ТЕМА 7

Наукова та теоретична база сучасної стандартизації. Методика створення параметричних рядів

Переважні числа, ряди Ренара та етапи побудови параметричного стандарту

- Арифметична та геометрична прогресії як основа рядів
- Ряди R5, R10, R20, R40 за ГОСТ 8032 і ряди E за МЕК
- Номенклатура параметрів, діапазон і градація ряду

План лекційного заняття

1. Переважні числа та вимоги до їх рядів
2. Арифметична прогресія та її недолік
3. Геометрична прогресія та її властивості
4. Ряди Ренара: R5, R10, R20, R40
5. Похідні, зсунуті та ступінчаті ряди
6. Ряди Е за рекомендаціями МЕК
7. Методика створення параметричних рядів
8. Головні, основні та допоміжні параметри
9. Діапазон і градація параметричного ряду
10. Підсумки та контрольні питання

Переважні числа

Переважні числа — числа, які переважно рекомендовано обирати порівняно з усіма іншими для встановлення величин параметрів об’єктів стандартизації.

- Теоретичною базою сучасної стандартизації є система переважних чисел.
- Приклади: розміри взуття й одягу, довжина цвяхів, маса гир, потужність електричних машин.

Вимоги до рядів переважних чисел

Ряд повинен

- Бути раціональною системою градацій
- Бути нескінченним у бік малих і великих чисел
- Включати всі десятикратні та дробові значення кожного числа
- Бути простим і легким для запам’ятовування

Система переважних чисел дозволяє

- Уніфікувати параметри продукції певного типу
- Узгодити параметри продукції різних видів
- Пов’язати сировину, комплектуючі, вироби й обладнання

Ланцюжок узгодження виробів

> Якщо параметри визначені рядом переважних чисел, виріб буде узгоджений з пов’язаними видами продукції.

- Електродвигуни → технологічне обладнання, вантажопідйомні пристрої
- Вантажопідйомні пристрої → вантажні машини
- Вантажні машини → транспортна тара
- Транспортна тара → споживча тара

ФОРМУЛА

Арифметична прогресія

$$a_n = a + d\,(n - 1)$$

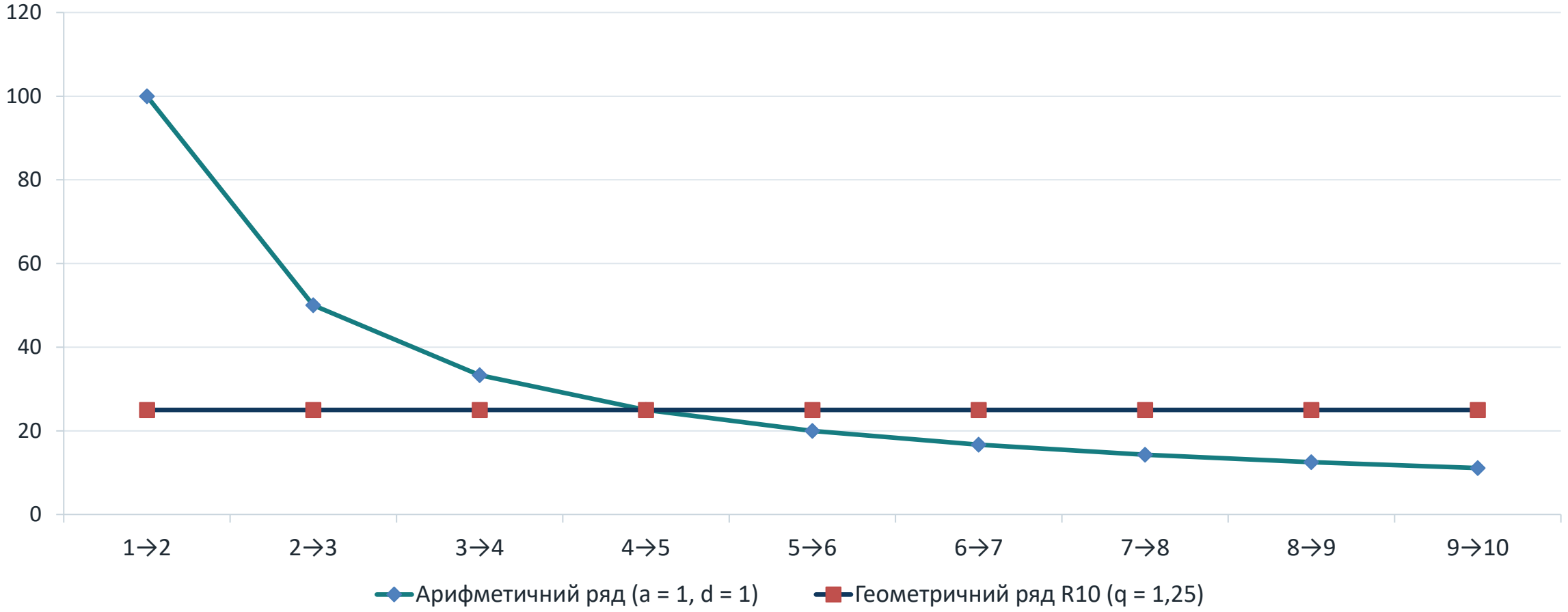
a	перший член прогресії
d = const	різниця прогресії (постійне число)
n	номер члена прогресії: 1, 2, 3 …

Графіком арифметичної прогресії є пряма лінія. Ряд простий і не потребує заокруглення чисел.

Приклади арифметичних рядів

Перший член a	Різниця d	Ряд
1	2	1; 3; 5; 7; 9
2,3	0,3	2,3; 2,6; 2,9; 3,2; 3,5
3	0,5	3; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0

Недолік арифметичної прогресії: відносна різниця спадає



Відносна різниця, %. Для арифметичного ряду вона падає зі 100 % до 11 %, для геометричного — залишається постійною.

Де все ж застосовують арифметичні ряди

> При сталій абсолютній різниці відносна різниця між сусідніми членами різко зменшується із зростанням члена ряду.

- Стандарти розмірів взуття
- Діаметри підшипників коливання
- Діаметри метричних різьблень
- Модулі зубчастих коліс

ФОРМУЛА

Геометрична прогресія

$$a_n = a \cdot q^{n-1}$$

a	перший член ряду
q	знаменник прогресії
n	порядковий номер взятого члена

Приклад: 1 – 2 – 4 – 8 – 16 – 32 …, де кожен наступний член одержано перемноженням попереднього на 2. Геометрична прогресія зберігає однакову відносну різницю між суміжними числами.

Корисні властивості геометричної прогресії

Стала відносна різниця

Відносна різниця між будь-якими сусідніми членами ряду постійна.

Замкненість за множенням

Добуток чи частка будь-яких членів прогресії є членом цієї ж прогресії — це дає змогу пов’язувати параметри в межах одного ряду.

ФОРМУЛА

Ряди Ренара

$$q = 10^{1/R}$$

R	ціле число для формування переважних рядів
q	знаменник прогресії — корінь R-го ступеня з 10

Ш. Ренар прийняв знаменник, який забезпечує десятикратне збільшення на кожні R членів ряду. Наприклад, для R = 10: q = 1,25, і при a = 1 ряд має вигляд 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0.

Головні параметри рядів переважних чисел (ГОСТ 8032)

Ряди	Позначення	Знаменник прогресії q	Кількість членів
Основні	R5	1,6	5
Основні	R10	1,25	10
Основні	R20	1,12	20
Основні	R40	1,06	40
Додаткові	R80	1,03	80
Додаткові	R160	1,015	160

Діюча в Україні система переважних чисел заснована на рекомендації ISO і встановлена ГОСТ 8032.

Основні ряди переважних чисел в інтервалі від 1 до 10

Ряд	Числа ряду
R5	1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0
R10	1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0
R20	1,0; 1,12; 1,25; 1,40; 1,60; 1,80; 2,00; 2,24; 2,50; 2,80; 3,15; 3,55; 4,00; 4,50; 5,00; 5,60; 6,30; 7,10; 8,00; 9,00; 10,0

Ряд R40 додає проміжні члени: 1,06; 1,18; 1,32; 1,50; 1,70; 1,90; 2,12; 2,36; 2,65; 3,00; 3,35; 3,75; 4,25; 4,75; 5,30; 6,00; 6,70; 7,50; 8,50; 9,50.

Похідні, зсунуті та ступінчаті ряди

Похідні

Утворюються з основних або додаткових відбором кожного n-го члена. R20/3 (…50): 1,00; 1,25; 1,80; 2,50; 3,55; 5,00; 7,10; 10,00 …

Зсунуті

Утворюються з основних, додаткових або похідних, починаючи з певного члена. R20/3 (3,55 …): 3,55; 5,00; 7,10; 10,00 …

Ступінчаті

Будуються з різних прогресій для різних інтервалів. Приклад: R10 (q = 1,25) на 1,00–2,00 і R20 (q = 1,12) на 2,00–4,00.

Ряди E за рекомендаціями МЕК

Ряд	Знаменник прогресії q	Застосування
E3	2,2	Продукція електротехніки та радіоелектроніки
E6	1,5	Номінальні опори резисторів (ГОСТ 2825), ємності конденсаторів (ГОСТ 2519)
E12	1,2	Продукція електротехніки та радіоелектроніки
E24	1,1	Продукція електротехніки та радіоелектроніки

МЕК рекомендує ряди E3; E6; E12; E24; E48; E96; E192, побудовані на основі геометричних прогресій.

Щільність параметричного ряду

> Щільність параметричного ряду повинна бути оптимальною — з урахуванням інтересів і споживачів, і виробників.

- Щільний ряд максимально задовольняє потреби споживачів
- Але надмірно розширює номенклатуру і ускладнює виробництво
- Це збільшує виробничі витрати
- Тому R5 переважніший за R10, а R10 — за R20
- Спершу шукають потрібні числа в R5, і лише потім переходять до R10

Методика створення параметричних рядів: три етапи

Параметричний ряд — сукупність числових значень параметрів, побудована в певному діапазоні на основі прийнятої системи градацій.

1

Вибір номенклатури параметрів

Обґрунтування параметрів, які характеризують властивості продукції.

2

Вибір діапазону параметричного ряду

Визначення діапазону коливання параметрів, що стандартизуються.

3

Вибір градації параметричного ряду

Визначення характеру інтервалів між сусідніми членами ряду.

Головні, основні та допоміжні параметри

Головні

Найповніше характеризують виріб і залишаються незмінними тривалий час. Приклади: діапазон вимірювання приладу, коефіцієнт підсилення.

Основні

Визначають призначення продукції та умови її використання: розмірні, ваги, продуктивності, енергетичні, технічні.

Допоміжні

Залежать від удосконалень конструкції, нестабільні — їх не рекомендують включати в стандарти.

Вимоги до номенклатури головних параметрів

- Головний параметр має найповніше виражати технічні й експлуатаційні властивості
- Головний параметр повинен бути максимально стабільним
- Номенклатура має бути мінімальною, але достатньо повною
- Номенклатура має сприяти меншій кількості типорозмірів (типономіналів)

Діапазон і градація параметричного ряду

Діапазон ряду

- Інтервал, обмежений крайніми значеннями членів ряду
- Обмежується найбільшим і найменшим значеннями параметра
- Крайні значення визначають з потреб усіх галузей
- Приклад: електродвигуни серії 4А — від 0,06 до 400 кВт

Градація ряду

- Математична закономірність інтервалів між сусідніми членами
- Вибір зводиться до пошуку відповідного ряду переважних чисел
- Система допускає комбінації рядів
- Приклад: R40 має градацію 1,06

ФОРМУЛА

Економічний критерій вибору градації

$$S = S_1 + S_2 \rightarrow \min$$

S_1	витрати споживача на експлуатацію виробу
S_2	витрати на виробництво виробу
N	кількість встановлених параметрів (типорозмірів)

$S_1 \rightarrow \min$, якщо $N \rightarrow \max$; $S_2 \rightarrow \min$, якщо $N \rightarrow \min$. Завдання — знайти таку кількість головних параметрів N_0, за якої сумарні витрати мінімальні. Розривність значень параметричних рядів сама по собі є джерелом збитків.

Підсумки

1. Теоретична база стандартизації — система переважних чисел.
2. Арифметичні ряди прості, але мають спадну відносну різницю.
3. Геометричні ряди Ренара R5–R160 зберігають постійну відносну різницю.
4. Для електротехніки та радіоелектроніки МЕК рекомендує ряди E3–E192.
5. Побудова параметричного ряду: номенклатура параметрів, діапазон, градація за критерієм $S \rightarrow \min$.

Контрольні питання

1. Що таке переважні числа і яким вимогам мають відповідати їх ряди?
2. Запишіть формулу арифметичної прогресії. У чому її недолік?
3. Запишіть формулу геометричної прогресії та назвіть її властивості.
4. Як побудовані ряди Ренара? Наведіть значення q для R5–R40.
5. Чим відрізняються похідні, зсунуті та ступінчаті ряди?
6. Назвіть три етапи створення параметричного ряду.
7. Що таке діапазон і градація ряду? Який критерій вибору градації?

Джерело: Сусліков Л. М., Дьордяй В. С. Основи стандартизації та управління якістю: навчальний посібник. — Ужгород: Говерла, 2022. — 151 с.
Розділ 4, пп. 4.1–4.2 — с. 71–84.