



УДК 658.011.56

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ ПИТОМИХ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ОЧИЩЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ХЛІБНИХ КУЛЬТУР

Постнікова М.В., к.т.н.,

Карпова О.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: (0619) 42-23-41

Анотація – визначення закономірності розподілу питомих витрат електроенергії на підприємствах очищення та переробки хлібних культур.

Ключові слова – енергозбереження, раціональне використання електроенергії, електропривід.

Постановка проблеми. Реалізації програми енергозбереження в сільськогосподарському виробництві приділяється велика увага. Один із шляхів енергозбереження при очищенні зерна на зернопунктах, а також при помелу зерна на млинах – розробка науково-обґрунтованих питомих норм витрати електроенергії, впровадження яких дозволить економити 8-10% електроенергії.

Аналіз останніх досліджень. Математично-статистичний метод нормування електроенергії [1, 2] дозволяє науково обґрунтувати точність запропонованої норми, дати імовірну оцінку можливих відхилень величини питомих витрат електроенергії. Питомі витрати електроенергії можна вважати випадковою змінною величиною, так як вона залежить від багатьох основних та побічних імовірно випадкових факторів. Правильно оцінити вплив випадковостей можна, якщо використовувати теорію імовірності і математичну статистику [3].

Мета [З] статті. Визначити вид розподілення питомих витрат електроенергії на підприємствах очищення та переробки хлібних культур.

Основні матеріали дослідження. Одним з важливих етапів математично-статистичного методу є визначення виду розподілу питомих витрат електроенергії. На основі аналізу факторів, які формують питомі витрати електроенергії, попередньо обирають певний закон

його розподілу. Наприклад, питомі витрати електроенергії, які представлені як результат впливу суми великої кількості незалежно діючих випадкових факторів, для багатьох технологічних процесів розподіляється за нормальним законом [1].

При нормальному розподілі щільність імовірності питомих витрат електроенергії буде

$$\varphi_n(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

а функція розподілу

$$F_n(x) = 0,5 + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right). \quad (2)$$

В даному випадку величина a (математичне сподівання) і σ (середньоквадратичне відхилення) є параметрами розподілу.

Після обрання закону розподілу та визначення параметрів теоретичного розподілу, необхідно перевірити відповідність емпіричних даних передбачуваному теоретичному розподілу в генеральній сукупності. Вирішують це питання за допомогою критерію в еддиниці. В середньому питомі витрати електроенергії на підприємствах переробки та зберігання хлібних культур впливає велика кількість факторів. Одні з них є основними, які контролюються, другі – другорядними, випадковими, які мають імовірний характер. Як правило, всі фактори діють незалежно один від одного, а питомі витрати є підсумком сумарного впливу цих факторів, багато з них не грають суттєвої ролі в їх формуванні. Це дозволяє зробити апріорне припущення про нормальний розподіл на підприємствах очищення та переробки хлібних культур питомих витрат електроенергії, тому що вони обумовлені великою кількістю незалежно діючих причин [1].

Для встановлення закону розподілу питомих витрат електроенергії на зерноочисних агрегатах ЗАВ-20 були використані дані спостережень з обробки пшениці.

Отриманий ряд, де $y = W_{\text{пит.}}$, з відповідними частотами значень і проведених обчислень показаний в таблиці 1.

Зробивши апріорне припущення про нормальність розподілу, можна довести відповідність емпіричного розподілу теоретичному нормальному. Для того щоб побудувати криву нормального розподілу, скористаємося наступною формулою [1]

$$F(t) = \frac{Nk}{\sigma} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}, \tag{3}$$

де N – число проведених досліджень, дорівнює сумі частот емпіричного розподілу $\sum m$;

k – величина інтервалу подрібнення емпіричного ряду розподілу;

σ – середньоквадратичне відхилення ряду;

t – нормоване відхилення: $t = \frac{y - \bar{y}}{\sigma}$.

Таблиця 1 –

Розподілення частот сукупності спостережень питомої витрати електроенергії

y	m	ym	y^2	y^2m	$y - \bar{y}$	$t = \frac{y - \bar{y}}{\sigma}$	$f(t)$	m''	m'
0,8	1	0,8	0,64	0,64	-1,0833	-2,2359	0,0332	1,02	1
1,3	6	7,8	1,69	10,14	-0,5833	-1,2039	0,1942	6,01	6
1,8	13	23,4	3,24	42,12	-0,0833	-0,1719	0,3932	12,17	12
2,3	7	16,1	5,29	37,03	0,4167	0,8600	0,2756	8,53	9
2,8	3	8,4	7,84	23,52	0,9167	1,8920	0,0669	2,07	2
\sum_1^n	30	56,5	18,7	113,45					

Продовження таблиці 1

y	$m - m'$	$(m - m')^2$	$\frac{(m - m')^2}{m'}$	M	M'	$M - M'$	P	q	$\frac{(m - m')^2}{m' q}$
0,8	0	0	0	1	1	0	0,033	0,967	0
1,3	0	0	0	7	7	0	0,2	0,8	0
1,8	1	1	0,0833	20	19	1	0,4	0,6	0,138
2,3	-2	4	0,4444	27	28	-1	0,3	0,7	0,634
2,8	1	1	0,5	30	30	0	0,066	0,934	0,535
\sum_1^n			1,0277						1,307

Величина $f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$ табульована і знаходиться за математичними таблицями [4].

Визначаємо параметри розподілу:

- середньозважену емпіричного ряду $\hat{y} = \frac{\sum ym}{\sum m} = \frac{56,5}{30} = 1,8833$;

- дисперсію емпіричного ряду

$$\sigma^2 = \frac{\sum y^2 m}{\sum m} - \bar{y}^2 = \frac{113,45}{30} - (1,8833)^2 = 0,2349, \sqrt{0,2349} = 0,4847.$$

У формулі (3) множник $\frac{Nk}{\sigma} = \frac{30 \cdot 0,5}{0,4847} \approx 31$.

За значеннями емпіричних m та теоретичних m' частот і питомих витрат електроенергії у побудовані криві емпіричного та теоретичного нормального розподілу, які представлені на рисунку 1.

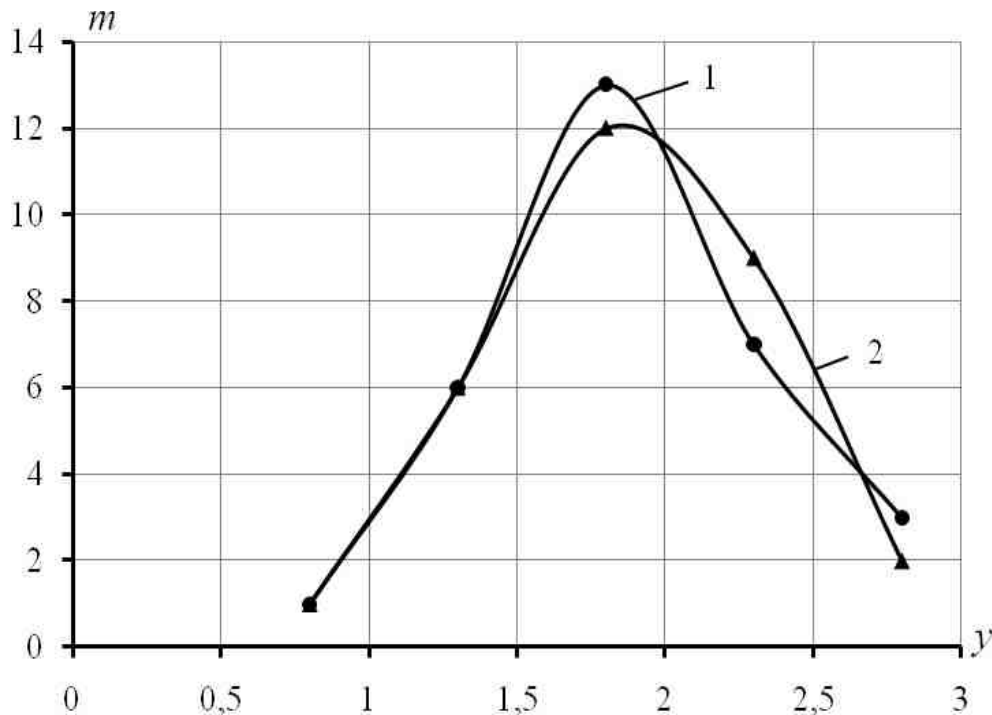


Рис. 1. Емпіричний і теоретичний розподіл питомих витрат електроенергії на зернопунктах: 1 – емпірична крива; 2 – теоретична крива.

Проведемо об'єктивну оцінку наближеності емпіричного розподілу до теоретичного нормального, використовуючи критерії згоди Колмогорова, Пірсона, Романовського та Ястремського [4].

Критерій згоди Пірсона заснований на визначенні величини χ^2 , яка розраховується як сума квадратів різниць емпіричних та теоретичних частот, віднесених до теоретичних частот, тобто

$$\chi^2 = \sum \frac{(m - m')^2}{m'}, \quad (4)$$

де m – емпіричні частоти;
 m' – теоретичні частоти.

Для знаходження теоретичного закону розподілу використовували в емпіричному розподілі величини \hat{y} , σ та $\sum m$ (три параметри). Тому число ступенів свободи, які необхідно визначити при використанні критерію Пірсона, буде [1]

$$k = n - S, \quad (5)$$

де n – число груп після об'єднання малочисельних груп;
 S – число параметрів, знайдених за допомогою емпіричного розподілу.

В нашому випадку $k = 5 - 3 = 2$. При

$$\chi^2 = \sum \frac{(m - m')^2}{m'} = 1,0277$$

та $k = 2$, $P(\chi^2 \geq 1,0277) = 0,6 > 0,05$ [4].

При імовірностях, значно відмінних від нуля, розбіжність між теоретичними та емпіричними частотами слід вважати випадковою. Вказана імовірність не є дуже великою, але її не можна вважати і малою. Отже, розбіжність між теоретичними та емпіричними частотами можна вважати випадковою, а розподіл – підкорюється закону нор-мального розподілу.

Критерій академіка А.Н.Колмогорова встановлює наближеність теоретичних та емпіричних частот шляхом порівняння їх інтегральних розподілів та визначається виходячи з D-максимальної верхньої межі абсолютного значення різниці їх накопичених частот, віднесеного до квадрату кореня з числа спостережень N [4]

$$\lambda = \frac{D}{\sqrt{N}}, \quad (6)$$

де D – максимальна межа різниці: накопичених теоретичних частот (M'), накопичених емпіричних частот (M).

В нашому випадку $N = 30$, $D = (M - M')_{\max} = 1$,

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{30}} = 0,182.$$

Якщо $P(\lambda)$ – величина значна (більше ніж 0,05), то розбіжність між теоретичними та емпіричними частотами може бути випадковою і розподіли добре відповідають один одному. Значенню $\lambda = 0,182$ відповідає імовірність $P(\lambda) = 0,9999 > 0,05$ [4], тому розбіжність між емпіричним та теоретичним нормальним розподілом треба вважати частково випадковою.

За В.І.Романовським, якщо його критерій рівний

$$\frac{\chi^2 - k}{\sqrt{2k}} < 3$$

[4], розбіжність між емпіричним та теоретичним розподілом слід вважати несуттєвою. Підставляємо замість χ^2 та k їх значення, отримуємо

$$\frac{\chi^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{1,0277 - 2}{\sqrt{2 \cdot 2}} = 0,487 < 3.$$

Це значення достатньо менше трьох, тому розбіжність між теоретичними та емпіричними частотами можна вважати несуттєвою і, таким чином, теоретичний розподіл достатньо добре відтворює емпіричний.

Критерій Б.С. Ястремського в загальному вигляді можна записати наступним виразом [4]:

$$I \leq 3\sqrt{2n + 4\theta}, \quad (7)$$

$$I = \sum_1^n \frac{(m - m')^2}{m' \cdot q} - n, \quad (8)$$

де m – емпіричні частоти;
 m' – теоретичні частоти;
 n – число груп.

Для числа груп, менших 20, $\theta = 0,6$ [4].

В нашому випадку $I = |1,307 - 5| = 3,693$;

$$1,307 - 5 \leq 3 \cdot \sqrt{2 \cdot 5 + 4 \cdot 0,6} ;$$

$$3,693 < 10,56 ,$$

що свідчить про нормальний розподіл досліджуваної сукупності.

Аналогічні дослідження були проведені на борошномельних підприємствах. За значеннями емпіричних m та теоретичних m' частот і питомих витрат електроенергії у побудовані криві емпіричного 1 та теоретичного 2 нормального розподілу, які представлені на рисунку 2.

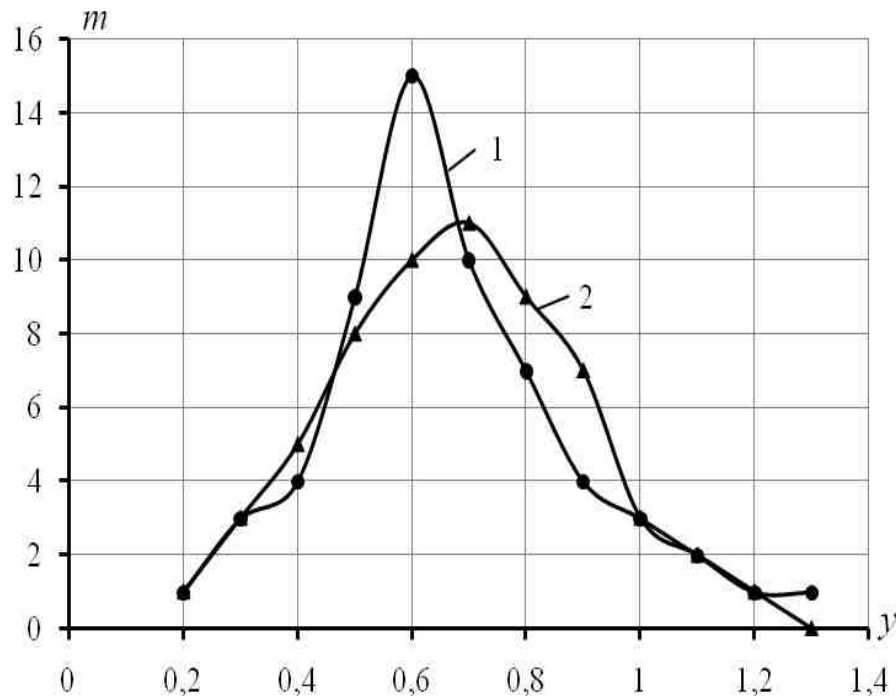


Рис. 2. Розподіл питомих витрат енергії на борошномельному підприємстві: 1 – емпірична крива; 2 – теоретична крива.

Висновок. Усі чотири критерії згоди з достатньою мірою достовірності підтвердили нормальний закон розподілення питомих витрат електроенергії на підприємствах очищення та переробки хлібних культур.

Література

1. Ястребов П.П. Использование и нормирование электроэнергии в процессах переработки и хранения хлебных культур / П.П. Ястребов. – М.: Колос, 1973. – 312 с.
2. Карпова А.П. Исследование влияния технических и технологических факторов на электропотребление при подработке зерна на юге УССР: автореф. дис., канд. техн. наук / А.П. Карпова. – К., 1981. – 21 с.
3. Венцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Венцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
4. Венецкий И.Г. Основы теории вероятностей и математической статистики / И.Г. Венецкий, Г.С. Кильдишев. – М.: Издательство «Статистика», 1968. – 360 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОЧИСТКИ И
ПЕРЕРАБОТКИ ХЛЕБНЫХ КУЛЬТУР**

Постникова М.В., Карпова А.П.

Аннотация – определены закономерности распределения удельных расходов электроэнергии на предприятиях очистки и переработки хлебных культур.

**STUDY TO REGULARITIES OF THE SHARING
THE SPECIFIC EXPENSES TO ELECTRIC ENERGY
ON ENTERPRISE PEELINGS AND CONVERSIONS
OF THE BREAD CULTURES**

M. Postnikova, A. Karpova

Summary

Is determined regularities of the sharing the specific expenses to electric energy on enterprise peelings and conversions of the bread cultures.