

ОПТИМІЗАЦІЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ПОТРЕБИ В ІНВЕСТИЦІЯХ У РОСЛИННИЦТВІ ТА КОРМОВИРОБНИЦТВІ

В статті розглянуто можливі варіанти оптимізації машинно-тракторного парку і встановлено залежності потреби підприємств у техніці та інвестиціях від фізичних розмірів підприємств.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Проведення аграрної реформи з одночасним подібненням площ великих підприємств на земельні частки (паї) із відповідною втратою технічного потенціалу та наступне створення нових підприємств на орендованих землях потребує великих обсягів інвестицій. Ефективне використання обмеженого і найбільш дорогого ресурсу — інвестицій, потребує проведення оптимізації складу машинно-тракторного парку за різних виробничих варіантів і в першу чергу — фізичних розмірів підприємств.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

За часів СРСР було розроблено безліч моделей оптимізації складу машинно-тракторного парку (МТП). І розрізнялись вони між собою лише критерієм моделі, окремими обмеженнями і широтою охоплення технологічних елементів (процесів). До переліку критеріїв, що застосовувались при оптимізації МТП, слід віднести: мінімум приведених витрат на виконання заданого обсягу робіт (з урахуванням втрат урожаю при застосуванні різних технологій) [2, с. 8—9]; мінімум капітальних вкладень на придбання тракторів; мінімум енергомашин; мінімум поточних витрат; мінімум витрат на паливо [3, с. 4—5]; максимум середнього денного виробітку [4, с. 12—13]; мінімум обслуговуючого персоналу [2, с. 4—5]; мінімальна потреба в механізаторах, трудових витрат, металоємності [4, с. 22—23]; мінімум диференціальних витрат [2, с. 10—11], оптимальна потреба сільського господарства в техніці з можливостями галузі машинобудування [5, с. 6].

Але, як відмічають вчені, найкращий критерій оптимальності — "мінімум приведених затрат" також має недоліки, основним з яких є необхідність мати великий обсяг техніко-економічної інформації [1, с. 64—65]. Одночасно при прогнозуванні потреб у технічних засобах на віддалену перспективу з невизначеністю багатьох економічних параметрів (в першу чергу — цін) критерій оптимальності "мінімум енергомашин" більш придатний порівняно з критеріями, застосування яких характеризується вартісними економічними показниками [1, с. 64—65]. Також цей критерій слушно застосовувати, коли встановлені (або є в підприємстві) конкретні типи енергомашин [1, с. 60—61]. На нашу думку, це не єдині чинники, через які критерій оптимальності "мінімум енергомашин" більш придатний. Необхідно врахувати, що ряд авторів після оптимізації МТП відмічають завищені у 2—3 рази по деяких марках тракторів нормативи річної їх завантаженості [6, с. 52—53]. І це для умов великих підприємств, якими тоді були колгоспи. Для дрібних підприємств потреба в техніці значно вища в розрахунку на 1000 га ріллі. Тоді як нормативи ефективності капітальних вкладень, які враховуються в критерії "мінімум приведених затрат", прив'язані до нормативної річної завантаженості техніки і тому, на нашу думку, такий критерій для різних за розміром підприємств є непридатним до використання.

Тому не зовсім справедливою є критика такого критерію оптимальності, як "мінімум кількості машин" (як аналог "мінімум експлуатаційних затрат") [4, с. 16—17], який запропонували свого часу вчені Інституту механізації УААН Е. А. Фінн і В.



Рис. 1. Схема розрахунку змін затрат виробництва і потреби в інвестиціях залежно від основних нормоутворюючих чинників (фізичного розміру підприємства та групи поля)

В. Шкурба й успішно використовували в розрахунках потреби в техніці як на рівні підприємств, так і в цілому по Україні для потреб Держплану.

Проте, за всі роки реформування АПК проблема оптимізації машинно-тракторного парку практично на ставилась на дослідження.

МЕТОЮ ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Оптимізація кількісного складу машинно-тракторного парку та встановлення закономірностей змін потреби в інвестиціях залежно від фізичних розмірів підприємств (в га ріллі) та розмірів полів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Оптимальні розміри підприємств за умов механізованого виконання технологічних операцій в рослинництві й кормовиробництві чинять чи не найбільший вплив на собівартість в цілому і на ефективність виробництва сільськогосподарської продукції.

Тому, в першу чергу, розглянемо, як розміри підприємств впливають на потребу в техніці та собівартість виробництва сільськогосподарської продукції і в першу чергу основних кормів — кукурудзяного силосу, сінажу і сіна. Для цього розробимо наступну логічну схему (рис. 1), яка охоплює всі складові елементи (інформаційне забезпечення та моделі розрахунку), системне дослідження яких дозволить вирішити поставлену нами задачу.

Розглянемо, в першу чергу, інформаційне забезпечення розробленої нами системи. Так, база даних (БД) — автоматизована система розрахунку

ку норм виробітку та витрат палива на механізовані роботи в рослинництві (модуль 3 системи — рис. 1) створена з наступною метою та за наступною методологією. Наприклад, для такої технологічної операції, як оранка поля (склад агрегату — Т-150К+ПЛН-5-35) під різні сільськогосподарські культури система формул, які формують автоматизацію встановлення норм продуктивності й витрат палива, розраховувалась наступним чином. Згідно існуючих довідників [8], норми продуктивності (га за зміну) та витрати палива (л/га) залежать від класу ґрунтів (питомого опору), групи господарства (поля) та глибини оранки (см). Група господарства (поля) є узагальнюючим показником, який розрахований залежно від довжини гону, крутизни схилу, складності конфігурації в полях

сівозмін сільськогосподарського підприємства. У нашому випадку до уваги брались 1—8 група господарств (середній розмір поля в сівозміні від 1 до 100 га). Нами встановлені наступні залежності впливу зазначених чинників на норму продуктивності (за умови 1 групи господарства, 2 групи за класом ґрунтів і 19 см глибини оранки) та витрати палива:

$$\text{— групи поля } (G_{gp}): K_{G_{gp}} = 1,057 - 0,0564 * G_{gp} + 0,0012 * G_{gp}^2 \quad (1);$$

$$\text{— глибини оранки } (G_{Lo}): K_{G_{Lo}} = 1,0556 + 0,0064 * G_{Lo} - 0,0005 * G_{Lo}^2 \quad (2);$$

$$\text{— класу ґрунтів } (K_{Gr}): K_{K_{Gr}} = 1,0074 + 0,0041 * K_{Gr} - 0,0041 K_{Gr}^2 \quad (3).$$

Якщо, наприклад, норма продуктивності агрегату (Т-150+ПЛН-5-35) за умови оранки на глибину 19 см в підприємстві, яке відноситься до 1 групи господарства (поля) і 2 групи за класом ґрунтів складає 7,8 га [8, с. 266], то при оранці на глибину 19 см (2 група господарства і 5 група за класом ґрунтів) узагальнююча норма продуктивності за нашими розрахунками буде складати 6,83 га (похибка близько 3%). Подібним чином розраховано вплив цих чинників на витрати палива в розрахунку на 1 га площі, що обробляється.

Аналогічним чином були розраховані поправочні коефіцієнти впливу на стартову норму виробітку по всіх інших технологічних операціях вирощування сільськогосподарських культур, на виробництві яких спеціалізується підприємство.

Шляхом внесення змін у вхідну інформацію, яка характеризує підприємство, що аналізується (або проектується), нові розрахункові норми продуктивності та витрат палива автоматично знаходять своє місце в технологічних картах по вирощуванню сільськогосподарських культур (модуль 5 схеми, рис. 1). Створення такої автоматизованої системи корегування норм продуктивності та витрат палива пов'язано з необхідністю проведення багатоваріантних розрахунків, які необхідні у виявленні закономірностей впливу фізичних розмірів підприємств на потребу в технічних засобах (в розрахунку на 1000 га ріллі), обсягах інвестицій (в основному за рахунок кредитних коштів) на їх оновлення, і в кінцевому підсумку — на собівартість виробництва одиниці продукції та окупності інвестиційних, та поточних витрат. Внесення нормативних даних в задачу з оптимізації машинно-тракторного парку є найбільш трудомістким процесом, про що відмічали практично всі вітчизняні (в межах колишнього СРСР) розробники аналогічних моделей в минулому столітті.

База даних — вартість техніки і % відрахувань на відновлення, капітальний та поточний ремонт і технічне обслуговування (модуль 2) створена на основі інформації, що міститься в збірниках [9, с. 461—495; 10, с. 77—105]. За окремими технічними засобами необхідно вносити зміни, згідно прейскурантів поточних цін на визначену дату.

І ще одна база даних — ціни на продукцію і технологічні ресурси (модуль 4) формується на визначену дату згідно фактичних або ж прогнозних даних (залежно від поставленої задачі).

У нас є всі дані (й бази даних), які дають можливість оптимізувати машинно-тракторний парк за різними варіантами. Варіантні розрахунки проводились у задачі оптимізації машинно-тракторного парку, де фізичний розмір підприємства задавався фіксовано в наступних величинах (площа ріллі, га): 50 га, 100, 250, 500, 750, 1000, 2000, 3500, 5000, 7500, 10000 га. При цьому був прийнятий 5 клас ґрунту (середній для Лісостепу) і I група господарств (поля). За фіксованого розміру підприємства (10000 га) змінювались групи господарства (від 1 до 8 групи). Останнє дозволило розрахувати коефіцієнт зміни технологічних затрат для будь-якого фізичного розміру підприємства залежно від зміни групи господарства (поля).

Якщо раніше перед сільським господарством стояло питання найбільш ефективного використання машинно-тракторного парку, то зараз стоїть задача оптимального комплектування МТП і визначення обсягів інвестицій на його оновлення. Тому ми зупинились на такому критерії, як "мінімум енергомашин".

Кожна технологічна операція передбачається проводитись встановленим нами найбільш продуктивним агрегатом (трактор + сільськогосподарська машина). Задача вирішується в середо-

вищі Excel. По вертикалі в кожному із стовпчиків нашої електронної таблиці приведені склад кожного типу агрегату з параметрами: обсяг робіт, розбивка всього технологічного циклу вирощування сільськогосподарської культури на періоди (п'ятиденки), коефіцієнт зв'язку ($\varphi=1$) з установленим нами терміном виконання технологічної операції ($\varphi=0$, якщо не передбачено проведення роботи в g -му періоді), а також розрахункові параметри: кількість машинно-днів роботи агрегату на j -й роботі, днів його роботи і частка критеріального показника — оптимальна кількість тракторів на цій операції тощо. По горизонталі — суми машинно-днів, днів роботи і мінімальна кількість всієї техніки (критерій) за весь технологічний період вирощування сільськогосподарських культур. Якщо ж знайти добуток кількості техніки на кожній j -й технологічній операції на коефіцієнт φ , то ми одержимо підсумковий вектор-стовчик кількості тракторів i -го типу в кожній із g п'ятиденок. У цих п'ятиденках може бути декілька періодів піків завантаженості тракторів (найвищої потреби в даному їх типі), а оптимальна кількість тракторів даного типу відповідно визначається як середня арифметична величина. Такий методологічний підхід до оптимізації МТП з критерієм мінімум тракторів для умов багатоваріантних розрахунків, метою яких є визначення різниці в потребі в техніці в розрахунку на 1000 га ріллі залежно розміру підприємства.

У середовищі Excel немає складності вирішити задачу цілочисельного програмування — провести оптимізацію МТП з критерієм: "мінімум енергомашин". У постановці задачі оптимізації МТП нічого нового ніхто не придумав після перших спроб її рішення. Математична формалізація цієї задачі наступна [11, с. 349—365; 12, с. 309—312; 1, с. 63—80]. Нехай в підприємстві є n типів машин або кількість марок ($i=1,2,\dots,n$), які будуть задіяні на виконанні m сільськогосподарських робіт ($j=1,2,\dots,m$). Припустимо, що x_{ij} — кількість машинно-днів по тракторах i -го типу на j -тій роботі; P_{ij} — обсяг робіт, які виконані тракторами i -го типу на j -тій роботі; G — номери розрахункових періодів (п'ятиденок), на які розбито весь термін виконання всього комплексу робіт; t_j — термін агротехнічної тривалості виконання j -ї роботи; K_i — кількість тракторів i -го типу; W_{ij} — продуктивність агрегату з i -тим трактором на j -й роботі.

Критерій:

$$\sum_{n=1}^n \sum_{m=1}^m K_{ij} - \min (4).$$

За обмежень:

$$\sum_{n=1}^n \frac{x_{ij}}{K_{ij}} \leq \sum_{m=1}^m t_j (5),$$

(тривалість (в днях) проведення j -го виду робіт не повинен перевищувати встановлений

агротехнічний термін);

$$x_{ij} = \frac{P_{ij}}{W_{ij}} \quad (6)$$

(розрахункова кількість машинно-днів по тракторах і-го типу на j-тій роботі);

$$x_{ij} \geq 0 \quad (7)$$

умова невід'ємності.

Для варіантних розрахунків повинна бути незмінною структура посівних площ. Тоді стає відомими наперед обсяги виконаних робіт кожним типом трактора на j-тій роботі. Обмеженням є термін проведення технологічних операцій (кожного виду робіт). У підсумку оптимізації за кожним номером розрахункового періоду проведення конкретних технологічних операцій встановлюється "пікове" (або їх декілька) навантаження кожного типу тракторів.

Потреба в техніці та автомашинах є незмінною в підприємствах розміром до 500 га ріллі. І тільки в підприємствах більших розмірів потреба в техніці кількісно зростає. Але потреба у тракторах усіх марок і автомашин (КамАЗ-5320) в розрахунку на 1000 га ріллі (Джон-Дірів — на 1000 га зернових, Ягуар — на 1000 га кормових угідь, РКС-6 — на 1000 га цукрових буряків) потреба в технічних засобах стрімко скорочується (табл. 1).

Слід зазначити, що навантаження на аналогічну техніку за рубежом значно (у рази) нижче, ніж у нашій країні. Так, у США навантаження на трактор складає 38 га ріллі (26,3 трактора на 1000 га ріллі), у Франції — 14 га (71,4), у Канаді — 63 га (15,9). Подібна ситуація складається в ряді інших країн і по інших видах техніки [13, с. 8].

Відмітимо, що свого часу вченими Інституту механізації УААН були визначені орієнтовні нормативи потреби в тракторах (у фізичному обрахуванні) на 1000 га ріллі для Полісся — 17,6, Лісостепу — 17,4 і Степу — 13,6 одиниць із незначними відхиленнями залежно від ступеня насиченості сівозмін інтенсивними культурами. За їх же даними, найвища ефективність капіталовкладень в технічні засоби спостерігається в основних природно-кліматичних зонах України при площі вирощування зернових понад 500—600 га, кукурудзи на зерно, силос і зелений корм — 300—350, цукрового буряку — 125—200, картоплі — 150—200 га [14, с. 12—13]. За нижчої площі окремих культур у сівозмінах

Таблиця 1. Нормативна потреба в техніці (1 група господарств) залежно від розмірів підприємства і площ відповідних культур в розрахунку на 1000 га, штук

Площа, га	Види техніки				
	Трактори	Джон-Дірі-9500	Ягуар-840	РКС-6	КамАЗ-5320
50	200,0	36,4	50,0	400,0	20,0
100	100,0	18,2	25,0	200,0	10,0
250	40,0	7,3	10,0	80,0	4,0
500	20,0	3,6	5,0	40,0	4,0
750	14,7	2,4	3,3	26,7	2,7
1000	14,0	1,8	2,5	20,0	2,0
2000	10,5	1,8	1,3	10,0	2,0
3500	9,4	1,6	0,7	5,7	2,3
5000	9,6	1,5	1,0	4,0	2,4
7500	9,3	1,2	0,7	5,3	2,7
10000	9,3	1,3	0,8	4,0	3,0

річна завантаженість техніки знижується, а експлуатаційні затрати різко зростають. У США за середнього розміру ферми (2002 р.) 178,5 га сільськогосподарських земель (в т. ч. 57,6 га збиральної площі) розміри окремих ферм коливались від 1 до 2000 га і більше. За дрібних розмірів ферм забезпеченість комбайнами досягає 400—500 од. на 1000 га посівів, тоді як за великих розмірів ферм (485 га посівів зернових, зернобобових культур і кукурудзи на зерно) забезпеченість склала всього 2,7 комбайни [15, с. 61—65], або у 15 разів нижча.

Відносно найбільшого розміру підприємства (10 тис. га ріллі) за умови механізованого виробництва сільськогосподарської продукції потреба в техніці суттєво зростає (до 20 разів) при зменшенні його розміру до 50 га (рис. 2).

Як бачимо з табл. 1 та рис. 2 різко знижується потреба в тракторах при збільшенні розміру підприємства до 1 тис. га ріллі, а після чого темпи зниження стають незначними. Тому ми розробили систему рівнянь для різних фізичних розмірів підприємств. Так, наприклад, відносна зміна потреби в тракторах (коефіцієнт) було розроблено два рівняння (підприємства розміром до 1 тис. га і більше 1 тис. га):

$$\text{до 1 тис. га: } Y_{s1} = 756,52 * S^{-0,9248}; \quad (8)$$

$$\text{більше 1 тис. га: } Y_{s2} = 1,1619 * S^{-0,0528} \quad (9).$$

Залежно ж від групи господарства (Grp) потреба в тракторах буде корегуватись на коефіцієнт: $k = 0,8964 * e^{0,0818 * Grp}$. Тобто, ми одержуємо два добутки, які дозволяють визначати відносну потребу в тракторах залежно від розміру господарства і розміру поля в сівозмінах ($Y_{s1} * k$ і $Y_{s2} * k$).

Також змінюється потреба в техніці залежно від групи господарства. Для автоматизованого внесення змін у розмір амортизаційних відрахувань та поточний ремонт в технологіч-

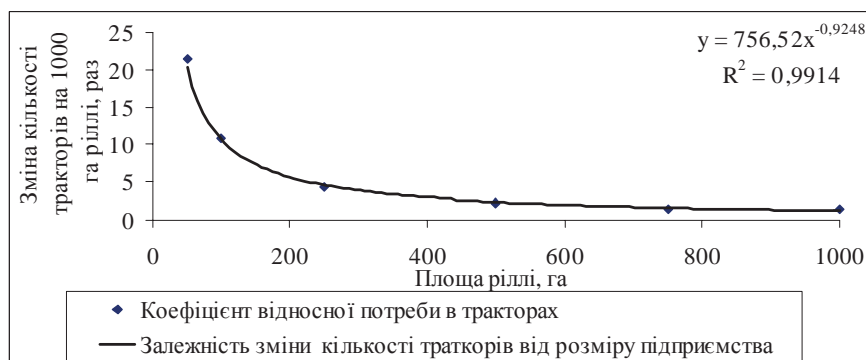


Рис. 2. Відносна зміна потреби в тракторах залежно від фізичного розміру підприємства, коефіцієнт

них картах необхідно дану інформацію подати одним рівнянням. Для цього проведено наступні розрахунки. Для кожного розміру підприємства обрахуємо відносну потребу в тракторах залежно від групи господарства (поля) за допомогою рівняння виду: $(Y=a \cdot e^{b \cdot G_{rp}})$. Наприклад, для підприємств розміром 50 га ріллі це рівняння буде наступним: $Y = 18,202e^{0,0818 \cdot G_{rp}}$ ($R^2=1$). У результаті чого одержимо 11 рівнянь з відповідними залежностями. Від групи до групи за розміром підприємств перший коефіцієнт цих рівнянь змінюється від 18,202 до 0,8924. Повторюємо процедуру розрахунків, але вже по цих двох стовпчиках і визначаємо, як змінюються самі коефіцієнти залежно від фізичних розмірів господарств. У результаті одержуємо кінцеве рівняння, розрахунки, за допомогою яких ми можемо вирахувати відносну зміну потреби в тракторах, що практично ідентичні початковій зміні оптимальної потреби в тракторах (табл. 2).

Але тепер уже кожен параметр цих показників (табл. 2) розрахований за формулою за-

Таблиця 2. Відносна зміна потреби в тракторах залежно від фізичного розміру підприємства та групи поля

Площа ріллі, га	Група господарства (поля)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
50	19,38	21,03	22,83	24,77	26,89	29,18	31,66	34,36
100	11,11	12,05	13,08	14,20	15,41	16,72	18,14	19,69
250	4,49	4,87	5,29	5,74	6,23	6,76	7,33	7,96
500	2,03	2,20	2,39	2,59	2,81	3,05	3,31	3,60
750	1,38	1,50	1,63	1,77	1,92	2,08	2,26	2,45
1000	1,19	1,29	1,40	1,52	1,65	1,79	1,94	2,11
2000	1,19	1,29	1,40	1,52	1,65	1,79	1,94	2,10
3500	1,17	1,27	1,38	1,50	1,63	1,77	1,92	2,08
5000	1,08	1,17	1,27	1,38	1,49	1,62	1,76	1,91
7500	0,96	1,05	1,14	1,23	1,34	1,45	1,58	1,71
10000	0,92	1,00	1,09	1,18	1,28	1,39	1,51	1,64

лежно від фізичного розміру підприємства та групи поля (а не дискретною величиною, що одержана після оптимізації МТП). Саме ці параметри дозволяють нам швидко проводити варіантні розрахунки як потреби в техніці, так і корегування в технологічних картах затрат на амортизацію та поточний ремонт. Це рівняння для тракторів (Y_1) залежно від площі ріллі (S_1) та групи поля (G_{rp}) має наступний вигляд:

$$Y_1 = [11,10890 - 5,1329 / (e^{\frac{S_1}{1000}}) - 122,4422 / (\ln(S_1) + 303,5804 / \sqrt{S_1})] \cdot e^{0,0818 \cdot G_{rp}} \quad (10)$$

Такі ж розрахунки зроблено і по всіх інших видах техніки та автомашин.

Так, відносна зміна потреби в зернозбиральних комбайнах (Джон-Дір-9500) залежно від площі зернових і соняшнику (S_2) буде наступною (Y_2):

$$Y_2 = [-5,820433 - 4,85646 / (e^{\frac{S_2}{1000}}) + 39,05454 / (\ln(S_2/10) + 6,88274 / \sqrt{S_2} + 0,0000755 \cdot S_2)] \cdot e^{0,0537 \cdot G_{rp}} \quad (11)$$

кормозбиральних комбайнів — Ягуар-840 (Y_3) залежно від площі кормової групи (S_3):

$$Y_3 = [15,8571 - 1,26553 / (e^{\frac{S_3}{1000}}) - 167,117557 / (\ln(S_3) + 326,38071 / \sqrt{S_3})] \cdot e^{0,07 \cdot G_{rp}} \quad (12)$$

бурякозбиральних комбайнів — РКС-6 (Y_4) залежно від площі посіву цукрових буряків (S_4):

$$Y_4 = [-15,29992 - 13,09963 / (e^{\frac{S_4}{1000}}) + 169,63375 / (\ln(S_4) - 66,31569 / \sqrt{S_4})] \cdot e^{0,0579 \cdot G_{rp}} \quad (13)$$

автомобілів — КамАЗ-5320 (Y_5) залежно від площі ріллі в підприємстві (S_1):

$$Y_5 = [8,9448 - 0,0928 / (e^{\frac{S_1}{1000}}) - 85,3808 / \ln(S_1) + 132,5257 / \sqrt{S_1}] \quad (14)$$

Вище приведені формули використовуються при корегуванні технологічних затрат на амортизацію і поточний ремонт. За-

лежно від фізичного розміру підприємства, групи господарства (поля) та структури посівних площ встановлюється коефіцієнт корегування норм амортизації та поточного ремонту.

По основних культурах, що нами аналізуються, ми обрахували варіанти технологічних карт їх вирощування для всіх комбінацій чинників: фізичного розміру підприємств (50, 100, 250, 500, 750, 1000, 2000, 3500, 5000, 7500, 10000 га) і групи господарства (1—8). Використання рівнянь (10—14 та бази даних — автоматизований розрахунок норм продуктивності та витрат палива дозволило за технологічними картами провести велику серію розрахунків, які, в свою чергу, дали можливість виявити закономірності змін технологічних затрат залежно від 88 комбінацій зазначених чинників. Наприклад, по озимій пшениці технологічні затрати з її виробництва різняться майже у 16 разів.

На основі розрахункової інформації нами розроблено рівняння, яке найкращим чином описує залежність можливого зростання технологічних затрат при вирощуванні пшениці озимої (Z_1) від фізичного розміру підприємства (S_1) і групи господарства (G_{gp}):

$$Z_1 = [0,907025 + 0,091009 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}}) - 0,58614 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,012224 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3] * e$$

$$e^{[(0,00768+0,066547 * \frac{100}{\sqrt{S_1}} - 0,033613 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,007089 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3 - 0,000473 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^4] * G_{gp}} \quad (15)$$

Ця формула (15) дає можливість повністю продублювати дані оптимізації. Математична формалізація залежностей можливого зростання затрат є однією з умов, які дозволять нам встановлювати найбільш ефективні розміри підприємств та варіанти сполучення галузей рослинництва і тваринництва.

Аналогічні варіантні розрахунки проведені і по інших культурах з розробкою наступних математичних формул, які й відображають відмічені нами залежності — зростання затрат при зменшенні фізичного розміру підприємства (ріллі в гектарах).

По ячменю ярому (Z_2):

$$Z_2 = [0,880835 + 0,131294 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}}) - 0,074872 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,014555 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3] * e$$

$$e^{[(0,007807+0,069196 * \frac{100}{\sqrt{S_1}} - 0,034084 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,007047 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3 - 0,000467 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^4] * G_{gp}} \quad (16)$$

По кукурудзі на зерно (Z_3):

$$Z_3 = [0,8914 + 0,114578 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}}) - 0,06643 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,013049 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3] * e$$

$$e^{[(0,002936+0,073123 * \frac{100}{\sqrt{S_1}} - 0,0361319 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,007455 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3 - 0,000492 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^4] * G_{gp}} \quad (17)$$

По буряку цукровому (Z_4):

$$Z_4 = [1,011983 - 0,070961 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}}) - 0,0103016 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,013049 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3] * e$$

$$e^{[(0,002936+0,073123 * \frac{100}{\sqrt{S_1}} - 0,0361319 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,007455 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3 - 0,000492 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^4] * G_{gp}} \quad (18)$$

По насінню соняшника (Z_5):

$$Z_5 = [0,888864 + 0,109861 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}}) - 0,060091 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,0113182 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3] * e$$

$$e^{[(0,003309+0,073973 * \frac{100}{\sqrt{S_1}} - 0,037428 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,007787 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3 - 0,000514 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^4] * G_{gp}} \quad (19)$$

По кукурудзі на силос (Z_6):

$$Z_6 = 1,05 * [1,157436 - 0,302355 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}}) + 0,069637 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2] * e^{[(0,024869+0,01232 * \frac{100}{\sqrt{S_1}} - 0,0001973 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2] * G_{gp}} \quad (20)$$

По травах багаторічних на сіно і сінаж (Z_7):

$$Z_7 = [0,956142 - 0,085106 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}}) + 0,018135 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 + 0,004342 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3] * e^{[(0,031857-0,00084 * \frac{100}{\sqrt{S_1}} + 0,003413 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^2 - 0,0002657 * (\frac{100}{\sqrt{S_1}})^3] * G_{gp}} \quad (21)$$

Ми знайшли всі математичні залежності технологічних затрат по кожній із сільськогосподарських культур, що планується вирощувати, які є складовими модулю 9 (рис. 1). Слід відмітити, що технологічні затрати знижуються при вирощуванні окремих культур до визначеного фізичного розміру підприємства. При вирощуванні озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи на зерно і насіння соняшника — 10 тис. га, буряків цукрових і кукурудзи на силос — 2—3,5 тис. га і багаторічних трав — 5 тис. га. Наприклад, по кукурудзі на силос на інтервалі 400—10000 га ріллі спостерігається наступна закономірність (рис. 3).

Пов'язано це із затратами автотранспорту, які різко зростають при вирощуванні тих культур, в яких висока урожайність в зеленій масі (кукурудза на силос і цукрові буряки). При вирощуванні багаторічних трав перевозиться

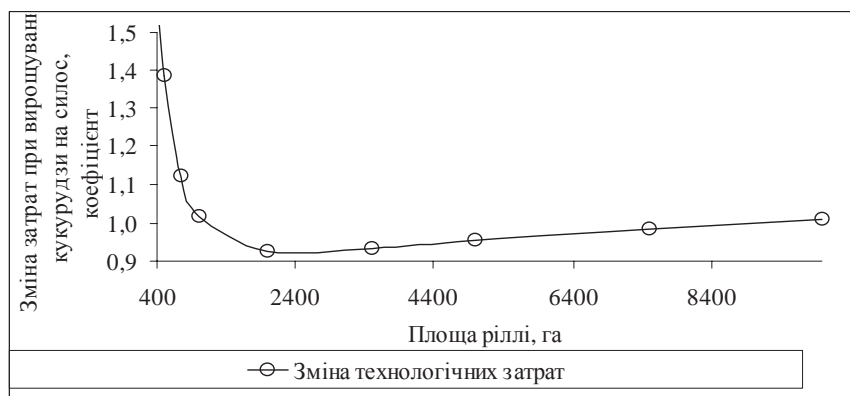


Рис. 3. Залежність змін технологічних затрат при вирощуванні кукурудзи на силос від фізичного розміру підприємства

прив'ялена зелена маса (для сінажу або ж трав'яного силосу) та сіно, величина урожайності кінцевої продукції значно нижча порівняно із урожайністю зеленої маси.

Одночасно нормативи потреби в техніці залежно від основних чинників (групи господарства і розмірів полів) використані нами для встановлення потреби в інвестиціях. Знаючи балансову вартість (використовуємо відповідну БД), розраховується потреба в інвестиціях як в цілому по підприємству для різних комбінацій чинників, так і в розрахунку на 1 га ріллі (табл. 3).

Практично потреба в інвестиціях за всіма видами техніки і сільськогосподарських машин є мінімальною при розмірі підприємств 3,5—10 тис. га ріллі та тільки по автомашинах (КамАЗ-5320) при розмірі підприємства 1 тис. га ріллі.

ти наступне рівняння, яке характеризує відносне збільшення потреби в інвестиціях (R_{I_r}) залежно від фізичного розміру підприємства (S_1) та групи поля (G_{rp}):

$$R_{I_r} = \{1,236501 - 40,2019 / \sqrt{S_1} + 0,167743 * [\frac{100}{\sqrt{S_1}}]^2 - 0,001221 * [\frac{100}{\sqrt{S_1}}]^3\} * [0,974635 + 0,0147384 * G_{rp} + 0,008541 * G_{rp}^2] \quad (17)$$

За допомогою цього рівняння нами розрахована комбінація відносної зміни обсягів інвестицій на закупівлю техніки залежно від фізичного розміру підприємства і групи поля (табл. 4).

Співставлення цих показників, що одержані з допомогою рівняння (14), з розрахованими в оптимізаційних моделях показало незначні відмінності (максимум до 2 %).

Таблиця 4. Вартість техніки за видати в розрахунку на 1 га ріллі залежно від розміру господарства та групи поля, грн.

Площа, га	Види техніки								Всього
	T-150K	MT3-82	T-70C	Джон-Дір-9500	Ягуар-840	PKC-6	КамАЗ-5320	С-г машини	
Вартість залежно від розміру господарства (1 група поля)									
50	12460	3496	1791	20670	24327	4240	2145	44368	113498
100	6230	1748	896	10335	12164	2120	1073	22184	56749
250	2492	699	358	4134	4865	848	429	8874	22700
500	1319	385	179	2067	2433	424	341	4707	11855
750	1026	279,6	119,4	1378,0	1621,8	282,7	311,3	3563,1	8582
1000	806,3	332,1	134,4	1033,5	1216,4	212,0	233,4	3181,7	7150
2000	586,4	253,4	112,0	1033,5	608,2	106,0	242,9	2379,4	5322
3500	523,5	239,7	102,4	738,2	347,5	60,6	268,6	2164,0	4445
5000	527,7	241,2	107,5	723,5	486,5	42,4	300,3	2191,0	4620
7500	498,4	247,0	101,5	620,1	324,4	56,5	334,0	2117,4	4299
10000	505,7	251,7	98,5	671,8	364,9	42,4	369,7	2139,9	4445
Вартість залежно від групи поля (розмір підприємства – 10 тис. га ріллі)									
1	505,7	251,7	98,5	671,8	364,9	42,4	369,7	2139,9	4445
2	527,7	255,2	112,0	671,8	364,9	42,4	369,7	2237,2	4581
3	579,0	263,9	120,9	723,5	364,9	63,6	369,7	2409,7	4895
4	623,0	270,9	143,3	775,1	364,9	63,6	369,7	2593,1	5204
5	700,0	279,6	161,2	826,8	364,9	63,6	369,7	2852,1	5618
6	758,6	290,1	183,6	878,5	486,5	63,6	369,7	3080,9	6112
7	842,9	304,1	206,0	930,2	486,5	63,6	369,7	3382,6	6586
8	941,9	323,3	232,9	1033,5	608,2	63,6	369,7	3745,2	7318,3

Таблиця 4. Відносна залежність потреби в інвестиціях від фізичного розміру підприємств та групи господарства (порівняно із підприємством розміром 10 тис. га ріллі, 1 група поля)

Площа ріллі, га	Групи господарства							
	1	2	3	4	5	6	7	8
50	25,59	26,63	28,10	30,01	32,36	35,15	38,37	42,04
100	12,74	13,26	13,99	14,94	16,11	17,50	19,11	20,93
250	5,084	5,290	5,582	5,962	6,429	6,983	7,623	8,351
500	2,679	2,787	2,941	3,141	3,387	3,679	4,017	4,400
750	1,942	2,020	2,132	2,277	2,455	2,667	2,911	3,189
1000	1,601	1,665	1,758	1,877	2,024	2,198	2,400	2,629
2000	1,160	1,207	1,274	1,361	1,467	1,593	1,740	1,906
3500	1,028	1,070	1,129	1,206	1,300	1,412	1,542	1,689
5000	0,998	1,038	1,096	1,170	1,262	1,371	1,496	1,639
7500	0,992	1,032	1,089	1,163	1,254	1,362	1,487	1,629
10000	0,999	1,039	1,097	1,171	1,263	1,372	1,498	1,641

Одержане рівняння буде використане нами для визначення потреби в інвестиціях галузей рослинництва в оптимізаційній задачі технологічного сполучення основних галузей — рослинництва і тваринництва.

ВИСНОВКИ

Розрахунки показали, що потреба в техніці скорочується при зростанні фізичних розмірів підприємств й відповідно знижується потреба в інвестиціях для оновлення машинно-тракторного парку.

Література:

1. Колесник Г.О., Піддубна Л.М., Голубченко П.І. Планування оптимального складу машинно-тракторного парку. — К.: Урожай, 1978. — С. 57—58.
2. Петрова Н.И., Кузьмин В.Н. Формирование оптимального состава машинно-тракторного парка на сельскохозяйственных предприятиях / Обзорная информация. — М.: АгроНИИТЭИИТО, 1988. — 22 с.
3. Баширов Р.М. Обоснование оптимального состава машинно-тракторного парка и плана использования агрегатов: учебное пособие. — Уфа: Ульяновский СХИ, 1990. — 80 с.
4. Надаршин Т.К., Мальцев А.А. Оптимизация машинно-тракторного парка / Обзорная информация. — М.: ВНИИТЭИСХ, 1979. — 55 с.
5. Хабатов Р.Ш. Методика обоснования количественной структуры системы машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства // Оптимизация машинно-тракторного парка: сб. науч. трудов. — М.: МСХА им. К.А.Тимирязева, 1985. — С. 3—7.
6. Осадчий В.К. Обоснование состава сельскохозяйственной техники в АПК Молдавии по

уточненной математической модели // Оптимизация машинно-тракторного парка: сб. науч. трудов. — М.: МСХА им. К.А.Тимирязева, 1985. — С. 51—53.

7. Чайнов А. Оптимальные размеры земельных хозяйств / Труды Высшего Семинария с.-х. Экономии и политики при Петровской с.-х. академии. — М.: Издательство Наркомзема "Новая деревня", 1922. — С. 5—82.

8. Вітвицький В.В. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на передпосівному обробітку ґрунту /

В.В. Вітвицький, І.В. Лобастов, М.Ф. Кисляченко, Н.А. Рибачук, Е.М. Нуждін, Г.І. Ковальова. — К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2005. — 672 с.

9. В.І. Дробот, Г.І. Зуб, М.П. Кононенко та ін. Економічний довідник аграрника. / За ред. Ю.Я.Лузана, П.Т. Саблука. — К.: Преса України, 2003. — 800 с.

10. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / В.В. Вітвицький, М.Ф.Кисличенко, І.В.Лобастов, А.А. Нечипорук. — К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2006. — 107 с.

11. Браславец М.Е., Кравченко Р.Г. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве // Учебники и учебные пособия для высших с.-х. учеб. заведений. — М.: Колос, 1972.

12. Лишний А., Кривонос В. Оптимальное распределение тракторного парка хозяйств по видам работ // Использование математических методов и вычислительной техники в сельском хозяйстве. Составитель: Э.Крылатых. — М.: Экономика, 1968. — С. 309—312.

13. Ушачев И. Научное обеспечение Государственной программы развития сельского хозяйства // АПК: экономика, управление. — 2008. — № 3. — С. 7—17.

14. Совершенствование структуры машинно-тракторного парка и повышение эффективности его использования в колхозах и совхозах УССР // Серия 35. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. — К.: УкрНИИТИ, 1979. — 43 с.

15. Драгайцев В. Оснащенность зерноуборочными комбайнами сельского хозяйства России и зарубежных стран // АПК: экономика, управление. — 2008. — № 2. — С. 61—65.
Стаття надійшла до редакції 17.09.2009 р.