

Міністерство  
освіти і науки  
України



Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України  
НДІ техніки та технологій  
Факультет конструювання та дизайну  
Механіко-технологічний факультет

ННЦ «Інститут аграрної економіки»  
Представництво Польської академії наук в Києві  
Відділення в Любліні Польської академії наук  
Академія інженерних наук України  
Українська асоціація аграрних інженерів



***ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
VIII-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«Інноваційне забезпечення виробництва  
органічної продукції в АПК»  
(11-14 серпня 2020 року)»  
в рамках роботи  
XXXII Міжнародної агропромислової виставки «АГРО 2020»***



Київ – 2020

УДК 631.01.007

## СТАТИСТИЧНА ОЦІНКА ШУМУ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕЗ НА ЗЕРНОСКЛАДАХ

*С. М. Виговський*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Шум на робочих мостах тракторів оцінюють по рівнях звуку в дБА і рівнях звукового тиску в октавних смугах частот, отриманих на окремих екземплярах машин. Подібна оцінка (навіть при ідентичності умові проведення випробувань) призводить до необ'єктивних виведень, тому що параметри шуму машин однакової марки, узятих з однієї партії після випуску їх заводом-виробником, змінюються в значних межах.

Оскільки оцінюють лише одиничні екземпляри тракторів тієї або іншої марки, нині відсутні достовірні дані про шумонавантаження робочих місць тракторів, що випускаються промисловістю для потреб сільського господарства, що призводить до необ'єктивного визначення економічної вигоди від створення нової шумонебезпечної сільськогосподарської техніки, гальмує розвиток робіт в області боротьби з шумом на сільськогосподарських машинах. Об'єктивніше уявлення про характеристики шуму на робочих місцях тракторів конкретної марки може дати статистична оцінка, отримана в результаті вимірів шуму на партії машин.

У цій статті розглядаються методичні аспекти і результати статистичної оцінки рівнів шуму на робочих місцях при експлуатації МЕЗ на зерноскладах.

Визначення фактичних рівнів шуму при експлуатації МЕЗ на зерноскладах здійснювалося в наступній послідовності:

- по вибірці малого об'єму проводилося розрахункове обґрунтування довірчого об'єму вибірки досліджуваних машин;
- експериментальні дослідження шумових характеристик МЕЗ в об'ємі встановленої вибірки;
- теоретична перевірка відповідності передбачуваного закону розподілу шумових характеристик МЕЗ і фактичного закону розподілу;
- обчислення середнього ймовірно-статистичного рівня шуму на робочому місці МЕЗ.

Для здійснення статистичної оцінки рівнів шуму на робочих місцях МЕЗ визначався довірчий об'єм вибірки в припущенні, що рівні шуму розподіляються за нормальним законом. Для цього заздалегідь проводилися виміри рівнів шуму на тракторах, що сходять з конвеєра, в умовах малої вибірки (порядку  $n = 10$ ).

Таблиця 1

Рівні звуку в дБА, отримані при вимірі на МЕЗ (вибірка  $n := 10$ )

№ з/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
дБА	94	95	89	94	91	87	89	88	88	87

По відомих формулах визначався перший і другий центральні моменти розподілу:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} = 90,2 \quad \sigma_b^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n} = 9,51$$

де  $x_i$  - значення вимірюваного рівня звуку на  $i$ -тому тракторі;  $i=1, 2, 3, \dots, 10$ .

Довірчий об'єм вибірки

$$n_q = \frac{t^2 \sigma_r^2}{(m_x - M_x)^2} = \frac{2^2 \cdot 9,51}{1^2} = 38,04 \approx 38,$$

де  $t$  - критерій Стьюдента;

$\sigma_r^2$  - середньоквадратичне відхилення (другий момент) генеральної вибірки;  $(m_x - M_x)$  - відхилення математичного очікування реальної вибірки від математичного очікування нормального розподілу.

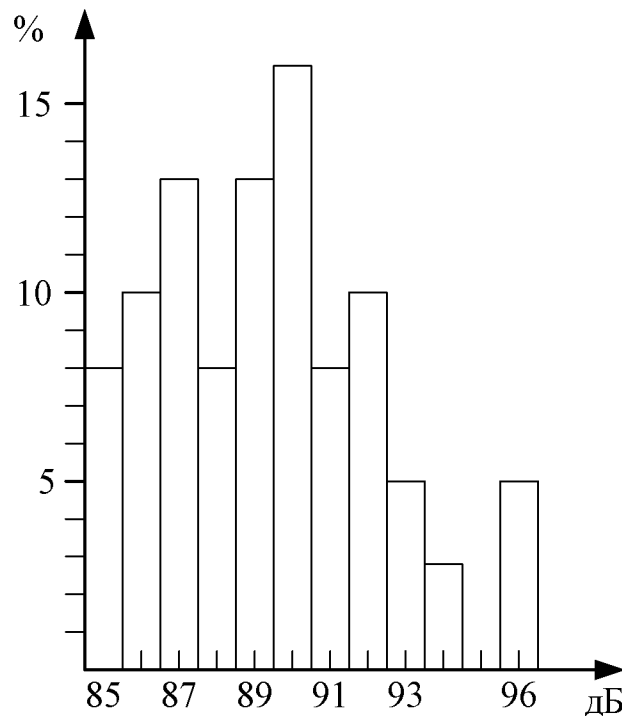


Рис. 1. Гістограма розподілу рівнів звуку в дБА на робочих місцях серійних МЕЗ.

За величину  $\sigma_r$  приймалася відповідна величина  $\sigma_b$  отримана в умовах малої вибірки, т. е.  $\sigma_r^2 = \sigma_b^2 = 9,51$ . При заданій довірчій вірогідності  $P = 0,98$ , помилка не більша  $(m_x - M_x) = 1$  за критерій Стьюдента,  $t = 2$  та  $\sigma_r^2 = 9,51$  довірчий об'єм вибірки склав 38 тракторів.

Випробуванню піддавалися МЕЗ, що випущені з конвеєра заводу-виробника, які знаходились в повній технічній справності і пройшли обкатку відповідно до технічної документації, затвердженої в установленому порядку.

Виміру підлягали наступні параметри шуму:

- рівні шуму в дБА;

- рівні звукового тиску (РЗТ) в октавних смугах частот на середнегеометричних частотах 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Виміри проводилися з врахуванням ГОСТ 12.2.002-7-1 «Сільськогосподарська техніка. Методи оцінки параметрів умов праці» при роботі двигуна в режимі номінальних оборотів ( $n=2100$  про/мін) без навантаження. У кабіні знаходилися дві людини.

Режим роботи машин і умови випробувань залишалися незмінними упродовж усього циклу намірів шумових характеристик МЕЗ.

Випробування проходило 40 МЕЗів. Після виключення двох машин з мінімальним і максимальним рівнями шуму на робочому місці (виключення грубих промахів) залишилося 38 тракторів, що відповідало розрахунковому об'єму вибірки. Результати виміру шумових характеристик приведені на рис. 1.

Аналіз результатів виміру шумових характеристик МЕЗ показав, що рівні звуку на робочих місцях обстежених тракторів змінюються в межах 85-90 дБА. З гістограми розподілу рівнів звуку на робочих місцях (рис. 1) видно, що на переважній більшості МЕЗ, що випускаються заводом, рівні звуку перевищують допустимі значення на 1-11 дБА і лише на трьох тракторах, що складає 8% від усього об'єму вибірки, відповідають нормативним вимогам по рівню звуку в дБА.

Оскільки розрахунок довірчого об'єму вибірки проводився в припущенні, що рівні шуму на тракторах, які випускаються заводом, підлягають нормальному закону, то після набору експериментальних даних, здійснювалася перевірка цієї гіпотези з використанням  $W$ -критерія (критерій Уїлкса). Експериментальні дані не суперечать висуненій гіпотезі про нормальний розподіл, якщо  $W_{експ} > W_{сн}$ , де  $W_{експ}$  - визначається але експериментальним даним,  $W_{сн}$  – теоретичне значення (для заданого рівня значущості і об'єму вибірки знаходиться по відповідних таблицях [Г. Хан, С. Шапиро]).

По нерівності  $W_{експ} > W_{сн}$  визначається вірогідність, з якою можна ухвалити закон нормального розподілу, тобто уточнюється вірогідність гарантованої помилки при довірчій вибірці. Якщо критеріальна нерівність не виконується, то на основі експериментальних даних визначається істинний закон розподілу і на основі останнього здійснюється статистична обробка експериментальних даних. Перевірочний розрахунок показав, що з вірогідністю 0,66 можна ухвалити нормальний закон розподілу рівнів шуму на МЕЗ. Тоді уточнена вірогідність з гарантованою помилкою  $\pm 1$  дБ при вибірці 38 МЕЗ складе  $P_{ум} = 0,66 \cdot 0,98 = 0,64$ . Оскільки вірогідність вибірки з генеральної сукупності, розподіленої за нормальним законом, перевищує  $P=0,5$ , можна зробити висновок про те, що допущення про нормальний розподіл в даному випадку прийнятне. За найбільш вірогідне значення вимірюваної величини зазвичай набувають її середньоарифметичного значення (математичне очікування), вчисленого з усього ряду вимірюваних значень. З метою визначення найбільш вірогідних рівнів шуму на робочих місцях МЕЗ по відомих формулах

обчислювалися математичне очікування і величина середньої квадратичної похибки для рівнів звуку в дБА і для РЗТ в кожній октавній смузі частот.

Розрахункові статистичні характеристики приведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Статистичні характеристики шуму для партії МЕЗ (вибірка  $n=38$ )

Величина	Рівень звуку дБА	Средньгеометрична частота Гц октавної смуги								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	89	93	90	90	87	84	86	80	75	69
$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}$	±3	±4	±4	±4	±3	±4	±3	±2	±3	±4

Отримані розрахунком найбільш вірогідні рівні шуму є шумовими характеристиками умовного МЕЗ, що експлуатуються на зерноскладах за названими параметрами (математичного очікування і середнього квадратичного відхилення).