

Практичне заняття №3

Тема: Система переважних чисел

Мета: ознайомитись з рядами переважних чисел та провести економічне обґрунтування вибору параметричних розмірних рядів

Теоретичні відомості

1. Поняття параметричної стандартизації

Для сучасної промисловості властива широка, постійно-зростаюча номенклатура вироблених товарів. Розвиток народного господарства приводить до подальшого збільшення типів і типорозмірів виробів, що пов'язано зі створенням нових видів продукції та потребою у широкому розвитку механізації й автоматизації виробництва.

Основою для раціонального скорочення номенклатури та кількості типорозмірів виробленої продукції є розробка параметричних стандартів. Створення параметричних стандартів - один із важливих напрямів стандартизації. Дані стандарти встановлюють параметри та розміри найбільш раціональних видів, типів і типорозмірів машин, приладів, обладнання тощо. Створення та використання виробів буде найбільш успішним у тому випадку, коли їх параметри будуть погоджені між собою. Узгодження різних параметрів і розмірів методом параметричної стандартизації дає змогу ув'язати між собою різні галузі промисловості, що призведе до великого економічного ефекту у масштабах усього народного господарства країни.

Сутність параметричної стандартизації полягає у тому, що параметри і розміри виробів встановлюють не довільно, а дотримуються визначених, чітко обґрунтованих рядів переважних чисел, що підпорядковані певній математичній закономірності. Переважними називають числа, які рекомендовано вибирати переважно перед усіма іншими для визначення величин параметрів при створенні виробів, конструюванні, розрахунках, стандартизації та уніфікації.

2. Система переважних чисел.

Система переважних чисел є теоретичною базою розвитку стандартизації.

Встановлено, що для задоволення потреб промислового виробництва достатньо покласти в основу побудови рядів переважних чисел геометричні прогресії із знаменниками:

- для ряду R5 $^5\sqrt{10} = 1,5849 \approx 1,6$;
- для ряду R10 $^{10}\sqrt{10} = 1,2589 \approx 1,25$;
- для ряду R20 $^{20}\sqrt{10} = 1,1220 \approx 1,12$;
- для ряду R40 $^{40}\sqrt{10} = 1,0593 \approx 1,06$.

Знаменники геометричних рядів вибираються із рядів переважних чисел, регламентованих ГОСТ 8032-84 (8032-56). В ньому наведені переважні числа і їх ряди, прийняті Міжнародною організацією по стандартизації (ISO) в 1953 році. Членами рядів переважних чисел є округлені члени рядів геометричної прогресії. Кількість членів у кожному десятковому інтервалі чисел (наприклад, $1 \div 0,1$; $0,1 \div 0,01$; $0,01 \div 0,001$; $1 \div 10$; $10 \div 100$; $100 \div 1000$, тощо) будь-якого ряду залишається постійним на протязі всього ряду. Кількість чисел у десятковому інтервалі ряду R5 – 5, ряду R10 – 10, ряду R20 – 20, ряду R40 – 40, ряду R80 – 80, при чому кожний наступний ряд включає всі числа попередніх рядів (таблиця 1.1).

Номери переважних чисел у таблиці 1.1 наведено для ряду R5 - R40. Ряд порядкових номерів для R20 містить в собі (окрім нуля) всі парні числа, а для R10 – всі числа, котрі діляться на чотири без остачі.

Ряди переважних чисел необмежені в обох напрямках. Числа більші 10 отримують множенням величин з інтервалу $1 \div 10$ на 10, 100, 1000, тощо, а числа менші 1 – на 0,1; 0,01; 0,001, тощо.

Прийнято наступні позначення рядів з обмеженнями:

- R5(...40...) – основний ряд R5, не обмежений верхньою і нижньою границями, але з обов'язковим включенням члена 40;
- R10(1,25...) – основний ряд R10, обмежений членом 1,25, як нижньою границею;
- R20(...45) – основний ряд R20, обмежений членом 45, як верхньою границею;
- R40(75...300) – основний ряд R40, обмежений членом 75, як нижньою границею і членом 300, як верхньою границею.

Допускається використовувати похідні ряди, які отримують із основних шляхом відбору кожного другого, третього, ... , n -ого члена ряду.

3. Практика застосування переважних чисел

Приклади використання переважних чисел зустрічаються всюди – це розміри одягу і взуття, довжина цвяхів, номінальні значення маси гир, потужність електричних машин, тощо. Результатом використання саме переважних чисел є таке узгодження параметрів і розмірів, у тому числі й в

міжгалузевому відношенні, яке забезпечує взаємозамінність деталей, створення гнучких виробничих систем, автоматизацію і механізацію виробничих процесів, підвищення якості продукції та продуктивності праці.

Переважні числа та їх ряди є основою упорядкування вибору величин і градації параметрів усіх виробничих процесів, обладнання, пристроїв, інструментів, матеріалів, напівфабрикатів, транспортних засобів тощо.

Згідно з характерними властивостями виробів розрізняють наступні найбільш важливі параметри продукції:

- розмірні параметри (розмір одягу та взуття, місткість посуду);
- параметри ваги (маса окремих видів спортивного інвентарю);
- параметри, які характеризують продуктивність машин і приладів (продуктивність вентиляторів, швидкість руху транспортних засобів);
- енергетичні параметри (потужність двигуна).

Параметр продукції – це кількісна характеристика властивостей продукції або її станів, які визначають призначення продукції та умови її використання.

Існують загальні правила застосування переважних чисел і переважних рядів чисел.

Переважні числа та їх ряди повинні використовуватись:

- при встановленні стандартних значень і рядів стандартних значень величини;
- при нормуванні значень вихідних параметрів продукції, умов її існування і процесів, а також дозволених і допустимих їх відхилень;
- при нормуванні значень параметрів продукції пов'язаних логарифмованою залежністю з вихідними параметрами, значення яких нормується за допомогою переважних чисел;
- при приведенні значень параметрів предметів і процесів (у тому числі природних констант), якщо використання переважних чисел не тягне виходу за межі допустимого відхилення.

Похідні і спеціальні ряди чисел допускається застосовувати тільки у випадках, якщо застосовувати ряди переважних чисел неможливо або недоцільно.

У випадках альтернативних варіантів перевагу слід віддавати ряду, який має менше число градацій, а також основному ряду перед вибіркоvim і складовим.

Таблица 1.1 Ряди Ренара

Основні ряди				
R	R1	R2	R4	Номер
5	0	0	0	и
1,00	1,00	1,00	1,00	0
			1,06	1
		1,12	1,12	2
			1,18	3
	1,25	1,25	1,25	4
			1,32	5
		1,40	1,40	6
			1,50	7
1,60	1,60	1,60	1,60	8
			1,70	9
		1,80	1,80	10
			1,90	11
	2,00	2,00	2,00	12
			2,12	13
		2,24	2,24	14
			2,30	15

			6	
50	2, 0	2,5 0	2,5 0	16
			2,6 5	17
		2,8 0	2,8 0	18
			3,0 0	19
	3,1 5	3,1 5	3,1 5	20
			3,3 5	21
		3,5 5	3,5 5	22
			3,7 5	23
00	4, 0	4,0 0	4,0 0	24
			4,2 5	25
		4,5 0	4,5 0	26
			4,7 5	27
	5,0 0	5,0 0	5,0 0	28
			5,3 0	29
		5,6 0	5,6 0	30
			6,0 0	31
30	6, 0	6,3 0	6,3 0	32
			6,7 0	33
		7,1 0	7,1 0	34
			7,5 0	35
	8,0	8,0	8,0	36

	0	0	0	
			8,5 0	37
		9,0 0	9,0 0	38
			9,5 0	39
10 ,00	10, 00	10, 00	10, 00	40

Застосування додаткових рядів переважних чисел і переважних рядів чисел дозволяється тільки в тому випадку, якщо ряд *R40* або утворений на його основі похідний ряд чисел не забезпечують потрібного числа градацій. Застосування додаткового ряду повинно супроводжуватись докладним обґрунтуванням.

Не дозволяється утворювати складові ряди поєднанням переважних рядів різних видів, наприклад, геометричного і арифметичного, комплементарного і геометричного тощо.

Економічне обґрунтування вибору параметричних розмірних рядів потребує проведення підготовчої роботи по збиранню даних про випуск конкретного виду виробу за останні два-три роки і випуск, що планується на найближчі роки, про витрати на матеріали, заробітну плату і накладні витрати в процесі виробництва, про витрати на експлуатацію виробу (амортизаційні відрахування, витрати на всі види енергії).

При наявності даних про програму випуску кожного типорозміру виробу вибирають параметричний ряд *R10* чи *R20*, вважаючи що він є початковим для наступного аналізу і економічного обґрунтування.

Загальні річні витрати визначаються формулою:

$$Z = E \cdot C + C_e, \quad (1.1)$$

де C – собівартість річної програми; E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних витрат; C_e – річні витрати в експлуатації (амортизаційні відрахування і додаткові експлуатаційні витрати).

Собівартість річної програми дорівнює:

$$C = c \cdot B, \quad ($$

1.2)

де c – собівартість виробу; B – річна програма випуску (шт).

Собівартість одиниці виробу:

$$c = m + c_l, \quad (1.3)$$

де m – витрати на матеріали; c_l – інші витрати (заробітна плата та накладні витрати).

Витрати в експлуатації становлять:

$$C_e = A + D, \quad (1.4)$$

де A – розмір річних амортизаційних відрахувань без витрат на капітальний ремонт; D – додаткові витрати по експлуатації.

Для визначення оптимальної кількості типорозмірів будують більш рідкий і більш густий ряди: для ряду R10 – ряди R5 і R20, для ряду R20 – ряди R10 і R40. Потім порівнюють суму загальних річних витрат для всіх членів початкового ряду з відповідною сумою для більш рідкого і більш густого рядів. З цих рядів вибирається ряд з мінімальною сумою загальних річних витрат для подальшого виробництва.

Визначення зміни річних витрат при побудові більш рідкого і більш густого рядів виконують за допомогою спеціальних таблиць (таблиця 1.2 і таблиця 1.3). Графи таблиці початкового ряду заповнюють за фактичними даними заводу-виробника.

Під час розрідження ряду, коли, наприклад, замість двох суміжних членів ряду залишається один, програма випуску для нього визначається підсумовуванням двох програм. При цьому коефіцієнт зміни програми

$$K_{3.n} = B_n / B, \quad (1.5)$$

де B_n – річна програма щойно створеного члена ряду; B – початкова річна програма цього члена ряду.

Коефіцієнт зміни інших витрат

$$K_{3.в.} = 1 / K_{3.n}^z, \quad (1.6)$$

де z – показник степеня, неоднаковий для різних виробів машино- та приладобудування (із спеціальних рекомендацій та таблиць).

В разі переходу від початкового ряду до більш густого програма випуску проміжного члена ряду B'_n приймається рівною:

$$B'_n = B/2, \quad (1.7)$$

де B – початкова програма випуску суміжного виробу з більшим значенням основного параметра.

В цьому випадку коефіцієнт зміни програми для всіх членів ряду дорівнює:

$$K_{з.п.} = B'_n / B = 0,5.$$

Таблиця 1.2

Початковий ряд								
С сновн ий парам етр	С ічна прогр ама	С итрат и на матер іали	С нші витр ати	С обіварт ість виробу	С обіварт ість річної програ ми	С обіварт ість річної програ ми з коєфіці єнтом ефектив ності	С ічні витрат и в експлу атації	С агаль ні річні витра ти
		B	M	c $=M+c_l$	C $=c \cdot B$	$E \cdot C$	C_e	$=E \cdot C + C_e$

Таблиця 1.3

Рідкий ряд / Густий ряд									
С снов ний пара метр	С оєф. змін и прог рам и	С оє ф. змі ни ін ши х ви тра т	С ічна прог рам а	С итра ти на мате ріал и	С нші витр ати	С обіварт ість вироб у	С обіварт ість річної прогр ама	С обіварт ість річної прогр ама з коєф. ефект ивнос ті	С ічні витра ти в експл уатаці ї
						c	C	E	C

	з.п.	з.в.			${}_2=c_1$ $\cdot K_{з.в.}$	$=m+c$ ${}_2$	$=c \cdot B$	$\cdot C$	e	$=E \cdot$ $C+C$ e

Витрати на матеріали для нового створеного члена ряду обчислюють як середнє значення витрат на матеріали між двома суміжними членами:

$$m=(m_1+m_2)/2. \quad (1.8)$$

Величина інших витрат для виробу із зміненою програмою випуску дорівнює:

$$c_2=c_1 \cdot K_{з.в.}, \quad (1.9)$$

де c_1 – інші витрати для виробу із початковою програмою випуску.

Інші витрати для нових членів ряду обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції інших витрат суміжних членів ряду.

Приклад розв'язування задачі

Розглянемо розрахунок річних витрат на виробництво деталей з встановленим рядом внутрішніх діаметрів R20(16-40) мм (таблиця 1.4). Параметр z для визначення коефіцієнта зміни інших витрат дорівнює 0,1. Для спрощення економічне обґрунтування вибору ряду основного параметра (діаметра) виконаємо, визначивши тільки собівартість річної програми випуску.

Програма випуску для нового члена ряду, наприклад, з діаметром 20 мм буде дорівнювати:

$$B_n=4+7=11 \text{ (тис. шт.)}$$

Коефіцієнт зміни програми:

$$K_{з.п.}=B_n/B=11/7=1,57.$$

Витрати на матеріали залишаються такими як були в табл. 1.4:

$$m=0,7 \text{ (у.о.)}$$

Коефіцієнт зміни інших витрат при $z=0,1$ дорівнює за формулою (1.6):

$$K_{з.в.}=1/1,57^{0,1}=1/1,04.$$

Інші витрати згідно (1.9):

$$c_2=c_1 \cdot K_{3,6}=9,3 \cdot 1/1,04=9 \text{ (y.o.)}$$

Таблиця 1.4

Початковий ряд R20					
Внутрішній діаметр, (мм)	Річ на програма, (тис. шт)	Витрати на матеріали, (y.o.)	Інші витрати, (y.o.)	Собівартість виробу, (y.o.)	Собівартість річної програми, (тис. y.o.)
16	2	0,5	8,7	9,2	18,4
18	4	0,5	8,7	9,2	36,8
20	7	0,7	9,3	10,0	70,0
22	6	0,7	9,3	10,0	60,0
25	7	1,5	9,7	11,2	78,4
28	20	1,5	9,7	11,2	224,0
32	30	2,2	9,8	12,0	360,0
35	40	2,2	9,8	12,0	480,0
40	70	3,6	10,4	14,0	980,0
Разом:	186				2307,0

Скоротимо кількість членів початкового ряду в два рази. Замість двох членів початкового ряду одержимо один член ряду R10.

Таблиця 1.5

Рідкий ряд R10						
Внутрішній діаметр, (мм)	Коефіцієнт зміни програми	Коефіцієнт зміни інших витрат	Річна програма, (тис. шт)	Витрати на матеріали, (y.o.)	Інші витрати, (y.o.)	Собівартість виробу, (y.o.)
						Собівартість річної програми, (тис. y.o.)

							у.о)
1 6	1 ,00	-	2	0 ,5	7 ,7	9, 2	1 8,4
2 0	1 ,57	1 /1,04	11	0 ,7	0 ,0	9, 7	1 06,7
2 5	1 ,80	1 /1,06	13	1 ,5	2 ,2	1 0,7	1 39,1
3 2	1 ,70	1 /1,05	50	2 ,2	4 ,4	1 1,6	5 80,0
4 0	1 ,57	1 /1,04	110	3 ,6	0 0,0	1 3,6	1 490,0
Р азом:			186				2 334,2

Собівартість однієї деталі з внутрішнім діаметром 20 мм:

$$c = m + c_2 = 0,7 + 9,0 = 9,7 \text{ (у.о).}$$

Собівартість річної програми за формулою (1.2):

$$C = 9,7 \cdot 11 = 106,7 \text{ (тис. у.о).}$$

Аналогічно підраховується собівартість річної програми для всіх членів ряду R10. Як видно із табл. 1.5 розрідження початкового ряду є недоцільним, бо дає значне підвищення витрат.

Збільшення кількості членів початкового ряду відповідає переходу від R20 до R40 (див. табл. 1.6).

Програма випуску розподіляється між старими і новими членами ряду. Розглянемо алгоритм розрахунку на прикладі виробу з діаметром 32 мм. За виразом (1.7) отримаємо:

$$B'_n = B/2 = 30/2 = 15 \text{ (тис. шт),}$$

для виробів з діаметрами 30 і 32 мм.

Таблиця 1.6

Густий ряд R40

Вн утрішній діаметр, (мм)	Ко ефіцієнт зміни програ м и	Рі чна програ ма, (тис. шт)	В итрати на матеріал и, (у. о.)	І нші витрат и, (у.о.)	Собі вартість виробу, (у.о.)	Собі вартість річної програми, (ти с. у.о)
16		2	0, 5	8 ,7	9,2	18,4
18		4	0, 5	8 ,7	9,2	36,8
20		7	0, 7	9 ,3	10,0	70,0
22		6	0, 7	9 ,3	10,0	60,0
25		7	1, 5	9 ,7	11,2	78,4
28		2 0	1, 5	9 ,7	11,2	224, 0
30		1 5	1, 85	1 0,1	11,9 5	180, 0
32	1,0 7	1 5	2, 2	1 0,5	12,7	190, 5
35		4 0	2, 2	9 ,8	12,0	480, 0
38		3 5	2, 9	1 0,4	13,3	465, 5
40	1,0 7	3 5	3, 6	1 1,2	14,8	518, 0
Раз ом:		1 86				232 1,0

Коефіцієнт зміни програми для виробу з діаметром 32 мм:

$$K_{3,n}=15/30=0,5.$$

Витрати на матеріали для нового члена ряду – виробу з діаметром 30 мм згідно (1.8):

$$m=(1,5+2,2)/2=1,85 \text{ (у.о.)} .$$

Коефіцієнт зміни інших витрат для виробу з діаметром 32 мм за виразом (1.6) буде рівним:

$$K_{3,8}=1/0,5^{0,1}=2^{0,1}=1,07.$$

Інші витрати на виробництво виробу з діаметром 32 мм визначаємо згідно (1.9):

$$c_2=9,8 \cdot 1,07=10,5 \text{ (y.o.)}.$$

Інші витрати на виробництво нового виробу з діаметром 30 мм визначають за допомогою такої формули:

$$c_{1(30)}=c_{1(28)}+(c_{2(32)}-c_{1(28)}) \times (d_3-d_2)/(d_3-d_1)=$$

$$=9,7+(10,5-9,7) \times (32-30)/(32-28)=10,1 \text{ (y.o.)},$$

тобто вважають, що вони змінюються пропорційно змінюванню внутрішнього діаметра деталі.

Собівартість виробів і собівартості їх річних програм підраховують за наведеними вище формулами.

Загальна собівартість річної програми для ряду R40 вийшла більшою, ніж для ряду R20. Тому немає необхідності в розширенні ряду.

Завдання до практичної роботи

Завод випускає електродвигуни, потужності яких стандартизовані і являють собою параметричний ряд R20. Звітні дані заводу наведені в табл. 1.7:

Таблиця 1.7

Початковий ряд R20

Потужність, (кВт)	Річ на програма , (тис. шт)	Витрати на матеріали , (y.o)	Інші витрати , (y.o)	Собівартість виробу, (y.o)	Собівартість річної програми (тис. y.o)
1,00	7,1	35,2	23,5		
1,12	3,8	42,0	22,6		

1,25	1,3	50,9	24		
1,40	6,9	58,1	25		
1,60	3,0	98,8	33		
1,80	4,2	114,	36		
2,00	2,2	146,	45		
2,24	1,2	178,	41		
2,50	0,6	313,	93		
2,80	0,3	367,	91		
3,15	0,1	576,	13		
3,55	0,1	607,	13		
4,00	0,1	687,	15		
4,50	2,2	146,	45		
5,00	1,2	178,	41		
5,60	0,6	313,	93		
6,30	0,3	367,	91		
7,10	3,0	98,8	33		
8,00	4,2	114,	36		
9,00	2,2	146,	45		
10,00	1,2	178,	41		

Побудувати за допомогою початкового ряду R20 рідкий ряд R10 і більш густий ряд R40. Параметр z для визначення коефіцієнта зміни інших

витрат прийняти рівним 0,25. Вибрати із рядів найбільш прийнятний з економічної точки зору.

Варіанти завдань наведено в табл. 1.8.

Таблиця 1.8

Варіант	Початковий ряд	Варіант	Початковий ряд
1	R20(1,0...1,6)	9	R20(2,5...4,0)
2	R20(5,0...8,0)	10	R20(6,3...10,0)
3	R20(1,25...2,0)	11	R20(3,15...5,0)
4	R20(6,3...10,0)	12	R20(1,0...1,6)
5	R20(1,6...2,5)	13	R20(4,0...6,3)
6	R20(3,15...5,0)	14	R20(5,0...8,0)
7	R20(2,0...3,15)	15	R20(2,0...3,15)
8	R20(4,0...6,3)		

Питання для самоконтролю:

1. В чому полягає сутність параметричної стандартизації?
2. Що таке переважні числа?
3. Історія створення переважних чисел.
4. З якою метою розроблені ряди переважних чисел?
5. Перелічіть основні властивості переважних чисел.
6. Що являють собою ряди переважних чисел?
7. Дайте визначення поняттям «параметр».
8. Охарактеризуйте основні ряди переважних чисел.

9. В якій послідовності здійснюється розроблення параметричних стандартів?

