

1. Відкритість – можливість включення додаткових абонентських, асоціативних ЕОМ, а також ліній (каналів) зв'язку без зміни технічних і програмних засобів існуючих компонентів мережі. Крім того, будь-які дві ЕОМ повинні взаємодіяти між собою, незважаючи на розходження в конструкції, продуктивності, місці виготовлення, функціональному призначенні.

2. Гнучкість – збереження працездатності при зміні структури в результаті виходу з ладу ЕОМ чи лінії зв'язку.

3. Ефективність – забезпечення необхідної якості обслуговування користувачів при мінімальних витратах.

Розвиток та впровадження ІОМ не обминув і деревообробну промисловість. Будь-яке сучасне підприємство обов'язково змушене використовувати ІОМ. Проте кожне використання тої чи іншої технології має бути виправданим. Це стосується й ІОМ. Отже, на деревообробному підприємстві ІОМ використовуються для забезпечення виконання наступних завдань:

- збір та аналіз інформації про стан на внутрішньому та зовнішньому ринках;
- здійснення реклами своєї продукції через глобальну мережу Internet;
- пошук нових ділових партнерів;
- обмін даними з дочерніми підприємствами та діловими партнерами (корпоративна мережа);
- зв'язок з банками та керівними організаціями;
- підвищення продуктивності виробництва завдяки використанню системи автоматизованого проектування (САПР);
- здійснення постійного контролю та керування технологічними та виробничими процесами завдяки створенню автоматизованої системи керування виробництвом (АСКВ).

Виходячи з наведених завдань, виконання яких мають забезпечити ІОМ, можна зробити висновок, що застосування будь-якого із виду ІОМ для забезпечення потреб виробництва є виправданим. Проте, при її створенні необхідно визначитися із завданнями, які має вона виконувати, оскільки, створення будь-якої мережі вимагає значних коштів та кваліфікованого персоналу. Тому перед створенням чи використанням (придбанням) існуючої ІОМ необхідно провести детальний економічний розрахунок щодо її економічної доцільності. Всі ці фактори повинні враховуватися при застосуванні ІОМ на деревообробному підприємстві.

Література

1. Марк Уокер. Как работать с Internet: Пер. с англ. – К.; М.; СПб.: Издат. дом "Вильямс", 1998. – 240 с.
2. Алан Симпсон. Библия пользователя Windows 95.: Пер. с англ. – К.: Діалектика, 1997. – 688 с.

Доц. П.А. Пех, к.т.н – ЛДТУ

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ ОПЕРАЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ

Запропоновано методику статистичного аналізу виробничих операцій за допомогою електронних таблиць Excel

Statistical analysis of production operations by means of table processor

Offered strategy of statistical analysis of production operations by means of excel table processor

Дослідження, проведені автором у виробничих умовах лісопилно – деревообробних підприємств, показують, що величини тривалості більшості виробничих операцій можна розглядати як різновиди випадкових величин. Для їх аналізу доцільно використовувати методи теорії імовірностей та математичної статистики. Статистичний аналіз ґрунтується на визначенні кількісних характеристик досліджуваних ознак. Нижче викладено методику визначення цих кількісних характеристик за допомогою електронних таблиць Excel.

Нехай досліджувана ознака прийняла n значень з інтервалу $[x_{\min}; x_{\max}]$. У табл. 1. наведено приклад вибірки обсягом $n=150$ варіант.

Табл. 1. Вибірka тривалостей виробничої операції

13.2	4.2	3.0	7.8	6.0	8.9	9.5	9.0	10.0	9.5	10.0	3.2	9.1	9.0	12.5
4.6	8.2	10.2	5.3	7.9	7.3	9.2	10.1	9.3	11.7	15.4	12.9	11.3	10.7	12.4
14.9	6.6	7.7	11.4	11.3	9.5	10.6	9.6	8.4	8.4	8.2	7.0	3.6	4.9	13.7
9.8	8.7	9.7	10.5	9.7	11.6	12.8	3.5	5.5	4.0	4.6	3.8	3.6	6.7	5.1
10.6	11.0	9.7	8.3	7.0	7.3	7.9	4.7	13.3	3.3	6.1	9.2	8.5	10.8	8.4
6.1	7.3	6.2	3.8	4.8	4.6	4.1	8.3	10.1	9.3	8.9	5.7	6.9	5.9	5.4
4.9	14.5	4.8	3.8	6.2	9.2	8.2	9.5	10.5	7.5	11.7	3.9	6.7	11.4	9.7
4.6	6.8	8.6	11.6	3.6	14.3	11.0	13.1	8.0	3.5	5.2	7.4	9.5	11.9	14.9
9.5	8.8	10.2	11.0	12.7	13.8	6.2	4.6	6.9	4.7	9.2	9.5	6.7	15.7	3.7
4.7	8.0	7.5	7.8	3.2	5.1	4.8	6.3	4.9	7.7	8.2	4.5	8.4	9.5	11.7

На основі отриманих статистичних даних будують інтервальний варіаційний ряд. Перш за все, необхідно визначити ширину інтервалу Δx а тоді побудувати повну шкалу інтервалів і відповідно до неї згрупувати результати спостережень (табл. 2). Оптимальна ширина інтервалу, за якої інтервальний ряд не буде дуже громіздким і, водночас дозволить виявити характерні риси досліджуваної ознаки, може бути визначена за формулою Стерджеса [1]:

$$\Delta x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,332 \cdot \lg n}, \quad (1)$$

де: $x_{\max}$, $x_{\min}$ – відповідно максимальна та мінімальна варіанти досліджуваної ознаки; n – обсяг вибірки.

Оскільки в нашому випадку $x_{\max} = 15,7 \cdot 10^9$; $x_{\min} = 3,0 \cdot 10^9$, $n=150$, то $\Delta x \approx 1,11 \cdot 10^9$. Для зручності подальших розрахунків прийнято $\Delta x = 1,0 \cdot 10^9$, а весь інтервальний ряд розбиваємо на $r=13$ інтервалів. За початок першого інтервалу рекомендують приймати величину $x_{\min}$ або $x_{\min} - \Delta x / 2$. Тоді, якщо a_i – нижня межа i -го інтервалу, то його верхня межа, i , водночас, нижня межа наступного інтервалу визначиться так:

$$a_{i+1} = a_i + \Delta x, \quad i = \overline{1, r}, \quad (2)$$

де r – загальна кількість інтервалів.

Побудова інтервалів продовжується доти, доки початок наступного за порядком інтервал не перевищить величини $x_{\max}$. Середина i -го інтервалу x_i визначається як півсума нижньої та верхньої меж:

Табл.2. Визначення кількісних характеристик емпіричного розподілу

Номер інтервалу	Нижня межа інтервалу	Верхня межа інтервалу	Середина інтервалу	Емпірична частота	Емпірична частість	Накопичена частота	Накопичена частість	Розрахунок середнього значення	Розрахунок дисперсії	Розрахунок асиметрії	Розрахунок ексцесу
1	3,0	4,0	3,5	14	0,09	14	0,09	49,00	314,55	-1490,95	7067,10
2	4,0	5,0	4,5	18	0,12	32	0,21	81,00	251,78	-941,65	3521,75
3	5,0	6,0	5,5	8	0,05	40	0,27	44,00	60,06	-164,57	450,91
4	6,0	7,0	6,5	14	0,09	54	0,36	91,00	42,39	-73,75	128,33
5	7,0	8,0	7,5	14	0,09	68	0,45	105,00	7,67	-5,67	4,20
6	8,0	9,0	8,5	18	0,12	86	0,57	153,00	1,22	0,32	0,08
7	9,0	10,0	9,5	23	0,15	109	0,73	218,50	36,51	46,01	57,97
8	10,0	11,0	10,5	12	0,08	121	0,81	126,00	61,29	138,52	313,05
9	11,0	12,0	11,5	13	0,09	134	0,89	149,50	138,16	450,40	1468,30
10	12,0	13,0	12,5	5	0,03	139	0,93	62,50	90,74	386,54	1646,68
11	13,0	14,0	13,5	5	0,03	144	0,96	67,50	138,34	727,66	3827,48
12	14,0	15,0	14,5	4	0,03	148	0,99	58,00	156,75	981,26	6142,67
13	15,0	16,0	15,5	2	0,01	150	1,00	31,00	105,42	765,31	5556,18
Всього				150	1,00			1236,00	1404,86	819,43	30184,71
Середнє значення, середнє квадратичне відхилення, асиметрія, ексцес								8,24	3,06	0,19	-0,71

$$x_i = \frac{a_{i+1} + a_i}{2}, \quad i = \overline{1, r}. \quad (3)$$

Далі, шляхом групування досліджуваної ознаки на інтервалах варіаційного ряду, визначають емпіричні частоти n_i попадання ознаки в i -ий інтервал, причому загалом має виконатись така рівність:

$$\sum_{i=1}^r n_i = n. \quad (4)$$

Отриманий варіаційний ряд в табл. 2. знаходиться в четвертому та п'ятому стовпцях.

За даними варіаційного ряду визначаємо:

$$\bullet \text{ частість} \quad v_i = \frac{n_i}{n}, \quad i = \overline{1, r}; \quad (5)$$

$$\bullet \text{ накопичену частоту} \quad m_i = \sum_{j=1}^i n_j, \quad i = \overline{1, r}; \quad (6)$$

$$\bullet \text{ та накопичену частість} \quad W_i = \sum_{j=1}^i v_j, \quad i = \overline{1, r} \quad (7)$$

попадання ознаки в i -ий інтервал. Рівність $W_r = 1$ свідчить про правильність виконаних обчислень. Величини V_i , m_i , та W_i розміщені в шостому, сьомому та восьмому стовпцях табл. 2. Частість V_i та накопичена частість W_i можуть бути використані для наближеної оцінки імовірності попадання рівня лейкоцитів в той чи інший інтервал варіаційного ряду.

До кількісних характеристик досліджуваної ознаки також відносяться [2]:

$$\bullet \text{ середнє значення} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^r x_i n_i}{\sum_{i=1}^r n_i}; \quad (8)$$

$$\bullet \text{ дисперсія} \quad D = \frac{\sum_{i=1}^r (x_i - \bar{x})^2 n_i}{\sum_{i=1}^r n_i}; \quad (9)$$

$$\bullet \text{ середнє квадратичне відхилення} \quad \sigma = \sqrt{D}; \quad (10)$$

$$\bullet \text{ коефіцієнт асиметрії (або просто асиметрія)} \quad A = \frac{\sum_{i=1}^r (x_i - \bar{x})^3 n_i}{\sum_{i=1}^r n_i \cdot \sigma^3}; \quad (11)$$

$$\bullet \text{ коефіцієнт крутизни (ексцес)} \quad E = \frac{\sum_{i=1}^r (x_i - \bar{x})^4 n_i}{\sum_{i=1}^r n_i \cdot \sigma^4} - 3. \quad (12)$$

Кожна з цих величин характеризує певним чином досліджувану ознаку. Використання сукупності статистичних показників дозволяє всебічно оцінити випадкову величину.

Середнє значення є тим значенням, навколо якого групуються спостережені значення випадкової величини. Так, середнє значення ознаки у нашій вибірці дорівнює $\bar{x} = 8,24$. Як бачимо із варіаційного ряду, саме тим інтервалам, середина яких близька до цього значення, відповідають найвищі частоти.

Дисперсія характеризує розсіювання випадкової величини. Дані табл.2 показують, що найбільший внесок у величину дисперсії дають перші два інтервали. За міру розсіювання використовують, як правило, не дисперсію, а середнє квадратичне відхилення. У нашому випадку воно дорівнює $\sigma = 3,06$, що за середнього значення $\bar{x} = 8,24$ свідчить про значне розсіювання випадкової величини як в сторону зменшення, так в сторону збільшення від середнього значення.

Важливим є такий показник, як коефіцієнт асиметрії. Якщо полігон варіаційного ряду скошений, тобто одна із його гілок, починаючи від вершини, є значно коротшою від іншої, то відповідний ряд є асиметричним. У варіаційному ряді, де переважають варіанти, менші від середнього значення $\bar{x}$, коефіцієнт асиметрії є від'ємним. Якщо ж переважають варіанти, більші від $\bar{x}$, то коефіцієнт асиметрії є додатний. У нашому випадку коефіцієнт асиметрії $A=0,19$, тобто спостерігається незначна правостороння асиметрія.

Значення ексцесу для кривої нормального розподілу дорівнює нулю. Криві розподілу, у яких ексцес $E>0$ більш гостровершинні, ніж крива нормального розподілу, а якщо $E<0$ – більш пологі. Оскільки у нашому розподілі $E=-0,71$, то має місце другий випадок.

Табл. 3. Вигляд електронної таблиці для обчислення статистичних параметрів

В	С	Д	Е	Г	Н	І	Ж	К	Л	М
Нижня межа інтервалу	Верхня межа інтервалу	Середина інтервалу	Емпірична частота	Емпірична частість	Накопичена частота	Накопичена частість	Розрахунок середнього значення	Розрахунок дисперсії	Розрахунок асиметрії	Розрахунок ексцесу
1		=D6+C6)/2	=F6/F\$26	=G6	=F6	=G6	=E6*F6	=E6-J\$27*(E6-J\$27)*F6	=E6-J\$27)*K6	=E6-J\$27)*L6
2		=D7+C7)/2	=F7/F\$26	=H6+G7	=H6+F7	=I6+G7	=E7*F7	=E7-J\$27*(E7-J\$27)*F7	=E7-J\$27)*K7	=E7-J\$27)*L7
3		=D8+C8)/2	=F8/F\$26	=H7+F8	=H7+G8	=I7+G8	=E8*F8	=E8-J\$27*(E8-J\$27)*F8	=E8-J\$27)*K8	=E8-J\$27)*L8
4		=D9+C9)/2	=F9/F\$26	=H8+F9	=H8+G9	=I8+G9	=E9*F9	=E9-J\$27*(E9-J\$27)*F9	=E9-J\$27)*K9	=E9-J\$27)*L9
10		=D10+C10)/2	=F10/F\$26	=H9+F10	=H9+G10	=I9+G10	=E10*F10	=E10-J\$27*(E10-J\$27)*F10	=E10-J\$27)*K10	=E10-J\$27)*L10
11		=D11+C11)/2	=F11/F\$26	=H10+F11	=H10+G11	=I10+G11	=E11*F11	=E11-J\$27*(E11-J\$27)*F11	=E11-J\$27)*K11	=E11-J\$27)*L11
12		=D12+C12)/2	=F12/F\$26	=H11+F12	=H11+G12	=I11+G12	=E12*F12	=E12-J\$27*(E12-J\$27)*F12	=E12-J\$27)*K12	=E12-J\$27)*L12
13		=D13+C13)/2	=F13/F\$26	=H12+F13	=H12+G13	=I12+G13	=E13*F13	=E13-J\$27*(E13-J\$27)*F13	=E13-J\$27)*K13	=E13-J\$27)*L13
14		=D14+C14)/2	=F14/F\$26	=H13+F14	=H13+G14	=I13+G14	=E14*F14	=E14-J\$27*(E14-J\$27)*F14	=E14-J\$27)*K14	=E14-J\$27)*L14
15		=D15+C15)/2	=F15/F\$26	=H14+F15	=H14+G15	=I14+G15	=E15*F15	=E15-J\$27*(E15-J\$27)*F15	=E15-J\$27)*K15	=E15-J\$27)*L15
16		=D16+C16)/2	=F16/F\$26	=H15+F16	=H15+G16	=I15+G16	=E16*F16	=E16-J\$27*(E16-J\$27)*F16	=E16-J\$27)*K16	=E16-J\$27)*L16
17		=D17+C17)/2	=F17/F\$26	=H16+F17	=H16+G17	=I16+G17	=E17*F17	=E17-J\$27*(E17-J\$27)*F17	=E17-J\$27)*K17	=E17-J\$27)*L17
18		=D18+C18)/2	=F18/F\$26	=H17+F18	=H17+G18	=I17+G18	=E18*F18	=E18-J\$27*(E18-J\$27)*F18	=E18-J\$27)*K18	=E18-J\$27)*L18
19		=D19+C19)/2	=F19/F\$26	=H18+F19	=H18+G19	=I18+G19	=E19*F19	=E19-J\$27*(E19-J\$27)*F19	=E19-J\$27)*K19	=E19-J\$27)*L19
20		=D20+C20)/2	=F20/F\$26	=H19+F20	=H19+G20	=I19+G20	=E20*F20	=E20-J\$27*(E20-J\$27)*F20	=E20-J\$27)*K20	=E20-J\$27)*L20
21		=D21+C21)/2	=F21/F\$26	=H20+F21	=H20+G21	=I20+G21	=E21*F21	=E21-J\$27*(E21-J\$27)*F21	=E21-J\$27)*K21	=E21-J\$27)*L21
22		=D22+C22)/2	=F22/F\$26	=H21+F22	=H21+G22	=I21+G22	=E22*F22	=E22-J\$27*(E22-J\$27)*F22	=E22-J\$27)*K22	=E22-J\$27)*L22
23		=D23+C23)/2	=F23/F\$26	=H22+F23	=H22+G23	=I22+G23	=E23*F23	=E23-J\$27*(E23-J\$27)*F23	=E23-J\$27)*K23	=E23-J\$27)*L23
24		=D24+C24)/2	=F24/F\$26	=H23+F24	=H23+G24	=I23+G24	=E24*F24	=E24-J\$27*(E24-J\$27)*F24	=E24-J\$27)*K24	=E24-J\$27)*L24
25		=D25+C25)/2	=F25/F\$26	=H24+F25	=H24+G25	=I24+G25	=E25*F25	=E25-J\$27*(E25-J\$27)*F25	=E25-J\$27)*K25	=E25-J\$27)*L25
26	Всього		=СУММ(G6:G25) F6: F25)	=СУММ(J6:J25)				=СУММ(K6:K25)	=СУММ(L6:L25)	=СУММ(M6:M25)
27		Середнє значення, середнє квадратичне відхилення, асиметрія,					=КОРЕНЬ(K26/F26)		=L26/F26/K27/K2	=M26/F26/K27/K2 7/K27

Визначення статистичних параметрів потребує виконання громіздких обчислень. Універсальним засобом для автоматизації розрахунків над табличними даними є електронні таблиці, зокрема табличний процесор **Excel** фірми **Microsoft**. Вони є неодмінною частиною програмного забезпечення сучасного персонального комп'ютера, прості у використанні, що і зумовило наш вибір цих таблиць як інструменту для автоматизації розрахунків.

Електронна таблиця створюється у пам'яті комп'ютера як окремий файл з певною назвою у вигляді книги. Книга складається з окремих аркушів, кожному з яких присвоюється певне ім'я. На екрані монітора аркуш електронної таблиці виглядає як матриця, що складається зі стовпців та рядків, на перетині яких утворюються комірки. Стовпці позначаються буквами латинського алфавіту **A, B, C...** або їх двійковими комбінаціями **AB, AC, AD, ...** Рядки позначаються числами натурального ряду. Таким чином, на перетині п'ятого рядка та **C**-го стовпця утворюється клітина з назвою **C5**.

У комірках електронної таблиці можна розміщувати числа, тексти та математичні формули. Для того щоб записати інформацію у клітину, необхідно навести на цю клітину курсор, набрати необхідну інформацію на клавіатурі та натиснути клавішу **"Enter"**. Формули починаються зі знака **"="**. Наприклад, якщо в клітину **A1** записати число **10**, в клітину **A2** – число **5**, а в клітину **A3** – формулу **=A1+A2**, то в клітині **A3** отримуємо результат обчислень, тобто число **15**.

Вигляд та формули електронної таблиці, розробленої нами для автоматизації розрахунків статистичних параметрів емпіричних розподілів, наведено в табл. 3. Формули, записані в клітинах даної таблиці, забезпечують автоматизацію обчислень за викладеною вище методикою. Користуватись цією таблицею досить просто: достатньо внести потрібні вхідні дані, і одразу отримуються всі необхідні результати. Саме так отримано результати табл. 2. Сподіваємося, що й інші дослідники зможуть скористатися цією таблицею у разі необхідності виконання подібних розрахунків.

Висновки

1. Сукупність таких статистичних параметрів, як частість, накопичена частість, середнє значення, середнє квадратичне відхилення, асиметрія, ексцес та інші дозволяють комплексно проаналізувати розподіли тривалостей виробничих операцій.

2. Електронні таблиці є ефективним обчислювальним інструментом, який дозволяє у стислі терміни і практично без помилок виконати великий об'єм розрахунків під час проведення статистичного аналізу.

Література

1. Иванова В.М и др. Математическая статистика. – М.: Выс. шк., 1975 – 398 с.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
3. Кокс Д., Дадлейк К., Урбан П. Microsoft Excel 97: краткий курс. – С.П.: Питер, 1999. – 256 с.