

УДК 631.3:631.95

В. І. Пастухов

к. т. н.

Харківський державний технічний  
університет сільського господарства**ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО  
ПАРКУ АПК НА ДОВКІЛЛЯ**

*Для дослідження показників збереженості екосистеми в господарських умовах при виборі і застосуванні сільгоспмашин, на основі аналізу екологічних факторів трьох первинних середовищ - ґрунту, води і повітря - пропонується програма, яка включає визначення основних факторів впливу на довкілля через вплив техніки на ґрунт з використанням методів визначення енергетичного навантаження на поле та доступних фізичних методів вимірювання щільності і структури ґрунту до і після проходження машин, визначення норми та рівномірності внесення добрив, кількості вилученого ґрунту. Всі ці показники збереженості екосистеми потрібно досліджувати в порівнянні з оптимальними і допустимими узагальненими величинами при подальшій розробці критеріїв однакових розмірностей з математичним їх моделюванням.*

Для вибору та комплектування машин, агрегатів, комплексів у господарствах потрібне відповідне програмне забезпечення на основі спрощених методів оцінки сільгосптехніки, наприклад, за тріадою основних показників збереженості біопотенціалу сільгоспкультур, енергоресурсів та довкілля. Якщо за біопотенціалом та енергоресурсами є певні напрацювання щодо дослідження цих показників в господарських умовах [1, 2, 3], то відносно довкілля, визначення показників екологічності відпрацьовані, в основному, програми і методи, які потребують високої кваліфікації та певного спеціального приладозабезпечення. Тому такі дослідження під силу тільки окремим науковим установам, зокрема машинновипробувальним організаціям.

В той же час для розробки спрощених методів вибору та застосування сучасної сільгосптехніки необхідні широкі масові дослідження впливу її на довкілля з урахуванням різноманітності господарств та можливості проведення в них відповідних досліджень. При цьому необхідна розробка такої програми досліджень, яка б дозволяла існуючим науковим підрозділам, окремим науковцям, навіть спеціалістам господарств забезпечити визначення мінімальної кількості основних показників впливу сільгосптехніки на довкілля. Це дало б змогу розробити диференційовану комп'ютерну програму оптимізації вибору та застосування сільгоспмашин у відповідності з можливостями кожного господарства, мінімізувавши негативний вплив на довкілля, якщо неможливо запобігти цьому впливу зовсім.

Для розробки такої програми було проведено аналіз показників, які визначають вплив машинно-тракторного парку агропромислового комплексу (МТП АПК) на три первинних середовища проживання - повітря, воду і ґрунт - та безпосередньо на флору і фауну, включаючи людину, сільгоспкультури і сільгосптварини. Особливого значення надавалося тим показникам, які можна визначити кількісно, тому що основою загальної екології, а також агроекології є кількісні методи дослідження[4].

В результаті аналізу показників екологічності було встановлено, що при виробництві в сільському господарстві продукції рослинництва можна виділити біля 30 основних показників, які пов'язані з екологією, в тому числі більше половини з них мають відношення до сільськогосподарської техніки. При цьому окремі показники характеризуються, в свою чергу, рядом показників, тобто визначаються як група факторів впливу, яка складається з декількох елементів.

Приведена на рисунку схема впливу на довкілля МТП АПК дозволяє зробити аналіз показників за трьома первинними середовищами проживання, якими є ґрунт, повітря і вода. Найбільший прямий вплив МТП має на ґрунт і повітря, звідкіля компоненти забруднення попадають до води, у водоймища. Як показує аналіз, найбільш негативний вплив на довкілля, включаючи всі три первинних середовища, мають п'ять груп факторів з відповідними показниками. Це сумарне енергетичне навантаження, втрати технологічних речовин, робота робочих органів ґрунтообробних машин, взаємодія машин і технологічних речовин, нерівномірність і передозування добрив, пестицидів.

Якщо для контролю і дослідження більшості груп впливу на повітря необхідно спеціальне лабораторне обладнання і відповідні фахівці, що і робиться при сертифікаційних випробуваннях, то вплив МТП на ґрунт можна досліджувати звичайними простими фізичними методами, що можливо майже в кожному господарстві. При цьому необхідно порівнювати основні фактичні показники з оптимальними і допустимими критеріями, які встановлено на основі узагальнення відомих даних за результатами досліджень та випробування сільгоспмашин (таблиця). За межами допустимих критеріїв може починатися розбалансування екосистеми з катастрофічними наслідками.

Сумарне енергетичне навантаження на поле в господарських умовах можна визначити на основі відповідних розрахункових таблиць і показників [3]. Для цього достатньо зафіксувати в господарстві технологічні процеси, технологічні речовини та технічні засоби, і провести відповідні розрахунки. Екологами встановлено граничну межу цього навантаження, коли затрати непоновлюваної енергії складають 30 ГДж/га, за якими настає загроза для екологічної рівноваги довкілля [5]. Найбільш ефективним енергонавантаженням вважають до 13...15 ГДж [6].

Відомо, що для більшості чорноземних ґрунтів України оптимальною для росту різних рослин являється щільність в межах 0,90...1,35 г/см<sup>3</sup>, а критичною величиною щільності є 1,60 г/см<sup>3</sup>, за межами якої неможливий ріст кореневої системи більшості сільгоспкультур [7, 8]. Природне розущільнення такого ґрунту нижче орного шару відбувається лише за кілька років. Визначається щільність ґрунту відбором проб певного об'єму з наступним висушуванням до абсолютно сухого стану.

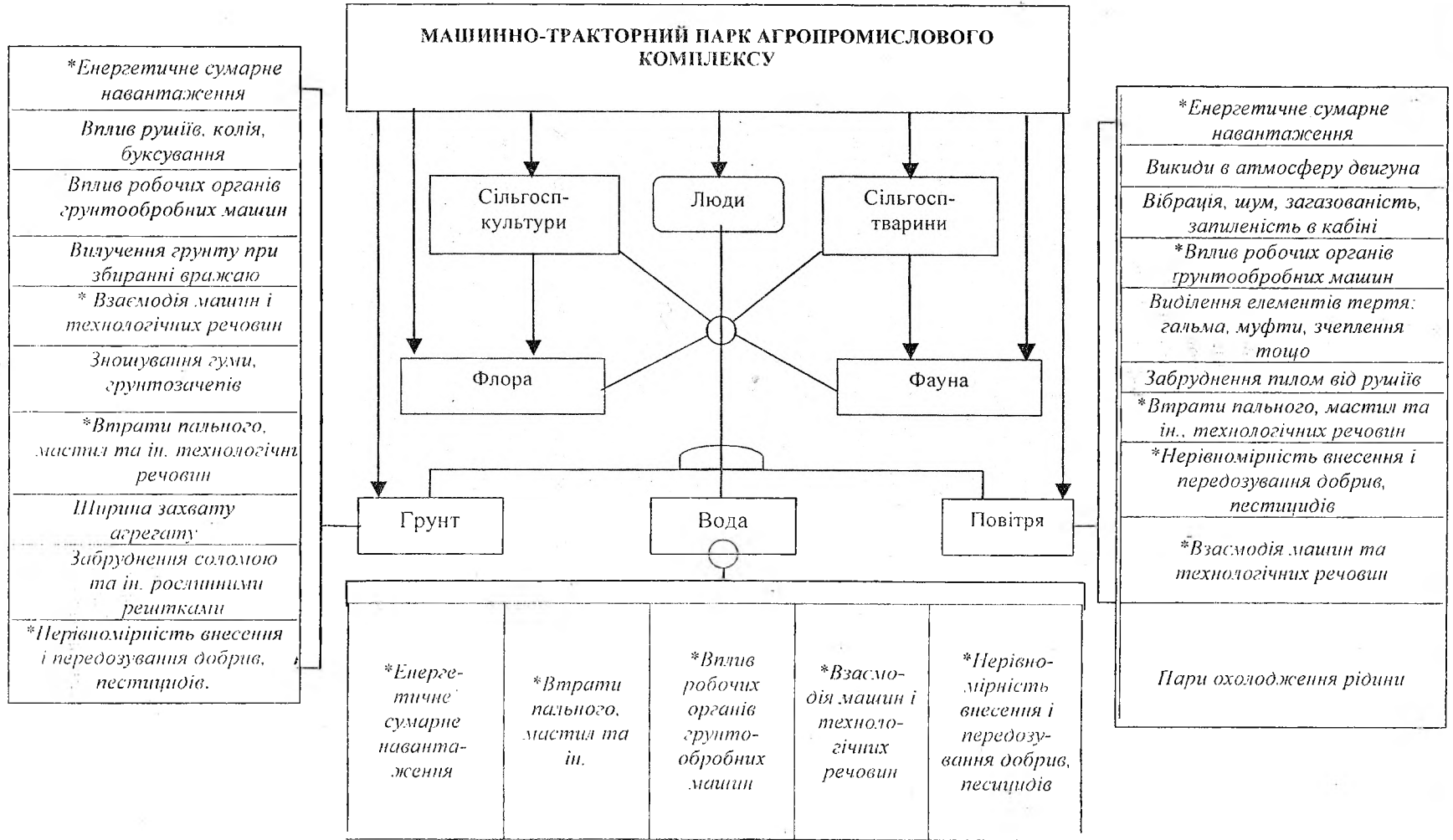
Для зменшення щільності ґрунту проводиться його обробіток - оранка, культивация, боронування, тощо. При цьому ґрунт розкришується на грудочки різного розміру, створюючи небажані глиби розміром більше 10...20 мм та екологічно небезпечний дрібнозем розміром менше 0,25 мм. Останній під впливом вітру призводить до забруднення повітря, перенесення більш родючої частини ґрунту з полів до лісосмуг, доріг, а під впливом опадів - до водойм. Ґрунт, як відомо, основний базисний компонент для отримання врожаю, для забезпечення реалізації біопотенціалу сільгоспкультур. Оптимальні і допустимі величини агрономічне корисних фракцій (0,25...10 мм) і дрібнозему (менше 0,25 мм) встановлено на основі даних про пороги негативного впливу глибистості та дрібнозему на польову схожість насіння, на ріст рослин і на довкілля [9; 10].

Визначити структурний склад ґрунту можливо в господарських умовах за допомогою набору відповідних решіт.

Суттєво впливає на довкілля передозування і нерівномірність внесення добрив. У зв'язку з нестатками коштів передозування зараз, ніби, не загрожує довкіллю, але нерівномірність внесення може привести до втрат врожаю, до накопичення в рослинах надлишків шкідливих речовин. Так, наприклад, встановлено, що нерівномірність внесення мінеральних добрив під зернові культури з коефіцієнтом варіації 70...80% може знизити врожайність на величину до 10...15% [4].

Визначити фактичну норму і нерівномірність внесення добрив в господарських умовах можливе, для чого потрібно мати з десяток ємкостей розміром 50x50x5 см, які розставляються перед проходом розкидача добрив. Після проходу агрегату добрива в кожній ємкості зважуються, визначається середня вага, середньоквадратичне відхилення від середньої та коефіцієнт варіації у відсотках.

При збиранні врожаю корене і бульбоплодів відбувається їх забруднення землею, в результаті чого вилучається ґрунт з поля. Встановлені певні межі забруднення, за якими можна визначити відповідні оптимальні і допустимі межі вилучення ґрунту. Враховуючи, що ґрунт має властивість самовідновлюватися (десь до 10 мм за 100 років) і що корене- і бульбоплоди вирощуватися у сівозміні раз за 5...7 років, то таке незначне вилучення ґрунту, як 8...10% до загальної маси вороху (за агрономічними вимогами), що дорівнює 240...300 грамів з м<sup>2</sup>, тобто 0,24...0,30 мм товщини шару, можна допустити. Це складатиме до 3 т/га, що є гранично-допустимою межею, враховуючи можливе відновлення за 3...5 років.



- \*Енергетичне сумарне навантаження
- Вплив рушійв. колія, буксування
- Вплив робочих органів ґрунтообробних машин
- Вилучення ґрунту при збиранні врожаю
- \* Взаємодія машин і технологічних речовин
- Зношування гуми, ґрунтозачепів
- \*Втрати пального, мастил та ін. технологічні речовин
- Ширина захвату агрегату
- Забруднення соломою та ін. рослинними рештками
- \*Нерівномірність внесення і передозування добрив, пестицидів.

- \*Енергетичне сумарне навантаження
- Викиди в атмосферу двигуна
- Вібрація, шум, загазованість, запиленість в кабіні
- \*Вплив робочих органів ґрунтообробних машин
- Виділення елементів тертя: гальма, муфти, зчеплення тощо
- Забруднення тилом від рушійв
- \*Втрати пального, мастил та ін., технологічних речовин
- \*Нерівномірність внесення і передозування добрив, пестицидів
- \*Взаємодія машин та технологічних речовин
- Пари охолодження рідини

*Енергетичне сумарне навантаження	*Втрати пального, мастил та ін.	*Вплив робочих органів ґрунтообробних машин	*Взаємодія машин і технологічних речовин	*Нерівномірність внесення і передозування добрив, пестицидів
-----------------------------------	---------------------------------	---	--	--

Отже, як свідчить проведений аналіз, при розробці програм технічного забезпечення в рослинництві слід враховувати вплив техніки на довкілля, для чого необхідно проведення широких досліджень в господарських умовах з використанням доступних методів і засобів.

Зокрема, для проведення масових досліджень впливу машинно-тракторного парку на довкілля з метою збереження екосистеми, в першу чергу, необхідно визначити сумарне енергетичне навантаження на поле, а також до і після проходу тракторів та сільгоспмашин такі ґрунтові показники, як щільність, структурний склад, в тому числі з обов'язковим визначенням фракцій більш 10 мм та дрібнозему розміром менше 0,25, а також вилучення ґрунту з врожаєм. Важливо в господарських умовах дотримуватися заданої норми рівномірності внесення добрив, що має значення навіть при малих їх дозах. При цьому пропонується оцінювати результати досліджень не за традиційною схемою – різницею "дослід - контроль", а за критеріями обмеження "дослід - оптимум", "дослід - допустимо" "дослід - недопустимо".

Слід зазначити, що критерії стану екосистеми мають різні розмірності. Для таких випадків можна застосувати відому методику з визначенням адитивного критерію [11]. При застосуванні цієї методики експертним способом призначають набір показників і відносну вагомість кожного з них. При цьому сума зазначених вагомостей повинна становити одиницю. Для кожного з показників, в залежності від його рівня, призначають десятибальну шкалу.

Як адитивний критерій приймемо показник погіршення стану екосистеми.

Для такою показника бал нуль слід призначати, коли погіршення екологічного стану відсутнє і бал - 10, коли погіршення найбільше. Наприклад, припустимий діапазон щільності ґрунту становить 0,90...1,6 т/м<sup>3</sup>; небезпечним є значення щільності 1,6 т/м<sup>3</sup> і більше, для якого призначимо бал - 10.

Таблиця

#### Узагальнені показники основних факторів суттєвого впливу МТП на екосистему ґрунту та їх граничні величини

Назва фактору	Граничні величини		
	відносно оптимальні	толерантні (допустимі)	екологічно недопустимі
1. Енергетичне сумарне навантаження, ГДж/га	до 15	15-30	понад 30
2. Вплив рушіїв та робочих органів на: – щільність, г/см <sup>3</sup> – структурний склад по фракціям, %: 0,25-10 мм менше 0,25 мм	0,90-1,35  більше 80 до 10	1,40-1,50  80-40 10-20	1,60 і більше  менше 40 більше 20
3. Внесення добрив – співвідношення діючих речовин, N:P:K, частки одиниці – норма (доза) діючої речовини, кг/га – відхилення від норми, % – рівномірність внесення, коефіцієнт варіації, %	1:0,9:0,8  до 15	в залежності від культури і вмісту діючих речовин в ґрунті  в залежності від сільгоспкультури і вмісту діючих речовин у ґрунті (N:P:K) 5-10	більше 10 більше 20
4. Вилучення ґрунту при збиранні корене- і бульбоплодів, – % до загальної маси вроху * – на одиницю площі кг/м <sup>2</sup>	до 8  до 0,24	8-10  0,24-0,30	більше 10  більше 0,30

\*Примітка: Перерахунок на одиницю площі зроблено, виходячи з урожайності кореневульбоплодів 30 т/га.

Формулу для визначення показника погіршення стану екосистеми можна записати так:

$$e = \sum_{i=1}^m q_i \sum_{j=1}^n v_{ij},$$

де:  $q_i$  – відносна вагомість характеристик, відповідно щільності, коефіцієнта структурності, коефіцієнта вилучення ґрунту при збиранні; вагомість пов'язана з вмістом поживних речовин для розвитку рослин; вагомість сумарного енергетичного навантаження;

$m$  – кількість характеристик, що враховуються;

$n$  – кількість операцій, при яких має місце зміна певної характеристики;

$v_{ij}$  – значення функції погіршення стану екосистеми.

Остання, як вже зазначалося, оцінюється експертно. Функція погіршення стану екосистеми залежить від рівня критеріїв і може мати довільний вигляд, який задається експертами. Скажімо, це може бути крива, коли рівень стану екосистеми до певного діапазону рівнів критеріїв змінюється помірно, після чого настає різке погіршення стану екосистеми. Така функція може бути неперервною, або ступінчастою. Слід зазначити, що в залежності від конкретних умов набір критеріїв може змінюватися; наприклад, деякі критерії можуть не враховуватися.

При моделюванні, з використання зазначеного підходу до визначення характеристик екосистеми, є можливість отримати порівняльні характеристики для різних технологій виробництва культури і визначити таку, при застосуванні якої погіршення стану екосистеми буде найменшим.

### Література

1. Агротваліметрія, За ред. професорів *Д.І.Мазоренко* і *Ю.І.Ковтуна*. - Харків:РВП Оригінал, 2000. -313 с.
2. Машиновикористання в землеробстві /За ред. проф. *В.Ю.Ільченко* і доцента *Ю.П.Нагірного* – К.: Урожай, 1996.- 363 с.
3. *Медведовський О.К., Іванченко П.І.* Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. – К.: Урожай, 1988. - 206с.
4. *Куценко О.М., Писаренко В.М.* Агроекологія. - Київ: Урожай, 1995. -256 с.
5. *Жученко А.А.* Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). - Кишенев : Штиинца, 1990. - 432 с.
6. *Созинов А.А., Новиков Ю.Ф.* Энергетическая цена индустриализации агроферы //Природа.-1985.-№ 5.-С.11-19.
7. *Нарцисов В.П.* Научные основы системы земледелия. – М.: Колос, 1976.-382 с.
8. *Медведев В.В.* Оптимизация агрофизических свойств черноземов.-М.: Агропроиздат, 1988.
9. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений (методы исследования, приборы, характеристики).- М.: Колос, 1970. - 424 с.
10. *Качинский Н.А.* Структура почвы. - М.: МГУ, 1963 - 100 с.
11. *Гуткин Л.С.* Оптимизация радиоэлектронных устройств по совокупности показателей качества.- М.: "Сов. радио", 1975. - 367 с.