

## **Гапоненко А.И. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРУДИЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ - ДИСКАТОРА**

Рассмотрены особенности функционирования дисковых почвообрабатывающих орудий с креплением рабочих органов на упругих стойках выполняющих пространственные колебания относительно положения динамического равновесия. Расчетно установлено – спектр колебаний содержит гармонику основного тона с частотой 2,3 Гц и амплитудой 5 град, раскрывая динамический характер взаимодействия рабочего органа с почвой. Экспериментально установлено, что процесс взаимодействия дискового рабочего органа на упругой стойке с почвой является нестационарным, основная мощность колебаний содержится в спектре 2 - 6,5 Гц. Обоснования приведенной массы на упругой стойке позволяет снизить энергоемкость процесса обработки почвы на 7%, при этом не нарушая качественных требований к технологическому процессу.

**Ключевые слова:** упругая стойка; динамические характеристики; колебания; приведенная масса; частота; амплитуда; тяговое сопротивление.

## **Gaponenko O.I. IMPROVED TOOLS FOR SURFACE PROCESSING OF SOIL – DISC HARROW**

Considered the features of the functioning disk tillers with fastening on the working bodies of the elastic shank perform spatial fluctuations relative to the dynamic equilibrium position. Calculation found – oscillation spectrum contains harmonic pitch with a frequency of 2.3 Hz and amplitude of 5 degrees, revealing the dynamic nature of the working body of the interaction with the soil. It was established experimentally – the interaction of the working disk body on the elastic shank with soil is non-stationary, the main power fluctuations is contained in the range of 2 - 6.5 Hz. Rationale reduced mass on an elastic shank helps reduce the draft force of the soil processing by 7%, without disturbing the quality process requirements.

**Keywords:** elastic shank; dynamic properties; fluctuations; reduced mass; frequency; amplitude; draft force.

Стаття надійшла в редакцію: 06.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Топілін Г.Є.

УДК 631.12/631.55

## **МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБАХ ЧЕРЕЗ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ПОСЛУГ НА ВИКОНАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ**

**О. В. Таценко**, ст. викладач, Сумський національний аграрний університет

Пропонована стаття розглядає методичні підходи до обґрунтування потреби в технічних засобах (збиральних машинах) через прогнозування попиту послуг на виконання механізованих збиральних робіт.

**Ключові слова:** методика, технічні засоби, потреба в технічних засобах, збирання, збиральні машини, попит послуг, прогнозування.

**Постановка проблеми.** В теперішній час господарства будь-якої форми власності мають велику потребу в сучасних високопродуктивних машинних агрегатах. Готовність їх власного парку тракторів і сільськогосподарських машин на період напруженої кампанії сільськогосподарських робіт, завжди складає біля 40...50% від загальної готовності всього парку тракторів і сільськогосподарських машин. Беручи до уваги, неплатежоспроможність власників машин різних форм власності, і неможливість більшості підприємств виконати весь об'єм механізованих робіт в заданий агротехнічний термін, створюються умови для функціонування приватних підприємств, машинних парків по виконанню різноманітних сільськогосподарських робіт.

Успішне функціонування підприємств даного виду, в першу чергу, залежить від потреб в даних послугах самих власників сільськогосподарської техніки і господарів земельних ресурсів. Також відомо, що можливості машинних парків обумов-

люються продуктивністю машинних агрегатів, що обмежує їх економічні, технічні і технологічні показники, тому діяльність даних підприємств та машинних парків повинна включати:

- процес визначення співвідношення між числом машин визначеної марки і об'ємом виконуваних механізованих робіт, номенклатурою і кількістю необхідних механізованих робіт на протязі року, а також їх вартістю;

- виявлення причин неефективного використання машинних агрегатів, розробку міроприємств по їх усуненню;

- дослідження закономірностей зміни попиту послуг з метою оптимізації річних об'ємів виконуваних механізованих робіт машинними парками;

- розробку методики прогнозування попиту послуг і критеріїв, які будуть характеризувати його в зв'язку зі зміною кількості і якості машинно-тракторного парку.

Також успішне функціонування підприємств по виконанню механізованих сільськогосподарсь-

ких робіт залежить вмілої організації проведення механізованих процесів, робіт.

#### **Аналіз результатів останніх досліджень.**

Дослідження питань, пов'язаних із використанням техніки в сільському господарстві, це дослідження, які пов'язані із суспільно-виробничими відносинами та становленням рівня механізації сільського виробництва.

Дослідження по використанню сільськогосподарської техніки і складів МТП стали з'являтися із появою перших зразків технічних засобів для виконання технологічних процесів у рослинництві. Увага до технічного прогресу і розвитку взагалі та зокрема, до організації застосування техніки, була актуальною і великою завжди.

Проблема вивчення і вдосконалення існуючих систем та комплексів машин в Україні не нова. В дослідженнях даної проблеми умовно виділити декілька періодів. Якщо перші періоди досліджень даної проблеми пов'язані із становленням рівня механізації сільськогосподарського виробництва, то останній направлений на визначення раціональної структури затрат для виконання механізованих технологічних процесів виробництва сільськогосподарської продукції через обґрунтування складу машинних агрегатів і комплексів машин. У роботах М.К. Діденка, В.Д. Грецькося, І.І. Мельника, С.М. Бондаря розроблена методика, яка дає змогу визначити раціональні структури машинних агрегатів для виконання технологічних процесів в системах технологій виробництва продукції рослинництва. Виходячи із їх рекомендацій, обґрунтування раціональних складів і режимів роботи машинних агрегатів та комплексів машин повинно спиратися на систему математичних моделей, які відтворюють взаємозалежність між умовами роботи і вимогами до технологічних процесів. Під керівництвом професора Мельника І.І. розроблена й впроваджена у виробництво та навчальний процес система "Комплексне машиновикористання", що передбачає комбіноване вирішення задачі обґрунтування складу комплексів машин і структури машинного парку в єдиному системному взаємозв'язку: технологія - машинні агрегати - комплекси машин - машинно-тракторний парк - машинно-технологічні станції [1, 2].

**Формулювання цілей статті та мети досліджень.** Аналізуючи вище перелічені фактори і умови, а також виходячи з тієї умови, що формування і розвиток попиту на послуги по виконанню механізованих робіт залежить від багатьох факторів, які вище перелічені пропонується методика по обґрунтуванню потреби в технічних засобах через прогнозування попиту послуг на виконання механізованих робіт.

Процес аналізу, дослідження і визначення факторів, які формують попит послуг на виконання механізованих робіт описується з допомогою математичної моделі представленої рівнянням

загального вигляду:

$$K_c = c + b_1 x_1 + \dots + b_n x_n \quad (1)$$

де:  $x_1, \dots, x_n$  - фактори, які впливають на попит виконання механізованих робіт;  $c, b_1, \dots, b_n$  - коефіцієнти, які характеризують ступінь впливу кожного фактору на попит.

Важливим моментом при формуванні математичної моделі це є процес відбору факторів, які впливають на попит послуг у виконанні механізованих робіт машинними агрегатами. Згідно до цього по кожному типу і марці трактора, сільськогосподарської машини, вибирають лише ті типи і марки, які в найбільшій мірі впливають на розвиток попиту послуг машинних агрегатів.

Для прогнозування попиту послуг необхідно мати ефективний математичний апарат, а необхідно також мати надійну і достовірну інформацію, отримати яку не завжди вдається.

Визначення попиту послуг на проведення механізованих робіт з допомогою математичних моделей вимагає досліджень, складних багатоваріантних розрахунків що більш прийнятно при довгостроковому прогнозуванні, а для оперативного прогнозу широко використовується дана методика, яка дає можливість визначити попит послуг на виконання сільськогосподарських робіт машинними агрегатами, виходячи зі запропонованої математичної моделі з допомогою ПЕОМ використовуючи програмні пакети MS Excel, MathCAD, Statistica та інші.

**Результати досліджень.** При практичному вирішенні поставлених задач буде використано статистичні методи аналізу і обробки даних та статистичні методи прогнозування [3, 4].

Комплексною оцінкою, фактором для визначення попиту послуг на виконання механізованих процесів при оперативному прогнозуванні, робіт в нашому випадку було взято статистичні дані об'ємів виконання механізованих робіт по роках на прикладі операції збирання кукурудзи на зерно для одного із підприємств Липоводолинського району Сумської області. Всі вище перелічені фактори, які впливають на попит послуг виконання механізованих робіт, характеризуються об'ємами збирання кукурудзи на зерно по роках. Виходячи з вище сказаного ми можемо поспробувати звести всі фактори, які впливають на попит послуг до єдиного комплексного впливу якого буде описувати математична модель представлена рівнянням прямої лінії.

Базовим підприємством для аналізу надання послуг виконання механізованих робіт збирання кукурудзи на зерно з подальшим прогнозуванням попиту на дані види послуг для визначення було взято одно із типових підприємств Липоводолинського району Сумської області. Статистичні дані об'ємів виконання механізованих робіт по роках на прикладі операції збирання кукурудзи на зерно представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 Статистичні дані роботи збиральних машинних агрегатів підприємства для визначення і прогнозування попиту послуг на виконання механізованих робіт.

Рік	Коефіцієнт попиту послуг, Kc	Площа виконаної роботи збиральними маш. агрегатами підприємства, Sз га	Загальна площа кукурудзи на зерно в межах базового району, S га
2010	0,184313725	4230	22950
2011	0,202794242	4790	23620
2012	0,251563896	5630	22380
2013	0,260430995	5680	21810
2014	0,304113614	6210	20420
2015	0,339398734	6435	18960

Для визначення форми впливу комплексного фактору і створення математичної моделі лінійного виду, яка буде описувати закон зміни коефіцієнта попиту на послуги виконання механізованих робіт нами було проведено лінійний регресивний аналіз. Результати його проведення представлені на Рис.2, Рис.3, Рис.4 і Рис.5. З представленої статистичної виборки та ілюстративної інформації проведення регресивного аналізу зрозуміло, що пряmolінійна регресія статистично достовірна на рівні 95%.

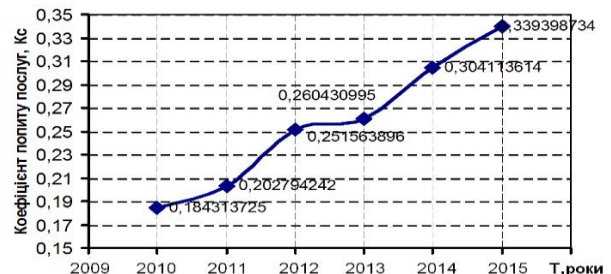


Рис. 2 Графік залежності коефіцієнту попиту на виконання механізованих робіт

2 VAR2	Multiple Regression Results		
,184313725	Dep. Var. : VAR2	Multiple R : ,98970931	F = 191,3557
,202794242		RI: ,97952453	df = 1, 4
,251563896	No. of cases: 6	adjusted RI: ,97440566	p = ,000158
,260430995	Standard error of estimate: ,009402841		
,304113614	Intercept: -62,00635877	Std. Error: 4,501039	t( 4) = -13,78 p < ,0002
,339398734	VAR1 beta=,990		

Рис.3 Вікно попередніх результатів аналізу лінії регресії.

Виходячи з розрахованого коефіцієнта детермінації ми можемо сказати, що на частку випадкових факторів, не врахованих регресією, залишилося лише 2%, тобто 98% всіх факторів,

які впливають на коефіцієнт попиту послуг на виконання механізованих робіт, було враховано представленою математичною моделлю лінійного типу.

MULTIPLE REGRESS.		R= ,98970931 RI= ,97952453 Adjusted RI= ,97440566 F(1,4)=191,36 p<,00016 Std. Error of estimate: ,00940				
N=6	BETA	St. Err. of BETA	B	St. Err. of B	t(4)	p-level
Intercept			-62,0064	4,501039	-13,7760	,000161
VAR1	,989709	,071546	,0311	,002248	13,8331	,000158

Рис.4 Вікно остаточних результатів регресивного аналізу статистичних даних.

У стовпці «В» наведено значення вільного члена рівняння регресії він дорівнює  $v = -62,0064$ , а із стовпця «р» видно, що шансів на користь того, що  $v = 0$ , всього 0,000161. Отже рівняння регресії статистично достовірне. Коефіцієнт а записаний нижче коефіцієнта в і дорівнює  $a = 0,0311$  (при  $p = 0,000158$ ). Статистично до-

стовірний і цей коефіцієнт.

Це дозволяє записати рівняння регресії досліджуваного процесу в такому вигляді:

$$Kc \text{ (коефіцієнт попиту послуг)} = 0,0311 * T \text{ (рік)} - 62,0064 \text{ (2)}$$

із зазначенням на графіку 95% довірчих інтервалів.



Рис. 5 Графік зміни коефіцієнту попиту послуг, на виконання механізованих робіт по роках.

Основне завдання регресивного аналізу розв'язане. За цим рівнянням можна обрахувати значення коефіцієнту попиту послуг на виконання механізованих робіт на будь який наступний рік використовуючи методику прогнозування результатів досліджень на основі екстраполяції отриманої математичної моделі лінійного ряду.

При прогнозуванні з використанням математичних моделей необхідно визначити довірчий інтервал прогнозу.

Як правило, передбачувані значення досліджуваного ряду, визначаються методом екстраполяції.

Довірчі інтервали прогнозу для лінійного тренда на основі екстраполяції:

$$K_C \pm S t_{\alpha} K \quad (3)$$

де  $t_{\alpha}$  - значення t-критерію Стьюдента для прийнятої імовірності  $\alpha=0,9$ ; S - середня квадратична помилка прогнозованого значення  $K_c$ ;

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{f}} \quad (4)$$

f – кількість ступенів свободи, що залежить від характеру математичної моделі: для лінійної математичної моделі  $f=n-2$ .

Значення K залежить від n і L, тобто тривалості попередніх спостережень і періоду прогнозування в майбутнє (періоду попередження).

$$K = \sqrt{\frac{n+1}{n} + \frac{3(n+2L-1)^2}{n(n^2-1)}} \quad (5)$$

де: L - період прогнозування на майбутнє;  
n - період тривалості попередніх спостережень.

Величину  $t_{\alpha} K$  позначимо через  $K^*$ . Величина  $K^*$  табульована.

Отримаємо:

$$K_C \pm S K^* \quad (6)$$

При збільшенні тривалості попередніх спостережень n значення K і  $K^*$  зменшуються, а з ростом періоду попередження L вони ростуть.

Для визначення довірчого інтервалу лінійної математичної моделі визначимо прогнозуємо значення коефіцієнту попиту послуг згідно математичної моделі; середню квадратичну помилку прогнозованих значень  $K_c$  і табульоване значення  $K^*$  для оцінки довірчих інтервалів для L=3 n=6 з рівнем ймовірності 0,9 згідно довідників.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_C - \bar{K}_C)^2}{f}} =$$

$$= \sqrt{\frac{(0,3802 - 0,4113)^2 + (0,4113 - 0,4113)^2 + (0,4424 - 0,4113)^2}{3-2}} =$$

$$= 0,043982$$

Розрахунок довірчих інтервалів зведемо в таблицю 2:

Таблиця 2. Довірчі інтервали прогнозованого показника.

Рік	$K_c$	$\bar{K}_C$	$K^*$	$S * K^*$	max $K_c + S_t K^*$	min $K_c - S_t K^*$
2016	0,3802	0,4113	2,8253	0,12426246	0,50446246	0,25593754
2017	0,4113		3,1316	0,13773416	0,54903416	0,27356584
2018	0,4424		3,4762	0,15289037	0,59529037	0,28950963

В результаті проведення необхідних обчислювальних операцій нами було отримано графі-

чні результати процесу прогнозування, які відображені на Рис.6.

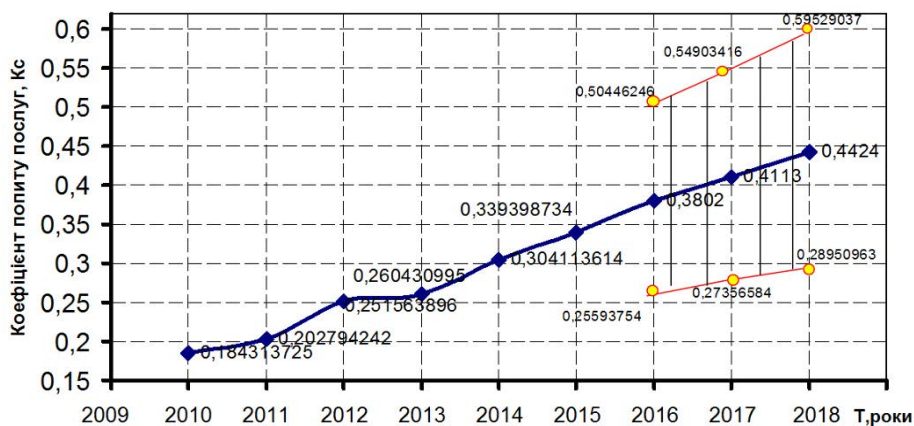


Рис.6. Графік зміни коефіцієнту попиту послуг та прогнозування його значення із зазначенням довірчого інтервалу.

**Висновок.** Отримані результати свідчать про те, ця методика, також дає нам можливість визначити річну програму підприємства, машинного парку по виконанню механізованих робіт, враховуючи попит на послуги машинних агрегатів і нестабільну економічну ситуацію в країні.

Фактично коефіцієнт попиту послуг безумовно буде відрізняться від прогнозованого, але це дає змогу підприємствам зорієнтуватися на ринку даних послуг, що забезпечить конкурентоспроможність здійснюємої послуги. І визначивши середнє значення відхилення дійсного значення від

прогнозованого, ми можемо коригувати коефіцієнт попиту в майбутньому.

Використання даної методики прогнозування для оцінювання попиту по місяцях, кварталах та роках дасть змогу більш оперативно реагувати на зміни кон'юнктури ринку послуг по виконанню сільськогосподарських робіт машинними агрегатами. Крім того вона може бути використана для визначення оптимального складу машинного парку підприємства по наданню послуг механізованих робіт.

#### Список використаної літератури:

1. Бондар С.М. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник / Бондар С.М., Мельник І.І., Гречкосій В.Д.; – Ніжин: АСПЕКТ Поліграф., - 2005. – 192 с.
2. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу / [Мельник І.І., Гречкосій В.Д., Марченко В.В., Михайлович Я.М., Мельник В.І., Надточій О.В.]; за ред. І. І. Мельника. – Київ : Видавничий центр НАУ, 2004. – 85 с.
3. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений / Е.И.Пустыльник – М. : Наука, 1968 . – 288 с..
4. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования / Е.М. Четыркин. – М. : Статистика, 1975. – 184 с.

#### **Taцeнкo A. B. МEТOДИКA OПPEДEЛEНИЯ ПOТPEБНОСТИ В ТEХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ ЧЕРЕЗ ПPOГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА УСЛУГ НА ВЫПОЛНЕНИЕ МEХАНИЗИРОВАНИХ РАБОТ**

*Предлагаемая статья рассматривает методические подходы к обоснованию потребности в технических средствах (уборочных машинах) через прогнозирование спроса услуг на выполнение механизированных уборочных работ.*

**Ключевые слова:** методика, технические средства, потребность в технических средствах, уборка, уборочные машины, спрос услуг, прогнозирование.

#### **Tatsenko O. V. METHOD OF DETERMINING THE NEED FOR TECHNICAL MEANS BY PROGNOSTICATION OF DEMAND FOR SERVICES MECHANIZED OPERATIONS**

*The present article considers methodological approaches to study the need for technical means (harvesters) through demand prognostication services pursuant to mechanized harvesting.*

*The article was carried consider issues associated with the use of technical means in agriculture. A justification the need technical equipment for the mechanized operations.*

*The possibility machine parks stipulated productivity of machine aggregates. The possibility of machine aggregates and parks limited economic, technical and technological parameters. Studied the patterns of changes in supply demand services to optimize the annual volume of mechanized operations executable machine park. Successful operation agricultural company in the implementation mechanized agricultural operations depends skillful organization of mechanized processes work.*

*To solve problems using the process of analysis, research and determining factors. Factors forming*



demand services to implement mechanized operations. Demand services to implement mechanized operations described by a mathematical model. The mathematical model is a process of selection factors.

In practical solution of the problem will use statistical methods of analysis, data processing and statistical prognostication methods.

Used performance statistics mechanized works corn harvesting for years. Used statistics from companies Lypovodolynskiy district of Sumy region.

Conducted a linear regression analysis. Calculated coefficient of determination. Used prognostication methodology research results based on extrapolated mathematical model of linear series. The value range, which investigated, determined by extrapolation. Calculated confidence interval experimental data.

Method makes it possible to determine annual program company, the machine park on realization of mechanized operations. This technique can be used to determine the optimal machine park of company to provide services mechanized operations.

**Keywords:** methods, technical means, the need for technical means, harvesting, harvesting machines, services demand, prognostication.

Стаття надійшла в редакцію: 28.09.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Ревенко І.І.

УДК 631.1

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

С. П. Соколік, Сумський національний аграрний університет

В статті проведено порівняльний аналіз традиційної та ресурсозберігаючих технологій вирощування озимої пшениці, розглянуто переваги та недоліки традиційної, «mini-till» та «no-till» технологій, визначено проблеми та перспективи переходу від традиційних до ресурсозберігаючих технологій вирощування.

**Ключові слова:** технологія вирощування, обробіток ґрунту, традиційна технологія, «mini-till», «no-till».

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах розвиток сільськогосподарського виробництва неможливий без залучення нових (інноваційних) підходів до його здійснення. У зв'язку з розширенням площ ріллі, які обробляються за технологією мінімального обробітку та нульовою технологією виникає необхідність встановлення агрономічної, економічної та енергетичної ефективності таких агротехнологій, щоб, по-перше, визначитись з перспективами цих технологій і, по-друге, встановити як позитивні сторони, так і негативні наслідки застосування технологій у майбутньому.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Причин впровадження нових систем землеробства декілька - економічні (економії витрат на запчастини, паливно-мастильні матеріали та оплату праці), агрономічні (покращення водного режиму ґрунту, особливо в посушливих районах), екологічні (зменшення викидів CO<sub>2</sub> з ґрунту шляхом зв'язування вуглецю органічною речовиною ґрунту, а також зменшення деградації ґрунтів за рахунок стабілізації процесів ерозії).

У той же час багато фахівців декларують застереження, які пов'язані із зростанням забур'яненості посівів на неораних полях, зростання ущільнення ґрунту і, як наслідок, зростання поверхневого стоку і водної ерозії ґрунту. Іншим негативним наслідком ущільнення ґрунту при запровадженні технологій no-till є ймовірне зниження урожайності сільськогосподарських культур із стержневою кореневою системою (коренеплодів, гороху, сої, соняшнику тощо) [1]. А в початковій

фазі використання нульового обробітку (0-5 років) може спостерігатися зменшення вмісту азоту, фосфору і біологічної активності в порівнянні з традиційним обробітком ґрунту.

Деякі автори вважають, що економія витрат при впровадженні мінімізації обробітку ґрунту взагалі та застосуванні no-till зокрема, не є примарною. Якщо оцінити енерговитрати на повні технологічні цикли вирощування польових культур в інтенсивному землеробстві, то виявляється, що частка обробітку ґрунту в економії енергоносіїв є досить скромною. Розрахунки цих авторів свідчать про те, що у сумі прямих і непрямих енергетичних витрат енергії обробіток ґрунту реально не перевищує 10-12%, а значить і економія сукупної антропогенної енергії при впровадженні no-till не буде великою [2].

Взагалі існує думка, що позитивні ефекти технології no-till починають спостерігатися лише після багаторічного впровадження нульового обробітку, а саме, після так званої «перехідної фази» - (через 5-10 років з початку запровадження) [3].

Невирішеним є питання щодо критеріїв оцінки ефективності технологій. Стандартна економічна оцінка не враховує екологічні проблеми технологій. Не зовсім ефективною є економічна оцінка в умовах інфляції. Технології виробництва сільськогосподарської продукції мають забезпечувати найбільш повне використання природних ресурсів при скороченні питомих затрат на одиницю продукції та попереджувати негативний вплив на оточуюче середовище.