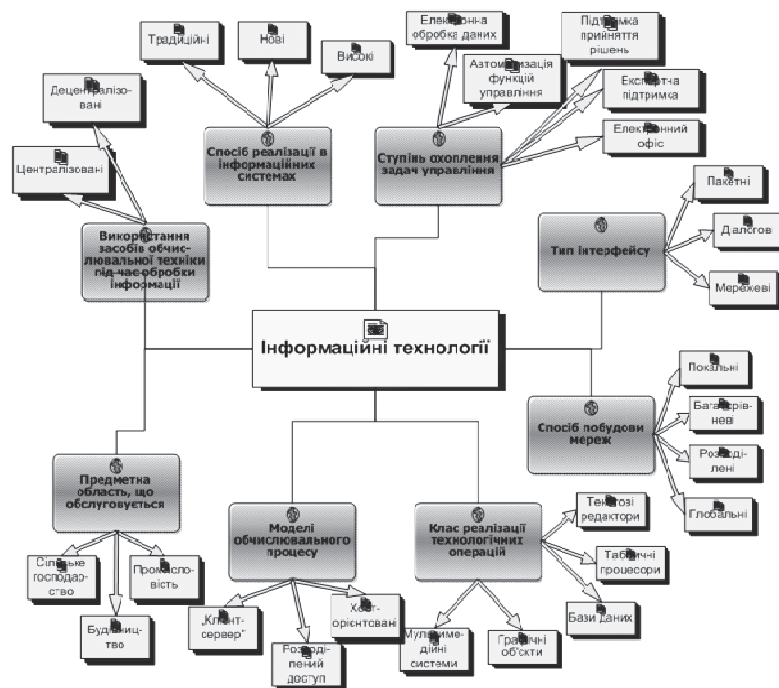


Рисунок 1. Класифікація складових елементів інформаційних технологій

Метою етапу ВІТ є зниження вартості інформаційного контакту, необмеженість обсягу доступної інформації, висока ефективність використання ПЕОМ і мережевих ресурсів.

Програмне забезпечення, яке розробляється для користувачів різних рівнів і спеціалізації, неоднорідне. Частка програмних засобів належить до базового програмного забезпечення, без якого неможлива робота технічних засобів, друга частина – до прикладного програмного забезпечення, яке включає програми загального призначення, методо- та проблемно-орієнтовані програми. ІТ використовують програмне забезпечення, яке не залежить від типу інформаційних систем і змісту оброблюваної інформації. Насамперед, це офісні програми, до складу яких входять текстові редактори або процесори електронних таблиць для виконання розрахунків.

Інформаційні технології дозволяють підняти сільське господарство та інші сфери діяльності людини на якісно новий рівень ефективності, забезпечують високу економічну ефективність при зменшенні негативної дії на навколишнє середовище.

Застосування сучасних комп'ютерних технологій дозволяє проводити комплексне моделювання рівня продуктивності рослин залежно від великої кількості факторів впливу природного та агрономічного характеру. Причому, чим глибше і точніше моделювання, тим оптимальніше будуть використані ресурси на реальне виробництво та впровадження цієї моделі у життя. Проте, в сільськогосподарській галузі, зокрема в зрошуваному землеробстві, рівень інформатизації недостатній, що негативно відображається на показниках економічної ефективності агропромислового комплексу та обмежує можливості контролю за станом сільськогосподарських культур, рівнями вологозапасів ґрунту, наявністю макро- й мікроелементів тощо.

До сучасних комп'ютерних карт, або цифрової картографічної основи з тематичними прошарками, які виступають в ролі базису інформаційних систем, крім сільськогосподарської інформації можуть також підключатися бази даних земельних ділянок організацій, грошової оцінки земель, інженерних споруд, відомостей з геології тощо.

У базі даних також можна організувати зберігання графічної, технічної, довідкової та іншої документації, яка може бути корисною для споживачів. Новітні інформаційні системи дають можливість тривимірного представлення території та інформаційних блоків. Такі моделі сільськогосподарських масивів, що об'єднуються в загальний тривимірний ландшафт, спроектований на основі цифрових картографічних даних і матеріалів дистанційного зондування та (або) надземних спостережень і досліджень, дозволяють підвищити якість візуального аналізу території і забезпечують ухвалення оптимальних рішень з максимальною ефективністю й своєчасністю [9].

В теперішній час найбільш розповсюдженим програмним забезпеченням для ГІС-технологій є ArcGIS Desktop (це набір інтегрованих підпрограм: ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe і ArcScene, а також інформаційних засобів ArcToolbox і ModelBuilder). За допомогою цих програмних продуктів можна вирішувати будь-які задачі ГІС різного призначення й складності, у тому числі картографування, географічний аналіз, управління даними, компіляцію, візуалізацію, моделювання, прогнозування, геообробку даних тощо. Застосування програмного забезпечення геоінформаційних технологій дозволяє надати різнобічні характеристики (географічне розташування, наближеність до населених пунктів, транспортна мережа, зрошувальні системи тощо) як на різних рівнях (рис. 2).

Усі підсистеми ArcGIS Desktop мають загальна архітектура, що дозволяє користувачам легко обмінюватися результатами роботи з іншими користувачами цих підпрограм. Карти, дані, умовні

позначення, шари карти, моделі геообробітку, призначені для користувача інструменти та інтерфейси можна відкривати і використовувати в різних додатках ArcGIS Desktop.

Для більшості користувачів ArcGIS при виконанні ГІС-задач цілком достатньо стандартних функціональних можливостей ArcGIS Desktop. Проте в будь-якій організації мають місце власні унікальні виробничі процеси й вимоги, так що для приведення представлених в інтерфейсі ArcGIS Desktop функціональних можливостей у відповідність цим вимогам, інтерфейс можна змінювати, автоматизувати або розширити.

ArcGIS працює з географічною інформацією, сформованою в базах геоданих, а також в численних файлових форматах ГІС. База геоданих – це власна для ArcGIS структура даних, яка є основним форматом даних, що використовується для редагування й управління даними.

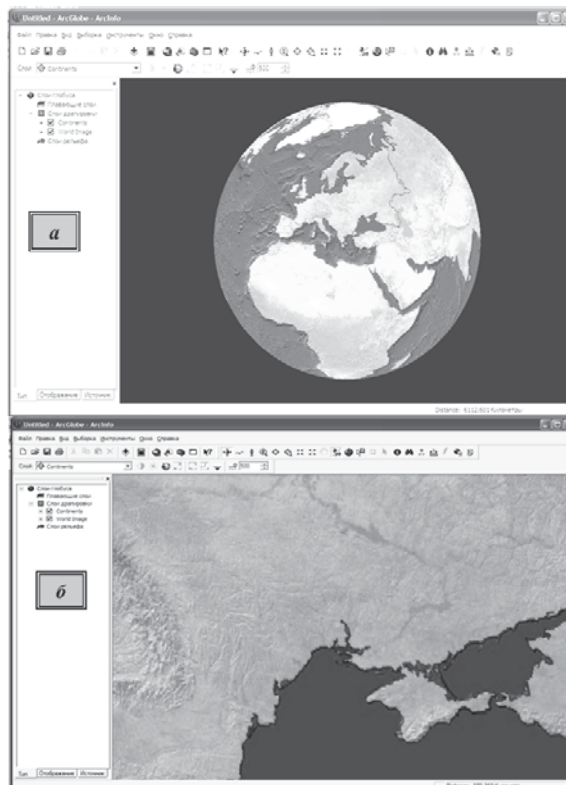


Рисунок 2. Цифрова інтерполяція тривимірної поверхні Землі (а) в електронну площинну карту південного регіону України (б) за допомогою програми ArcGlobe

Бази геоданих паралельно працюють з низкою архітектури інформаційних і файлових систем, можуть мати великі об'єми та змінну кількість користувачів. Вони можуть змінюватись від маленьких розрахованих на одного користувача баз даних, що ґрунтуються на незначній кількості файлів, до великих за масштабністю групових, галузевих, корпоративних і регіональних баз геоданих з розрахованим на багато користувачів доступом.

За умов використання програмного забезпечення ArcGIS та підключення до Інтернету можна проводити дистанційний порівняльний тривимірний просторовий аналіз врожайності с.-г. культур відносно фактичних запасів вологи і поживних речовин, їх динамікою впродовж вегетації тощо (рис. 3).

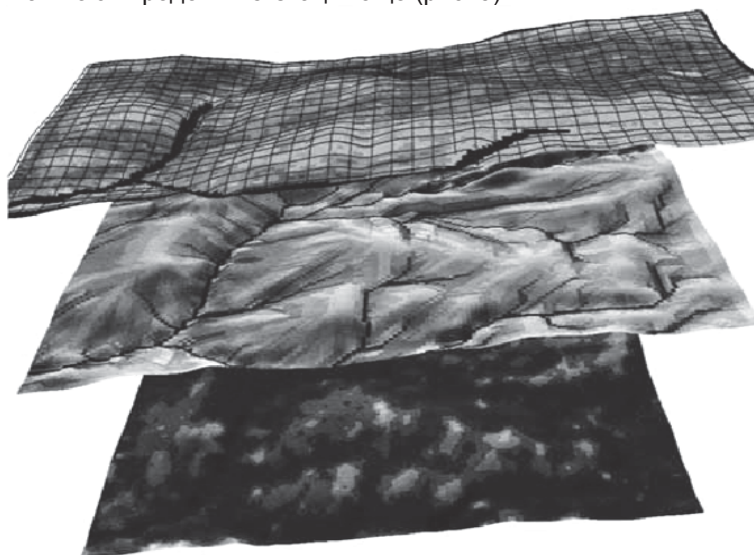


Рисунок 3. Багатошарова модель рівня врожаю сої у т/га (а), вмісту вологи (б) та вмісту гумусу (в) на локальній ділянці [10]

Геоінформаційні системи та математико-картографічне моделювання дозволяє здійснювати агроресурсний потенціал різних за розміром ділянок на основі просторових цифрових даних:

- а) цифрова модель рельєфу;
- б) цифрова модель середньорічних температур повітря;
- г) цифрова модель річного випаровування;
- д) цифрова модель водоспоживання с.-г. культур тощо;

Також за допомогою ГІС-технологій можна оптимізувати режими зрошення на основі створення імітаційних моделей для оперативного управління режимами зрошування для локальних

умов сівозміни, поля або мікроділянки. Як розрахункова метеорологічних змінних можна використовувати показник середньодобового дефіциту вологості повітря, як фактор, що має найтісніший кореляційний зв'язок ($r=0,612-0,911$) з добовим сумарним випаровуванням (евапотранспірацію).

В сучасних системах зрошувального землеробства існує можливість дистанційного визначення вологості ґрунту з використанням переносних та стаціонарних електронних систем (*Delta-T*, *EnviroScan*, *Diviner* тощо). За допомогою сенсорів, що надають інформацію на автономні прилади або монітори комп'ютерів у виробничих умовах можна контролювати вологість ґрунту окремих локальних ділянок полів сівозміни в реальному часі (on-line) (рис. 4).

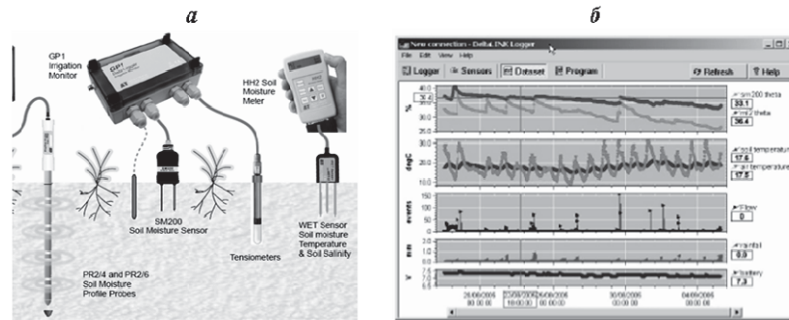


Рисунок 4. Контроль за станом вологості ґрунту за допомогою переносних автономних приладів (а) та комп'ютерно-сенсорного моніторингу в системі AT Delta-T (б) [11]

Отримана інформація щодо динаміки вологозапасів у ґрунті накопичується та використовується для довгострокового й оперативного планування режимів зрошення і нормування поливів для кожної локальної ділянки. Система *AT Delta-T* здійснює встановлений режим зрошення, автономно проводить поливи за графіком, попереджає про несправності тощо [11].

Крім того, існує можливість проведення прогнозування водно-сольового режиму ґрунту при зрошенні й здійснення статистичного моделювання дії зрошення на агроеліоративні властивості ґрунтів (рис. 5).

Дистанційні методи, в основному, дані локатора і супутника, використовуються, щоб покращити якість вимірювання опадів і просторової інтерполяції дощу, або для оцінки вологозапасів або гідрологічного прогнозу. Основною перевагою локаторного моніторингу є тривалий період спостережень інтенсивності опадів в часі й просторі. Ця інформація також може бути використана для

уточнення технології вирощування сільськогосподарських культур, планування та корегування окремих агротехнологічних заходів, прогнозування продуктивності рослин тощо.

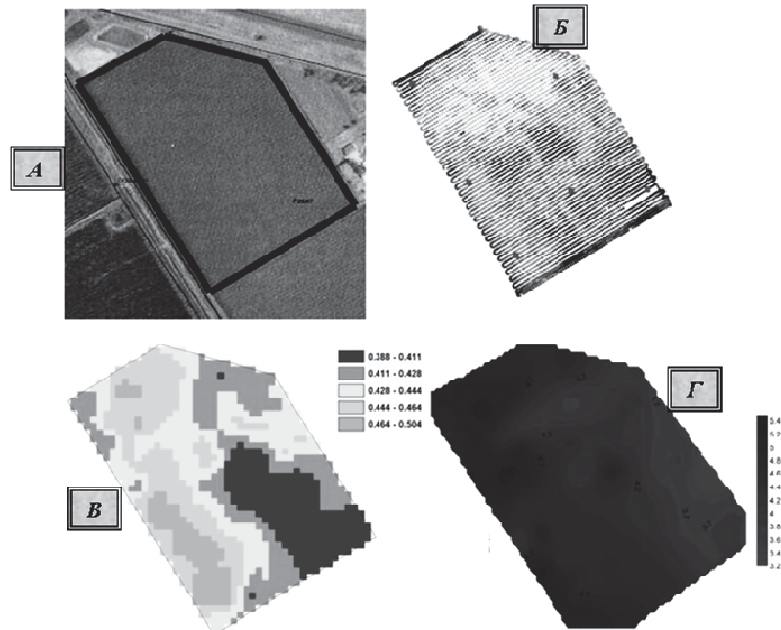


Рисунок 5. Просторова інтерполяція супутникового зондування локальної сільськогосподарської ділянки: А – цифровий знімок; Б – спектральний склад вмісту гумусу в ґрунті; В – показники надземної рослинної маси; Г – вологозапаси в ґрунті [12]

Важливою складовою ГІС-технологій є системи глобального позиціонування (GPS). Такі системи працюють у комп'ютерних ланцюгах " GPS-прилад↔безпроводна мережа (локальна або Інтернет)↔ ArcGIS Desktop". Прилади GPS приєднують до тракторів і комбайнів, де потужні комп'ютери збирають просторову інформацію з приймачів, дані про величину надходження урожаю, показники доз добрив, густоту стояння рослин, видовий склад бур'янів тощо. Такі засоби помітно скорочують вартість збирання інформації про урожайність та якість виконання складових елементів технологій вирощування в системах локального сільського господарства. Можна зібрати великі обсяги різної інформації, включаючи дані про врожайність, супутникові зображення, фотографії з великої висоти, рівні рельєфу, розподіл пестицидів по поверхні поля, вміст поживних речовин в ґрунті, вологість ґрунту на різній глибині, особливості погоди і клімату,

дані про видовий і кількісний склад шкідливих комах, ступінь ураження патогенними мікроорганізмами заселення, інформацію про бур'яни та тощо.

За допомогою GIS і GPS дані про урожай можуть бути суміщені з даними обстежень ґрунту та іншими географічно співвіднесеними базами даних, з метою допомоги агровиробникам, дорадникам і науковцям для того, щоб краще зрозуміти взаємозв'язки між чинниками, що впливають на формування врожаю та його якість. Це є найважливішим складовим елементом оптимізації технологій вирощування з врахуванням конкретних природних, біологічних, технологічних та інших умов по певному полю або мікроділянках його для застосування так званих "норм змінної інтенсивності" (variable-rate inputs), тобто коригування певних заходів залежно від вихідних географічних даних. Найбільша економічна ефективність буде одержана в тому випадку, якщо всю зібрану інформацію використають для максимізації продуктивності кожної мікроділянки поля.

Одночасно з картами просторової мінливості, що відносяться до рівнів вмісту поживних речовин або вологості в ґрунті на мікроділянках конкретного поля, можуть бути співвіднесені з інформацією, що стосується врожайності для того, щоб сформувати систему рекомендацій з оптимізації систем удобрення, режимів зрошення, захисту рослин та ін., що може підвищити ефективність використання засобів виробництва, сприяє росту економічних показників та покращить фітосанітарну ситуації агроценозів (рис. 6).

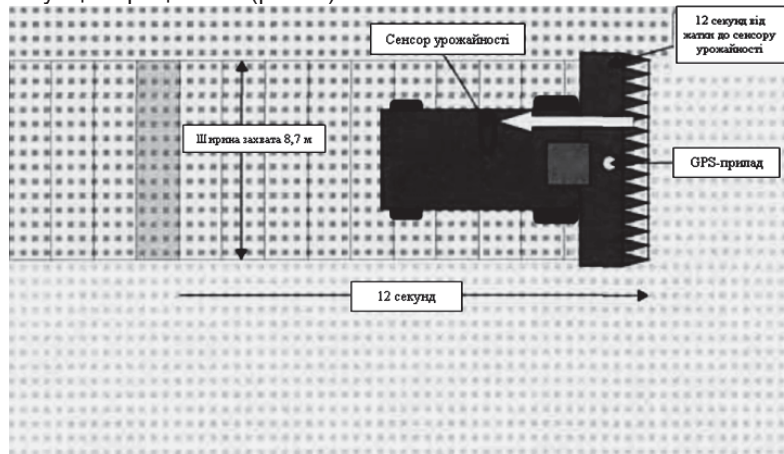


Рисунок 6. Схема збирання просторової інформації урожайності зернових культур за допомогою GPS-приладу

Після одержання вихідних даних можна розробити нормативи елементів технологій вирощування для локальних ділянок з врахуванням таких чинників як погодні умови, вплив шкідливих організмів та інших. На основі створеної бази даних розробляється план технологічних операцій на перспективу. Слід підкреслити, що під час реалізації запланованих елементів технології обов'язково вносять сезонні й оперативні коригування початкового плану за результатами ГІС-моніторингу та спостережень, проведених під час фітосанітарний обстежень. Ці параметри вносять в базу даних конкретного поля для того, щоб в майбутньому можна було виявити ті зміни, які необхідно провести на перспективу.

В режимі реального часу (on-line regime) за допомогою GPS-систем є можливість проводити автопілотування сільськогосподарської техніки. Наприклад під час внесення пестицидів вночі або за умов поганої видимості використання таких приладів дозволяє зменшити перекриття з 1,5 м до 30 см, попередити пропуски та надлишкові перекриття, що дозволяє підвищити врожайність й економічну ефективність від обробок, зменшити пестицид не навантаження та витрати робочого часу.

Європейський досвід свідчить про високу економічну ефективність застосування GPS-навігації при вирощуванні сільськогосподарських культур (табл. 1).

Таблиця 1 – Економічна ефективність застосування GPS-навігації для оптимізації технологій вирощування на рівні господарства [13]

Культура	Чистий прибуток, €/га	Площа, га	Загальна економія, €/рік
Ячмінь озимий	17,77	53	942
Ячмінь ярий	11,89	21	250
Соняшник	7,02	35	42
Картопля	1,18	28	33
Кукурудза на зерно	1,18	13	15
Всього			1282

GPS-навігацію можна використовувати для підвищення точності руху агрегатів, які виконують роботи з обробітку ґрунту, сівби, збирання врожаю тощо [13].

В геоінформаційних системах за допомогою спеціального програмного забезпечення (наприклад, STATISTICA 6.1) можна проводити моделювання продуктивності сільськогосподарських культур. Залежно від мети моделювання, її поділяють на два типи: дескриптивні моделі і моделі поведінки.

Дескриптивна модель дозволяє одержати інформацію про

взаємозв'язки між найважливішими змінними біосистеми (рис. 7). Реалізується такий тип моделі методами стохастичного моделювання, заснованого на інструментах теорії вірогідності й математичної статистики [14].

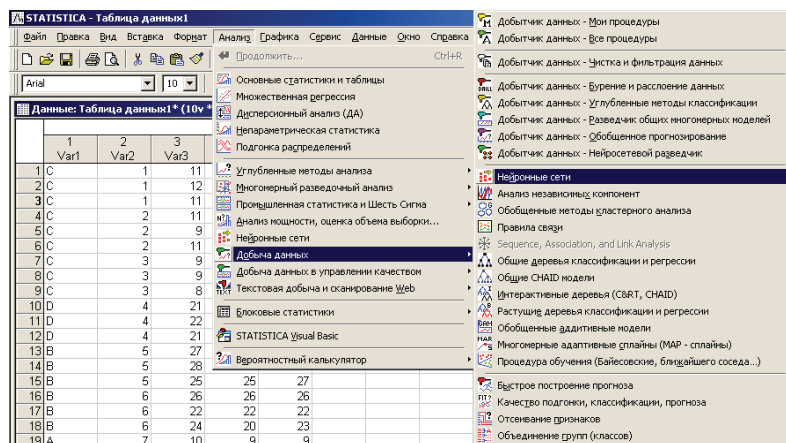


Рисунок 7. Створення нейронної мережі для аналізу показників продукційного процесу сільськогосподарських культур в умовах зрощення за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 6.1

Розділяють статичні методи, що не враховують час, наприклад, змінна (проста, множинна, лінійна і нелінійна кореляція та регресія; дисперсійний і факторний види аналізу, методи оцінки параметрів тощо), й динамічні методи, які враховують тимчасову змінну (аналіз Фур'є, кореляційний і спектральний аналіз, вагові та передавальні функції). У вітчизняній літературі подібні регресійні моделі, що емпірично встановлені на кількісних залежностях, і не претендують на розкриття механізму описуваного процесу, одержали назву описових. Моделі поведінки відображають системи під час перехідного періоду від одного становища до іншого.

Для здійснення цієї категорії моделей вивчають:

- 1) структуру сигналів на вході і виході біологічної системи;
- 2) реакцію системи на особливі перевірочні сигнали;
- 3) внутрішню структуру системи.

Останній пункт реалізується аналітичним моделюванням, в основі якого лежать диференціальні рівняння, що описують причинно-наслідкові зв'язки в агроєкосистемі [15].

Першим етапом аналітичного моделювання є формування концепції моделі і складання рівнянь, що описують поведінку системи, при цьому відбувається спрощення реальності, яке,

проте, не впливає на найістотніші властивості реальної системи. Потім йде параметризація, тобто визначення кількісних значень параметрів. Здійснення цієї задачі можливе трьома способами: 1) отриманням попередніх оцінок значень параметрів на основі спостережень; 2) знаходженням комбінацій параметрів, що відповідають модельованій ситуації, що базується на методах оптимізації параметрів; 3) оцінкою ролі параметрів моделі за допомогою аналізу чутливості, метою якого є визначення того, як модель реагує на зміну значень параметрів і, як наслідок, наскільки правильно оцінені ці параметри. Наступний крок аналітичного моделювання – імітація, тобто отримання за допомогою комп'ютера рішення модельних рівнянь при фіксованих значеннях параметрів і початкових умовах. Виділяється також адаптивне моделювання, при якому відбувається автоматична адаптація моделі до системи за допомогою комп'ютера. Розрізняють три класи: перший – описові моделі; другий – якісні моделі (що з'ясовують динамічний механізм процесу, що вивчається, здатні відтворити спостережувані динамічні ефекти в поведінці системи); третій – імітаційні моделі конкретних складних систем, що враховують всю наявну інформацію про об'єкт, дозволяючи прогнозувати поведінку систем або вирішувати оптимізаційні задачі їх використання. Особливе значення надається саме останньому класу моделей, оскільки він виявляється корисним для практичних цілей [16].

Виділяють наступні основні етапи побудови імітаційної моделі:

1. Формулювання основних питань про поведінку складної системи, що цікавлять дослідника, завдання вектора направлення системи і системного часу.
2. Декомпозиція системи на окремі блоки, зв'язані, але відносно незалежні; визначення компонент вектора полягання кожного блоку, які повинні перетворюватися в процесі функціонування.
3. Формулювання законів і гіпотез, що визначають поведінку окремих блоків і їх взаємозв'язок; розробка програм, відповідних окремим блокам.
4. Верифікація (перевірка) кожного блоку при “заморожених” або лінеаризованих інформаційних зв'язках з іншими блоками.
5. Об'єднання розроблених блоків, при цьому досліджуються різні схеми їх взаємодії.
6. Верифікація імітаційної моделі в цілому і перевірка її адекватності.
7. Планування і проведення експериментів з моделлю, статистична обробка результатів і поповнення інформаційної фундації для подальшої роботи з моделлю.

В останнє десятиріччя спостерігається сплеск в області дослідження і застосування штучних нейронних мереж [17]. Цей метод вже набув поширення в біохімічних дослідженнях, в медицині, молекулярної біології, екології (моделювання просторової динаміки риб, прогноз відтворювання фітопланктону, різноманітності риб тощо), в дослідженнях з розпізнаванню образів і мови.

Залежно від поставленої задачі (узагальнення, оптимізація, управління, прогноз, редукція даних та ін.) розглядають і застосовують різні види нейронних мереж. В теперішній час найбільшою мірою використовуються два їх типи таких мереж:

1. Багат шарова нейронна мережа – складається одного вихідного та одного або декількох внутрішніх і витікаючі шарів. Шари утворюються нелінійними елементами (нейронами), кожен нейрон одного шару пов'язаний зі всіма нейронами подальшого, кожному з'єднанню приписана відповідна вага, зворотний зв'язок відсутній, а також неможливі ніякі з'єднання між елементами одного шару. Кількість елементів вихідних та витікаючі шарів визначається об'єктом дослідження.

2. Мережа складається тільки з вихідного та витікаючого шарів. Вихідний шар звичайно складається з елементів, з'єднаних в двовимірні квадратні (або іншої геометричної форми) грати. Кожний нейрон пов'язаний з найближчими сусідами. Нейрони містять вагу (вектор терезів), кожен з яких відповідає вхідному значенню.

За допомогою статистичного моделювання можна сформувати нейронну мережу показників продукційного процесу сільськогосподарських культур залежно від комплексного впливу природних та технологічних факторів з врахуванням локальних господарських умов (рис. 8).

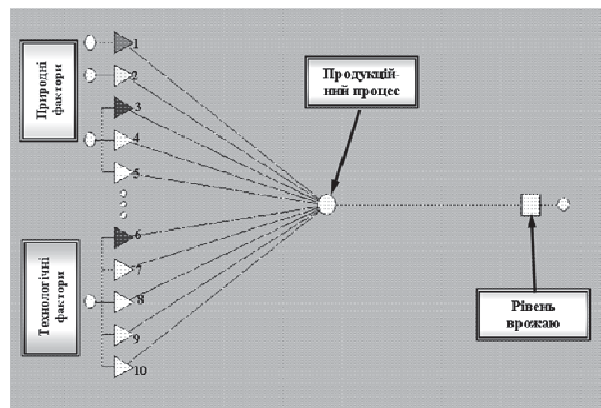


Рисунок 8. Нейронна мережа показників продукційного процесу сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня України (пояснення в тексті)

Архітектура побудованої нейронної мережі (РБФ 6:19-1-1:1, N = 10) заснована на десяти елементах (нейронах), які мають вплив на інтенсивність продукційного процесу рослин. Усі нейрони поділяються на два блоки:

I. Природні фактори:

1. Надходження фотосинтетично активної радіації.
2. Кількість атмосферних опадів.
3. Середньодобова температура повітря.
4. Сума температур повітря понад 5°C.
5. Сума температур повітря понад 10°C.

II. Технологічні фактори:

6. Сортовий (гібридний) склад.
7. Величина зрошувальної норми.
8. Фон мінерального живлення.
9. Густота стояння рослин.
10. Інтегрований захист рослин.

Слід зауважити, що в розробленій нейронній мережі можна змінювати лише елементи другого блоку. Проте, шляхом оптимізації технологічних факторів можна подолати або знизити негативний вплив природних чинників (наприклад, посуху, нестачу елементів живлення тощо) та істотно підвищити продуктивність зрошуваних агроценозів. За цих умов важливою задачею є встановлення оптимального ресурсного забезпечення продукційного процесу рослин в умовах зрошення з метою формування найвищого рівню врожаю, підвищення якості рослинницької продукції, одержання високого рівня економічної ефективності та мінімізації впливу на довкілля.

Висновки. В сучасному зрошуваному землеробстві застосування ГІС-технологій має важливе наукове й практичне значення в напрямках накопичення, обробки і представлення інформації, можливості її використання для корегування агрозаходів при вирощуванні сільськогосподарських культур, управління продукційними процесами рослин, поточного та довгострокового планування й прогнозування тощо.

Використання геоінформаційних систем пов'язано з розвиненими аналітичними можливостями, дозволяє наочно відобразити й осмислити інформацію про локальні й глобальні об'єкти, процеси і явища як у окремо, так і в сукупності. Одночасно ГІС-технології дозволяють виявити взаємозв'язки з їх просторовим розташуванням, підтримувати колективне використання даних через локальні мережі або Інтернет з концентрацією та інтеграцією в єдиний інформаційний масив, проводити моделювання та прогнозування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Большакова В.В., Санду И.С. Роль аграрной науки в информационном обеспечении ИКС АПК // АПК – экономика и управление. – 2000. – № 4. – С. 21-24.
2. Тарарико Ю. А. Формирование устойчивых агросистем. – К. : ДИА, 2007. – 560 с.
3. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Под ред. А.М. Берлянта и А.В. Кошкарева. – М.: ГИС Ассоциация, 1999. – 204 с.
4. Цветков В.Я, Геоинформационные системы и технологии. — М.: Финансы и статистика, 1998. – 288 с.
5. Лисогоров К.С, Шапоринська Н.М. Застосування ГІС-технологій у розробці регіональної системи землеробства південного Степу України // Таврійський науковий вісник. - 2006. - Вип. 45. - С. 12-19.
6. Лисогоров К.С, Шапоринська Н.М., Павленко О.В. Підхід до формування технологічних проектів та оперативного управління технологічними процесами при вирощуванні сільськогосподарських культур // Таврійський науковий вісник. – 2006. – Вип. 43. — С 285-296.
7. Еколого-агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель із застосуванням ГІС. Практикум / Морозов В.В., Гамаюнова В.В., Морозов О.В. та ін.– Херсон: ХДУ, 2004. – 163 с.
8. http://www.gisinfo.ru/%2Fitem%2F43.htm&id=15830358&iid=2&imgwidth=960&imgheight=720&imgsize=197274&images_links=b
9. http://meteo.infospace.ru/wcarch/html/r_sel_stn.sht?adm=703.
10. Westervelt J., Hreetz Jr. GIS on local Agricultural site // Computers Electronics in Agronomy. – 2003. – № 12. – P. 64-68.
11. Weatherhead E., Knox K. Drip irrigation revisited // Irrigation News. – 1997. – № 25. – P. 77-79.
12. Kerridge B, Hornbuckle J., Christen E., Faulkner R. Soil spatial variability effects on irrigation efficiency // CSIRO Land and Water for Irrigation Futures. – 2007. – № 3. – P. 15-21.
13. Щербина А. Космічне маркування посівних гонів // Науково-виробничий щорічник "Посібник українського хлібороба". – К.: Академпрес, 2009. – С. 215-216.
14. Patterson D. Good wide-ranging coverage of topics, although less detailed than some other books // Artificial Neural Networks. Singapore: Prentice Hall, 1996. – P. 51-52.
15. Основы фитомониторинга (мониторинг физиологических процессов в растениях) / О. А. Ильницкий, М. Ф. Бойко, М. И. Федорчук, В. Н. Дерев'янюк и др. – Херсон: Айлант, 2005. – 346 с.
16. Bishop C. Extremely well-written, up-to-date. Requires a good mathematical background, but rewards careful reading, putting neural

networks firmly into a statistical context // Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford: University Press, 1995. – P. 124-129.

УДК: 631.8: 61: 631.6 (477.2)

ДИНАМІКА ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ШАВЛІЇ ЛІКАРСЬКОЇ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**М.І. ФЕДОРЧУК – д.с-г.н.,
Херсонський державний аграрний університет**

Постановка проблеми. Формування надземної маси та врожаю сільськогосподарських культур, в тому числі й шавлії лікарської, потребує певної кількості елементів живлення, які надходять до рослин в основному з ґрунту. Встановлено, що їх винос залежить перш за все від родючості ґрунту, його вологозабезпеченості та погодно-кліматичних умов. Тобто цей показник має зональний характер. Вважають, що експериментальні дані виносу елементів живлення на одиницю врожаю сільськогосподарських культур дають можливість науково обґрунтувати систему їх удобрення [1-3]. Для умов зрошення південного Степу України недостатньо даних щодо динаміки вмісту основних елементів живлення при вирощуванні шавлії лікарської, що й обумовило необхідність проведення наших досліджень.

Стан вивчення проблеми. Шавлія лікарська максимальні вимоги до вологи (так званий „критичний період”) пред'являє в період утворення стебел, суцвіть до моменту відростання нових пагонів восени. Перезволоження ґрунту, як і її затоплення, може гальмувати ростові процеси цієї культури. Вперше реакцію шавлії лікарської на штучне зволоження почали вивчати в Криму. Застосування зрошення дозволяє одержувати до 30 ц/га сухої речовини, що в три рази більше, порівняно з урожаєм вирощеним без поливу. До того ж при цьому окупність одного центнеру добрив збільшується в 2,0-2,5 рази [4].

Відомо, що однією з найважливіших умов підвищення врожаю лікарських рослин є застосування добрив. Також вважається, що шавлія лікарська позитивно реагує в умовах півдня України, в першу чергу, на азотні, а потім на фосфорні й калійні добрива. Під цю культуру на чорноземних ґрунтах рекомендується вносити під зяблеву оранку 20-30 т/га напівперепрілого гною разом з 1,5-2,0 ц/га аміачної селітри, 3-4 ц/га суперфосфату й 1,0-1,5 ц/га