

## *Розділ 1. Вступ до математичної статистики*

### *Тема 1. Основні поняття біометрії. Групування первинних даних*

Біометрія та її місце в системі наук. Формування біометрії як самостійної наукової дисципліни. Роботи Сантаріо, Бореллі, Бурнеля, А. де Муавра. Виникнення в середині XVII століття теорії ймовірностей та математичної статистики та їх значення для розвитку біометрії (П.Ферма, Б.Паскаль, Х.Гюйгенс, Я.Бернуллі, П.Лаплас, К. Гайдес, С.Пуасон та П.Л.Чебишев). Досліди по антропометрії А.Кетле. Англійська школа біометриків та її роль в створенні математичного апарату біометрії (Ф.Гальтон, К.Пірсон та ін.). Досліди В.Йогансена та їх значення при інтерпретації даних біометричних методів. Розвиток теорії малої вибірки В.Госсетом (Стьюдент). Створення теорії планування експерименту Р.Фішером. Вклад українських та російських вчених в розвиток біометрії (С.Н.Бернштейн, А.Я.Хінчин, Е.Е.Слуцький, А.І.Хотимський, Б.С.Ястремський, А.Н.Колмогоров та ін.). Розробка біометричних методів для окремих сфер суспільного життя та науки. Шляхи і способи отримання об'єктивних цифрових і графічних показників. Закономірності їх зміни в динаміці та їх залежність від факторів середовища. Основні категорії математичної статистики: статистична сукупність, статистичний комплекс, статистична закономірність. Типи статистичних закономірностей. Ознаки: властивості та класифікація. Способи групування первинних даних. Статистичні таблиці та їх види. Статистичні та варіаційні ряди. Види варіаційних рядів. Математичні характеристики нерівно інтервальних варіаційних рядів. Принципи побудови рівно інтервальних варіаційних рядів: визначення кількості класів, ширини класового інтервалу, центральної величини класового інтервалу (середини класу). Графіки варіаційних рядів: полігон розподілу частот, варіаційна крива, гістограма розподілу частот тощо.

### *Тема 2. Вибірка та її статистичний опис*

Вибірка як набір чисел, множина значень випадкової величини, сукупність варіант. Варіанта як об'єкт, носій числа, а вибірка – як група об'єктів проектів. Агенти, які беруть участь у формуванні вибірки, та необхідність їх визначення для правильної інтерпретації відмінностей між вибірками. Особливість вибірки – відмінність окремих варіант, явище мінливості. Окрема варіанта, середнє арифметичне значення – число. Поняття структурно-логічної сутності числа: об'єкт, ознака, фактор, метод. Елементарний фрейм необхідний для розуміння суті процесу появи вибірки. Число як кількісне вираження ознаки окремого об'єкта, отриманого при даному рівні фактора зовнішнього середовища конкретним методом. Метод як процедура отримання чисел (варіант), що включає суб'єкт, методика, інструмент їх вимірювання і реєстрацію. Найпростіший спосіб отримання вибірки – використання різних методів вимірювання одного і того ж об'єкта. Точність інструменту вимірювання та точність методу вимірювання. Точність інструменту вимірювання – технічна характеристика. Точність методу – точності(похибки) вимірювальної процедури, можливість відтворення тих же результатів при повторному вимірювання об'єкта. Ознака (властивість, показник, величина, характеристика, змінна) – будь-яка інформація про

досліджуваний об'єкт, виражена якісно або кількісно. Ознаки як випадкові величини у варіаційній статистиці. Випадкова величина – чисельна характеристика, яка бере ті чи інші задалегідь точно не відомі значення. Визначення кількості ознак, що реєструються, для формування вибірки. Методи реєстрації ознак біологічних об'єктів: якість (нечислова дискретна ознака); кількісні ознаки; надання якісним ознакам кількісного змісту (частота зустрічей, напівкількісні характеристики, ранги, бали). Проба надає можливість переводу якісних ознак у кількісні, а також розкриває сенс формування частотних розподілів різного типу. Промір (ряд дрібних, раціональних, чисел) – безперервна (мірна) кількісна ознака, що характеризує властивості об'єктів за допомогою різних додаткових кількісних шкал – температурної, ваговій, розмірної, об'ємної тощо. Об'єкт – біологічний феномен, на який спрямована увага дослідника. Об'єкт дослідження – загальне поняття, що означає біологічний предмет (організм, популяція, екосистема) або біологічне явище (розмноження, динаміка чисельності, сукцесія). Об'єкт вимірювання – це конкретний представник об'єкта дослідження (особина, група особин в даній місцевості, результати виловів, тимчасові ряди), який безпосередньо вимірюється за допомогою інструменту. Фактор – умови проведення спостережень, середовища мешкання (перебування) об'єкта, ймовірна причина, яка визначає поточний стан об'єкта. Середня величина ознаки як узагальнююча характеристика варіаційного ряду. Середня арифметична: проста та зважена. Середня гармонічна. Середня квадратична. Абстрактний та конкретний характер середньої арифметичної. Стандартне відхилення (середнє квадратичне відхилення) як міра різноманітності об'єктів, які складають досліджувану групу. Коефіцієнт варіювання як показник характеру варіювання певних ознак.

### *Тема 3. Типи розподілу ознак*

Розподіл ознак (випадкових величин, об'єктів) як співвідношення між їх значеннями та частотою зустрічей. Нормальний розподіл найбільш характерний тип розподілу неперервних випадкових величин. Розподіл симетричний, крайні значення (найбільші та найменші) з'являються зрідка, чим ближче значення ознаки до центру (до середньої арифметичної), тим воно частіше зустрічається. Біноміальний розподіл близький до нормального, але характеризує поведінку дискретних ознак, що виражені цілими числами. Розподіл Пуассона описує стохастичну поведінку дискретних кількісних ознак для випадків, коли ймовірність елементарних подій неоднакова. Закон Пуассону описує поодинокі події, що відбуваються 1, 2, 3 рази на сотні та тисячі звичайних подій. Альтернативний розподіл – розподіл дискретної випадкової величини, який має лише два протилежних (різноманітних) значення. Поліноміальний розподіл спостерігається для якісних ознак, які мають дві альтернативні властивості, але декілька можливих проявів якості (наприклад поліморфізм популяції). Рівномірний розподіл окремий (поодинокий) випадок альтернативного та поліноміального розподілу. Гіпергеометричний розподіл (безповоротне вилучення). Негативний біноміальний розподіл підходить до випадків, коли ймовірності елементарних подій непостійні. Розподіл Максвелла та Релея мають помірну

правосторонню асиметрію та описують поведінку неперервних позитивних випадкових величин. Розподіл Парето та показовий розподіл придатні для опису різко правосторонніх асиметричних варіаційних рядів із перепадом частот. Розподіл логнормальний (логарифмічно нормальний) характеризується тим що логарифми вихідних значень вибірки утворюють правильний нормальний розподіл; ця модель підходить для опису ознак, які мають розподіл із помірною правосторонньою асиметрією. Необхідність знання типу розподілу для вибору певного прийому математичної обробки та отримання найбільш повної інформації про явище, точнішої оцінки відмінностей між параметрами різних вибірок.

#### *Тема 4. Статистичне оцінювання генеральних параметрів*

Способи визначення діапазону можливої мінливості досліджуваних біологічних ознак. Поняття розподіл як співвідношення між значеннями випадкової величини та частотою її зустрічей. Числові значення варіант розташовуються в деякій обмеженій зоні, у центрі якої їх особливо багато, а по краях мало. Ключем до отримання імовірного прогнозу є знання законів розподілу випадкових величин. Властивості нормального розподілу. Рівняння нормального розподілу визначає хід кривої лінії, що має характерну колоколоподібну форму, і дозволяє обчислити ординати нормальної кривої, або «щільність ймовірності». Імовірність (статистична, або частість) як чисельна міра можливого, визначається як відношення числа варіант (результатів випробувань) певного виду до загальної кількості варіант (дослідів). Поняття «довірчої ймовірності» у біометричній практиці. Рівень значущості. Генеральна сукупність – все варіанти одного типу. Теоретична нескінченність генеральної сукупності означає, що її ніколи не можна пізнати до кінця, у дійсності ми завжди маємо справу з вибірками. Вибіркова сукупність, вибірка – це множина варіант одного типу, обмежена способом відбору (методами отримання варіант) з генеральної сукупності. Помилка репрезентативності вибірових параметрів (статистична помилка) як відмінності значень вибірових параметрів від генеральних. Величина помилки тим більша, чим більше варіювання ознаки і чим менша вибірка. Довірчий інтервал – інтервал значень досліджуваної ознаки, у якому з тією чи іншою ймовірністю знаходиться значення генерального параметра. Визначення точності досліду. У практиці біометричного аналізу використовується відносна помилка вимірювань – «показник точності досліду» – відношення помилки середньої до самої середньої арифметичної, виражене у відсотках. Оптимальний обсяг вибірки. Асиметричний та ексцесивний розподіл.