

у розробленні Стратегії сталого розвитку туризму і курортів України «Україна – територія туризму третього тисячоліття». За сутність сталого розвитку узятю формування такої системи туристсько-рекреаційного природокористування, за якої співвідношенням рівнів, темпів і напрямів розвитку відповідатиме економічним, соціальним, екологічним, культурно-освітнім параметрам.

Українське географічне товариство поставило за мету перевести географію на потенційну позицію авангардної науки, яка братиме участь у визначенні шляху сталого розвитку України.

З огляду на викладене, а також спираючись на думки і розробки науковців-географів: необхідно сконцентрувати увагу на змісті шкільної географічної освіти, яка має базуватися на таких дидактичних принципах: науковості, об'єктивності і фундаментальності з урахування вікових та інтелектуальних особливостей, інтересів і нахилів учнів, де визначальним має бути особистісно-орієнтоване навчання, а зміст технологій навчання і процес формування умінь практично застосувати здобуті знання будуть цілісними.

Список використаних джерел

1. Звіт про діяльність Українського географічного товариства за 2004–2008 роки [Текст] / Звіт Українського географічного товариства. – К., 2008. – 64 с.
2. Географічна наука і освіта в Україні [Текст] / Тези доповідей II Міжнар. наук.-практ. конференції (Київ, 26–27 березня 2003 р.). – К. : ВГЛ «Обрії», 2003. – С. 60–61.
3. Географічна наука і освіта в Україні : зб. наук. праць [Текст] / [головн. ред. Я. Б. Олійник]. – К. : Фітосоціоцентр, 2000. – 100 с.
4. Топузов О. М. Комплексний навчально-методичний комплект як визначальна компонента стандарту шкільної географічної освіти [Текст] / О. М. Топузов, Р. І. Сосса // Географія та основи економіки в школі. – 2011. – № 9. – С. 3–7.

The article disclose the role of geographical community in foundation of modern geographical school education.

The historical aspects are analised, prognostic and construction function of school Geography is determined on the basis of humanistic orientation which includes new paradigm of development into student-teacher collaboration that is objective basis for the development of methodological complex for schools.

Key words: *Ukrainian geographical community, geographical school education, student-teacher, methodological complex, general school.*

УДК 373.3016:51

Чекменьов В. В.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ПРОВЕДЕНИХ ІНЖЕНЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У статті приділено увагу методам оцінки достовірності отриманих результатів інженерних досліджень. Розкрито основні етапи аналізу достовірності та вибору методу оцінки. Наведено приклад оцінки за t-критерієм, відомого як критерій Стьюдента. Показано вибір способу оцінки за формальними ознаками. Окреслено напрям подальших досліджень.

Ключові слова: *дослідження, критерій, метод, оцінка*

Проведення будь-яких досліджень потребує визначення їх достовірності. Різноманітність методів і способів їх проведення вимальовує проблему вибору методу
© Чекменьов В. В., 2011

оцінки отриманих результатів. Дана проблема стосується всіх досліджень, у тому числі, і інженерних.

Кожний дослідник та науковець стикався і стикається з даною проблемою під час вирішення конкретних задач та проведення досліджень.

З огляду на проблему, постає питання розробки методів пошуку шляхів оцінки достовірності розв'язку поставлених конкретних задач.

Багато дослідників приділяли та приділяють велику увагу розробці методів оцінки достовірності отриманих результатів.

Для оцінки технічних досліджень застосовують, як правило, методи математичної статистики. Розроблено багато технік проведення розрахунків як вітчизняними, так і зарубіжними дослідниками. Такі техніки описані І. Н. Бронштейном, К. А. Семендяєвим [1], Л. З. Румшинським [2], А. І. Зайделем [3], Е. Н. Львовським [4] та ін.

Плануванням експерименту для пошуку оптимальних умов приділяли увагу Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Граковский [5], Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Регсел [6, 7] та ін.

Безпосередньо оцінки достовірностей отриманих результатів досліджень показані Ю. П. Нагірним [8] та Чекменьовим В. В. [9].

Як вже було сказано, для оцінки технічних досліджень застосовують методи математичної статистики. Для вибору правильної методики проведення оцінки достовірності необхідно опиратись на методологією проведення досліджень і способи отримання результатів.

Метою даної статті є показати вибір методу оцінки достовірності отриманих результатів досліджень за допомогою математичної статистики.

Після проведення серії досліджень перед оцінкою достовірності отриманих результатів за допомогою математичної статистики з множини отриманих результатів проводять вибірку ознаки якісного чи кількісного характеру.

Приклад 1. Проводиться серія випробувань двигуна внутрішнього згорання.

Всі випробування утворюють генеральну сукупність (множину) значень.

1. Якщо ознака, яка цікавить дослідників, є однотипна, наприклад: спрацювання якоїсь системи, механізму чи деталі за певних умов експлуатації – то така ознака носить кількісний характер.
2. Якщо множина, яка досліджується, має протилежні ознаки, наприклад: функціонування чи відмова системи, механізму чи деталі за певних умов експлуатації – то така ознака носить якісний характер.

В математичній моделі параметр, що нас цікавить, може бути описаний випадковою величиною X . У першому випадку X є сама ознака. У другому, де присутні дві величини (наприклад для свічок запалювання „добра – погана”), X можна визначити так:

$$X = \begin{cases} 0, & \text{якщо добра} \\ 1, & \text{якщо погана} \end{cases}$$

Ще однією важливою характеристикою є кількість проведення незалежних досліджень n .

n – називають математичною вибіркою об'єму.

В деяких випадках слово “математична” опускають. На основі вибірки отримують емпіричну функцію розподілення.

Для конкретної вибірки визначається середнє емпіричне значення

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Та емпірична дисперсія

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

Питання розподілення є визначальним для вибору методу оцінки достовірності, а питання по розподіленню функції вибірки є основною задачею математичної статистики.

На початковому етапі неможливо однозначно визначити значення n (кількість дослідів), яке є достатнім для оцінки достовірності.

На практиці кількість проведення дослідів (вибірки) визначають по відхиленню результату достовірності відносно α . Якщо результат $\leq \alpha$ – кількість досліджень достатня. Якщо результат не задовольняє дану умові – то кількість дослідів слід збільшити. Для наукових досліджень $\alpha = 0,05$.

Щоб одержати уявлення про розподілення X , здійснюють побудову емпіричної функції і визначають закон розподілення.

Приклад 2. Проводиться дослідження впливу неусталених коливань на паливну економічність машино тракторного агрегату (МТА) в польових умовах при використанні серійного всережимного і експериментального регуляторів.

За знятою осцилограмою, рис.1(а), будують математичну модель коливань, рис.2(б).

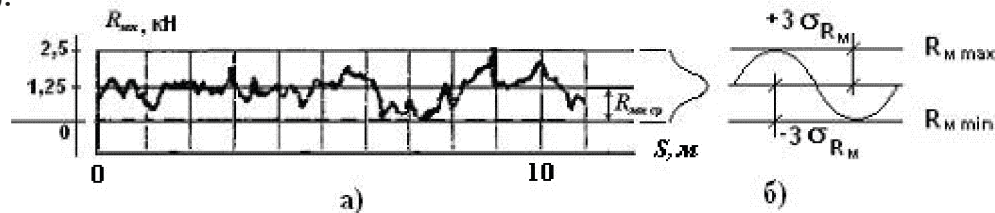


Рис. 1. Реакція опору сільськогосподарської машини.

На основі моделі визначають закон розподілення і вплив неусталених коливань на параметр, що досліджується, рис.2

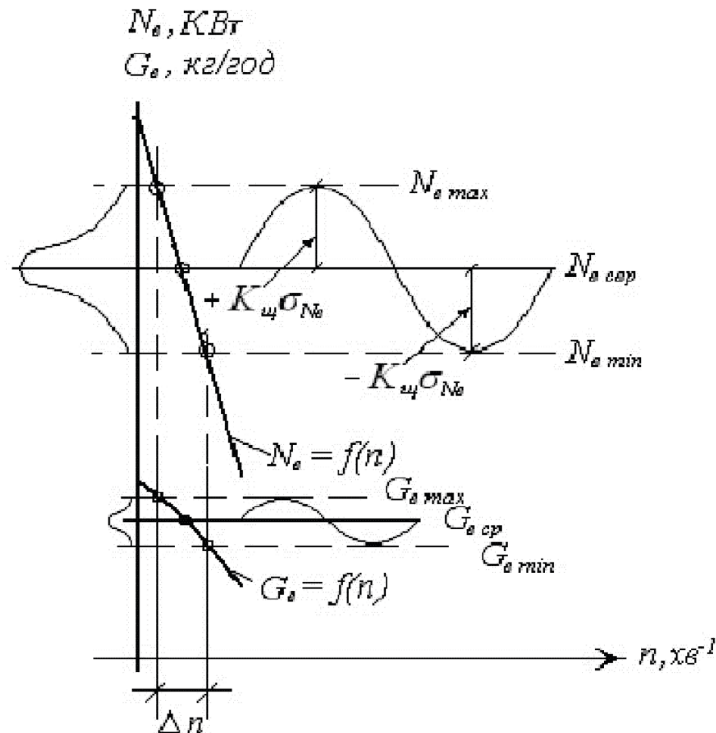


Рис.2. Зміна потужності дизеля і годинної витрати пального під дією неусталеного навантаження за законом нормального розподілу

За результатами досліджень МТА у складі: трактор МТЗ-80Л і фрезерний культиватор ФП-2 із всережимним регулятором середнє значення годинної витрати палива становить:

$$\bar{G}_x = \frac{\sum_{i=1}^{n_x} G_x}{n_x} = 8 \text{ кг/год}$$

Емпірична дисперсія:

$$S_{G_x}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{Tx}} (G_{Txi} - \bar{G}_{Tx})^2}{n_{Tx} - 1} = 0,0447.$$

При застосуванні експериментального регулятора середнє значення годинної витрати палива складе:

$$\bar{G}_x = \frac{\sum_{i=1}^{n_x} G_x}{n_x} = 7,7 \text{ кг/год}$$

Емпірична дисперсія:

$$S_{G_x}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{Tx}} (G_{Txi} - \bar{G}_{Tx})^2}{n_{Tx} - 1} = 0,0399.$$

t – фактор становить $T_{G_T} = 13,838$.

Для $\alpha = 0,05$ і $k = 6 + 6 - 2 = 10$ значення квантиля становить $t_{0,05;14} = 2,228$.

Так, як всі $|T| > t$, то з вірогідністю помилки 0,05 встановлено, що експериментальнє регулювання на польових роботах економічніше всережимного.

В прикладі 2 оцінка проводилась за t – розподілом або розподілом *Стьюдента*.

Розглянемо інші типи розподілів, які використовуються для інженерних досліджень.

Крім t – розподілу ще на практиці використовують χ^2 – розподіл з n – ступенями свободи яке описується функцією вибірки

$$\chi^2 = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (X_i - a)^2,$$

де a – координата максимуму функції, σ – міра розсіювання розподілення відносно математичного очікування.

χ^2 – розподіл табульований до $n = 30$. Це пояснюється тим, що $\sqrt{2\chi^2}$ асимптотично розподілений за законом нормального розподілу $N(x; \sqrt{2n+1}; n)$ і це наближення вже при $n=30$ є достатньо точним [1].

Наступним важливим розподілом є F – розподіл зі степенями свободи r_1 та r_2 для двох незалежних випадкових величин X_i і Y_i із законом нормального розподілу $N(x; 0; \sigma)$.

$$F = \frac{\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (X_i - \bar{X})^2}{\frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (Y_i - \bar{Y})^2} = \frac{S_X^2}{S_Y^2}$$

$$r_1 = n_1 - 1, r_2 = n_2 - 1.$$

Ще одним розподілом, який найчастіше використовують, є Z – розподіл зі степенями свободи r_1 та r_2 .

$$Z = \log \sqrt{F}$$

Для отримання оцінок в інженерії виділяють два методи:

1. Метод моментів
2. Метод правдоподібності.

Перший – засновано на заміні параметричних моментів емпіричними, як це було показано на прикладі 2.

Другий метод використовують у випадках, коли з вибірки виділяються найбільш правдоподібні признаки і оцінюються параметри правдоподібності. Цей метод має приємні властивості. При достатньо загальних умовах дані оцінки є вагомими і асимптотично нормально розподіленими. Серед всіх асимптотично нормально розподілених оцінок вони є найбільш ефективними.

Функцією правдоподібності називають функцію параметра γ , яка визначається співвідношенням

$$L(x_1, x_2, \dots, x_n; \gamma) = f(x_1, \gamma)f(x_2, \gamma) \dots f(x_n, \gamma).$$

Важливим етапом в оцінці результатів є правильний вибір критерію оцінки.

t -критерій служить для порівняння двох середніх значень з нормальними розподілом. Однак, слід відмітити, що він не дуже чутливий до посилення «нормальний розподіл» і його можна використовувати коли статичний розподіл обох вибірок не мають декількох вершин і не дуже симетричні. Порівняння в багатьох випадках може здійснюватися і на змістовному рівні.

F -критерій в техніці має велике значення, так як σ^2 є мірою таких числових характеристик, як точність машин, похибки вимірювальних приладів, точність технологічних процесів та ін.. Порівняння за даним критерієм здійснюється за умови нормального розподілу.

Критерій Уїлконсона служить для перевірки двох вибірок, чи відносяться вони до однієї генеральної сукупності. Методика полягає в тому, що гіпотеза перевіряється за рахунок однієї вибірки (x_1, \dots, x_n) з X і однієї вибірки (y_1, \dots, y_n) Y . Щодо розподілу то ніяких умов не ставиться. Значення обох вибірок впорядковуються разом по їх величинах. Далі, використовуючи умову $x_i > y_i$, підраховують загальну кількість інверсій – u . Якщо гіпотеза вірна, то u не повинна сильно відрізнятись від свого

математичного очікування
$$Mu = \frac{n_1 n_2}{2}.$$

Від гіпотези відмовляються, якщо

$$\left[u - \frac{n_1 n_2}{2} \right] \triangleright u_\alpha,$$

де u_α – визначене критичне значення.

χ^2 - критерій застосовують у випадку перевірки чи задовольняє випадкова величина X заданому закону розподілення $F_0(x)$. Це називається критерієм погодження.

На практиці застосовують ще у випадку додаткових параметрів, критерій погодження Колмгорово-Смірнова, кореляцію та регресію.

Висновок. Різноманітність методів оцінки інженерних досліджень вимагає здійснення їх систематизації і встановленні належності до певних вибірок. Дослідженню приналежності необхідно приділяти особливу увагу по скільки в основному від її встановлення можливо правильно оцінити достовірність отриманих результатів. В наступному увагу досліджень слід направити саме на методику встановлення належності до вибірок і їх математичних очікувань.

Список використаних джерел

1. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике/перевод с немецкого под ред. Г. Гроше и В. Циглера. – М. : Наука, 1981. – 720 с.
2. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. — М. : Наука, 1971. — 192 с.
3. Зайдель А.И. Ошибки измерений физических величин. — Л.: Наука, 1974. — 108 с.
4. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. – М. : Высшая школа, 1982. – 224 с.
5. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Граковский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М140. Мытков А.Л., Кардашевский С.В. Статистические методы в сельхозмашиностроении. – М. : Машиностроение, 1978. – 360 с.
6. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Регсдел К. Оптимизация в технике: В 2-х кн. Кн.1. Пер. с англ. – М. : Мир, 1986. – 349 с.
7. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Регсдел К. Оптимизация в технике: В 2-х кн. Кн.2. Пер. с англ. – М. : Мир, 1986. – 320 с.
8. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. – К. : Урожай, 1994. – 216 с.
9. Чекменьов В.В. Підвищення паливної економічності дизеля на польових роботах застосуванням універсального регулятора: Дис... канд. техн. наук: 05.05.03/— К., НТУ, 2006. — 160 с.

Attention the methods of estimation of authenticity of the got results of engineering's researches is spared in the article. The basic stages of analysis of authenticity and choice of method of estimation are exposed. The example of estimation is resulted after a t-criterion which is known as a criterion of St'yudenta. . The choice of method of estimation is rotined after formal signs. Outlined direction of subsequent researches.

Key words: *research, criterion, method, estimation.*