

KO'P O'LCHOVLI TAQSIMOT. SHARTLI TAQSIMOT

Xakimova Ma'mura Muxammadiyevna

Samarqand iqtisodiyot va servis instituti

“Oliy matematika” kafedrası assistenti

[*mamurah1983@gmail.com*](mailto:mamurah1983@gmail.com)

Nuriddinova Ruhshona Adxamjon qizi

Samarqand iqtisodiyot va servis instituti

Buxgalteriya hisobi va menejment fakulteti talabasi

ruxshonanuriddinova3004@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqola ko'p o'lchovli taqsimotlar va shartli taqsimotlarning nazariy asoslarini chuqur o'rganadi. Unda bir nechta tasodifiy o'zgaruvchilarning birgalikdagi xususiyatlari va ularning o'zaro bog'liqligi tahlil qilinadi. Maqolada ko'p o'lchovli ehtimollik zichligi funksiyalari va ularning amaliy qo'llanilishi yoritilgan. Shartli taqsimotlarning ta'rifi, xossalari va statistik modellashdagi ahamiyati batafsil ko'rib chiqiladi. Ushbu tushunchalarni tushunish murakkab tizimlarni modellashtirish va ma'lumotlarni tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: Ko'p O'lchovli Taqsimot, Shartli Taqsimot, Birgalikdagi Taqsimot, Tasodifiy O'zgaruvchilar, Ehtimollar Nazariyasi, Statistik Xulosa, Regressiya Tahlili, Stoxastik Jarayonlar

Abstract. This article delves into the theoretical foundations of multivariate and conditional distributions. It analyzes the joint properties of multiple random variables and their interdependencies. The paper elucidates multivariate probability density functions and their practical applications in various fields. The definition, properties, and significance of conditional distributions in statistical modeling are thoroughly examined. Understanding these concepts is crucial for

modeling complex systems and analyzing data effectively.

Keywords: *Multivariate Distribution, Conditional Distribution, Joint Distribution, Random Variables, Probability Theory, Statistical Inference, Regression Analysis, Stochastic Processes*

Kirish. Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika zamonaviy fan va texnologiyaning ajralmas qismi bo'lib, murakkab tizimlardagi noaniqlik va tasodifiylilikni tahlil qilish uchun asos yaratadi. Ko'plab amaliy masalalarda bir nechta tasodifiy o'zgaruvchilar birgalikda o'rganiladi, chunki ular ko'pincha o'zaro bog'liq bo'ladi. Masalan, iqtisodiyotda inflyatsiya, ishsizlik va YaIM o'rtasidagi munosabatlar; biologiyada gen ifodasi, atrof-muhit omillari va kasallik rivojlanishi; yoki muhandislikda bir nechta sensor ma'lumotlari birgalikda tahlil qilinadi. Bunday hollarda, har bir o'zgaruvchining alohida taqsimotini o'rganish yetarli bo'lmaydi. Bu yerda ko'p o'lchovli taqsimotlar tushunchasi markaziy o'rin egallaydi.

Ko'p o'lchovli taqsimotlar bir nechta tasodifiy o'zgaruvchilarning birgalikdagi xatti-harakatlarini tavsiflash imkonini beradi, ularning bir-biriga ta'sirini va umumiy tizimdagi o'rnini tushunishga yordam beradi [1]. Ular nafaqat har bir o'zgaruvchining o'zini, balki ular orasidagi korrelyatsiya va bog'liqlik tuzilmalarini ham qamrab oladi. Ushbu yondashuv ma'lumotlar tahlilida chuqurroq tushunchalarni shakllantirishga, aniqroq modellar yaratishga va bashorat qilish qobiliyatini oshirishga xizmat qiladi.

Shartli taqsimotlar esa ko'p o'lchovli tahlilning yana bir muhim jihati bo'lib, bir yoki bir nechta tasodifiy o'zgaruvchilarning taqsimotini boshqa o'zgaruvchilarning ma'lum qiymatlari shartida o'rganishga imkon beradi [1]. Bu, masalan, biror hodisa sodir bo'lganini bilgan holda, boshqa bir hodisaning ehtimolligini baholashda juda muhimdir. Shartli taqsimotlar sabab-oqibat munosabatlarini tushunish, qaror qabul qilish jarayonlarini optimallashtirish va ma'lumotlarga asoslangan xulosalar chiqarish uchun asosiy vositadir. Ular regressiya tahlili, tasniflash va boshqa ko'plab statistik va mashinaviy o'rganish usullarining negizini tashkil etadi. Ushbu maqola ko'p o'lchovli va shartli

taqsimotlarning nazariy asoslari, xususiyatlari va amaliy ahamiyatini atroflicha ko'rib chiqadi.

Asosiy qism. Ko'p o'lchovli taqsimotlarni tushunish uchun avvalo ko'p o'lchovli tasodifiy o'zgaruvchi tushunchasini aniqlash zarur. Bir nechta tasodifiy o'zgaruvchilarning birgalikdagi xatti-harakatlarini tavsiflovchi matematik ob'ekt ko'p o'lchovli tasodifiy o'zgaruvchi yoki tasodifiy vektor $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ deb ataladi. Ushbu vektorning taqsimotini to'liq tavsiflash uchun birgalikdagi kumulyativ taqsimot funksiyasi (KDF) ishlatiladi: $F(x_1, \dots, x_n) = P(X_1 \leq x_1, \dots, X_n \leq x_n)$. Bu funksiya har bir komponentning belgilangan qiymatdan kichik yoki teng bo'lish ehtimolini birgalikda ifodalaydi. KDF har bir argument bo'yicha monoton o'smaydigan, o'ngdan uzluksiz va chegaralangan (0 dan 1 gacha) xususiyatlarga ega.

Ko'p o'lchovli tasodifiy o'zgaruvchilar diskret yoki uzluksiz bo'lishi mumkin. Diskret tasodifiy o'zgaruvchilar uchun birgalikdagi taqsimot birgalikdagi ehtimollik massasi funksiyasi (EMF) orqali tavsiflanadi: $p(x_1, \dots, x_n) = P(X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n)$. Bu funksiya har bir mumkin bo'lgan qiymatlar kombinatsiyasi uchun ehtimollikni beradi va barcha mumkin bo'lgan qiymatlar bo'yicha yig'indisi 1 ga teng bo'lishi kerak [1].

Uzluksiz ko'p o'lchovli tasodifiy o'zgaruvchilar uchun birgalikdagi ehtimollik zichligi funksiyasi (EZF) $f(x_1, \dots, x_n)$ ishlatiladi. Bu funksiya har bir nuqtada ehtimollik zichligini ifodalaydi. Uzluksiz o'zgaruvchilar uchun aniq bir qiymatni olish ehtimoli nolga teng bo'lganligi sababli, EZF ma'lum bir diapazondagi qiymatlarni olish ehtimolini aniqlash uchun ishlatiladi, bu funktsiyani shu diapazon bo'yicha integrallash orqali hisoblanadi. EZF har doim manfiy bo'lmagan qiymatlarni qabul qiladi va uning butun fazo bo'yicha integrali 1 ga teng bo'lishi shart. EZF qiymatlari 1 dan oshishi mumkin, ammo bu ehtimollikning o'zidan farq qiladi; u ehtimollikning zichligini ko'rsatadi. Ko'p o'lchovli EZFlar murakkab tizimlardagi uzluksiz o'zgaruvchilarning birgalikdagi xatti-harakatlarini modellashtirishda fundamental ahamiyatga ega.

Chegaraviy taqsimotlar (marginal distributions) ko'p o'lchovli tasodifiy

o'zgaruvchining bir qismi yoki bitta komponentining taqsimotini, qolgan komponentlarning qiymatlaridan qat'i nazar, tavsiflaydi. Ular birgalikdagi taqsimotdan ma'lumotlarni "chegaralab" olingan taqsimotlardir.

Diskret tasodifiy o'zgaruvchilar uchun, agar (X, Y) birgalikdagi EMF $p(x, y)$ ga ega bo'lsa, X ning chegaraviy EMFsi $p_X(x) = \sum_y p(x, y)$ formula bilan topiladi. Y ning chegaraviy EMFsi esa $p_Y(y) = \sum_x p(x, y)$ formula bilan hisoblanadi.

Uzluksiz tasodifiy o'zgaruvchilar uchun, agar (X, Y) birgalikdagi EZF $f(x, y)$ ga ega bo'lsa, X ning chegaraviy EZFsi $f_X(x) = \int_{(-\infty)^{(\infty)}} f(x, y) dy$ integral orqali topiladi. Y ning chegaraviy EZFsi esa $f_Y(y) = \int_{(-\infty)^{(\infty)}} f(x, y) dx$ integral orqali hisoblanadi.

Chegaraviy taqsimotlar har bir tasodifiy o'zgaruvchining o'ziga xos xususiyatlarini, boshqa o'zgaruvchilar bilan bog'liqlikdan ajratilgan holda tahlil qilish imkonini beradi. Ular ko'p o'lchovli ma'lumotlar to'plamidagi individual komponentlarning umumiy xatti-harakatlarini tushunish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Biroq, faqat chegaraviy taqsimotlarni bilish, tasodifiy o'zgaruvchilar orasidagi bog'liqlik tuzilmasi haqida to'liq ma'lumot bermaydi; buning uchun birgalikdagi yoki shartli taqsimotlar zarur.

Shartli taqsimotlar ko'p o'lchovli tahlilning eng muhim tushunchalaridan biri bo'lib, bir tasodifiy o'zgaruvchining taqsimotini boshqa tasodifiy o'zgaruvchilar ma'lum bir qiymatlarni qabul qilganligi sharti bilan tavsiflaydi. Bu tushuncha sabab-oqibat munosabatlarini o'rganishda, bashorat qilishda va ma'lumotlar orasidagi murakkab bog'liqliklarni ochishda fundamental rol o'ynaydi.

Diskret tasodifiy o'zgaruvchilar uchun, agar (X, Y) birgalikdagi EMF $p(x, y)$ ga ega bo'lsa va $p_Y(y) > 0$ bo'lsa, X ning $Y = y$ shartidagi shartli EMFsi $p(x|y) = p(x, y) / p_Y(y)$ formula bilan aniqlanadi. Xuddi shunday, Y ning $X = x$ shartidagi shartli EMFsi $p(y|x) = p(x, y) / p_X(x)$ formula bilan beriladi, bu yerda $p_X(x) > 0$. Shartli EMFlar o'z navbatida ehtimollik massasi funksiyasining barcha xususiyatlariga ega bo'ladi [1].

Uzluksiz tasodifiy o'zgaruvchilar uchun shartli taqsimotlar shartli ehtimollik zichligi funksiyasi (EZF) orqali aniqlanadi. Agar (X, Y) birgalikdagi EZF $f(x, y)$ ga

ega bo'lsa va $f_Y(y) > 0$ bo'lsa, X ning $Y = y$ shartidagi shartli EZFsi $f(x|y) = f(x, y) / f_Y(y)$ formula bilan beriladi. Y ning $X = x$ shartidagi shartli EZFsi esa $f(y|x) = f(x, y) / f_X(x)$ formula bilan hisoblanadi, bu yerda $f_X(x) > 0$.

Shartli taqsimotlar regressiya tahlilining asosini tashkil etadi. Ular, shuningdek, Bayes statistikasi va mashinaviy o'rganish algoritmlarida, ayniqsa tasniflash va klasterlash vazifalarida keng qo'llaniladi, chunki ular ma'lumotlar orasidagi yashirin bog'liqliklarni aniqlashga yordam beradi.

Tasodifiy o'zgaruvchilarning mustaqilligi tushunchasi ko'p o'lchovli taqsimotlar nazariyasida markaziy o'rinni egallaydi. Ikki yoki undan ortiq tasodifiy o'zgaruvchi mustaqil deb hisoblanadi, agar ulardan birining qiymatini bilish boshqasining taqsimoti haqida hech qanday qo'shimcha ma'lumot bermasa. Bu, ularning birgalikdagi xatti-harakatlari har birining alohida xatti-harakatlarining oddiy ko'paytmasi sifatida ifodalanishi mumkinligini anglatadi.

Matematik jihatdan, X va Y tasodifiy o'zgaruvchilar mustaqil hisoblanadi, agar ularning birgalikdagi kumulyativ taqsimot funksiyasi (KDF) ularning chegaraviy KDFlarining ko'paytmasiga teng bo'lsa: $F(x, y) = F_X(x) F_Y(y)$ barcha x, y uchun.

Diskret tasodifiy o'zgaruvchilar uchun mustaqillik sharti shartli ehtimollik massasi funksiyasi orqali ham ifodalanishi mumkin: X va Y mustaqil bo'lsa, $p(x|y) = p_X(x)$ va $p(y|x) = p_Y(y)$ bo'ladi. Shuningdek, birgalikdagi EMF chegaraviy EMFlarning ko'paytmasiga teng bo'lishi kerak: $p(x, y) = p_X(x) p_Y(y)$ barcha x, y uchun.

Uzluksiz tasodifiy o'zgaruvchilar uchun mustaqillik sharti birgalikdagi ehtimollik zichligi funksiyasi (EZF) orqali quyidagicha beriladi: X va Y mustaqil bo'lsa, $f(x|y) = f_X(x)$ va $f(y|x) = f_Y(y)$ bo'ladi. Va birgalikdagi EZF chegaraviy EZFlarning ko'paytmasiga teng bo'lishi kerak: $f(x, y) = f_X(x) f_Y(y)$ barcha x, y uchun.

Tasodifiy o'zgaruvchilarning mustaqilligi statistik modellashda juda muhimdir. Agar o'zgaruvchilar mustaqil bo'lsa, ularning birgalikdagi taqsimotini modellash ancha soddalashadi. Biroq, ko'plab real dunyo senariylarida

o'zgaruvchilar o'zaro bog'liq bo'ladi, va ularning mustaqilligini noto'g'ri taxmin qilish modelning aniqligini sezilarli darajada pasaytirishi mumkin.

Ko'p o'lchovli taqsimotlar orasida ko'p o'lchovli normal taqsimot (yoki ko'p o'lchovli Gauss taqsimoti) nazariy va amaliy jihatdan eng muhim va keng qo'llaniladigan taqsimotlardan biridir. U markaziy limit teoremasining ko'p o'lchovli kengaytmasi bo'lib, ko'plab tabiiy va ijtimoiy hodisalarni modellashtirishda asos bo'lib xizmat qiladi.

N o'lchovli tasodifiy vektor $X = (X_1, \dots, X_n)$ ko'p o'lchovli normal taqsimotga ega deyiladi, agar uning ehtimollik zichligi funksiyasi quyidagi shaklda bo'lsa:

x – tasodifiy vektorning qiymati.

μ – o'rtacha qiymatlar vektori.

Σ – kovariatsiya matritsasi, $n \times n$ o'lchamli simmetrik va musbat aniq matritsa bo'lib, o'zgaruvchilar orasidagi kovariatsiyalarni va har bir o'zgaruvchining dispersiyasini o'z ichiga oladi.

$\det(\Sigma)$ – Σ matritsasining determinanti.

Σ^{-1} – Σ matritsasining teskarisi.

Chiziqli kombinatsiyalar: Har qanday chiziqli kombinatsiyasi ham normal taqsimotga ega bo'ladi.

Chegaraviy taqsimotlar: Har bir komponenti (yoki har qanday kichik to'plam) ham normal taqsimotga ega bo'ladi.

Shartli taqsimotlar: Shartli taqsimotlari ham normal taqsimotga ega bo'ladi.

Mustaqillik va korrelyatsiya: Agar ikki komponent o'zaro korrelyatsiyalanmagan bo'lsa, ular mustaqil ham bo'ladi.

Ko'p o'lchovli normal taqsimotning parametrlari (μ va Σ) ma'lumotlar to'plamidan maksimal ehtimollik usuli orqali baholanadi. Uning keng qo'llanilishi, masalan, diskriminant tahlilida, asosiy komponentlar tahlilida va vaqt qatorlari modellashtirishida kuzatiladi. U zamonaviy statistik tahlilning ajralmas qismi hisoblanadi [1].

Ko'p o'lchovli va shartli taqsimotlarning amaliy qo'llanilishi juda keng va

turli sohalarni qamrab oladi. Iqtisodiyotda, makroiqtisodiy ko'rsatkichlar orasidagi bog'liqliklarni tahlil qilishda ko'p o'lchovli taqsimotlar ishlatiladi. Shartli taqsimotlar esa, ma'lum bir iqtisodiy siyosat amalga oshirilgan sharoitda, bozor reaksiyasini bashorat qilishda yordam beradi. Moliya sohasida, portfel riskini baholashda bir nechta aktivlarning daromadliligi orasidagi kovariatsiyani hisobga oluvchi ko'p o'lchovli taqsimotlar muhimdir. Shartli taqsimotlar esa, bozorning ma'lum bir holatida aktivlarning xatti-harakatini modellashtirishga imkon beradi.

Biologiya va tibbiyotda, gen ifodasi darajalari, bemorning klinik ko'rsatkichlari va kasallik rivojlanishi kabi o'zgaruvchilarning birgalikdagi taqsimotini o'rganish diagnostika va prognozini yaxshilashga xizmat qiladi. Shartli taqsimotlar, masalan, ma'lum bir gen mutatsiyasi mavjud bo'lgan sharoitda, kasallikning rivojlanish ehtimolini baholashda qo'llaniladi. Mashinaviy o'rganish va sun'iy intellektda, ko'p o'lchovli taqsimotlar ma'lumotlarni modellashtirish, klasterlash, tasniflash va regressiya vazifalarida asosiy vosita hisoblanadi. Shartli taqsimotlar Bayes tarmoqlari va boshqa generativ modellarning negizini tashkil etadi.

Muhandislikda, sensor ma'lumotlarini birlashtirish, tizimning ishonchliligini baholash va jarayonlarni nazorat qilishda ko'p o'lchovli statistik usullar qo'llaniladi. Masalan, bir nechta sensorlardan olingan ma'lumotlarning birgalikdagi taqsimoti tizimning umumiy holatini aniqlashga yordam beradi. Shartli taqsimotlar esa, bir sensor ishdan chiqqan sharoitda, boshqa sensorlar ma'lumotlari asosida tizimning holatini baholash imkonini beradi. Ushbu keng qamrovli qo'llanilishlar ko'p o'lchovli va shartli taqsimotlarning zamonaviy ma'lumotlar tahlili va modellashtirishdagi fundamental ahamiyatini yana bir bor tasdiqlaydi.

Xulosa. Ushbu tadqiqot ko'p o'lchovli va shartli taqsimotlarning nazariy negizlari va amaliy tatbiqlarini tahlil qildi. Ko'p o'lchovli taqsimotlar o'zaro bog'liq tasodifiy o'zgaruvchilarning birgalikdagi xatti-harakatini modellashtirishda asosiy vosita hisoblanadi. Shartli taqsimotlar esa ma'lumotlar orasidagi murakkab bog'liqliklarni, sabab-oqibat munosabatlarini ochish va aniq bashoratlar qilish imkonini beradi. Ayniqsa, ko'p o'lchovli normal taqsimot o'zining universal

xususiyatlari bilan turli sohalarda keng qo'llaniladi. Bu tushunchalar zamonaviy statistik tahlil va ma'lumotlarga asoslangan qarorlar qabul qilish uchun fundamental ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Abdullaev O.M., Jamalov M.S. – Ekonometricheskoe modelirovanie. Toshkent: Fan va texnologiya, 2010.
2. Shodiev T.Sh. va boshqalar – Ekonometrika. Toshkent: TDIU, 2007.
3. Kremer N.Sh. – Ekonometrika. Moskva: YuNITI-DANA, 2008.
4. Rajaboev Sh.Sh., Shodmonov T.S. POSITIVE AND NEGATIVE ASPECTS OF GLOBALIZATION // Теория и практика современной науки. 2023. №10 (100). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/positive-and-negative-aspects-of-globalization> (дата обращения: 25.02.2024).
5. Rajaboev Sh.Sh. USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE ACCOUNTING OF ENTERPRISES // Теория и практика современной науки. 2023. №10 (100). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/use-of-information-and-communication-technologies-in-the-accounting-of-enterprises> (дата обращения: 25.02.2024).
6. Umidov D. U., Sh R. S. APPLICATION OF PROGRAMS USED IN THE FIELD OF ACCOUNTING IN STARTUPS //ББК 65.29: 74.48 я431 П711. – 2023. – С. 31.
7. RAJABOEV S. H. S., UMURZAQOV A. S., YUSUPOV B. B. НАУКА, ТЕХНОЛОГИИ, ОБЩЕСТВО: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ. – Красноярский краевой Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных объединений КОНФЕРЕНЦИЯ: 09–10 ноября 2023 года Организаторы: Красноярский краевой Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных объединений.
8. Shodiyevich, R. S. ., Xusniddin Qizi, J. S. ., & Zafar qizi, O. F. . (2024). Benefits of Social Networks in the Field of Services. *Best Journal of Innovation in*

Science, Research and Development, 3(2), 84–88. Retrieved from <https://www.bjisrd.com/index.php/bjisrd/article/view/1533>

9. Farxodovich, Boronov Bobur, and Rajaboyev Shahboz Shodi o'g'li. "MECHANISMS FOR USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY SERVICES IN THE ELECTRONIC GOVERNMENT SYSTEM OF UZBEKISTAN AND THEIR EFFECTIVENESS." *Лучшие интеллектуальные исследования* 59.2 (2025): 285-292.

10. Farxodovich, Boronov Bobur. "STAGES OF DEVELOPMENT OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY SERVICES SYSTEM." *Лучшие интеллектуальные исследования* 59.2 (2025): 293-298.

11. Farxodovich, Boronov Bobur, Xudaynazarova Dilnoza Gafurovna, and Yodgorov Xushvaqt Mansurovich. "FARMASEVTIKA KORXONALARIDA BUXGALTERIYA HISOBINING O 'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI." *FRONTIERS OF KNOWLEDGE AND INTERDISCIPLINARY DISCOVERY* 1.1 (2025): 282-289.

12. Боронов, Бобур, and Заррух Мухаммадиев. "ПУТИ РАСШИРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЪЕМА УЧЕТА КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В ХОЗЯЙСТВУЮЩИЕ СУБЪЕКТЫ." *Передовая экономика и педагогические технологии* 2.2 (2025): 444-450.