

УДК 5.57.574

ЕКОЛОГІЧНА ЧИСТОТА АГРОЛАНДШАФТІВ І ПРОГРАМОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Сонько С.П. доктор географічних наук

Екологічні проблеми, які виникають при вирощування сільськогосподарських культур умовно можна поділити залежно від масштабу виникнення на три групи.

Перша група – проблеми макрорівня, або рівня усієї біосфери, які є найбільш концептуальними.

Друга група – мезорівень, або, власне, рівень агроландшафту. Саме тут виникають і весь час загострюються головні протиріччя, пов'язані з природокористуванням у сільському господарстві.

Третя група – мікрорівень, або ж рівень окремого поля і навіть більш дрібних його мікроділянок – саме тут може бути здійснена стратегія програмування врожаїв сільськогосподарських культур.

Методика досліджень. Для кожного рівня застосовується своя, але спадкоємна методологія. Перша група проблем іде корінням до теорії біосфери-ноосфери Вернадського. Але, незважаючи на усвідомлення науковим загалом цієї теорії, її розуміння не можна вважати остаточним. Напевне, в цьому головна причина того споконвічного конфлікту, який існує і буде існувати у сфері природокористування. За результатами досліджень одного з авторів теорії біосферної саморегуляції – російського біофізика В.Г.Горшкова [1], глобальна біота характеризується потужністю, що у десятки разів перевищує потужність сучасної цивілізації. Тому може здатися, що неадекватність прийнятих людством заходів щодо стабілізації навколишнього середовища обумовлена недостатніми енерговитратами. Однак, як виявляється, причина криється в іншому. На кожний квадратний мікрон поверхні біосфери припадає кілька живих клітин, у яких на молекулярному рівні відбуваються високоспецифічні різноманітні біохімічні реакції. Виходячи з відомих характеристик потоків сонячної енергії, що являє собою високовпорядковану енергію в порівнянні з тепловим випромінюванням земної поверхні, можна розрахувати потік інформації, яку переробляє одна жива клітина в процесі своєї взаємодії з навколишнім середовищем. Цей потік виявляється приблизно того ж порядку, що й потік інформації, що переробляється в сучасному персональному комп'ютері, близько 10^8 біт у секунду. Глобальна біота, що містить близько 10^{28} клітин, переробляє в секунду близько 10^{36} біт інформації про стан навколишнього середовища. Останнє число перевищує можливості переробки інформації сучасною цивілізацією на двадцять порядків (тобто в одиницю із двадцятьма нулями число раз). Таким чином, для здійснення контролю глобального навколишнього середовища людству довелося б створити мережу з комп'ютерів мікроскопічних розмірів, розробити й вкласти в них невідому програму регулювання й покрити цією мережею всю земну поверхню. Іншими словами, відтворити повний аналог існуючої глобальної біоти Землі. Очевидно,

що подібне завдання нездійсненне й безглузде. Тому єдиною реальною можливістю підтримки прийнятної для життя людини довкілля є збереження й відновлення непорушених природних екосистем на досить великих територіях, оскільки потужність стабілізуючого впливу природно, пропорційна сукупній площі територій, займаних природними екосистемами.

На макрорівні стає більш зрозумілою, ще одна проблема, похідна від усвідомлення важливості наявності непорушених природних екосистем. Усім відомо, що біологічна продуктивність одиниці площі природної екосистеми і агроекосистеми (яка прагне до монокультури) суттєво відрізняється на користь природних екосистем. Тобто, які б ми не застосовували генно-технологічні новації з метою покращення використання сонячної радіації культурними рослинами, засвоєння ФАР початково вище у природних угруповань рослин в умовах природної екосистеми. Ось тут виступає у повній своїй красі проблема природного різноманіття. Як відомо, у природних екосистемах механізми пристосування набагато розвинутіші, передусім через багатоярусність природних угруповань. При цьому значення ФАР у окремих рослин угруповання можуть залишатись не такими високими порівняно з тими, до яких прагнуть селекціонери при виведенні окультурених аналогів. Відтак, монокультура, яка практикується в агроекосистемах, вже початково заганає цю проблему в глухий кут. Власне, про це, та про інші аспекти порівняння природних та агроекосистем свідчать дані, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Властивості природних та агроекосистем, що впливають на їхню здатність до стабільності та до накопичення поживних елементів*

№ п/п	Властивості	Тип екосистем	
		природні	сільсько-господарські
Абіотичні			
1	Швидкість інфільтрації	Висока	Низька
2	Величина стоку	Низька	Висока
3	Ерозія	Низька	Висока
4	Рослинний покрив	Значний	Малий
5	Опад та інші рештки	Багато	Мало
6	Втрати ґрунтової вологи	Високі	Низькі
7	Ґрунтові колоїди	Багато	Мало
8	Втрати на вимивання	Низькі	Високі
9	Температура ґрунту	Нижча	Вища
Біотичні			
1	Внутрішній кругообіг рослин	Вищий	Нижчий
2	Синхронізація активності рослин і мікроорганізмів	Висока	Низька
3	Різнорманіття біологічної активності в часі	Високе	Низьке
4	Різнорманіття рослинних популяцій	Високе	Низьке
5	Генетичне різнорманіття	Високе	Низьке
6	Потенціал відтворення	Високий	Низький

*Сельскохозяйственные экосистемы.- М.:Агропромиздат,1987.- С.148.

Отже, з біосферних позицій «програмування врожаїв» у початково збитковій термодинамічній системі агроecosистем дуже сумнівне.

На мезорівні, або на рівні агроландшафтів найгостріше проявляються проблеми, пов'язані з ерозією та поступовим зниженням природної родючості ґрунтів. Власне, моделювання агроландшафтів у вигляді протиерозійної (контурно-меліоративної) просторової організації покликане вирішити саме цю проблему. Але, найскоріше, сама постановка проблеми у такому контексті початково є некоректною. Адже висока просторова строкатість природних ландшафтів/екосистем саме і є запорукою високого різноманіття, а, отже, їхньої стійкості до негативних зовнішніх впливів (табл.1). Навіть «вписання» контурів полів у ізолінії рельєфу є заходом частковим, оскільки все одно у певних вузлах контурно-меліоративної системи накопичується гравітаційна напруга, яка з часом загрожує лавиноподібною ерозією, зпівставною із зсувами і навіть селями [3]. На мезорівні можливе лише часткове вирішення проблеми програмування врожаїв, до чого перший крок зробив ще В.В.Докучаєв, намагаючись таким чином змоделювати агроландшафт, щоб у ньому зберігались наближені до природних співвідношення полів, кормових угідь, багаторічних насаджень і водойм [4].

Результати досліджень. Реальний результат у програмуванні врожаїв можливий лише на третьому – макрорівні. Зокрема, на це спрямована дуже популярна сьогодні технологія прецизійного (точного) землеробства, основними складовими якої є географічна інформаційна система (ГІС), диференційована глобальна система позиціонування (ДГСП) та технологія змінних норм внесення (ЗНВ).

Географічна інформаційна система — це система комп'ютерних апаратних засобів та програмного забезпечення, призначена для збирання та обробки даних щодо агротехнологічних параметрів елементарних ділянок поля [5]. Інформацію можна збирати відбиранням проб у полі (наприклад, для визначення агрохімічних показників) з наступними обробкою результатів аналізів і прив'язуванням їх до координат місць відбирання. Створено оптичні прилади з безконтактними датчиками, за допомогою яких в інфрачервоному випромінюванні з літаків або супутників фотографують поля. Інформація з характеристиками параметрів накопичується в базі даних, використовується для складання тематичних карт урожайності, вмісту елементів живлення, норм внесення технологічних матеріалів тощо.

Диференційована глобальна система позиціонування — радіонавігаційна супутникова система, спеціально скоригована для визначення місцезнаходження стаціонарних і мобільних об'єктів у трьох світових координатах (довгота, широта, висота) з точністю до десятків сантиметрів. Широке застосування GPS для визначення координат машинно-тракторних агрегатів стримується високою вартістю технічних та інформаційних засобів, відсутністю розвинутої мережі станцій диференціального коригування, можливими похибками, спричиненими грозовими розрядами та магнітними бурями.

Технологія змінних норм внесення — це внесення за допомогою спеціального обладнання змінних норм (доз) технологічних матеріалів

відповідно до особливостей кожної елементарної ділянки поля. Основою її є високоточна сільськогосподарська техніка, функціональні властивості якої визначаються широким використанням електронних пристроїв (комп'ютерів, мікропроцесорів, датчиків).

Обприскувачі обладнані пристроями для електронного регулювання подачі робочого розчину пестицидів, сівалки — для регулювання норми висівання та глибини загортання насіння, машини для внесення добрив — для регулювання доз внесення добрив, ґрунтообробні — для регулювання глибини обробки ґрунту. Керування робочим процесом і контроль за його виконанням здійснюють із трактора, обладнаного багатоканальним мікропроцесором або комп'ютером, а на сільськогосподарських машинах встановлюють уніфіковані датчики. На пульт керування надходить інформація щодо швидкості руху агрегату, обсягу виконаної роботи, витрат пального і запасів технологічних матеріалів, тощо.

В Україні у 2000 р. прийнято «Програму створення та впровадження технічних засобів для технологій точного землеробства», реалізація якої дала перші результати: створено мобільні машини для механічного відбирання проб ґрунту, електронно-механічні пристрої для зміни доз внесення добрив, машину для диференціального обробки ґрунту, радіосистему для визначення координат агрегатів з використанням базової радіостанції та ін.

Точне землеробство включає багато елементів, але всі їх можна розбити на три основні етапи:

- Збір інформації про господарство, поле, культуру, регіон;
- Аналіз інформації і ухвалення рішень;
- Виконання рішень - проведення агротехнологічних операцій.

Перший етап досить розвинений в плані технічного і програмного забезпечення. За кордоном активно використовуються ґрунтові автоматичні пробовідбірники, оснащені GPS-приймачами і бортовими комп'ютерами; геоінформаційні системи (ГІС) для складання просторово-орієнтованих електронних карт полів; карти врожайності обмолочуваних культур, що отримуються відразу після прибирання; дистанційні методи зондування (ДДЗ), такі як аерофотознімання і супутникові знімки.

Другий етап на сьогоднішній день найменш розвинений, проте на ринку існує низка програмних продуктів, призначених для аналізу зібраної інформації і ухвалення виробничих рішень.

Етап виконання агротехнологічних операцій, також як і перший етап динамічно розвивається. Тут самими «просунутими» є операції по внесенню рідких і твердих мінеральних добрив, а також посів зернових культур. Внесення добрив за технологією точного землеробства проводиться диференційовано, тобто, умовно кажучи, на кожен квадратний метр вноситься стільки добрив, скільки необхідно саме тут (на даній елементарній ділянці поля). Внесення проводиться в двох режимах - off-line і on-line. Режим off-line передбачає попередню підготовку на стаціонарному комп'ютері карти-завдання, в якій містяться просторово прив'язані, за допомогою GPS дози добрива для кожної елементарної ділянки поля. Для цього проводиться збір необхідних для розрахунку доз добрив даних про поле (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-карті (носії інформації) на бортовий комп'ютер сільськогосподарської техніки, оснащеної GPS-приймачем і виконується задана операція. Трактор оснащений бортовим комп'ютером, рухаючись по полю, за допомогою GPS визначає своє місцезнаходження. Прочитує з чіп-карти дозу добрив, відповідну місцю знаходження і посилає відповідний сигнал на контролер розподільника добрив (або обприскувача). Контролер, отримавши сигнал, виставляє на розподільнику добрив потрібну дозу.

Режим реального часу (on-line) передбачає заздалегідь визначити агропотреби на виконання операції, а доза добрив визначається безпосередньо під час виконання операції. Агропотреби, в даному випадку, це кількісна залежність дози добрива від свідчень датчика встановленого на сільськогосподарській техніці, яка виконує операцію. Використовуються оптичний датчик Hydro-N-Sensor, який в інфрачервоному і червоному діапазоні світла визначає вміст хлорофілу в листі і біомасу. На підставі цих даних, а також даних по сорту і фенофазі рослини визначається доза азотних добрив. Для використання N-сенсора (Hydro-N-Sensor) також необхідний портативний прилад N-tester, що визначає ті ж параметри. Результати 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 визначеними і записаними в пам'ять агропотребами, і посилає сигнал на контролер по тій же схемі, що і в режимі off-line. В даний час активно ведуться розробки різних датчиків, що дозволяють використовувати режим on-line. Це оптичні датчики, що визначають вміст азоту в листі і засміченість посівів; механічні, оцінюючі біомасу; електромагнітні та інші.

Висновки.

У якості висновку необхідно зауважити, що саме на третьому рівні поступово підвищується інтенсифікація природокористування, яка повинна бути компенсована комплексом заходів буферного спрямування на перших двох рівнях. Саме за такої умови можливе коректне програмування врожаїв, оскільки тимчасове збільшення врожаїв на третьому або мікрорівні поступово призведе до зменшення стійкості агроландшафтів, а, згодом і біосфери.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни./Отв.ред.К.С.Лосев.-М.:ВИНИТИ,1995.-470 с.
2. Сельскохозяйственные экосистемы.- М.:Агропромиздат,1987.- 223 с.
3. Світличний О.О. ,Чорний С.Г. Основи ерозіознавства. Підручник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007.- 266 с.
4. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. - М.: Сельхозгиз 1936 - 117 с.
5. Куценко М.В. Вступ до географічних інформаційних систем та моделювання стану довкілля: Навч.плсбник. – Харків: Екограф,2008.- 204 с.

Сонько С.П. Екологічна чистота агроландшафтів і програмовані технології вирощування сільськогосподарських культур

У статті робиться аналіз сучасних підходів до програмування врожаїв сільськогосподарських культур. Автором диференціюються три просторових рівні постановки і вирішення проблеми. Наголошується, що досягнення практичних результатів можливе лише на макрорівні, тобто на окремому полі, на що спрямована система прецизійного землеробства.