

## Орта мектептің информатика пәні бойынша ақпараттық теория негіздерін оқыту

Б. А. Мукушев<sup>\*1</sup>, С. Б. Мукушев<sup>2</sup>, А. Б. Мукушев<sup>3</sup>, Г. Т. Еркебұлан<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup> С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., Қазақстан Республикасы

<sup>3</sup>Қазақ технологиялар және бизнес университеті, Астана қ., Қазақстан Республикасы



**Аңдатпа.** Ақпарат теориясы ғылымаралық бағыттағы ілімге жатады. Бүгінгі күні ақпарат теориясының ғылыми және практикалық нәтижелері компьютерлік ғылымда, математикада, физикада, лингвистикада және тағы басқа іргелі ғылымдарда жан-жақты қолданыс тауып отыр. Мақалада ақпарат ұғымының теориялық, практикалық және педагогикалық аспектілері баяндалған. Ақпарат іргелі ұғым екендігі және оның әлеуметтік-табиғи процестердегі алатын орны анықталды. Орта және жоғары мектептің оқу үдерісінде ақпарат ұғымының іргелімәселелерін зерттеудегі информатика пәнінің рөлі зерделенді. Ақпараттық теорияның негізгі теңдеулері Хартли және Шеннон формулаларының мәні және қолданбалылығы ашылды. Ықтималдық теориясы негізінде ақпараттық анықталмаушылық және оның өлшем бірлігі туралы түсінік берілді. Ақпараттық теорияның әртүрлі ғылыми бағыттары зерттелді: ақпарат шамаларын өлшеу және шеннон теңдеуін тестілеу үдерісінде қолдану.



**Тірек сөздер:** ақпарат теориясы, ақпаратты өлшеу, Хартли формуласы, Шеннон теңдеуі (ақпараттық энтропия), ақпарат құндылығы, тестілеу теориясы.



**Қалай дәйексөз алуға болады / Как цитировать / How to cite:**

Мукушев, Б. А., Мукушев, С. Б., Мукушев, А. Б., Еркебұлан, Г. Т. Орта мектептің информатика пәні бойынша ақпараттық теория негіздерін оқыту [Мәтін] // «Білім» ғылыми-педагогикалық журналы. – Астана: Ы. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы, 2023. – №2. – Б. 91-96.

### Кіріспе

Қазіргі қоғамның барлық аймағы ақпараттанып жатқан кезде, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар адамдардың зияткерлік және практикалық жұмыстарында кең түрде қолданып жатқанда информатика ғылымындағы негізгі ғылыми бағыт ақпарат теориясы да табысты даму үстінде. Атап айтқанда, «ақпарат», «ақпарат алмасу», «ақпарат мөлшері», «ықтималдылық», «ақпараттың орташа мәні», «ақпараттың құндылығы», «ақпаратты

кодтау» және т.б. мәселелердің шешімі әлі де толық табылған жоқ.

Бүгінгі күні ақпарат теориясының негізгі заңдары мен заңдылықтары информатика ғылымы аймағынан шығып, жаратылыстану ғылымдарында, кибернетикада, лингвистикада және басқа да ғылыми салаларда қолданыс табу үстінде. Информатика ғылымы ақпарат теориясы көмегімен ғылымаралық теорияға айналды. Қазіргі уақытта бұл теория әлемнің жалпыланған ғылыми суретінің

негізгі бөлігі болып табылатын әлемнің ақпараттық суретін жасап отыр. Ақпарат теориясы негіздерімен оқушылар орта мектепте информатика пәнін оқып үйрену кезінде танысады [1-4].

Ақпарат теориясы жеке ғылыми бағыт ретінде мынандай міндеттерді шешу мақсатында туды: ақпарат көзінен ақпарат қабылдаушыға хабарламаның сенімді әрі тиімді берілуін қамтамасыз ету;

Информатикадағы ақпарат ұғымының көптеген анықтамалары бар. Бірақ осы уақытқа дейін нақты анықтама берілген жоқ. Ақпарат ұғымын кибернетиканың негізін жасаушы Н.Винер ғылыми ортаға енгізді. Ол ақпаратқа анықтама берген жоқ. Бірақ ол аталған ұғым туралы былай деді: «Ақпарат материя да емес, энергия да емес, ол тіптен басқа дүние»[5]. Осылайша Н.Винер, ақпаратты материя мен энергия ұғымына жатпайтынын аша отырып оның феномендік мәнін ашады, екінші жағынан, ақпараттың іргелі ұғым екенін айта отырып, материя және энергия ұғымдармен бір қатарға қояды.

## Материалдар мен әдістер

Әр түрлі коммуникациялардың дамуына және басқа аймақтарға берілетін мәліметтің көлемінің күрт ұлғаюына байланысты ақпарат теориясында ақпаратты өлшеу проблемасы пайда болды. Атап айтқанда: ақпарат мөлшері, ақпараттың құндылығы, ақпараттың орташа мәні және т.б. өлшеуді қажет ететін параметрлерге жатады.

Ақпаратты өлшеу жұмысында бір аймақтан екінші аймаққа тасымалданған мәліметтердің мөлшері басты рөл атқарады. Бұл шама математикалық жолмен былайша есептеледі: ақпарат мөлшері ақпаратта орын алған оқиғаның орындалу ықтималдылығының теріс таңбамен алынған логарифміне тең. Егер белгілі бір оқиға жиі орындалса, онда оның ақпаратының мөлшері нөлге жақын шама болады. Ал ықтималдылығы аз оқиғаның ақпараты керісінше өте үлкен болады. Ақпарат ұғымын қазіргі ғылымның тұрғысынан зерделеу әр түрлі есептелген үрдістерге бір көзқараспен қарау керектігін ай-

қындады: ақпараттарды техникалық байланыс каналдары арқылы жеткізу, нерв жүйесінің және есептеу машиналарының қызметі, әр түрлі басқару жүйелерінің жұмыс жасауы, тұқым қуалаушылықтың гендар арқылы келесі ұрпаққа берілуі және т.б.

## Нәтижелер

Ақпараттың қолдану аясының кең болуы оны сипаттайтын параметрлерді өлшеу тәсілдерін жетілдіруді талап етеді. Ақпараттың қасиеттерін өлшеу ғылыми танымның әдіснамасының басты мәселесі болып отыр. Ақпаратты өлшеу мына тұжырыммен байланысты болады: белгілі бір нысан туралы ақпарат келіп түскен, осы нысанның қасиеттері туралы білмеушілік азая береді.

Мысалы, Б оқушы А қаласында тұрады. Ал оқушының осы қаланың Есіл көшесінде тұратыны туралы хабарлама анықталмаушылықты азайтпады. Сөйтіп, бір ғана ақпарат дозасын алған соң, біз бұрынғыға қарағанда көп білетін болдық. Бірақ ақпараттық анықталмаушылық (информационная неопределенность) азайғанымен жоғалып кетпеді. Ақпараттық анықталмаушылықтың кері шамасының логарифмі ықтималдық деп аталады.

Анықталмаушылықты екі есе азайтатын мәліметте 2 бит информация болады. Бит – информация мөлшерінің бірлігі.

*1-мысал.* Зат 4 қораптың біреуінде орналасқан.

Бұл мәліметтегі ақпараттық анықталмаушылық төртке тең, ал затты тауып алу ықтималдылығы  $\frac{1}{4}$  шамасына тең.

*2-мысал.* Кітап екі сырманың (жоғарғы және төменгі) бірінде орналасқан.

Кітаптың жоғары суырмада жатқаны туралы мәліметте бір бит ақпарат бар.

*3-мысал.* Кітап үш суырманың (жоғарғы, ортаңғы және төменгі) бірінде жатыр. Кітап ортаңғы суырмада жатыр деген хабарламада бір биттен үлкен ақпарат бар.

1928 жылы американдық инженер Р.Хартли ақпаратты бағалайтын өзінің теңдеуін ұсынды. Бұл теңдеу – Хартли формуласы деп аталады.

$$I = \log_2 N \quad (1)$$

$N$  – тең ықтималдылықтағы оқиғалар саны,  $I$  хабарламадағы бит саны.

4-мысал. Кітап үш суырманың бірінде жатыр деген ақпараттың мөлшері

$$I = \log_2 3 = 1,585 \text{ бит ақпарат.}$$

Хартли формуласын (1) басқаша да жазуға болатыны белгілі.  $N$  оқиғаның әрқайсысының ықтималдықтары бірдей болғандықтан былайша жазуға болады:  $P=1/N$ , то  $N=1/P$ , демек

$$I = \log_2 N = \log_2(1/P) = -\log_2 P \quad (2)$$

5-мысал.  $N$  әр түрлі ықтималдықтағы оқиғалардың біреуінің ақпарат мөлшерін есептеп шығару керек. Әлдебір генератор өз экранында  $1, 2, 3, \dots, i, \dots, K$  сандарының кез келгенін шығаратын болсын. Аталған сандардың экранда пайда болу ықтималдықтары  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_i, \dots, P_k$ . Көрнекілік үшін төмендегі кестені толтырамыз.

1	2	3	...	$i$	...	$K-1$	$K$
$P_1$	$P_2$	$P_3$	...	$P_i$	...	$P_{k-1}$	$P_k$

Әрбір сан оның көріну ықтималдығына сәйкес экранға шығады. Экранда  $N$  сан ( $N \gg k$ ) пайда болсын делік. Егер бізді  $i$  саны қызықтыратын болса, онда ол экранда ( $N P_i$ ) рет пайда болады. Әрбір  $i$  – інші санның экранда көрінуі ( $-\log_2 P_i$ ) бит ақпарат береді. Ал барлық  $N$  сан көрінгеннен кейінгі жалпы ақпарат мөлшерін есептеу үшін әрбір санның көрінуіне сәйкес ақпарат мөлшерін есептейміз және олардың қосындысын аламыз. Жалпы ақпарат

$$I = -N \sum_{i=1}^n P_i \log_2(P_i) \quad (3)$$

Ал бір санға ғана сәйкес келетін орташа ақпарат мөлшері:

$$I_{op} = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2(P_i) \quad (4)$$

Бұл формуланы 1948 жылы бірінші рет американдық математик К. Шеннон ұсынды. Сол себепті оны *Шеннон теңдеуі* деп те атайды [6].

## Талқылау

Ақпаратты өлшеу орташа ақпаратпен тікелей байланысты болады. Орташа

ақпаратты өлшеуге арналған формула ақпарат жеткізілетін хабарламаның мағынасымен байланысты емес. Оның көмегімен мағыналы және мағыналы емес, пайдалы және пайдалы емес ұғымдарын бойына сіңірген ақпараттарды өлшеу мүмкін емес.

Ақпараттың орташа мәні *ақпараттық энтропия* деп аталады [7, 8]. (4) формуладағы негізі екі болатын логарифмді натураль логарифммен алмастырады. Бірақ одан орташа ақпарат теңдеуінің мағынасы өзгермейді. Сонда ақпараттың орташа мәнін мына түрде жазылады:

$$S = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (5)$$

Орташа ақпаратты өлшеуге арналған теңдеудің мән-мағынасын терең түсіну үшін бірнеше мысал қарастырайық.

6-мысал. Тиынды лақтырған кездегі ақпараттық энтропияны табу керек.

Мұнда екі элементар оқиға орындалуы мүмкін:  $A_1$  – «орел» түрінде түседі;  $A_2$  – «решка» түрінде түседі. Осы оқиғалардың

орындалу ықтималдықтары  $P_1 = P_2 = \frac{1}{2}$ . (5) теңдеу бойынша

$$S = -\frac{1}{2} \log \frac{1}{2} + -\frac{1}{2} \log \frac{1}{2} = 1$$

яғни анықталмағандық бір битке тең.

7-мысал. Жәшікте үш ақ шар және бір қара шар бар. Жәшіктен бір шар алу керек.

Ақ шарды жәшіктен алып шығу оқиғасы  $A_1$ , ал қара шарды алып шығу оқиғасы  $A_2$  болсын. Олардың ықтималдықтары  $P_1 = \frac{3}{4}$  және  $P_2 = \frac{1}{4}$  болады. Информациондық энтропиясы

$$S = -\frac{3}{4} \log \frac{3}{4} + -\frac{1}{4} \log \frac{1}{4} \approx 0,812$$

Ақпараттық энтропия бірден кіші болып шықты. Өйткені жәшік ішінде қара шарға қарағанда ақ шарлар көп болғандықтан, сынақ кезінде көбінесе ақ шарлар көбірек шығады. Демек анықталмағандық бір биттен аз. Егер жәшік ішінде тек ақ шарлар болса, онда шарларды алу сынақтарының энтропиясы нөлге тең болар еді. Мұндай сынақ кезінде анықталмағандық болмайды – үнемі жәшіктен ақ шарлар ғана шығады.

Осы екі мысалды салыстыра отырып мынандай қорытынды жасаймыз: тең ықтималды оқиғалардың орындалуына қарағанда тең емес ықтималдығы бар оқиғалардың энтропиясы аз болады.

Ары қарай табиғаты әр түрлі сигнал көздерінен алынған информацияларды өлшеу мәселесін қарастырайық. Мынандай сұраққа жауап іздейік: көру мүшелері арқылы алынған ақпарат шамасы мен есту мүшесі арқылы алынған ақпарат мөлшерін салыстыруға болады ма? Бұл жерде «ақпарат» және «энергия» ұғымдары арасындағы сәйкестікті еске ала отырып жылулық, механикалық және электрлік энергиялардың бірдей өлшем бірлігімен (джоуль) өлшенетінін есімізге түсірейік. Бұл жағдайда аталған энергия түрлерінің табиғаты есепке алындайды. Сол сияқты

адамның әр түрлі сезім мүшелері арқылы алған ақпараттары бірдей бірлікпен өлшенеді (өлшем бірлігі – бит).

## Қорытынды

Әлемдік қоғамдастық постиндустриалдық кезеңнен ақпараттық кезеңге аяқ басып отырған жағдайда ақпараттың рөлі және орны қоғамдық қарым-қатынастағы, экономикадағы және ғылымдағы ерекше болып отыр. Информатика ғылымының үлкен салаларының бірі ақпарат теориясының жетістіктері әлемнің ғылыми-техникалық, экономикалық және мәдени-гуманитарлық кеңістігінде жан-жақты қолданыс табауда.

Ақпарат теориясының негізгі теңдеулері синергетика теориясында, ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етуде, криптографияда, лингвистикада, ақпараттық сигналдарды байланыс желілері арқылы тиімді тасымалдауда және ақпарат теориясының басқа салаларында жемісті қызмет етуде [9]. Демек ақпарат теориясының негіздерін (ұғымдарын, шамаларын, теңдеулерін және заңдарын) орта мектепте оқып үйрену арқылы информатиканың пәнаралық ғылымға жататынын және информатика ғылымының әлемнің жалпыланған ғылыми суретінің негізін қалайтынын білім алушыларға жеткізуге болады.

**Қаржыландыру туралы ақпарат.** Жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің қаржылық қолдауымен орындалды (Грант № АР 14869376).

## Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Райхерт Т.Н., Хеннер Е.К. Место теории информации в подготовке учителя информатики // Информатика и образование.- 1999.- №2.- С.32-38.
2. Колин К. К. Информатика как фундаментальная наука // Информатика и образование. - 2007.- №6.- С.47-52.
3. Колин К. К. Феномен информации и философские основы информатики // Alma mater.- 2004. - №11.- С.33-38.
4. Мелик-Гайказян И. В. Информационные процессы и реальность. М.: Наука, 1998.-191 с.

5. **Wiener N.** Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. (Hermann & Cie Editeurs, Paris, The Technology Press, Cambridge, Mass., John Wiley & Sons Inc., New York.- 1948. -194 p.
6. **Мукушев Б.А., Мукушев С.Б., Турдина А.Б.** Изучение основ теории информации в процессе обучения информатике // Информатика и образование, 2008. -№5.- С.86-89.
7. **Жанабаев З.Ж., Мукушев Б.А., Мукушев С.Б., Турдина А.Б.** Использование информационной энтропии при контроле учебной деятельности обучающегося // Информатика и образование, 2008.- №10. -С.120-124.
8. **Аванесов В.С.** Композиция тестовых заданий. – 3 изд. М.: Центр тестирования, 2002. -240 с.
9. **Mukushev B.A., Zheldybaeva B.S., Musatayeva I.S., Mukushev B.A., Kariyev K.U., Turdina A.B.** Formation of the scientific worldview in schoolchildren based on the inclusion of synergetic ideas in the content of education // Integratsiyaobrazovaniya = Integration of education. 2018. T.22, No. 4. Pp. 632-646.) DOI: 10.15507 / 1991-9468.093.022.201804.632-647.
3. **Kolin K. K.** (2004) Fenomen informacii i filosofskie osnovy informatiki [The Phenomenon of Information and the Philosophical Foundations of Informatics]./ Alma mater. № 11, 33-38. (In Russian)
4. **Melik-Gajkazjan I. V.** (1998) Informacionnye processy i real'nost' [Information processes and reality]. M.: Nauka, 191. (In Russian)
5. **Wiener N.** (1948) Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. (Hermann & Cie Editeurs, Paris, The Technology Press, Cambridge, Mass., John Wiley & Sons Inc., New York, 194.
6. **Mukushev B.A., Mukushev S.B., Turdina A.B.** (2008) Izuchenie osnov teorii informacii v processe obuchenija informatike [Learning the basics of information theory in the process of teaching computer science]. Informatika i obrazovanie. №5, 86-89. (In Russian)
7. **Zhanabaev Z.Zh., Mukushev B.A., Mukushev S.B., Turdina A.B.** (2008) Ispol'zovanie informacionnoj jentropii pri kontrole uchebnoj dejatel'nosti obuchajushhegosja [The use of information entropy in the control of educational activity of a student]. Informatika i obrazovanie. №10, 120-124. (In Russian)
8. **Avanesov V.S.** (2002) Kompozicija testovyh zadaniy [Composition of test items]. 3 izd. M.:Centr testirovaniya. 240. (In Russian)
9. **Mukushev B.A., Zheldybaeva B.S., Musatayeva I.S., Mukushev B.A., Kariyev K.U., Turdina A.B.** (2018) Formation of the scientific worldview in schoolchildren based on the inclusion of synergetic ideas in the content of education // Integratsiyaobrazovaniya = Integration of education. T.22, No. 4, 632-646. DOI: 10.15507 / 1991-9468.093.022.201804.632-647.

## References:

1. **Rajhert T.N., Henner E.K.** (1999) Mesto teorii informacii v podgotovke uchitelja informatiki [The place of information theory in the training of a computer science teacher]. Informatika i obrazovanie. №2, 32-38. (In Russian)
2. **Kolin K. K.** (2007) Informatika kak fundamental'naja nauka [Informatics as a fundamental science]. Informatika i obrazovanie. № 6, 47-52. (In Russian)
9. **Mukushev B.A., Zheldybaeva B.S., Musatayeva I.S., Mukushev B.A., Kariyev K.U., Turdina A.B.** (2018) Formation of the scientific worldview in schoolchildren based on the inclusion of synergetic ideas in the content of education // Integratsiyaobrazovaniya = Integration of education. T.22, No. 4, 632-646. DOI: 10.15507 / 1991-9468.093.022.201804.632-647.

## Изучение основ информации при обучении информатике в средней школе

Мукушев Б. А.\*<sup>1</sup>, Мукушев С. Б.<sup>2</sup>, Мукушев А. Б.<sup>3</sup>, Еркебулан Г. Т.<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup> Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,  
г. Астана, Республика Казахстан

<sup>3</sup> Казахский университет технологий и бизнеса,  
г. Астана, Республика Казахстан



**Аннотация.** Теория информации относится к учению междисциплинарной направленности. На сегодняшний день научные и практические результаты теории информации нашли широкое применение в компьютерных науках, математике, физике, лингвистике и других фундаментальных науках. В статье изложены теоретические, практические и педагогические аспекты понятия информации. Установлено, что информация является фундаментальным понятием и определено ее место в социально-природных процессах. Рассмотрена роль предмета информатика в изучении фундаментальных проблем понятия информации в учебном процессе средней и высшей школы. Раскрыты сущность и прикладной

характер формул Хартли и Шеннона, которые являются основными уравнениями теории информации. На основе теории вероятностей представлено понятие информационной неопределенности и представлены единицы ее измерения. Исследованы различные научные направления теории информации: измерение величин информации и использование уравнения Шеннона в процессе тестирования.



**Ключевые слова:** теория информации, измерение информации, формула Хартли, уравнение Шеннона (информационная энтропия), ценность информации, теория тестирования.

## Teaching the basics of information theory in secondary school computer science

Mukushev B.A.\*<sup>1</sup>, Mukushev S.B.<sup>2</sup>, Mukushev A.B.<sup>3</sup>, Yerkebulan G.T.<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup> S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University,  
Astana, Republic of Kazakhstan

<sup>3</sup> Kazakh University of Technology and Business,  
Astana, Republic of Kazakhstan



**Abstract.** Information theory refers to the teaching of an interdisciplinary orientation. To date, the scientific and practical results of information theory have found wide application in computer science, mathematics, physics, linguistics and other fundamental sciences. The article describes the theoretical, practical and pedagogical aspects of the concept of information. It is established that information is a fundamental concept and its place in social and natural processes is determined. The role of the subject of computer science in the study of fundamental problems of the concept of information in the educational process of secondary and higher schools is considered. The essence and application of the Hartley and Shannon formulas are revealed. These equations are the basic equations of information theory. Based on the theory of probability, the concept of information uncertainty is given and the unit of its measurement is presented.

Various scientific directions of information theory are investigated: the measurement of information values and the use of the Shannon equation in the testing process.



**Keywords:** information theory, information measurement, Hartley formula, Shannon equation (information entropy), information value, testing theory.

*Материал баспаға 15.05.2023 ж. келіп түсті*