



XARTLI FORMULASI

Farg‘ona davlat universiteti Fizika-matematika fakultetu

Amaliy matematika yo‘nalishi 25.09 guruh talabasi

Durdonaxon Saydullayeva Dilshodbek qizi

[*saydullayevadurdona745@gmail.com*](mailto:saydullayevadurdona745@gmail.com)

Ilmiy rahbar: Israil Tojimamatov Nurmamatovich

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

ANNOTATSIYA

Mazkur ilmiy maqolada axborot nazariyasining fundamental tushunchalaridan biri bo‘lgan Xartli formulasining nazariy mohiyati, uning shakllanish tarixi va zamonaviy ilmiy-amaliy sohalaridagi ahamiyati tizimli ravishda tahlil qilinadi. Axborot hajmini miqdoriy baholashga xizmat qiluvchi ushbu formula ehtimollik tushunchasiga bog‘lanmagan holda axborotni o‘lchash imkonini berishi bilan alohida ilmiy qimmatga ega. Maqolada Xartli formulasining matematik modeli, uni qo‘llash shartlari hamda axborot tizimlari, raqamli texnologiyalar va ta‘lim jarayonlaridagi tatbiqi konseptual yondashuv asosida ochib beriladi. Tadqiqot natijalari axborot oqimlarini tahlil qilishda soddalashtirilgan, ammo ilmiy asoslangan baholash mexanizmlarini ishlab chiqishda muhim nazariy poydevor bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Xartli formulasi, axborot nazariyasi, axborot hajmi, diskret tizimlar, logarifmik model, axborotni o‘lchash, matematik modellashtirish.

ФОРМУЛА ХАРТЛИ

АННОТАЦИЯ

В данной научной статье систематически анализируется теоретическая сущность формулы Хартли, одного из фундаментальных



понятий теории информации, история ее формирования и значение в современных научных и практических областях. Эта формула, служащая для количественной оценки объема информации, имеет особую научную ценность, поскольку позволяет измерять информацию, не привязываясь к понятию вероятности. В статье раскрывается математическая модель формулы Хартли, условия ее применения и ее использование в информационных системах, цифровых технологиях и образовательных процессах на основе концептуального подхода. Результаты исследования служат важной теоретической основой для разработки упрощенных, но научно обоснованных механизмов оценки анализа информационных потоков.

Ключевые слова: формула Хартли, теория информации, объем информации, дискретные системы, логарифмическая модель, измерение информации, математическое моделирование.

HARTLEY'S FORMULA

ANNOTATION

This scientific article systematically analyzes the theoretical essence of Hartley's formula, one of the fundamental concepts of information theory, its history of formation and its significance in modern scientific and practical fields. This formula, which serves to quantitatively assess the volume of information, has a special scientific value in that it allows measuring information without being tied to the concept of probability. The article reveals the mathematical model of Hartley's formula, the conditions for its application, and its application in information systems, digital technologies, and educational processes based on a conceptual approach. The results of the research serve as an important theoretical foundation for developing simplified but scientifically sound assessment mechanisms for analyzing information flows.



Keywords: *Hartley's formula, information theory, information volume, discrete systems, logarithmic model, information measurement, mathematical modeling.*

KIRISH

XX asr boshlarida fan va texnologiya sohalarining jadal rivojlanishi axborot tushunchasiga bo'lgan ehtiyojni tubdan o'zgartirdi. Axborotni faqat mazmuniy jihatdan emas, balki miqdoriy ko'rsatkich sifatida baholash zarurati paydo bo'ldi. Aynan shu ilmiy ehtiyoj axborot nazariyasining shakllanishiga asos bo'ldi va bu yo'nalishda dastlabki fundamental nazariy yondashuvlardan biri Ralf Xartli tomonidan taklif etildi. Uning ishlari axborotni ehtimollikdan mustaqil tarzda o'lchash mumkinligini ilmiy jihatdan isbotlab berdi. Xartli tomonidan ilgari surilgan yondashuv axborot uzatish jarayonida mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan variantlar soni asosida axborot hajmini aniqlashga asoslanadi. Bu yondashuv axborot nazariyasining keyingi rivojlanishi, jumladan, Shennon nazariyasining shakllanishi uchun muhim nazariy zamin yaratdi. Shuning uchun ham Xartli formulasi nafaqat tarixiy ahamiyatga ega, balki bugungi kunda ham axborot tizimlari tahlilida muhim metodologik vosita sifatida qaraladi. Zamonaviy raqamli jamiyat sharoitida axborot oqimlari hajmining keskin ortishi, ma'lumotlarni qayta ishlash tezligi va aniqligiga bo'lgan talabning kuchayishi Xartli formulasining amaliy ahamiyatini yanada oshirmoqda. Ayniqsa, diskret signallar, kodlash tizimlari, kompyuter fanlari va ta'lim texnologiyalarida ushbu formula soddaligi va universalligi bilan ajralib turadi. Shu bois, mazkur tadqiqotda Xartli formulasining ilmiy mohiyati va qo'llanilish doiralari chuqur tahlil qilinadi.

XARTLI FORMULASI (NAZARIY ASOS)

Xartli formulasiga ko'ra, axborot miqdori quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$I = \log_2 N$$

bu yerda:

I — axborot miqdori (bitlarda),



N — teng ehtimolli mumkin bo‘lgan holatlar (variantlar) soni.

Mazkur formula shuni ko‘rsatadiki, axborot miqdori variantlar sonining logarifmik funksiyasi sifatida o‘sadi. Bu esa axborotning chiziqli emas, balki logarifmik tabiatga ega ekanligini anglatadi. Aynan shu xususiyat Xartli formulasini katta hajmdagi axborot tizimlarini tahlil qilishda qulay va samarali qiladi.

METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqotda Xartli formulasining nazariy mohiyatini ochib berish va uning amaliy qo‘llanish imkoniyatlarini baholash maqsadida **analitik–nazariy metodologiya** asos qilib olindi. Tadqiqot jarayonida axborot nazariyasiga oid klassik ilmiy manbalar, fundamental matematik modellar va zamonaviy raqamli tizimlar bo‘yicha ilmiy qarashlar tizimli tahlil qilindi. Ushbu yondashuv Xartli formulasini alohida matematik ifoda sifatida emas, balki axborot jarayonlarini tushuntiruvchi universal konseptual model sifatida ko‘rib chiqish imkonini berdi. Tadqiqot metodologiyasi doirasida birinchi navbatda **deduktiv tahlil usuli** qo‘llanildi. Ushbu usul orqali umumiy axborot tushunchasidan kelib chiqib, Xartli formulasining mantiqiy asoslari va chegaralari aniqlashtirildi. Bunda axborot miqdorini variantlar soni orqali ifodalash g‘oyasi mantiqiy jihatdan asoslandi va uning ehtimollikdan mustaqilligi alohida urg‘u bilan yoritildi.

Ikkinchi bosqichda **matematik modellashtirish usuli** qo‘llanildi. Xartli formulasi asosida turli miqdordagi teng ehtimolli holatlar uchun axborot hajmi hisoblab chiqildi va logarifmik o‘sish xususiyati tahlil qilindi. Ushbu yondashuv formuladagi asosiy parametr — mumkin bo‘lgan holatlar soni (N) ortishi bilan axborot miqdori qanday qonuniyat asosida o‘zgarishini aniqlash imkonini berdi. Shuningdek, tadqiqotda **taqqoslama (komparativ) metod** ham qo‘llanildi. Xartli formulasining imkoniyatlari ehtimollikka asoslangan axborot o‘lchash modellaridan farqli jihatlari bilan solishtirildi. Bu orqali Xartli formulasining soddaligi, universalligi va dastlabki baholashlar uchun qulayligi ilmiy jihatdan asoslab berildi. Metodologiyaning yakuniy bosqichida **abstraksiyalash va umumlashtirish**



usullari orqali olingan nazariy natijalar umumiy ilmiy xulosalar shakliga keltirildi. Ushbu yondashuv Xartli formulasining nafaqat tarixiy ahamiyatini, balki bugungi kunda ham axborot tizimlarini tahlil qilishda dolzarb ekanini asoslashga xizmat qildi.

NATIJALAR

O'tkazilgan nazariy va matematik tahlillar natijasida Xartli formulasining axborotni miqdoriy baholashda samarali va barqaror model ekanligi aniqlandi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, axborot miqdori mumkin bo'lgan holatlar soniga to'g'ridan-to'g'ri emas, balki **logarifmik bog'liqlik** asosida o'sadi. Bu holat katta hajmdagi axborot tizimlarida axborot miqdorining keskin ortib ketmasligini tushuntiruvchi muhim ilmiy xulosalardan biridir.

Tahlillar davomida aniqlanishicha, teng ehtimolli 2 ta holat mavjud bo'lgan tizimda axborot miqdori 1 bitni tashkil etsa, holatlar soni 8 taga yetganda axborot hajmi 3 bitga teng bo'ladi. Bu natija axborot hajmining variantlar soniga nisbatan sekin, ammo barqaror o'sishini yaqqol namoyon etadi. Ushbu xususiyat Xartli formulasining texnik tizimlar uchun qulayligini asoslab beradi. Natijalar shuni ham ko'rsatdiki, Xartli formulasi ehtimollik taqsimoti haqida ma'lumot mavjud bo'lmagan sharoitlarda ayniqsa samarali hisoblanadi. Bunday vaziyatlarda axborotni dastlabki baholash uchun ushbu formula minimal ma'lumot asosida aniq va tushunarli natijalar beradi. Bu esa uni axborot uzatish kanallarini loyihalash va dastlabki tahlil bosqichlarida muhim vositaga aylantiradi. Tadqiqot jarayonida aniqlangan yana bir muhim natija shundan iboratki, Xartli formulasi axborot miqdorini subyektiv baholashdan xoli, sof matematik yondashuvga asoslangan. Bu holat ilmiy tadqiqotlarda obyektivlikni ta'minlash nuqtayi nazaridan alohida ahamiyatga ega. Ayniqsa, ta'lim jarayonida axborot hajmini tushuntirishda ushbu formula didaktik jihatdan samarali ekanligi aniqlandi.

Umuman olganda, olingan natijalar Xartli formulasining axborot nazariyasida fundamental o'rin egallashini va zamonaviy raqamli tizimlar uchun ham nazariy



ahamiyatini yo'qotmaganini tasdiqlaydi. Ushbu model axborotni miqdoriy baholashda soddalik va ilmiy aniqlik o'rtasidagi muvozanatni ta'minlaydi.

MUHOKAMA

Mazkur tadqiqot doirasida olingan natijalar Xartli formulasining axborot nazariyasidagi o'rnini nafaqat tarixiy kontekstda, balki zamonaviy ilmiy tafakkur nuqtayi nazaridan ham qayta baholash zaruratini ko'rsatadi. Tadqiqot davomida aniqlangan asosiy xulosalardan biri shundan iboratki, Xartli formulasi ko'pincha soddalashtirilgan yoki faqat boshlang'ich model sifatida talqin qilinadi, biroq u o'z mohiyatiga ko'ra axborotni miqdoriy baholashda chuqur falsafiy va matematik asosga ega. Muhokama jarayonida alohida ta'kidlash lozimki, Xartli formulasining asosiy afzalligi uning ehtimollik tushunchasidan mustaqil ekanligidadir. Bu jihat uni axborot nazariyasining boshqa modellaridan ajratib turadi. Agar ehtimollik asosidagi modellar axborot manbai haqida batafsil statistik ma'lumotlarni talab etsa, Xartli yondashuvi faqatgina mumkin bo'lgan holatlar soniga tayanadi. Bu esa real amaliy sharoitlarda, xususan, dastlabki loyihalash yoki baholash bosqichlarida formulani ayniqsa qulay qiladi.

Shu bilan birga, Xartli formulasining chegaralari ham muhokama qilinishi zarur. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, barcha holatlar teng ehtimolli bo'lmagan tizimlarda ushbu formula axborot miqdorini to'liq aks ettira olmaydi. Biroq bu holat formulani kamchilik sifatida emas, balki uning qo'llanish doirasi bilan bog'liq xususiyat sifatida baholash lozimligini ko'rsatadi. Har qanday matematik model singari, Xartli formulasi ham ma'lum shartlar doirasida maksimal samaradorlikka ega. Muhokama davomida aniqlangan muhim jihatlardan yana biri shundaki, Xartli formulasining logarifmik tabiati axborotning strukturaviy murakkabligini tushunishda muhim ilmiy kalit vazifasini bajaradi. Variantlar sonining eksponensial ortishi axborot miqdorining chiziqli emas, balki logarifmik tarzda o'sishiga olib keladi. Bu esa axborot tizimlarida ortiqcha yuklanish va nazoratsiz murakkablikning oldini olish mexanizmini tushuntirishda nazariy asos



bo‘lib xizmat qiladi. Mazkur muhokama doirasida Xartli formulasining zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan bog‘liqligiga ham alohida e‘tibor qaratildi. Bugungi kunda raqamli signallar, kodlash algoritmlari va ma’lumotlar bazalarini optimallashtirish jarayonlarida axborot hajmini tez va aniq baholash zarurati mavjud. Xartli formulasi aynan shunday vaziyatlarda soddaligi bilan ajralib turadi va murakkab hisob-kitoblarsiz dastlabki tahlilni amalga oshirish imkonini beradi. Muhokama natijalari shuni ko‘rsatadiki, Xartli formulasi ta’lim jarayonida ham didaktik jihatdan katta ahamiyatga ega. Axborot nazariyasini o‘rganayotgan talabalarga ushbu formula orqali axborot tushunchasining miqdoriy mohiyatini sodda va tushunarli tarzda tushuntirish mumkin. Bu esa murakkab ehtimollik modellarini o‘zlashtirishdan oldin mustahkam nazariy poydevor yaratadi. Shuningdek, muhokama davomida Xartli formulasining ilmiy tafakkur rivojiga qo‘shgan hissasi ham tahlil qilindi. Ushbu formula axborotni faqat mazmuniy kategoriya sifatida emas, balki matematik obyekt sifatida qarash imkonini berdi. Aynan shu yondashuv keyinchalik axborot nazariyasining mustaqil fan sifatida shakllanishiga olib keldi. Shu ma’noda, Xartli formulasi zamonaviy ilm-fan tarixida burilish nuqtasi sifatida baholanishi mumkin. Tadqiqot natijalari asosida olib borilgan muhokama shuni ko‘rsatadiki, Xartli formulasini faqat tarixiy qiziqish obyekti sifatida emas, balki zamonaviy ilmiy muammolarni tushuntirishga xizmat qiluvchi faol model sifatida ko‘rib chiqish lozim. Uning soddaligi yuzaki emas, balki chuqur ilmiy mantiqqa asoslangan bo‘lib, aynan shu xususiyat uni universal vositaga aylantiradi. Umuman olganda, muhokama bo‘limida bayon etilgan tahliliy mulohazalar Xartli formulasining ilmiy qiymati vaqt o‘tishi bilan kamaymaganini, aksincha, raqamli jamiyat sharoitida yangi mazmun bilan boyiganini ko‘rsatadi. Ushbu formula axborot tushunchasining mohiyatini anglashda hanuz dolzarb bo‘lib qolmoqda va kelajak tadqiqotlari uchun mustahkam nazariy asos bo‘lib xizmat qilishi shubhasiz.



XULOSA

Mazkur ilmiy maqolada axborot nazariyasining asosiy tushunchalaridan biri bo'lgan Xartli formulasi har tomonlama nazariy va metodologik jihatdan tahlil qilindi. Tadqiqot davomida ushbu formulani faqat tarixiy ilmiy model sifatida emas, balki axborotni miqdoriy baholashning fundamental vositasi sifatida talqin qilish zarurligi asoslab berildi. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, Xartli formulasi axborot tushunchasini matematik aniqlik bilan ifodalash imkonini bergan dastlabki ilmiy yondashuvlardan biri hisoblanadi. Tadqiqot natijalari Xartli formulasining asosiy ustun jihati — uning ehtimollik taqsimotiga bog'lanmaganligida ekanini tasdiqladi. Bu xususiyat axborot manbai haqida yetarli statistik ma'lumot mavjud bo'lmagan holatlarda ham axborot hajmini baholash imkonini beradi. Aynan shu jihat formulani axborot tizimlarini dastlabki loyihalash va tahlil qilish bosqichlarida samarali vositaga aylantiradi. Shuningdek, tadqiqot davomida Xartli formulasining logarifmik tabiati axborot hajmining murakkab tizimlarda qanday qonuniyat asosida o'sishini tushuntirishda muhim nazariy ahamiyatga ega ekani aniqlandi. Variantlar sonining keskin ortishi axborot miqdorining chiziqli emas, balki sekin va barqaror o'sishiga olib kelishi axborot tizimlarining barqarorligini tushunishda muhim ilmiy xulosa bo'lib xizmat qiladi. Mazkur maqolada olib borilgan muhokamalar shuni ko'rsatadiki, Xartli formulasini faqat Shennon nazariyasiga tayyorgarlik bosqichi sifatida baholash to'liq ilmiy manzarani aks ettirmaydi. Aksincha, u axborot nazariyasining mustaqil va konseptual jihatdan kuchli poydevorlaridan biri bo'lib, zamonaviy raqamli texnologiyalar sharoitida ham o'z ilmiy qiymatini saqlab qolmoqda. Umuman olganda, tadqiqot natijalari Xartli formulasining axborotni miqdoriy baholashda universallik, soddalik va ilmiy aniqlikni birlashtirgan model ekanini tasdiqlaydi. Ushbu formula axborot nazariyasini o'rganishda, ta'lim jarayonida va amaliy axborot tizimlarini tahlil qilishda muhim nazariy asos bo'lib qolishi shubhasizdir. Kelgusidagi ilmiy izlanishlarda Xartli formulasini boshqa



axborot modellari bilan integratsiyalashgan holda tahlil qilish yangi ilmiy natijalarga olib kelishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hartley, R. V. L. Transmission of Information. *Bell System Technical Journal*, 1928, Vol. 7, No. 3, pp. 535–563.
2. Shannon, C. E. A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 1948, Vol. 27, pp. 379–423, 623–656.
3. Cover, T. M., Thomas, J. A. Elements of Information Theory. 2nd ed. New York: Wiley-Interscience, 2006.
4. Pierce, J. R. An Introduction to Information Theory: Symbols, Signals and Noise. New York: Dover Publications, 1980.
5. MacKay, D. J. C. Information Theory, Inference, and Learning Algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
6. Ash, R. B. Information Theory. New York: Dover Publications, 1990.
7. Khinchin, A. I. Mathematical Foundations of Information Theory. New York: Dover Publications, 1957.
8. Gray, R. M. Entropy and Information Theory. New York: Springer, 2011.