

9. Бровко А.А. Системное моделирование процессов адаптации организма к изменениям окружающей среды в норме и патологии / А.А. Бровко, М.Б. Славин // Биологические науки. – 1993. – № 1. – С. 141–146.
10. Зотин А.И. Термодинамическая основа реакций организма на внешние и внутренние факторы / А.И. Зотин. – М.: Наука, 1988. – 272 с.
11. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф.З. Меерсон. – М.: Наука, 1981. – 278 с.
12. Иванов В.А. Математические основы теории автоматического регулирования / [Иванов В.А., Медведев В.С., Чемоданов Б.К., Ющенко А.С.]. – М.: Высшая школа, 1971 – 808 с.
13. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений / Пер. с венг. ; под ред. В.И. Прохорова и А.Л. Беляева. – М.: Стройиздат. 1981. – 248 с.
14. Fanger P.O. Thermal Comfort. Mc Grow Hill / P.O. Fanger. – 1970. – P. 125–134.
15. Драганов Б.Х. Теплотерия в сельском хозяйстве / [Драганов Б.Х., Сажина С.А., Сергиенко Ю.М., Федоров В.Г. ; под ред. Б.Х. Драганова]. – К.: УСХА, 1993. – 278 с.

Изложены вероятностные методы приспособляемости работающего к изменениям условиям работы. Факторы, воздействующие на оператора рассматриваются как случайные величины и анализируются корреляционной матрицей.

Биофизическая совместимость, информационное соответствие, функция распределения, математическое ожидание.

Described probabilistic methods employed adaptability to changing work conditions. Factors affecting the operator are treated as random variables and analyzed the correlation matrix.

Biophysical compatibility, information line, distribution function, expectation.

УДК 631.354.2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РІВНЯ СУЧАСНИХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

**В.О. Дубровін, доктор технічних наук
А.А. Демко, О.В.Надточій, кандидати технічних наук
О.А. Демко, аспірант***

Приведений метод експлуатаційного порівняльного визначення технічного рівня сучасних зернозбиральних комбайнів.

***Науковий керівник – доктор технічних наук В.О. Дубровін**

© В.О. Дубровін, А.А. Демко, О.В.Надточій, О.А. Демко, 2012

Запропоновано метод оцінки комбайнів із врахуванням показників якості та інших технічних характеристик шляхом визначення числового показника відповідно до вибраного зразка.

Зернозбиральний комбайн, оціночні показники, переводні коефіцієнти, технічний рівень, оцінка.

Постановка проблеми. Технічний рівень зернозбиральних комбайнів визначається сукупністю техніко-експлуатаційних, технологічних, економічних, естетичних і ергономічних показників, а також ступенем відповідності вимогам техніки безпеки, гігієни і санітарії. Більшість із названих груп показників і характеристик регламентовані відповідними ГОСТами або галузевими стандартами і є обов'язковими при серійному виробництві щоб не втратити юридичну базу для використання у виробництві.

Аналіз останніх досліджень. Російськими вченими під керівництвом професора Є.В. Жалніна [1-3] запропоновано методику переводу фізичних комбайнів в еталонні. В основу розробленої методики автори поклали ті показники, які обумовлені конструктивними і технологічними особливостями та забезпечують технічний рівень тієї чи іншої моделі комбайна. За висновками авторів технічний рівень комбайнів може визначатися через 10 експлуатаційних і 10 конструктивних показників і характеристик наведених в табл. 1.

1. Конструктивні показники і характеристики комбайнів (методика переводу в еталонні Є.В. Жалніна).

Експлуатаційні показники	Конструктивні характеристики
1. фактична пропускна здатність ,кг/с	1. ширина захвату жатки, м
2. приведена пропускна здатність,	2. потужність двигуна, кс/кВт
3. продуктивність за 1 год. основного часу (чистого часу роботи) га/год.,	3. діаметр молотильного барабана (ротора), м
4. змінна продуктивність га/год., т/год.	4. кут охопту підбарабання, град
5. експлуатаційна продуктивність за час зміни, га/год., т/год.	5. площа підбарабання, м ²
6. об'єм бункера, м ³	6. площа решіт, м ²
7. об'єм паливного бака, л	7. площа соломотраса, м ²
8. швидкість вивантаження зерна із бункера, кг/с	8. тип трансмісії
9. варіант збирання соломи і комплектація соломозбиральними засобами	9. маса, т

Перераховані показники і характеристики автори вважають системо-формуєчими для решти показників їх технічного рівня і більшість з яких впливає на пропускну здатність молотильно-

сепаруючого пристрою (МСП). Авторами аналізувалися ті показники, які достатньо формалізовані і дозволяють за їх допомогою моделювати роботу різних комбайнів і порівнювати їх між собою. Тому в якості еталонного показника прийнята пропускна здатність молотарки комбайна (кг/с), як максимальна продуктивність за одиницю чистого часу зерно-соломистої маси, яку може обмолотити комбайн при відношенні маси соломи до маси зерна 1/1,5, вологості зерна до 18%, соломи 20%, ухилі поля не більше 8%, забур'яненості не більше 5%. На теоретичну пропускну здатність комбайна різною мірою впливають всі конструктивні і експлуатаційні показники і характеристики. Проте із загальної кількості найбільший вплив мають чотири характеристики: потужність двигуна, площа активної сепарації (підбарабання), площа решіт очистки, площа соломотраса. Автори зв'язок приведених вище параметрів визначили через параметричний індекс комбайна емпіричною залежністю:

$$i_k = 0,25 \cdot \left(\frac{N_e}{32} + \frac{F_n}{0,26} + \frac{F_c}{1,5} + \frac{F_p}{0,8} \right), \quad (1)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна, к.с;

F_n, F_c, F_p – площа підбарабання, загальна площа інтенсивної сепарації; площа решіт очистки, м².

Пропускна здатність і його параметричний індекс зв'язані залежністю:

$$q_c = 1,83 \cdot i_k - 0,83. \quad (2)$$

Результати досліджень. Розрахункові значення пропускну здатності за конструктивними характеристиками і коефіцієнти переводу фізичних комбайнів у еталонні приведені у табл. 2. За російськими критеріями масовості і перспективності в якості еталонних прийняті «Нива-Ефект» і Вектор-410. За українськими критеріями масовості і перспективності прийняті Дон-Лан, Дон-1500Б, КЗС-9 «Славутич».

2. Розрахункові коефіцієнти для переводу фізичних комбайнів в еталонні [1].

Модель	q _i , кг/с	K _{пер} при еталонних комбайнах	
		«Нива-Ефект»	«Вектор-410»
«Нива-ефект»	5,6	1,00	0,72
«Вектор-410»	7,7	1,38	1,00
ДОН-1500Б	9,5	1,70	1,24
АСГОС-530	9,7	1,74	1,26
Єнісей-950	6,6	1,18	0,86
Claas-Mega-350	7,7	1,38	1,00
New Holland TC 54	5,9	1,05	0,76
Massen Ferguson M7256 cerea	9,4	1,68	1,22
John Deere 9580 I WTS	10,7	1,90	1,38

Серед експлуатаційних показників, наведених авторами, на наш погляд об'єм паливного бака і об'єм бункера слід віднести до конструктивних показників, як таких, що не міняють свої характеристики залежно від терміну експлуатації. Приведена методика може використовуватися для наближеної емпіричної конструктивної оцінки пропускної здатності МПС сучасних комбайнів.

Керівників і спеціалістів сільгосппідприємств, що мають наміри придбати сучасний комбайн, цікавить реалізація показників технічного рівня, закладена у конструкції комбайнів, через показники продуктивності. Зокрема *показники надійності*: середній наробіток між відмовами, середня тривалість по усуненню відмов, трудомісткість усунення відмов, показники довговічності, пристосованості до зберігання, питома витрата палива (кг/к.с.год). *Споживчі характеристики комбайнів* виражені через ергономічність кабіни для роботи оператора. Запропонована методика оцінки технічного рівня комбайнів проводиться через експлуатаційні показники, виражені числовими значеннями. Технічний рівень сучасних комбайнів одного класу за пропускною здатністю можна виразити 11 експлуатаційними і 12 конструктивними показниками (табл. 3).

3. Експлуатаційні і конструктивні показники.

Експлуатаційні показники:	Конструктивні характеристики:
1. наробіток між відмовами, м.-год.	1. потужність двигуна, к.с. (кВт),
2. тривалість усунення відмов ,год.,	2. маса комбайна, кг,
3. довговічність, год.	3. ширина захвату жатки, м,
4. пристосованість до зберігання, год.	4. діаметр молотильного барабана, м,
5. продуктивність за 1 год чистого часу,	5. довжина молотильного барабана,(ротора), м,
6. пропускна здатність, кг/с,	6. кут охопту підбарабання, град,
7. питома витрата палива, кг/к.с.*год,	7. площа підбарабання, м,
8. к.к.д. трансмісії,	8. площа соломотраса, м ² ,
9. ергономічність кабіни і наявність автоматизованої (комп'ютеризованої) системи управління і контролю	9. тип трансмісії (кількість передач п.х.),
10. вартість комбайна віднесена до потужності двигуна, грн/к.с.(кВт),	10. ємкість бункера, л
11. вартість комбайна віднесена до маси комбайна, грн/кг.	11. ємкість паливного бака, л,
	12. номінальна потужність на привід ГСТ, кс(кВт)

Досить інформативним і значимим для споживачів є вартість комбайна, зокрема вартість комбайна віднесена до потужності двигуна (грн/к.с/кВт) і до маси комбайна (грн/кг). Певною мірою вартість 1 кс/кВт двигуна відносно характеризує якість виробу, а вартість 1 кг маси комбайна характеризує технічний і технологічний рівень та насиченість комбайна електронними засобами управління і

контролю. Інші 9 експлуатаційних показників і характеристик через конкретні відносні показники дозволяють співставити числові значення двох показників – вартість 1 кс двигунів і вартість 1 кг маси комбайнів.

Відносний показник технічного рівня з урахуванням наближених числових значень можна визначити як добуток експлуатаційних показників через їх відносні показники:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = \prod K_i, \quad (5)$$

де K_1 – відносний показник технічного рівня ЗК через середнє значення коефіцієнтів готовності; K_2 - показник довговічності, год.; K_3 – показник пристосованості до зберігання год.; K_4 – показник питомої маси, кг/кс; K_5 – показник паливної економічності, $\frac{кг}{кс \cdot год}$; K_6 – ергономічний показник.

Вагомою характеристикою для мобільної техніки є показник питомої маси, кг/кс :

$\Delta m_1 = m_k / N_e = 13300/235 = 65,59$ кг/к.с (76,78 кг/кВт) для Дон-1500Б;

$\Delta m_2 = 12700/255 = 49,80$ кг/к.с (68,28 кг/кВт) для МФ-7245;

$\Delta m_3 = 12700/210 = 60,48$ кг/к.с (82,46 кг/кВт) для Вектор-410.

Маса комбайна і потужність двигуна, при номінальній пропускній здатності молотарки, впливають на робочу швидкість (км/год.) і годинну продуктивність (га/год.) і витрату палива. Робоча швидкість комбайна Дон-1500Б з врахуванням маси при збиранні пшениці з урожайністю 4т/га, солomистості 1,5 складає $V = 5,49$ км/год., продуктивність $W = 3,29$ га/год.; комбайна МФ7245: швидкість $V = 5,99$ км/год.; продуктивність $W = 3,65$ га/год. ($\Delta W = 3,65/3,29 = 1,109$).

Для визначення впливу надійності на коефіцієнт готовності необхідно знати середньостатистичні або імовірнісні числові значення наробітку між відмовами та показника ремонтпридатності - середнє значення тривалості усунення відмов.

В роботі [4] було показано, що середня тривалість наробітку між відмовами комбайнів Дон-1500Б складає 25 мотогодин, середня тривалість усунення відмов 5 год. Досліджено, що для низько надійних технічних систем, до яких відносяться комбайни російського і українського виробництва, майже 47% складають відмови 1-шої групи складності із тривалістю усунення до 2,6 год. За даними літературних джерел наробіток між відмовами комбайнів марки МФ досягає $t_b = 150$ мотогод, тривалість усунення відмов $t_v = 10$ год. Для цих комбайнів характерні відмови зношувального характеру, що характерно для 2-ї 3-ї груп складності із середньою

тривалістю усунення відмов 10 год. Для комбайнів Дон-1500Б $\omega = 0,04$, а $\mu=0,2$; МФ7245 - $\omega = 0,006$ при $\mu=0,1$; Агрос - $\omega = 0,02$ при $\mu=0,2$.

Для більшої коректності визначення впливу показників надійності на технічний рівень розрахунки проведені через визначення стаціонарного коефіцієнта готовності, нестаціонарного коефіцієнта готовності, стаціонарного коефіцієнта оперативної готовності за термін зміни, нестаціонарного коефіцієнта оперативної готовності за термін зміни.

Стаціонарний і нестаціонарний коефіцієнти готовності визначається із залежності:

$$K_{Г} = \frac{\mu}{\mu + \omega}, \quad (6)$$

$$K_{ГН} = \frac{\omega}{\mu + \omega} \cdot e^{-(\omega + \mu)ts} \quad (7)$$

Стаціонарний і нестаціонарний коефіцієнти оперативної готовності за термін зміни:

$$K_{ГСО} = \frac{\mu}{\mu + \omega} \cdot e^{-\omega ts}, \quad (8)$$

$$K_{ГНО} = \left(\frac{\mu}{\mu + \omega} + \frac{\omega \cdot e^{-(\omega + \mu)ts}}{\mu + \omega} \right) \cdot e^{-\omega ts}. \quad (9)$$

Середнє значення коефіцієнтів готовності визначається із залежності:

$$K_{зср} = \sqrt[4]{K_{Г} + K_{ГН} + K_{ГСО} + K_{ГНО}}. \quad (10)$$

Розрахунки значень коефіцієнтів, проведені за формулами (6) – (9), наведені в табл. 4.

3. Розрахунки значень коефіцієнтів за формулами (6) – (9).

Марка комбайна	Значення коефіцієнтів				
	$K_{Г}$	$K_{ГН}$	$K_{ГС}$	$K_{ГНО}$	$K_{ГСР}$
Дон-1500Б	0,83	0,86	0,47	0,49	0,64
Агрос	0,90	0,90	0,68	0,68	0,78
МФ7245	0,98	0,99	0,90	0,92	0,94

Коефіцієнт довговічності, виражений через термін служби і трудомісткість ремонту деталей машини визначемо із виразу:

$$K_q = \frac{1}{1 + \sum_i^n \frac{t_i}{T_i}}. \quad (11)$$

При періодичних ремонтах, коли одночасно ремонтується група деталей, під T_i розуміється термін до чергового ремонту; t_i його трудомісткість.

Для розрахунку коефіцієнта довговічності за формулою (12) використаємо розрахункові експериментальні і літературні дані прогнозована кількість відмов за агротехнічний термін жнив (≈ 300 год). При наробітку між відмовами в об'ємі 25 мото.год. за термін жнив 300 год імовірність 12 відмов із середньою тривалістю трудомісткості усунення відмов $t_{\text{в}} = 12 \cdot 5 = 60$ мотогод. За висновками науковців ІМЕСГ середня трудомісткість підготовки до жнив складає $t_{\text{п.ж}} = 240$ мотогод.

Використавши ці дані отримаємо значення коефіцієнту для Дон-1500 за формулою (12):

$$K_q = \frac{1}{1 + \left(60 + \frac{240}{300} \right)} = 0,5.$$

Для комбайнів МФ7285 при $t_{\text{в}} = 30$ мотогод, $t_{\text{п.ж}} \approx 240$ люд.-год та трудомісткість ремонту $t \approx 140$ люд.-год:

$$K_q = \frac{1}{1 + \left(30 + \frac{140}{300} \right)} = 0,64.$$

Коефіцієнт переваги по довговічності:

$$\Delta K_q = \frac{K_{\text{МФ}}}{K_{\text{ДОН}}} = \frac{0,64}{0,5} = 1,28.$$

Критерієм довговічності може слугувати імовірність безвідмовної роботи $P(t)$ або коефіцієнт готовності після планового ремонту (K_r).

Для оцінки довговічності можна використати експериментальні статистичні дані. За результатами статистичного обліку було виявлено, що комбайни Дон 1500Б за 14 сезонів відпрацювали під навантаженням в середньому по 3500 мотогод, а комбайни МФ7245 по 4500 мотогод (за мото лічильником двигуна – 10-12 тисяч мотогод).

Прийнявши значення в об'ємі 3500 мотогод як стартовий показник довговічності рівнозначний $K_d = 1$. Для МФ7245 $K_d = \frac{4500}{3500} = 1,28$. До показників економічності слід віднести: питому витрату палива при експлуатаційній потужності двигуна встановленого на комбайні г/к.с. (кВт), відносну витрату оливи у відсотках від витрати палива, загальну і на вигорання; заправочні об'єми ємностей паливного бака, системи мащення двигуна, системи охолодження, гідросистеми, в тому числі гідротрансмисії.

Показниками *технологічності* є: питома матеріаломісткість, кг/к.с. (кВт); число сортів олів і мастил, що використовуються в комбайні; середня оперативна трудомісткість щозмінного технічного обслуговування, люд.-год.

Коефіцієнт технічного рівня за показником питомої витрати палива складає: $q_{\text{ДОН}} = 172 \text{ г/к.с.год}$ для $q_{\text{МФ}} = 165 \text{ г/к.с.год}$.
Відповідно:

$$\Delta q = \frac{q_{\text{МФ}}}{q_{\text{ДОН}}} = 0,941 \approx 5,9\% .$$

Коефіцієнт збереженості визначимо через узагальнюючий показник – тривалість заводської окраски в роках і затрати на повторну окраску комбайна.

Практика показала, що тривалість зберігання заводської окраски складає – 8 років для МФ 4245, і 6 років для Дон-1500.

Визначимо відносний показник пристосованості до зберігання:

$$\Delta K_3 = \frac{t_{\text{зМФ}}}{t_{\text{зДОН}}} = \frac{8}{6} = 1,33 .$$

Будемо вважати, що пристосованість до зберігання впливає на затрати на повторну окраску і затрати на ремонту, тобто на залишкову ціну при перепродажу через показник товарного вигляду комбайна і на продуктивність впливає не суттєво. Тобто показник пристосованості до зберігання включимо у формулу загальної оцінки технічного рівня, а у формулу експлуатаційної оцінки включати не будемо:

$$\Delta q_u = \frac{10,14}{9,26} = 1,095; \Delta K_r = \frac{0,95}{0,64} = 1,48 .$$

Визначимо коефіцієнт використання часу зміни через коефіцієнт готовності:

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{1}{Z_0 + \frac{1}{K_r}} = \frac{1}{0,25 + \frac{1}{0,66}} = 0,55 \text{ для Дон-1500};$$

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{1}{0,25 + \frac{1}{0,94}} = 0,76 \text{ для МФ-7245} .$$

При цьому показник технічного рівня за коефіцієнтом використання часу зміни складе:

$$\Delta \tau_{\text{зм}} = \frac{0,76}{0,59} = 1,29 .$$

За висновками спеціалістів, комбайнерів ергономічність кабін сучасних комбайнів зменшує втомлюваність і сприяє підвищенню

продуктивності на 10% за зміну. Тобто для Дон-1500Б приймаємо $\Delta K_{\text{дон}} = 1$; МФ-7245 $\Delta K_{\text{мф}} = 1,1$.

Значення розрахованих показників для експлуатаційної оцінки технічного рівня зернозбиральних комбайнів приведені в табл. 4.

4. Зведені дані показників розрахунків комбайнів Дон-1500Б та МФ7245.

Показники	Марка, значення				Відносний показник ΔK
	Дон 1500 Б	$K_{\text{дон}}$	МФ 4275	$K_{\text{мф}}$	
Потужність двигуна, к.с.					+20
Маса комбайна, кг	13500+3000		12700+3000		-800
Питома потужність на обмолот, кВтс/кг	9,1	1	9,1	1	-
Питома потужність на подрібнення, кВтс/кг	2,1	1	2,1	1	-
Питома маса, кг/кс	56,59	1,12	49,80	1	-1,126
Пропускна здатність, кг/с	9,26	1	10,14	1,095	+1,095
Питома витрата палива, кг/квт.год.	0,234	1	0,204	1,042	+1,042
Продуктивність з врахуванням маси, га/год	3,20	1	3,65	1,109	+1,109
Коефіцієнт готовності	0,83	1	0,98	1,180	+1,180
Коефіцієнт не стаціонарної готовності	0,86	1	0,99	1,151	+1,151
Стаціонарний коефіцієнт оперативної готовності	0,47	1	0,90	1,914	+1,914
Нестаціонарний коефіцієнт оперативної готовності	0,49	1	0,92	1,877	+1,877
Середнє значення	0,66	1	0,94	1,484	+1,484
Коефіцієнт використання	0,59	1	0,76	1,241	+1,291

Підставимо значення відносних показників технічного рівня у формулу (5) і визначимо експлуатаційний коефіцієнт технічного рівня комбайна:

$$\Delta K_{\text{дон}} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1; \Delta K_{\text{мф}} = 1,095 \cdot 1,052 \cdot 1,48 \cdot 1,29 \cdot 1,1 = 2,42.$$

Висновки

Порівняльна оцінка вартості 1 кс потужності двигунів комбайнів і 1 кг маси дозволяє визначити ($\Delta K_{\text{в}} = \Delta V_{\text{мф}} / \Delta V_{\text{дон}} = 733/416 = 1,76$; $\Delta K_{\text{м}} = \Delta V_{\text{м мф}} / \Delta V_{\text{м дон}} = 16/7,25 = 2,20$), що вартість 1 кс. потужності двигуна комбайнів МФ 7245 в 1,76 раза вища, чим 1 кс. потужності

двигуна комбайнів Дон-1500Б. При цьому 1 кг маси комбайнів МФ 7245 в 2,2 рази вищий ніж 1 кг маси Дон-1500Б. За відношенням експлуатаційного показника технічного рівня комбайнів МФ-7245 $\Delta K_{\text{тр}}=2,42$ до питомої вартості 1 \$/кв. потужності двигуна $\Delta K_{\text{в}}=1,76$ можна визначити узагальнений показник техніко-економічної доцільності використання, що показує перевагу для комбайнів: МФ-7245 над Дон-1500Б. ($\Delta K_{\text{тп}}=\Delta K_{\text{тр}} \cdot \Delta K_{\text{в}}=2,42/1,76=1,87$).

Запропонований метод визначення технічного рівня із врахуванням впливу експлуатаційних і конструктивних показників і характеристик, закладених у нових зразках машин, при виборі зарнозбиральних комбайнів одного класу різних виробників з метою оновлення і поновлення парків дозволяє провести техніко-економічну оцінку ще на стадії прийняття рішення.

Список літератури

1. Жалнин Э.В. Развитие учения В.П. Горячкина в области зерноуборочной техники / Э.В. Жалнин // Техника в сельском хозяйстве. – 2004. – № 6. – С. 23.–30.
2. Жалнин Э.В. О переводе физических зерноуборочных комбайнов эталонные / Жалнин Э.В., Жикинбаев М.Ш., Пьянов В.С. // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 6. – С. 37–40.
3. Маслов Г.Г. Методика комплексной оценки эффективности сравниваемых машин / Г.Г. Маслов // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – №10. – С. 31–33.
4. Демко С.А. Визначення впливу терміну експлуатації зернозбиральних комбайнів на їх техніко-експлуатаційні характеристики : Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук / С.А. Демко. – К., 2007. – 20 с.
5. Проников А.С. Надежность машин и машиностроение / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1975. – 150 с.

Приведен метод експлуатаційного сравнительного определения технического уровня современных зерноуборочных комбайнов. Предложен метод оценки комбайнов с учетом показателей качества и других технических характеристик путем определения числового показателя в соответствии с выбранным изделием.

Зерноуборочный комбайн, оценочные показатели, переводные коэффициенты, технический уровень, оценка.

The brought method of working comparative determination technical level modern grainharvest combine. Offered method of estimation combine with provision for factors quality and other technical features by determinations of numeric factor in accordance with chosen product.

Grainharvest combine, estimated parametres, conversion factors, technological level, estimation.