

УДК 519.221

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ

Момот Анна Олександрівна

Науковий керівник: доктор іст. наук, професор Ріжняк Р. Я.

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені

Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна

У статті наведена інформація про розвиток методів математичної статистики, а саме, її розвиток починаючи з XVII ст. Стаття містить загальні відомості про розвиток математичної статистики в цілому, а також частину, де більш докладно розглянуто внесок у статистику окремих вчених та їх найбільш відомі відкриття. Також розглянуті теорії та роботи деяких вчених щодо появи методів математичної статистики, життя та діяльність вчених-статистиків. У статті висвітлено основний зміст та суть методів математичної статистики.

Ключові слова: математична статистика, методи математичної статистики, теорії, кореляція, регресія, розподіл.

HISTORY OF DEVELOPMENT OF METHODS OF MATHEMATICAL STATISTICS

Momot Anna

Scientific supervisor: doctor of historical sciences, Professor Rizhniak R.Ya.

*The Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Kropyvnytsky,
Ukraine*

The article provides information on the development of methods of mathematical statistics, namely, its development since the XVII century. The article contains general information on the development of mathematical statistics as a whole, as well as a section where the contribution to the statistics of individual scientists and their most well-known discoveries are discussed in greater detail. Also, the theories and work of some scholars on the emergence of methods of mathematical statistics, life and activity of scientists-statisticians are considered. The article describes the main content and essence of the methods of mathematical statistics.

Key words: mathematical statistics, methods of mathematical statistics, theory, correlation, regression, distribution.

Постановка проблеми. Математична статистика та її методи є однією з головних дисциплін при вивченні математики у ВНЗ. Тому викладений матеріал є корисним для студентів та викладачів фізико-математичних факультетів. Але початки цієї дисципліни тягнуться з давніх часів та досить

стрімко розвиваються і до сьогодні, тому необхідно систематизувати та розкрити суть головних понять математичної статистики, а також ознайомитися з життям та головними відкриттями вченими-статистами.

Аналіз досліджень і публікацій. Для того, щоб більш детально прослідити особливості розвитку математичної статистики та її методів слід, зокрема, звернутися до праць Линника Ю. В. [1], Айвазяна С. А. [2], Орлова А. И. [4], Фішера Р. Д. [5] та інших дослідників. Тому не буде перебільшенням сказати, що сьогодні без врахування та аналітичного розгляду їх наукового внеску не може обійтись жодна серйозна праця з розвитку математичної статистики. Крім того, наша робота ґрунтується на аналізі доступних джерел: навчальні ресурси мережі Internet та наукова література з математики, а також на методології історичного дослідження [7].

Метою статті є дослідження історії розвитку методів математичної статистики.

Математична статистика формувалася майже одночасно як два самостійні напрями: в Англії – політична арифметика (математичний напрямок); в Європі – як державознавство (описовий напрямок).

Математичний напрямок з'явився в Англії і одержав назву політичної арифметики. Праці вчених цього напрямку присвячені соціально-економічним питанням. Вони виявляли закономірності суспільного, головним чином, економічного життя. Застосування математичних методів вважалося обов'язковою умовою дослідження масових облікових даних. Сам термін «політична арифметика» свідчив про застосування математики при вимірюванні фактів соціально-економічного життя (термін «політика» в цей час застосовувався як «наука про державу»).

Основоположником цього напрямку усі вважають Вільяма Петті (1623–1687). Для історії статистики цікаві його дві праці: «Політична арифметика» (1671–1676), «Політична анатомія Ірландії» (1672). В. Петті замість словесних порівнянь, похвал розвитку країни і абстрактних аргументів, які характеризують тенденції зміни суспільних явищ, підкріплює свої висновки

мовою чисел, ваги і міри. Петті, таким чином, в цілому вірно визначив сутність статистики, її завдання і значення; тому що він першим прийшов до висновку, що статистика – це метод і знаряддя соціального пізнання, яка базується на обліку реальних фактів і обов'язково використовує кількісні характеристики розвитку соціальних явищ. Він першим розробив і застосовував метод побічних обчислень, завдяки якому недостатність відомостей первинних даних, можуть реконструювати інші показники, які має у своєму розпорядженні дослідник.

Представники цієї школи такі, як Г. Кінг (1648–1712), Ч. Даветант (1656–1714), Е. Галей (1656–1742), А. Депарс'є (1707–1768), П. Зюсмільх (1707–1767), Г. Госсен (1810–1858), Ф. Гальтон (1822–1911), К. Пірсон (1857–1936), Р. Фішер (1890–1962) та багато інших, також зробили значний вклад в розвиток не тільки демографічної статистики, яка розвивалась в першу чергу, а і для усєї теорії статистики. Так, наприклад, П. Зюсмільх на базі статистичного спостереження даних про населення німецьких земель, Голландії, Данії, Швеції та Швейцарії прийшов до висновку, що існують закономірності в складі населення, його міграції, природного руху (народжуваності і смертності). У XVIII столітті були зроблені перші кроки представниками політичної арифметики (Дюто, Карлі) на шляху до вивчення динаміки цін за допомогою індексів.

Описова школа, або державознавство, вважала, що головне завдання статистики – це систематизація та описування тих фактів, які визначають характеристику величі та могутності держави. Головні представники описової школи – німецькі вчені Г. Конрінг (1606–1681) і Г. Ахенваль (1719–1772). Представники цієї школи найбільшу увагу приділяли лише опису фактів у вигляді міркування краще чи гірше соціально-економічне положення в тій чи іншій країні в той чи інший термін часу. Вони не приділяли достатньої уваги використанню числових даних для аналізу закономірностей і взаємозв'язків між суспільними явищами і тому цей напрямок став неперспективним для розвитку статистики як самостійної галузі статистики.

Таким чином, державознавство і політична арифметика – два головних напрямки, які обумовили поступовий розвиток статистичної науки. В них був один об'єкт дослідження – суспільство, але різні методи дослідження – описування і математичного вимірювання і аналізу [6].

XIX століття поставило завдання у необхідності в розробці теорії статистичної науки. Усе це призвело до того, що в XIX сторіччі починає формуватися статистика, як наука політико-економічного напрямку, у основі якої лежали і математичний, і описовий напрямки.

Одним із засновників теорії статистики, як суспільної науки, вважається бельгійський вчений А. Кетле (1796–1874). Його наукові праці, в першу чергу «Соціальна фізика», дали змогу, застосовуючи математику, вивчати закономірності суспільного життя. Він звернув увагу на головну методологічну основу статистики – це вивчення явищ в масі! Це і дало йому змогу пізніше сформулювати закон великих чисел. В його працях розглянуто багато питань теорії статистики: необхідність статистики як знаряддя соціального пізнання, предмет статистики, теоретичний зміст основних методів статистичного дослідження та багато іншого.

Відповідно до вчення Кетле постійні причини діють однаково на кожне явище, що вивчається. Вони роблять усі явища схожими. Якщо б не існувало інших причин, крім постійних, усі б явища були однаковими. Пертурбаційні причини не пов'язані з постійними причинами і підкоряються дії закону випадковості. Під впливом їх одиничні явища неминуче відхилюються від типу. Тому дія пертурбаційних причин, які маскують вплив постійних, і складають основну тяжкість статистичного пізнання.

На основі цих принципових положень Кетле заклав основу для вирішення усіх інших проблем статистичної теорії і визначення предмета статистичної науки. В якості головного положення він висунув гіпотезу про погашення випадкових відхилень. Це погашення, на думку Кетле, може і повинно забезпечуватися важливішою принциповою особливістю статистики – масовістю даних.

Цей теоретичний висновок Кетле отримав своє практичне підтвердження і реалізацію у повному обсязі лише у кінці XIX століття. На початку XIX ст. в більшості країн світу взагалі були відсутні спеціальні статистичні установи. Лише у Швеції в 1748 році була створена Табельна комісія – державна установа, яка організувала статистику населення в країні. На межі XVIII і XIX ст. у Франції було організовано Статистичне бюро. Протягом XIX ст. статистичні установи з'являються у всіх розвинутих країнах. Як правило, вони входили до складу того чи іншого міністерства.

Математична статистика як наука починається з робіт знаменитого німецького математика Карла Фрідріха Гаусса (1777–1855), який на основі теорії ймовірностей дослідив і обґрунтував метод найменших квадратів, створений ним в 1795 році і застосований для обробки астрономічних даних (з метою уточнення орбіти малої планети Церера). Його ім'ям часто називають одне з найбільш популярних розподілів ймовірностей – нормальне, а в теорії випадкових процесів основний об'єкт вивчення – гаусові процеси.

Йоганн Карл Фрідріх Гаусс – німецький математик, механік, фізик, астроном і геодезист. Для мінімізації впливу помилок вимірювання Гаусс використовував свій метод найменших квадратів, який зараз повсюдно застосовується в статистиці.

Метод найменших квадратів (МНК) – математичний метод, застосовуваний для вирішення різних завдань, заснований на мінімізації суми квадратів відхилень деяких функцій від шуканих змінних. Він може використовуватися для «вирішення» перевизначених систем рівнянь (коли кількість рівнянь перевищує кількість невідомих), для пошуку рішення в разі звичайних (не перевизначених) нелінійних систем рівнянь, для апроксимації точкових значень деякої функції. МНК є одним з базових методів регресійного аналізу для оцінки невідомих параметрів регресійних моделей за вибірковими даними.

До початку XIX ст. вчені не мали певних правил для розв'язання системи рівнянь, в якій число невідомих менше, ніж число рівнянь; до цього часу

вживалися приватні прийоми, залежали від виду рівнянь і від дотепності обчислювачів, і тому різні обчислювачі, виходячи з тих же даних спостережень, приходили до різних висновків. Гауссу (1795) належить перше застосування методу, а Лежандр (1805) незалежно відкрив і опублікував його під сучасною назвою (фр. *Méthode des moindres quarrés*) [1]. Лаплас пов'язав метод з теорією вірогідності, а американський математик Едрейн (1808) розглянув його теоретико-імовірнісні додатки [2]. Метод поширений і вдосконалений подальшими дослідженнями Енке, Бесселя, Ганзена та інших.

В кінці XIX ст. – на початку XX ст. великий внесок у математичну статистику внесли англійські дослідники, перш за все К. Пірсон (1857–1936) і Р. А. Фішер (1890–1962). Зокрема, Пірсон розробив критерій «хі-квадрат» перевірки статистичних гіпотез, а Фішер – дисперсійний аналіз, теорію планування експерименту, метод максимальної правдоподібності оцінки параметрів.

Карл Пірсон – англійський математик, статистик, біолог і філософ; засновник математичної статистики, один з основоположників біометрії. Автор понад 650 опублікованих наукових робіт. У російськомовних джерелах його іноді називають Чарлз Пірсон .

Опублікував основоположні праці з математичної статистики (більше 400 робіт). Розробив теорію кореляції, критерії згоди, алгоритми прийняття рішень і оцінки параметрів. З його ім'ям пов'язані такі широко використовувані терміни і методи, як: криві Пірсона, розподіл Пірсона, критерій згоди Пірсона (критерій хі-квадрат), коефіцієнт кореляції Пірсона і кореляційний аналіз, рангова кореляція, множинна регресія, коефіцієнт варіації, нормальний розподіл. Пірсон доклад багато зусиль для популяризації своїх результатів в математичній статистиці для застосування їх в інших прикладних науках, перш за все в біології та медицині. Ряд його робіт відноситься до філософії і до історії науки.

Відомим наступником і продовжувачем його робіт по прикладній математичній статистиці став Рональд Фішер. Великий внесок внесли також син Пірсона, Егон, і Єжи Нейман.

Сер Рональд Фішер – англійський статистик, біолог-еволюціоніст і генетик.

У математичній статистиці Фішер є найвизначнішим продовжувачем класичних робіт і методів Карла Пірсона; зокрема, Фішер, поряд з Єжи Нейманом, розробив фундамент теорії оцінок параметрів, статистичних рішень, планування експерименту та перевірки гіпотез. Данський історик Андерс Хальден охарактеризував його як «генія, чи не поодинці заклав основи сучасної статистики» [3].

З 1919 до 1933 року Фішер працював статистиком на дослідній сільськогосподарській станції в Ротамстеді. Після відставки Карла Пірсона (1933) Фішеру надають кафедру евгеніки (Університетський коледж Лондона). З 1943 по 1957 рік він обіймав кафедру генетики в Кембриджі. Один за іншим публікуються його фундаментальні праці:

- 1922 року: «Про математичні основи теоретичної статистики»
- 1925: «Статистичні методи для дослідників»
- 1930: «Генетична теорія природного відбору»
- 1935: «Планування експериментів»

Колосальний внесок був внесений Фішером в розвиток сучасної прикладної математичної статистики. Наприклад, основним методом оцінки статистичної значущості відмінностей в таблицях типу «два-на-два» до сих пір є «точний тест Фішера».

У 30-ті роки ХХ ст. поляк Єжи Нейман (1894–1977) і англієць Е. Пірсон розвинули загальну теорію перевірки статистичних гіпотез.

Єжи Нейман – польський і американський математик і статистик, член Національної АН США (1963). Основні праці присвячені статистикою і теорії ймовірностей. Розвивав (з 1930) так звану біхевіористську статистику (методологію прийняття рішень в умовах невизначеності), яка знайшла багато

застосувань в наукових дослідженнях в астрономії, фізики, біології, медицині – всюди, де необхідно знижувати частоту помилок.

Радянські математики академік А. Н. Колмогоров (1903–1987) і член-кореспондент АН СРСР Н. В. Смирнов (1900–1966) заклали основи непараметричної статистики.

Андрій Миколайович Колмогоров – радянський математик, один з найбільших математиків ХХ століття. У 1933 році А. Н. Колмогоров обгрунтував один з найважливіших непараметричних критеріїв математичної статистики – критерій згоди Колмогорова, який використовується для перевірки гіпотези про приналежність вибірки деякому закону розподілу[4].

Микола Васильович – радянський математик ХХ століття, член-кореспондент АН СРСР (1960), лауреат Сталінської премії. Смирнов – один з творців непараметричних методів математичної статистики і теорії граничних розподілів порядкових статистик. Його основні роботи лежали в галузі математичної статистики і теорії ймовірностей присвячені вивченню граничних розподілів за допомогою асимптотичної поведінки кратних інтегралів при необмеженому збільшенні кратності. Його підручники і навчальні посібники щодо застосування теорії ймовірностей і математичній статистиці користуються популярністю не тільки в нашій країні, а й за кордоном. Спільно з Л. Н. Большевим Смирнов видав багато таблиць з математичної статистики, продовживши цим важливу справу, розпочату Е. Е. Слуцьким, і вніс великий внесок в сучасну обчислювальну математику. У 1970 році під редакцією Л. Н. Большева вийшли вибрані праці Смирнова.

Критерій згоди Колмогорова призначений для перевірки гіпотези про приналежність вибірки деякому закону розподілу, тобто перевірки того, що емпіричний розподіл відповідає передбачуваній моделі.

Критерій однорідності Смирнова використовується для перевірки гіпотези про приналежність двох незалежних вибірок одному закону розподілу, тобто про те, що два емпіричних розподілу відповідають одному і тому ж закону.

У сорокові роки ХХ ст. А. Вальд (1902–1950) побудував теорію послідовного статистичного аналізу.

Абрахам Вальд – угорський математик і статистик. У сферу його наукових інтересів входили теорія прийняття рішень, економетрика, геометрія, математична статистика і теорія ймовірностей. Послідовний аналіз – метод одержування статистичних висновків, у якому число випробувань не фіксується наперед, а визначається в процесі самих випробувань за їхніми результатами. Дає змогу значно зменшити середнє число випробувань порівняно з методом вибірки фіксованого об'єму при тій же вірогідності статистичного висновку.

Висновки. Враховуючи вищесказане, можна зробити висновки, що:

1) Великий внесок у розвиток математичної статистики зробили такі видатні діячі як К. Ф. Гаусс, Е. Пірсон, Р. А. Фішер, Є. Нейман, А. Н. Колмогоров, Н. В. Смирнов, А. Вальд та інші.

2) Математична статистика бурхливо розвивається і в даний час. Так, за останні 40 років можна виділити чотири принципово нових напрямки досліджень [5]:

- розробка і впровадження математичних методів планування експериментів;

- розвиток статистики об'єктів нечислової природи як самостійного напрямку в прикладній математичній статистиці;

- розвиток статистичних методів, стійких по відношенню до малих відхилень від використовуваної ймовірнісної моделі;

- широке розгортання робіт зі створення комп'ютерних пакетів програм, призначених для проведення статистичного аналізу даних.

Список літератури

1. Айвазян С. А. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Том 2. Москва, Юнити-Дана, 2001, 432 с.

2. Курош А. Г. Математика в СССР за сорок лет. 1917–1957. Т. 1. Обзорные статьи. Москва, Физматгиз, 1959, 1000 с.

3. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. Москва, 1962.

4. Орлов А. И. Эконометрика. Учебник. 2-е изд. Москва, Экзамен, 2003, 576 с.
5. Фишер Р. Д. Статистический вывод // Наука. Величайшие теории. Москва, Де Агостини, 2015, Вып. 47.
6. Кальман О. Г., Правова статистика: Підручник для студентів юридичних спеціальностей вищих закладів освіти. Харків, Право, 2004, 304 с.
7. Ріжняк Р.Я. Розвиток інформатики та інформаційних технологій у вищих навчальних закладах України у другій половині ХХ – на початку ХХІ століття. Кіровоград, Видавництво «Код», 2014, 436 с.