



UDK: 004.67

Nozimbek ZARIPOV,  
Buxoro davlat pedagogika instituti doktoranti, PhD, dotsent  
E-mail: zaripov9898@mail.ru

Buxoro davlat universiteti dotsenti, PhD F.Nurulloyev taqrizi asosida

## METHODOLOGY OF INFORMATION CODING USING THE FANO METHOD

Annotation

This article presents Fano's method of encoding information using two symbols. The use of Fano's tree in information coding, the method of teaching the tree and arithmetic calculations are explained. Also, the article describes the essence of information encoding and decoding concepts, flat and uneven encoding methods, the importance of encoding in human life.

**Key words:** Fano method, coding, decoding, bit, root, uniform encoding, uneven encoding, number system, code length.

## МЕТОДИКА КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ МЕТОДОМ ФАНО

Аннотация

В данной статье представлен метод Фано кодирования информации с помощью двух символов. Объясняется использование дерева Фано при кодировании информации, метод обучения дереву и арифметическим вычислениям. Также в статье раскрыта сущность понятий кодирования и декодирования информации, методы равномерное и неравномерное кодирование, значение кодирования в жизни человека.

**Ключевые слова:** Метод Фано, кодирование, декодирование, бит, корень, равномерное кодирование, неравномерное кодирование, система счисления, длина кода.

## FANO USULI YORDAMIDA AXBOROTLARNI KODLASH METODIKASI

Annotatsiya

Ushbu maqolada axborotlarni ikkita belgi yordamida kodlashning Fano usuli keltirilgan. Axborotlarni kodlashda Fano daraxtidan foydalanish, daraxtni tasvirlash va arifmetik hisoblashlarni o'qitish metodikasi yoritib berilgan. Shuningdek, maqolada axborotlarni kodlash va dekodlash tushunchalari mohiyati, tekis va notekis kodlash usullari, kodlashning inson hayotidagi ahamiyati tasvirlangan.

**Kalit so'zlar:** Fano metodi, kodlash, dekodlash, bit, ildiz, tekis kodlash, notekis kodlash, sanoq tizimi, kod uzunligi.

**Kirish.** Yurtimizda so'ngi yillarda ta'lim sohasiga juda katta e'tibor berilmoqda. Ayniqsa, oliy o'quv yurtlari talabalarining mukammal bilim olishlari uchun ko'plab shart-sharoitlar, imkoniyatlar yaratilmoqda. Yaratilayotgan bu imkoniyatlardan unumli foydalanish, ta'lim jarayoni uchun yangi o'quv-metodik adabiyotlar ishlab chiqish, ularni amalda qo'llash, darsni sifatli olib borish, mavzuni talabalarga yetkazishda yangicha pedagogik metodlardan hamda raqamli texnologiyalardan foydalangan holda o'tish bugungi kunning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Informatika va raqamli texnologiyalar fanini o'qitishda talabalarining amaliy-kasbiy tayyorgarligini rivojlantirish metodikasini takomillashtirish, kompyuterning mantiqiy ishlash asoslarini o'qitish muhim vazifalardan biridir. Axborotlarni kodlash, dekodlash, ular ustida amallar bajarish, shuningdek, Fano metodini ahamiyati va mohiyatini ta'lim oluvchilarga ochiqlash, mavzuni amaliy hamda hayotiy misollar orqali tushuntirish kelajakda raqamli texnologiyalar sohasi uchun yetuk kadrlar yetishib chiqishiga zamin hozirlaydi.

**Mavzuga doir manbalar tahlili.** Kodlash nazariyasi, kodlash tamoyillari va usullari, Solomon-Reed usuli, Hamming usuli, Reed-Muller usuli kabi asosiy ma'lumotlarni kodlash usullarini tavsiflovchi o'quv qo'llanma Sidelnikov V.M. tomonidan ishlab chiqilgan. Shuningdek, ushbu o'quv qo'llanmada xatolarni tuzatish, kodlarini yaratish usullari va xususiyatlari batafsil yoritilgan [5]. Hamming R.V. tomonidan kodlash nazariyasi va axborot nazariyasi alohida e'tibor qaratilgan. Bunda asosan axborotni kodlash va uzatishning asosiy nazariyalari ko'rib chiqiladi. Kodlash nazariyasi va axborot nazariyasidan foydalanishga doir misollar keltirilgan. Berezkin E.F. tomonidan ishlab chiqilgan darslikda axborot

nazariyasi va kodlash asoslariga alohida e'tibor qaratilgan [2]. Darslikda asosan axborot tizimlari va raqamli ma'lumotlarni qayta ishlash komplekslarini loyihalash bo'yicha nazariy ma'lumotlar keltirilgan. Bogomolova O.B. tomonidan Informatika nomli chop etilgan darslikda tekis va notekis kodlash usullari, Fano usulida kodlash, daraxt shoxlarining tasvirlanishi batafsil yoritib berilgan [1].

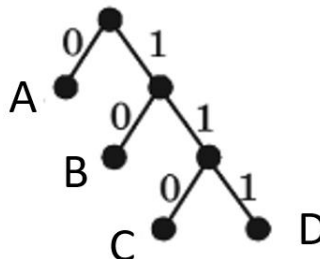
**Tadqiqot metodologiyasi.** Axborotlarni kodlash bu ma'lum qonun-qoida asosida bir ko'rinishdan boshqa bir ko'rinishga o'tkazish jarayonidir. Kodlangan axborotni birlamchi holiga keltirish esa dekodlash deyiladi. Axborotlarni maxfiy saqlash uchun kodlash shifrlash deyiladi. Axborotlarni kodlashning kodlash usulidagi belgilar hajmidan kelib chiqqan holda ikki usulga bo'linadi. Tekis va notekis. Tekis kodlashda kodlanayotgan har bir belgi uchun bir xil hajmdagi belgilardan foydalaniladi, notekis kodlashda kodlanayotgan har bir belgi uchun har xil hajmdagi belgilardan foydalaniladi. Fano metodi ham axborotlarni notekis kodlash usuliga kiradi. Bu usulda "daraxt" shoxlari pastga qarab chiziladi. Ildiz doimo yuqori tomonda joylashadi. Kodlash ikkilik sanoq sistemasidagi 0 va 1 raqamlari yordamida amalga oshiriladi. Kodlashda ikkilikdagi har bir son bir marta ishtirok etadi va tanlab olingan kod ostidan boshqa kodlar uchun raqamlar tasvirlanmaydi. Daraxt shoxlari doimo 0 va 1 raqamlar bilan boshlanadi. Daraxt berilgan masala shartidan kelib chiqqan holda chiziladi. Koddagi belgilar qancha ko'p bo'lsa, kod uzunligi ham mos ravishda ko'payadi. Fano shartining qulaylik tomoni shundaki, bunda eng kam bit orqali belgilarni kodlash amalga oshiriladi. Tadqiqot davomida Fano usulining ahamiyati, kodlash usullari, berilgan matn hajmini aniqlash kabi muammolarni yechishga harakat qilindi.

**Tahlil va natijalar.** Fano sharti Robert Fano sharafiga qo'yilgan bo'lib, kodlash nazariyasidagi zaruriy shart bu o'z-o'zidan tugatuvchi kodni yaratishdir. Ushbu shartning odatiy formulasi quyidagicha: hech qanday kod so'zi boshqa kod so'zining boshlanishi bo'lishi mumkin emas. Algoritm takrorlash chastotasiga asoslangan bo'lib, tez-tez uchraydigan belgi qisqaroq uzunlikdagi kod bilan, kam uchraydigan belgi esa kattaroq kod bilan kodlanadi. O'z navbatida, kodlash paytida olingan kodlar prefiks hisoblanadi. Bu esa kodli

so'zlarning har qanday ketma-ketligini aniq dekodlash imkonini beradi. Quyida Fano sharti orqali bajariladigan ba'zi bir masalalarni ko'rib chiqamiz.

1-masala: Xabar 50 ta A, 30 ta B, 20 ta C va 5 ta D harflarni o'z ichiga oladi. Xabarni uzatishda har bir harf minimal uzunlikdagi (2 sanoq sistemasi) turli bitlar bilan kodlangan. Kodlangan xabarni minimal uzunligi necha bitdan iborat. Berilgan masala shartidan kelib chiqib, Fano daraxtining ko'rinishini quyidagicha bo'ladi (1-rasm).

Ildiz



1-rasm. Fano daraxtining tuzilishi.

Har bir belgiga mos kodni aniqlash uchun doimo ildizdan boshlab 0 va 1 raqamlari yig'iladi. Natijada berilgan harflar quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$A - 0, B - 10, C - 110, D - 111$$

Bundan ko'rinadiki, A harfi 1 bit, B harfi 2 bit, C va D harflari esa 3 bit joyini egallaydi.

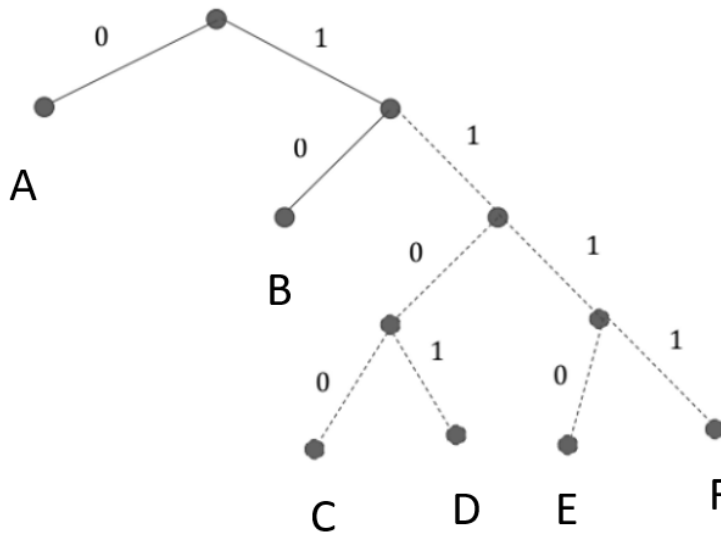
$$50 * 1 + 30 * 2 + 20 * 3 + 5 * 3 = 50 + 60 + 60 + 15 = 185 \text{ bit}$$

Demak, kodlangan xabarni minimal uzunligi 185 bitdan iborat ekanligi o'z isbotini topdi.

2-masala. A, B, C, D, E, F harflaridan tashkil topgan ma'lum bir ketma-ketlikni kodlash uchun Fano shartini qanoatlantiradigan notekis ikkilik kod ishlatiladi. A harfi uchun 0, B harfi uchun - 10 kodi belgilangan. Ushbu 6 ta belgini minimal uzunligi necha bitdan iborat.

Berilgan masala shartidan A=0 va B=10 ekanligi ma'lum, qolgan C, D, E, F harflarini daraxt chizish orqali aniqlash mumkin. A=0 qiymatni olgani uchun A ni ostidan daraxt shoxlari davom ettirilmaydi. B=10 qiymatida 1 joylashgan shoxdan boshlab qolgan harflar kodlari uchun daraxt shoxlarini chizib olinadi (2-rasm).

Ildiz



2-rasm. Fano daraxtining tuzilishi.

Hosil bo'lgan shaklning "Ildiz" qismidan boshlab har bir har kod qiymati aniqlanadi. Har bir harf qiymatlari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

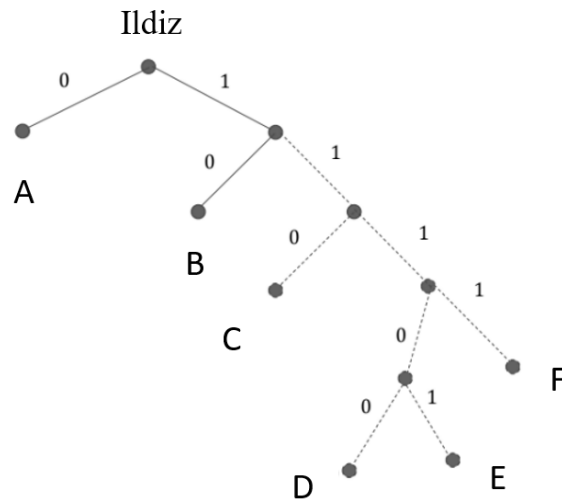
$$A - 0, B - 10, C - 1100, D - 1101, E - 1110, F - 1111$$

Natijada A belgi 1 bit, B belgi 2 bit, C, D, E va F belgilari 4 bitdan joy egallaydi.

$$1 + 2 + 4 + 4 + 4 + 4 = 19 \text{ bit}$$

Demak, berilgan 6 ta belgini minimal uzunligi 19 bitdan iborat ekanligi aniqlandi.

Ushbu daraxtini bir necha ko'rinishlarda ham chizish mumkin (3-rasm).



3-rasm. Fano daraxtining tuzilishi.

Ushbu ko'rinishida berilgan harflarning egallagan bitlar soni 2-rasmdagi harflarga qaraganda ko'proq joy egallaydi. Ya'ni quyidagi ko'rinishda bo'ladi.  
**A – 0, B – 10, C – 110, D – 11100, E – 11111, F – 1111**  
 Natijada A belgi 1 bit, B belgi 2 bit, C belgi 3 bit, D va E belgilar 5 bit, F belgi 4 bit joy egallaydi.

$$1 + 2 + 3 + 5 + 5 + 4 = 20 \text{ bit}$$

Demak, berilgan 6 ta belgini minimal uzunligi 20 bitdan iborat ekanligini ko'rish mumkin.

3-masala: Faqat 7 harfdan iborat xabarlar aloqa kanali orqali uzatiladi: A, B, C, D, E, F, G. Uzatish uchun Fano shartini qanoatlantiradigan ikkilik kod ishlatiladi. Ba'zi bir harflar uchun kodlar ma'lum: A–010, B–011, C–100. EACDGF so'zini ikkilikda kodlashning minimal uzunligi necha bitdan iborat?

A	B	C	E	D	G	F
010	011	100	11	00	1010	1011

$$2 + 3 + 3 + 2 + 4 = 14 \text{ bit}$$

Axborotni kodlash bu ma'lumotlarning belgilangan ko'rinishini shakllantirish tartibi. Tor ma'noda "kodlash" - bu saqlash, uzatish yoki qayta ishlash uchun eng qulay bo'lgan ma'lumotlarni taqdim etishning bir shaklidan boshqasiga o'tish. Qoidaga ko'ra, kodlash paytida har qanday tasvir alohida belgi sifatida taqdim etiladi. Kompyuter faqat raqamli shaklda taqdim etilgan ma'lumotlarni qayta ishlashga qodir. Boshqa barcha ma'lumotlar (masalan, tovushlar, tasvirlar va boshqalar) shaxsiy kompyuterda qayta ishlash uchun raqamli shaklga aylantirilishi kerak. Masalan, musiqiy tovushning miqdorini aniqlash uchun har bir o'lchov natijalarini raqamli shaklda taqdim etgan holda, ma'lum chastotalarda kichik intervallarda tovushning intensivligini aniqlash kerak. Kompyuter dasturlari yordamida qabul qilingan ma'lumotlarni o'zgartirish mumkin. Xuddi shunga o'xshash tarzda, kompyuterda matnli ma'lumotlarni qayta ishlash mumkin. Shaxsiy kompyuterga kiritilganda, har bir harf ma'lum bir raqam bilan kodlanadi va tashqi qurilmalarga chiqarilganda, inson idrok etishi uchun ushbu raqamlar yordamida harflar tasvirlari tuziladi. Harflar va raqamlar to'plami o'rtasidagi yozishmalar belgilarni kodlash deb ataladi.

Ma'lumki, kompyuterdagi barcha raqamlar nol va birliklar yordamida ifodalanadi. Boshqacha qilib aytganda,

kompyuterlar odatda ikkilik sanoq tizimida ishlaydi, chunki bu holda ularni qayta ishlash qurilmalari eng elementar hisoblanadi. Raqamlarni kompyuterga kiritish, shuningdek, ularni inson tomonidan o'qish uchun chiqarish odatiy o'nli kasr shaklida amalga oshiriladi va barcha kerakli konvertatsiyalar shaxsiy kompyuterda ishlaydigan dasturlar tomonidan amalga oshiriladi.

**Xulosa va takliflar.** Axborotlarni Fano sharti orqali kodlashda ikkilik sanoq sistemasidagi 0 va 1 raqamlaridan foydalaniladi va minimal kod uzunligiga erishiladi. Bu kodlashning notekis usuliga kiradi.

Kodlanayotgan belgilarning eng ko'p qatnashgani eng kam bit bilan, kam ishtirok etgan belgilar ko'p bit bilan kodlanadi. Kodlashning eng asosiy shart bu hech bir kod so'zi boshqa kod so'zining boshlanishi bo'lishi mumkin emas. Daraxt shoxidagi oxirgi raqamdan boshqa belgilarni kodlash uchun foydalanilmaydi.

Axborotlarni kodlashga doir bu kabi mavzularni bo'lajak informatika va axborot texnologiyalari o'qituvchilariga oson va tushunarli qilib yetkazib berish kelajakda yetuk soha mutaxassislarini yetishib chiqishiga zamin hozirlaydi.

#### ADABIYOTLAR

1. Богомолова О.Б. Информатика. Новый полный справочник для подготовки к ЕГЭ / - М. : Издательство АСТ, 2023. – 444 с.
2. Березкин Е.Ф. Основы теории информации и кодирования / Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 312 с.
3. Вернер М. Основы кодирования: учеб. для вузов / - М.: Техносфера, 2004. –275 с.
4. Сагалович Ю.Л. Введение в алгебраические коды / Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ИППИ РАН, 2010. – 302 с.
5. Сидельников В.М. Теория кодирования. Справочник по принципам и методам кодирования Москва: Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ), 2006. – 289 с.
6. Monica Borda «Fundamentals in Information Theory and Coding» Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. – 504 p.
7. Mark Kelbert, Yuri Suhov «Information Theory and Coding by Example» Cambridge University Press, 2014. – 528 p.

8. Sebesta, Robert W. «Concepts of programming languages» Includes bibliographical references and index. Pearson, 2012. – 816 p.
9. Zaripov N. N. Using methods of foreign experiences in teaching informatics and information technologies in school. Theoretical & Applied Science, (3), 2020. – 111-114 p.
10. Zaripov N. N. Methods of Teaching Programming Languages in General Secondary Schools. In “Online-conferences” platform, 2021. – 38-40 p.
11. <https://d.eruditor.link/file/790522/>