

Әдістемелік нұсқаулардың  
титулдық парағы



Нысан  
ПМУ ҰСН 7.18.3/40

Қазақстан Республикасының білім және ғылым министрлігі

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті

Есептеу техникасы және бағдарламалау кафедрасы

«Қолданбалы ақпараттар теориясы» пәні бойынша

050702 «Автоматтандыру және басқару» мамандығының студенттеріне  
арналған

зертханалық сабақтарға

**ӘДІСТЕМЕЛІК НҰСҚАУЛАР**

Павлодар

Әдістемелік нұсқауларды  
бекіту парағы



Нысан  
ПМУ ҰСН 7.18.3/41

**БЕКІТЕМІН**  
ОІ жөніндегі проректор

\_\_\_\_\_ (қолы) \_\_\_\_\_ (аты-жөні)  
20\_\_ж. «\_\_» \_\_\_\_\_

**Құрастырушы: аға оқытушы \_\_\_\_\_ Балгабаева Г.С.**  
(қолы)

Есептеу техникасы және бағдарламалау кафедрасы

«Қолданбалы ақпараттар теориясы» пәні бойынша

050702 «Автоматтандыру және басқару» мамандығының студенттеріне арналған

зертханалық сабақтарға

## әдістемелік нұсқаулар

Кафедраның отырысында ұсынылды  
20\_\_ж. «\_\_» \_\_\_\_\_, №\_\_ Хаттама

Кафедра меңгерушісі \_\_\_\_\_ О.Г. Потапенко  
(қолы)

Факультеттің әдістемелік кеңесімен құпталған 2010ж. «\_\_» \_\_\_\_\_ №\_\_ хаттама

ӘК төрағасы \_\_\_\_\_ Ж.Г. Муканова 2010ж. «\_\_» \_\_\_\_\_  
(қолы)

### **МАҚҰЛДАНДЫ:**

ЖжӘҚБ бастығы \_\_\_\_\_ Варакута А.А. 2010ж. «\_\_» \_\_\_\_\_  
(қолы) (аты-жөні)

Университеттің оқу-әдістемелік кеңесімен мақұлданды  
20\_\_ж. «\_\_» \_\_\_\_\_ №\_\_ Хаттама

## Зертханалық жұмыс 1

**Тақырып** Детерминделген сигналдардың сипаттамасын оқып білу.

Белгі, хабарлар және сигналдар

Біздің әлемімізде хабар сонымен қатарға затпен және энергиямен алғашқы ұғымымен келді және сондықтан қатал мәнда мүмкін айқын емес. Бірақ оның негізгі қасиетінін санап шығуға болады:

А) ақпарат қоршаған әлем туралы білім әкеледі, кейбір ақпараттар толыққарастырылынбады;

Б) хабар заттық емес, бірақ ол заттық сақтаушылардың түрінде көрсетіледі - дискреттік белгілердің және сигналдардың немесе уақыттардың функцияларының түрінде;

В) ақпарат белгі ретінде және оның орналасу ретіне қарай болады (белгілер «т», «с», «р», «о» ақпарат әкелулері мүмкін, «сорт», «рост», «торс», «трос»; «т» белгісі тролейбусаялдмасын білдіруі мүмкін);

Г) алушыға арналған тек қана белгілер және сигналдар хабарды алып жүреді, оларды танып алу қабілетті болу керек.

Айырып тану белгілердің теңдестіруінде түзеледі және сигналдардың объектілермен және олардың нақты әлемде көңіл болуларыны байланысты. Сондықтан қысқа хабарды болады «анықтау» нәтиже сияқты үлгілеудің (суреттеудің) нақты әлемнің немесе оның зерттейтін бөлімнің болуы.

*Белгілермен* алушымен нақты айырылатын заттық объектілерді атаймыз: өріптер, цифрлер, заттар.

*Сигналдармен* динамикалық процестер, яғни процестер, келе-келе өзгерілетіндер немесе мөлшер тербелулері табиғат кез келгені: күштенулер, қысымдар, электр-магниттік өріс және т.б. атаймыз. Ұғым хабары теориясында «белгі» және «сигнал» маңыздылық зиянсыз жиі өзара алмастырылады. Сонымен қатар, маңызды қаталдықсыз рұқсат етсе, онда сигналдармен кез келген әсерлерді жиі атайды, мағыналардың қайсысыз жиынын қабылдай алады.

Белгілерден немесе сигналдарды жүйеліліктерді салып алады, олар хабарлаулармен аталады. Белгілерден әрбір элементарлық хабарлаулармен келеді немесе сигналдар арқылы болады. Хабарлаулар немесе олардың жүйелілігі алушыға хабарды алып жүреді.

Әліпбимен тағы барлық белгілердің жиын немесе сигналдарды атайды, қайсы хабарлауларды салып алады.

Белгілер хабарлаулардың сақтауы үшін жиірек қолданылады (хабардың); сигналдар ғой - кеңістік біреу нүктесінен хабарлаулардың тасымалдауына арналған басқаны айтады. Мына оқиғада белгілерге сигналдарды бір мағыналы салыстырылады. Ереже, қайсыға салыстыру шығарылады, кодтау ережесімен аталады немесе қысқарған «кодпен». салыстыру процесі кодтаумен аталады. Көбірек кен мәнде кодтау астында кез келген салыстыру түсініледі, белгілердің біреулерін немесе сигналдар соның ішінде басқамен болады. Процесс, кері тандалған кодтауға, кодпен ашумен негізделеді.

## Семантикалық және синтаксистік ақпарат

Белгілер және сигналдар, ұйымшылдар жүйелілік, хабарды алып жүреді (білімнің әлем туралы), немесе оның себебі олар нақты әлем объектілері қайта айтады, ал қоғамдық келісіммен белгілердің бір мағыналы байланысы туралы және объектілердің (мысалы, заттар және олардың көрсетуіне арналған сөздің). сонымен қатар, белгілер және сигналдар нақты әлем табиғи заң туындаған бола алады (мысалы, күпггену термопара шығуында температура әрекеті астында).

Хабар, негізі салынған белгілердің бір мағыналы байланыстары немесе сигналдардың нақты әлем объектілерімен, семантикалық немесе мағыналық деп аталады. Хабар, тұтқын мінез-күлық фетте және өзара байланыстыщ) белгілердің сапарлары немесе хабарлауда сигналдардың, синтаксистік деп аталады.

Ең үлкен практикалық назар ұсынылады, айқын, семантикалық хабар алуы қажет. Бірақ нәтижелі (конструктивті) семантикалық хабар өлшемі бүгін табылған емес. Синтаксистік ғой хабар катал айқын мәнде өлшеуге беріледі. Хабар синтаксистік өлшемі практикалық құндылық болады, себебі семантикалық хабар (ақыр соңында алушыны ынталандыратын) тұтқын белгілердің берілген жүйеліліктері немесе сигналдардың көмегі арқылы болады. Немен көбірек белгі уақыттардың берілген аралық артынан беріледі, анамен ортада (барлық хабарлаулардың ансамблімен) хабардың мағынасы көбірек беріледі.

Семиотикада (жалпы ғылымға белгілер туралы) басқа семантикалық және синтаксистіктің сигматикалық, сонымен қатар, хабар аспектілері бөлінеді және прагматикалық аспектілер де бөлінеді. Бірінші оқиғада тандау туралы сұрақ оқытылады (тағайындауда) нақты әлем объектілерінің көрсетуіне арналған белгілердің, екіншіде - хабар практикалық қолдануы туралы, қойылған мақсаттардың жетуіне арналған оның құндылық туралы айтылады. Прагматикалық хабар өлшем теориясы нәтижелі инженер қолданушылық дәрежесіне дейін бүгінде өңделген емес.

Хабарлаудың, дискреттік жүйеліліктен құрылушылар (әртүрлілердің) белгілердің немесе сигналдардың, дискреттік деп аталады. Хабарлаулар, уақыттардың өзімен таныстырушы функциялары, қабылдаушы мағынаның бәріне уақыттардың кезең континуумінде, толассыз деп аталады. Хабарлау үзілмеліліксіз ұғымы аналитикалық мәнде функция үзілмеліліксізімен теңдестіруге ермейді. Толассыз хабарлауда тапсырушы функция жарылулары өбден мүмкін емес.

Онан әрі біз мынаны көрсетеміз, не толассыз хабарлау дискреттікке өрқашан мүмкін мәлімделгеніне дейін деп қалады.

### Тапсырма

1 Сіздердің алдарыңызда таңертең алынған телеграмманың қайсысы тізіліп беріліп тұрған ақпарат болып саналады:

1) «Волга Каспий теңізіне келіп күйышады», 2) «Жазда көбінесе жауын болады», 3) «Бүгін дауыл күтіледі», 4) «Таңғы сағат 6.00- да ұшақпен ұшып шықтым»?

2 Сактаушылардың қандай жағдай түрінде ақпарат көрсетеді : а) концерттік залда ән

тыңдау, б) хат алу, в) сурет карау, г) аурудың температурасын өлшеу, д) абстракционист- суретшінің суретін карау?

3 Лекция дайындаулары кезеңінен лекция конспектілеуі барысына дейін баяндамашымен конспекті құрастырушысы кезеңіне дейін тыңдаушымен бақылап отырулардың хабар сақтаушыларының алмастыруын карау.

4 Қандай да болмасын жеке жалпы танымал белгілердегі ақпаратқа мысал келтіру.

5 «р», «т» және «о» белгілерінен құралған және де маңызды саналы ақпарат әкелетін жүйелілі (хабарлар) мысалдар келтіру.

6 Төмендегі беріліп отырғандардың қайсысы маңызды саналы ақпарат, яғни қоңыраудың белгісінің көзқарасы бойынша әкеле жатыр: а) телефонның абоненті, б) телефоны жоқ үй иесі, в) орта мектеп оқушысы, үйретілген жануар, д) жаяу жол?

7 Қолдану кезінде келесідей ақпарат беру жүйесінде белгілі әліпбиді орнату: а) кітап басу орыс тілінде, б) Морзе әліпбиіндегі телеграф, в) грузды транспортты жүргізу, г) аурудың нақты дәлдікпен  $0,1^{\circ}\text{C}$  температурасын өлшеу, д) бағдаршам арқылы қозғалысты бақылау.

8 Процестің басталуын жалпы кодтау ережесі бойынша келесідей орнату: «а» - 1, «б» - 1, «в» - 2, «г» - 3, «д» - 5, «е» - 8,....

## Зертханалық жұмыс 2

### Тақырып Периодтық және периодтық емес сигналдардың спекторлық көрсетілімі.

1. Урнаның ішінен құрамындағы  $M$  ақ және  $N-M$  қара шарлары бар, сәттіліктің арқасында  $n$  шарлар алынады. Осы алынған  $n$  шарлардың арасынан канша бірдей  $m$  шарлар алынатыны ықтималдығы қандай?

2. Жас бала 10 кубикпен ойнап отырған. Әрбір кубикте мышандай әріптер жазылынып тұр:  $M, M, T, T, A, A, A, K, I, E$ . Ол осыдан «МАТЕМАТИКА» деген сөз құрастырды. Осының нәтижесінде баланы ақылды деп санауға болады ма?

3. Адамның қалтасында  $n$  кілттері бар, тек соның біреуі ғана есікке келеді. Кілттер жүйелі түрде шығарыла (айналымсыз) береді, өзінің нақты кілті шықпағанша.  $k$ -нің алып шығуында нақты кілт шығады дегеннің ықтималдығы қандай?

4. Екі ойын сүйектері тасталған. Элементарлы оқиғалар тең ықтималды, оқиғаның ықтималдығын табу  $A = \{ \text{бірінші сүйекте түсті «1»} \}, B = \{ \text{біреу болсын түссе ғой «6»} \}$

5. Болт өндіретін фабрикада: бірінші машина - 25 %, екінші - 35%, үшінші - 40% барлық өнімдерді өңдейді. 5%, 4%, 2% - дұрыс емес өнім құрайды. Кездейсоқ алынып калған болт қисық болмайды? Сонымен қатар, алынған болт істелінуі бойынша бірінші, екінші, үшінші болып калуы мүмкін деген ықтималдықты тудырамыз.

6.  $\xi$  бөлудің тығыздығы формуламен берілген:  $p(x) = C/x$  ( $x > 1$ ),  $p(x) = 0$  ( $x < 1$ ). Тұрақты  $C$ , мөлшердің бөліну тығыздығын табу қажет  $r = \ln^2$ ,  $P(0,5 < r < 0,75)$ .

7.  $\xi$  кездейсоқ мөлшер кесіндіде біркелкі тартылған  $[0, 1]$ . Мөлшердің бөліну тығыздығын табу қажет: а)  $t_i = 2^{i+1}$ ; б)  $r^i = -\ln(1 - \xi^i)$ .

8.  $ABCD$  бірлік төртбұрышында  $P$  нүктесі бірдей бөлінген.  $AB'PD'$  тікбұрыштың 5 ауданның бөліну тығыздығын табу, мұнда  $B'$  және  $D'$  - перпендикуляр негізі, ол  $P$  нүктесінен түсірілген. Ол  $AB$  және  $AD$  жағына біркелкі.

9. Бөліну функциясы  $F(x)$  мөлшері  $\xi$  қатал монотонды және толассыз. Бөліну мөлшерінің  $T] = F(\xi)$  заңын табу.

10. Кездейсоқ мөлшерлер  $\xi_1$  және  $\xi_2$  тәуелсіз және кесіндіде бірдей бөлінулері бар  $[0, 1]$ .

11. Кездейсоқ мөлшерлер  $\xi_1$  және  $\xi_2$  тәуелсіз, бірдей бөлінген және көрсеткішті бөлінулері бар:  $p_{\xi_1}(x) = p_{\xi_2}(x) = ae^{-ax}$ ,  $x > 0$ . Оның бөліну тығыздығының суммасын табу.

12. Кездейсоқ мөлшерлер және  $\xi_2$  тәуелсіз, параметрлерімен бірдей бөлінген  $(0,1)$ . Мөлшердің бөліну тығыздығын табу: а)  $L_i = \xi_1^{-1} \xi_2^{-1}$ ; б)  $r_i = \arctg \xi_1 / \xi_2$ ; в) бірге бөлінген тығыздық  $(\xi_1, \xi_2)$  -

13. Бірге бөлінген кездейсоқ мөлшерлер кестеде көрсетілген

### Зертханалық жұмыс 3

#### Тақырып Кездейсоқ процесстердің сипаттамасы.

Екілікті қайнардың «0» және «1» ақпарат қайнарының элементінде Р және 1-Р ықтималдылығының сәйкестігінде шығады. Р энтропия қайнарының қандай мағынасында максималды болады? Екілікті қайнарға  $H(P)$  графигін салу. С. Ақпараттың дискретті қайнары матрицамен берілген:

Оның орташа анықталмағандығын және ақырғы схемалардың энтропиясымен алынған  $x$  келесі мағынаны салыстыру:

$$\begin{matrix} X_1 & X_2+X_3 & \dots & x_2 \\ /5 & 4/5 & ' & x_2+x_3 & x_2 & q_1 & q_2 \end{matrix}$$

Осы мысалда энтропияның үздіксіз қасиетін көрсету. Екі дискретті қайнардың тәуелсіз элементтері бар. Әрбір қайнар шығуларына бірдей ұзындықты хабарлар көрінеді, оның 15 элементі болады. Әрбір қайнар хабарлауында әртүрлі элементтердің саны тұрақты. Әрбір қайнардың хабарлаулары тек қана элементтер ретімен ерекшеленеді. Екі типтік хабарлау жазылан: 021202120212021 - бірінші қайнар және екінші 012101201101201. Қандай элемент орташа көп санды ақпаратты

Әліпбидің элементтері X және Y статистикалық байланысты. Бізге белгілі мұнда, яғни  $H(x) = 8$  бит,  $H(y) = 12$  бит. Қандай шектерде шартты энтропия  $H(y|x)$  өзгереді, егер  $H(x|y)$  максималды шекте өзгерсе энтропия  $H(x) = - \sum P_i \log(p_i)$  максималды және тең

$H_{\max} = \log M$  осы жағдайда, егер элементтер тең ықтималды:  $p_1 = p_2 = \dots = p_m$ .

Биоминалды энтропияның бөлінуін табу:  
 $0, -c_0 < X_i < 0, 0 < X_i < m, 0, m < x, < c_0$

өзімен әкеледі? Геометриялық энтропияның бөлінуін табу:  $P(X=k) = \frac{1}{m}, -\infty < x_i < \infty$ ,

Зымыранның: екі оқ шығаратын құрылғылары өзінің екі мақсатқа қойған заттарын жоюға қойылған. Зымыранның бірінші құрылғысынан жіберілген, ол номер 1 мақсатын 0,5 ықтималдылығымен жояды, ал номер 2 мақсатын 0,3 ықтималдылығымен немесе 0,2 ықтималдылығымен мүлт кетуімен жояды. Зымыранның екінші құрылғысы бірінші мақсатын 0,3 ықтималдылығымен жояды, екіншісін  $\sim 0,5$  ықтималдылығымен жояды және де мүлт кету ықтималдылығы 0,2-ге тең болады. Бірінші құрылғышы таңдай ықтималдылығы 0,4-ке тең болады. Егер де екінші мақсат жойылған болса, онда бізге белгілі нәрсе, бұл құрылғының анықталмау таңдауы неге тең болады; егер де мүлт кету болса, онда шығудың анықталмау нәтижесі қандай (егер кез келген зымыран жіберілген болса)?

$H(x, y) < H(x) + H(y)$  дәлелдеу керек.

Еуропа тілдерінің асуларының шегі 50-65%. Олардың әліпбиінің энтропиясын анықтау қажет.

## Зертханалық жұмыс 4

### Тақырып Сигналдарды кванттау және дискреттеу әдістері

Тапсырма

$H(x)$  және  $H(y)$  мағыналары берілген.  $H(x, y)$  өзгеруі нәтижесінде минимумнан

максимумға дейінгі мағынасында  $I(x, y)$  қандай шектерде алмастырыла алады?

Егер белгілі болса, онда не әліпби орта энтропиясы 5 бит бірдей, ал энтропия әріптері бірігіп 8,3 битке тең келеді. Онда әліпби әріптерімен екі аралық орта өзара хабарды анықтау қажет?

Егер матрицаның хабар беру жүйесінде  $P(X, Y)$  түрі болса, онда  $I(x, y)$  ақпараттың орташа санын анықтау керек.

$(X, Y)$  жүйесінде ақпараттың орташа санын анықтау керек. Ол матрицада сипатталған.

Өзімен сөйлесіп отырған адам өзінің туған күнін айтса, содан кейін айын айтса, яғни қай күнде туғанын да айтса, онда сол тыңдап отырған адам орташа алғанда қанша ақпарат алады?

Ойын сүйегінде түскен ұпай саны жетіге тең деген айтылған хабарламада қанша ақпарат бар екенін анықтау.

Егер берілу жүйесі матрицамен бейнеленген болса, онда  $I(X, y_2)$  берілген хабарламаларда  $X = \langle X_j \rangle$ ,  $i = 1, 2, 3$ ,  $y_2$  хабарламасымен жеткізіліп берілген  $Y = \langle y_j \rangle = 1, 2, 3$  ансамблінің орташа сандық ақпаратын анықтау.  $0,05 \ 0,2 \ 0 \ 0 \ 0,3 \ 0,1 \ 0,05 \ 0 \ 0,3$

$X_1$  ( $A_1$  оқиғасы) толқынында немесе  $X_2$  ( $A_2$  оқиғасы) толқынында жұмыс істей алады; импульсті ( $B_1$  оқиғасы) немесе үздіксіз ( $B_2$  оқиғасы) режимдерде жұмыс істей алады. Оқиғаларды біркелкі ықтималдылығы келесі мағыналарда бар:  $P(A_1 B_1) = 0,7$ ;  $P(A_1 B_2) = 0,15$ ;  $P(A_2 B_1) = 0,05$ ;  $P(A_2 B_2) = 0,1$ . Егер де станцияның толқын ұзындығы белгілі болса, станцияның салыстырмалы жұмыс режимі алынса, онда ақпараттың санын анықтау.

$N$ .  $k$  рет байланыстары анықтық жоғарылауына арналған әрбір хабарлау каналмен беріле алады, сигнал бұрмаланбаған өту ықтималдығы әрбір берілуінде  $P = 0,2$  болады. Қайталаулардың  $k$  кейін ( $1 < k < N$ ) қабылданған сигналдардың  $k$  барлық құрылғы шешуші салыстырады және олардың жанында сәйкес келуде дұрыс қабылдау туралы шешім көтеріп шығарады, кейіннен тап осы хабарлау посылкалары тапсырушы соңы тоқтау туралы бұйрық түседі және әрі қарай жүру туралы келісім жасалады. Шешуші құрылғымен қамтамасыз етілетін, ақпараттың максимум санының жағдайында  $k$  қайталау коэффициентін барынша толық шартынан анықтау.



## Зертханалық жұмыс 5

### Тақырып Арналар және хабар көздерінің ақпараттық сипаттамалары

Жаттығулар мен тапсырмалар

$H(x)$  және  $H(y)$  мағыналары берілген.  $H(x, y)$  өзгеруі нәтижесінде минимумнан максимумға дейінгі мағынасында  $I(x, y)$  қандай шектерде алмастырыла алады?

Егер белгілі болса, онда не әліпби орта энтропиясы 5 бит бірдей, ал энтропия әріптері бірігіп 8,3 битке тең келеді. Онда әліпби әріптерімен екі аралық орта өзара хабарды анықтау қажет?

Егер матрицаның хабар беру жүйесінде  $P(X, Y)$  түрі болса, онда  $I(x, y)$  ақпаратын орташа санын анықтау керек.

$I(X, Y)$  жүйесінде ақпараттың орташа санын анықтау керек. Ол матрицада сипатталған. Өзімен сөйлесіп отырған адам өзінің туған күнін айтса, содан кейін айын айтса, яғни қай күнде туғанын да айтса, онда сол тыңдап отырған адам орташа алғанда қанша ақпарат алады?

Ойын сүйегінде түскен ұпай саны жетіге тең деген айтылған хабарламада қанша ақпарат бар екенін анықтау.

Егер берілу жүйесі матрицамен бейнеленген болса, онда  $I(X, y_2)$  берілген хабарламаларда  $X = \langle X_j \rangle$ ,  $i = 1, 2, 3$ ,  $y_2$  хабарламасымен жеткізіліп берілген  $Y = \langle y_j \rangle = 1, 2, 3$  ансамблінің орташа сандық ақпаратын анықтау.  $0,05 \ 0,2 \ 0 \ 0 \ 0,3 \ 0,1$   
 $K > ,05 \ 0 \ 0,3$

$X_1$  ( $A_i$  оқиғасы) толқынында немесе  $X_2$  ( $A_2$  оқиғасы) толқынында жұмыс істей алады; импульсті ( $B_i$  оқиғасы) немесе үздіксіз ( $B_2$  оқиғасы) режимдерде жұмыс істей алады. Оқиғаларды біркелкі ықтималдылығы келесі мағыналарда бар:  $P(A_i B_i) = 0,7$ ;  $P(A_1 B_2) = 0,15$ ;  $P(A_2 B_i) = 0,05$ ;  $P(A_2 B_2) = 0,1$ . Егер де станцияның толқын ұзындығы белгілі болса, станцияның салыстырмалы жұмыс режимі алынса, онда ақпараттың санын анықтау.

$N$ .  $k$  рет байланыстары анықтық жоғарылауына арналған әрбір хабарлау каналмен беріле алады, сигнал бұрмаланбаған өту ықтималдығы әрбір берілуінде  $P = 0,2$  болады. Қайталаулардың  $k$  кейін ( $1 < k < N$ ) қабылданған сигналдардың  $k$  барлық құрылғы шешуші салыстырады және олардың жанында сәйкес келуде дұрыс қабылдау туралы шешім көтеріп шығарады, кейіннен тап осы хабарлау посылкалары тапсырушы соңы тоқтау туралы бұйрық түседі және әрі қарай жүру туралы келісім жасалады. Шешуші құрылғымен қамтамасыз етілетін, ақпараттың максимум санының жағдайында  $k$  қайталау коэффициентін барынша толық шартынан анықтау.

## Ұсынылатын әдебиеттер тізімі

### Негізгі әдебиет

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб.пособие для вузов. Изд. 7-е. - М.: Высш.шк., 1999. - 479 с.
2. Лидовский В.В. Теория информации .Учебное пособие. - М.: Компания Спутник 2004.-111с.
3. Колесник В.Д., Полтырев Г.Ш. Введение в теорию информации (Кодирование источников). Учебное пособие. - Л.:Изд-во Ленингр.ун-та, 1980. - 164 с.
4. Колесник В.Д., Полтырев Г.Ш. Курс теории информации. - М.: Наука, 1982. - 416 с.
5. Мазур М. Качественная теория информации. - М.: Мир, 1974. - 240 с. Финансы и статистика, 1995.
6. Ожиганов А.А., Тарасюк М.В. Передача данных по дискретным каналам. Учебное пособие. - Санкт-Петербург, 1999.-102с.
7. Потапов В.Н. Теория информации. Учебное пособие. - Новосибирск 1999.-71с.
8. Самсонов Б.Б., Плохов Е.М., Филоненков А.И., Кречет Т.В. Теория информации и кодирование- Ростов н/Д, 2002. - 288 с.

### Қосымша әдебиет

9. Дружинин Г.В., Сергеева И.В. Качество информации. - М.:Радио и связь, 1990.- 170 с.
- 10.Самарский А.А. Введение в численные методы: Учебник. - М.: Наука, 1987. - 288 с.
- 11.Селиванов В.Л. Лекции о вероятности и статистике. - Новосибирск: НГПУ, 2001. - 133 с.
- 12.Чистяков В.П. Курс теории вероятностей. - СПб.: Издательство “Лань”, 2003. - 272 с.