Модуль I.

№1 дәріс: Биометрия пәнінің қалыптасуы және оның маңыздылығы.

Әдістері: проблемалық дәріс.

Дәрістің топтама-тәсімі (тірек конспектісі немесе тезистер)

1. Биометрия ұғымы, пәні мен міндеттері.
2. Биометрияның қалыптасу тарихы.
3. Биометрияның биология мен экологиядағы маңызы.
4. Биометриялық әдістер және қазіргі даму бағыттары.

1. Биометрия ұғымы, пәні мен міндеттері.

Биометрия – биологиялық объектілердің белгілерін санмен өлшеп, өзгергіштігін математикалық статистика әдістерімен зерттейтін ғылым. Термин грек тілінің bios (өмір) және metron (өлшем) сөздерінен шыққан. Пән биологиялық белгілердің таралу заңдылықтарын, олардың орташа мәндері мен өзгергіштік дәрежесін, белгілер арасындағы байланысты және тәжірибе нәтижелерінің сенімділігін зерттейді.

Тірі табиғатта екі бірдей дара болмайды. Бір көлдегі сазандардың салмағы, бір егістіктегі бидай сабақтарының биіктігі әрқайсысында әртүрлі. Осы өзгергіштіктің ішінен заңдылықты, яғни нақты әсерді кездейсоқ ауытқудан ажырату биометрияның басты міндеті.

Пәннің негізгі міндеттері:

– бақылау мен тәжірибені дұрыс жоспарлау;

– деректерді жинау және жүйелеу;

– іріктеме көрсеткіштері бойынша бас жиынтықты бағалау;

– статистикалық гипотезаларды тексеру;

– нәтижені көрнекі түрде беру.

Қазіргі ғылыми әдебиетте «биометрия» мен «биологиялық статистика» терминдері көбіне синоним ретінде қолданылады.

Статистика (латын тілінен status – мемлекет) – бұқаралық құбылыстарды зерттеу әдістері туралы ғылым. Жаппай бақыланатын кейбір процестер белгілі бір заңдылықтарды анықтайды, алайда оларды жеке жағдайда немесе аз мөлшерде байқау мүмкін емес.

«*Статистика*» термині латынның статус (*status* – жай-күй) деген сөзінен шыққан. Бұл сөзді алғаш рет неміс ғалымы *Готфрид Ахенваль* мемлекеттану туралы жарияланған ғылыми жұмысында қолданды. Алғашқы кезде бұл сөз мемлекеттің саяси жағдайы деген мағынаны білдірді.

Ғылым ретінде статистика тек XVIII ғасырда пайда болғанмен, статистикалық есептер өте ертеден бері жүргізілген. Мысалы көне заманның өзінде-ақ халық, жер, қалалар, малдың т.б. санын есепке алып отырған.

Статистика ғылымының негізіне екі мектеп саналады:

– немістің сипаттамалық мектебі;

– *ағылшынның саяси арифметиктер мектебі*.

Сипаттамалық мектептің өкілдері мемлекеттің аумағын, халқын, шаруашылықты жүргізуін, т.б. назар аударарлық көрсеткіштерін статистика санмен емес, сөзбен сипаттауы қажет деп санады. Бұл мектептің көрнекі өкілдері болып Г. Конринг (1606–1661), Г. Ахенваль (1719–1772), А. Бюшинг (1724–1793) саналады.

Ал саяси арифметиктер қоғамдық құбылыстарды сан жағынан сипаттауды мақсат етті. Статистика ғылымы үшін бұл қоғамдық құбылыстар мен процестерді сипаттаудан оларды өлшеуге, зерттеуге көшкен жаңа кезең болды. Саяси арифметиктер мектебінің негізін қалаушы және оның аса көрнекті өкілі болып ағылшын ғалымы В. Петти (1623–1687) саналады. Ол осы мектептің статистикалық-экономикалық бағыты бойынша зерттеулер жүргізсе,

Д. Граунт (1620–1674), Э. Галлей (1656–1742) демографиялық процестерді талдады. Бұл ғалымдар алғаш рет қоғамның дамуын сан жағынан көрсетуге тырысты және олардың алдарына қойған міндеттері қазіргі статистика міндеттеріне ұқсас болды.

Практикалық статистиканың одан әрі дамуына бельгиялық ғалым *А. Кетле (1796–1874)* көп үлес қосты.

Мысал. Экологқа Жайық өзенінің әртүрлі учаскелеріндегі балық санының айырмашылығы нақты екенін немесе сынама алу кездейсоқтығынан болғанын анықтау керек. Генетик ұрпақтағы белгілердің ажырау қатынасы Мендель заңына сәйкес келетінін тексереді. Екі жағдайда да шешім биометриялық әдіске сүйенеді.

2. Биометрияның қалыптасу тарихы.

Биометрияның алғашқы қадамдарын бельгиялық ғалым Ламбер Адольф Жак Кетле (Lambert Adolphe Jacques Quetelet, 1796–1874) жасады. Ол 1835 жылы жарық көрген еңбегінде адам белгілерінің (бойы, салмағы) нормал таралуға жақын екенін көрсетіп, «орташа адам» ұғымын енгізді. Одан кейінгі кезеңде Чарльз Дарвин (Charles Robert Darwin) эволюция теориясын ұсынды, ал оның немере ағасы Фрэнсис Гальтон (Francis Galton, 1822–1911) тұқым қуалауды сандық әдіспен зерттеді. Гальтон регрессия және корреляция идеяларын негіздеді.

Ғылыми бағыт ретінде биометрияның қалыптасуы Карл Пирсонның (Karl Pearson, 1857–1936) есімімен байланысты. Ол корреляция коэффициентін, хи-квадрат критерийін (1900) және стандартты ауытқу ұғымын енгізді. 1901 жылы Гальтон, Пирсон және Уолтер Фрэнк Рафаэль Уэлдон (Walter Frank Raphael Weldon, 1860–1906) «Biometrika» журналын құрды.

1908 жылы Уильям Сили Госсет (William Sealy Gosset, 1876–1937) «Student» бүркеншік атымен шағын іріктемеге арналған t-таралуды жариялады. Ол Дублиндегі Guinness сыра зауытында жұмыс істеген. Рональд Эйлмер Фишер (Ronald Aylmer Fisher, 1890–1962) дисперсиялық талдауды және тәжірибені жоспарлау принциптерін жасады. Оның «Statistical Methods for Research Workers» (1925) кітабы биологтарға арналған алғашқы практикалық нұсқаулықтардың бірі болды.

Ресей статистикасының тарихында сипаттамалық мектептің өкілдері ретінде В. Н. Татищевті (1686–1750), М. В. Ломоносовты (1711–1765), ал Д. Бернулли (1700–1782) мен Л.Крафты (1743–1814) саяси арифметиктер ретінде атауға болады. Статистикалық әдістемені жетілдіруге А.А.Чупров (1874–1926), В.С.Немчинов (1894–1964), С.Г.Струмилин (1877–1974) сияқты орыс ғалымдары атсалысты. Ал статистиканың математикалық бағытта дамуына П. П. Чебышевтің (1821–1894), Н. А. Марковтың (1856–1922), А. М. Ляпуновтың (1857–1919) қосқан үлестері зор. Ресейде бұл бағытты Юрий Александрович Филипченко дамытты. Кейін Н.А. Плохинский мен Г.Ф.Лакиннің оқулықтары кеңінен тарады. Қазақ тілінде биометрия бойынша оқулықтар Х.Ә. Аубакиров, А.А. Раманқұлова сияқты авторлардың еңбектерімен көрсетілген.

Қазақстанда статистиканы ұйымдастыру тарихы ерте заманнан басталады. Бірінші Қазақ мемлекеті – Қазақ Хандығы туралы статистикалық мәліметтерді растайтын тарихи деректер бар. Бұл деректер бойынша Қазақ Хандығы құрылған кезде (1459 ж.) Шу және Талас өзендерінің бойында 200 мың адам, ал XV ғасырдың соңында 1 млн. адам тұрғаны мәлім. Бірақ бүгінгі Қазақстанның аумағында азды-көпті болса да жүйелі және орталықтандырылған статистикалық қызмет тек XVIII ғасырдың екінші жартысында пайда болды.

1868 жылы алғашқы мемлекеттік статистикалық орган – Түркістан губерниялық статистикалық комитеті және оған бағынышты Сырдария, Жетісу статбюролары саналады. XIX ғасырдың 70 – жылдарында Орал, Семей, Ақмола, Торғай облыстарында статистикалық комитеттер құрылды. 1920 жылға дейін Қазақстанда жергілікті статистикалық ұйымдар жұмыс істегенімен, бірыңғай статистикалық орган болмады.

1920 жылы Қазақ Автономиялы Социалистік Республикасы құрылуына байланысты Үкімет өзінің 1920 жылғы 8 қарашадағы қаулысымен «Қазақ АҚСР-ы мемлекеттік статистикасы туралы Ережені» бекітті және Қазақ АҚСР-ның статистика басқармасын құрды. Сондықтан Қазақстанның орталықтандырылған бірыңғай статистикалық органдарының құрылған күні болып 1920 жылдың 8 қарашасы саналады.

3. Биометрияның биология мен экологиядағы маңызы.

Биометрия биологиялық зерттеудің барлық сатысында қажет. Тәжірибені жоспарлау кезінде іріктеменің қажетті көлемі мен қайталаным саны анықталады. Деректерді өңдеу кезінде орташа шама мен өзгергіштік көрсеткіштері есептеледі. Қорытынды кезеңде нәтиженің сенімділігі бағаланады. Статистикасыз жасалған қорытынды көбіне кездейсоқ ауытқуды заңдылық деп қабылдауға әкеледі.

Биометриялық әдістің тарихтағы әйгілі мысалы – Грегор Мендельдің (Gregor Johann Mendel) 1866 жылғы асбұршақпен жүргізген тәжірибесі. Ол ұрпақтарды санап, 3:1 қатынасын байқаған. Кейін Фишер Мендель деректерін статистикалық тұрғыдан талдады.

Экологияда биометрия популяция санын бағалауда, түрлердің алуантүрлілік индекстерін салыстыруда, ластану деңгейін бақылауда қолданылады. Мысалы:

– Жайық өзеніндегі балықты белгілеп-қайта ұстау әдісімен санын бағалау;

– Орал өңіріндегі топырақ немесе су сынамаларындағы ауыр металл мөлшерін екі учаске бойынша салыстыру;

– орман алқабындағы ағаш биіктігі мен диаметрінің арасындағы корреляцияны анықтау;

– селекцияда бидайдың жаңа сортының өнімділігін бақылау сортпен салыстыру.

Биометриялық сауаттылық магистрантқа диссертациядағы нәтижені ғылыми тұрғыдан дәлелдеуге, жарияланған мақалаларды сыни тұрғыдан бағалауға мүмкіндік береді.

4. Биометриялық әдістер және қазіргі даму бағыттары.

Негізгі әдістер төмендегідей топтарға бөлінеді:

– сипаттамалық көрсеткіштер: орташа арифметикалық, медиана, дисперсия, стандартты ауытқу, орташаның қатесі;

– сенімділік аралығы және статистикалық гипотезаны тексеру (Стьюдент критерийі, хи-квадрат);

– дисперсиялық талдау: екі және одан да көп топты бір мезгілде салыстыру;

– корреляциялық және регрессиялық талдау: белгілер арасындағы байланысты бағалау.

Қазіргі кезде биометрия мына бағыттарда дамып келеді:

Бағдарламалар. Excel және Statistica-мен қатар R (1990-жылдары Росс Ихака мен Роберт Джентлмен бастаған тегін бағдарлама), Python, JASP, SPSS кеңінен қолданылады. Деректерді өңдеу бір ізбен жазылып, нәтижені басқа зерттеуші қайталай алатын болды. Статистика бойынша көптеген компьютерлік бағдарламалардың бар болуы әр түрлі математикалық және статистикалық және статистикалық әдістер арқылы деректерді өңдеуге мүмкіндік береді. Ақпараттық-коммунитативтік технология, цифрлық құралдар, жасанды интеллект кең пайдаланылады.

Күрделі модельдер. Жалпыланған сызықтық және аралас әсерлі модельдер, Байес әдістері, көп өлшемді талдау қолданылады.

Үлкен деректер. GBIF сияқты халықаралық деректер қорларында түрлердің кездесуі туралы миллиондаған жазба жиналған. Қашықтан зондтау, экологиялық ДНҚ (eDNA), биоинформатика жаңа деректер көздерін береді.

p-мәнін қолдану мәселесі. Американдық статистика қауымдастығы 2016 жылы p-мәнін дұрыс түсіндіру туралы мәлімдеме шығарды. Тек $p < 0,05$ шегіне сүйенбей, әсер өлшемі мен сенімділік аралығын көрсету ұсынылады.

Жасанды интеллект. Машиналық оқыту әдістері суреттен түрді тану, ауру өсімдіктерді анықтау сияқты міндеттерде қолданылады, бірақ нәтиже классикалық биометриялық тексерумен расталуы тиіс.

Кибернетиканың жедел дамуы және электронды-есептеу технологиялары мен сандық технологияларды қолдану арқылы статистикалық өңдеуді кең қолдануға болады. жаппай статистикалық бақылау, көрсеткіштер жүйесі, іріктеме (жиынтық), топтау, комбинациялық кесте құру т.б. тәсілдер пайдаланылады. Статистикалық әдіс диалектиканың қағидаларына сүйенсе, екіншіден математика және ықтималдық теориясымен тығыз байланысты.

Бақылау сұрақтары:

1) Статистика терминін ғылымғы ендірген ғалым?

2) «Статистикалық әдістер» ұғымына анықтама беріңіз.

3) Математикалық статистика әдістері қандай міндеттерді шешуге мүмкіндік береді?

4) Статистикалық зерттеу әдістері нені білдіреді? Қай уақыттан бастап қолданылады?

5) Қазіргі кезде жаратылыстану ғылымдары статистикалық әдістер мен информатика жетістіктерін пайдаланбай дами ма?

Әдебиеттер:

1) Аубакиров Х.Ә. Биометрия: оқулық / Х.Ә.Аубакиров. – А.: Дәуір, 2011. – 106-109 б.

2) Раманқұлова А.А. Биологиялық статистика: оқу құралы. – Алматы: Эверо, 2023. – 228 бет.

3) Биологиядағы бағдарламамен қамтамасыз етілген статистикалық әдістер: оқу-әдістемелік құралы / А.М. Калимағамбетов, З.М.Бияшева, А.В. Ловинская, С.Б. Дәулетбаева. – Алматы: Қазақ университеті, 2019. – 8-11 б.