

Дәріс 7. Байланыс арналары мен көздері туралы хабарлар.

Дәріс жоспары.

1. Байланыс арнасы және ақпарат көзі ұғымдары
2. Ақпарат көзінің сипаттамалары
3. Байланыс арнасының құрылымы және түрлері
4. Арна арқылы хабар беру процесі

Байланыс арнасы және ақпарат көзі ұғымдары

Ақпарат теориясының негізгі элементтерінің бірі — ақпарат көзі. Ақпарат көзі дегеніміз – хабарды тудыратын, яғни ақпаратты шығаратын құрылғы, жүйе немесе процесс. Бұл адам да, компьютер де, датчик те болуы мүмкін. Ақпарат көзі түрлі формада хабарлар шығара алады: мәтін, дыбыс, бейне немесе сандық сигнал түрінде. Мысалы, температура сенсоры сыртқы ортаның температурасын өлшеп, оны электрлік сигналға түрлендіреді — бұл жағдайда сенсор ақпарат көзі болып табылады.

Ақпарат көзі екі үлкен топқа бөлінеді: детерминациялық және ықтималдық (кездейсоқ) көздер. Егер ақпарат көзінің шығаратын хабарлары алдын ала белгілі және өзгермейтін болса, ол детерминациялық көзге жатады. Мысалы, әрқашан бірдей мәтінді беретін құрылғы. Ал ықтималдық ақпарат көзі хабарларды белгілі бір ықтималдық заңдылығына сәйкес шығарады. Мысалы, адамның сөйлеген сөзі немесе табиғи құбылыстардың датчик арқылы тіркелген мәндері.

Ықтималдық ақпарат көзінің ең маңызды сипаттамасы — энтропия. Энтропия ақпарат көзі шығаратын хабарлардың кездейсоқтық және белгісіздік деңгейін өлшейді. Энтропия неғұрлым жоғары болса, соғұрлым ақпарат мазмұны көп және оны болжау қиынырақ болады. Шеннон енгізген энтропия ұғымы ақпарат мөлшерін өлшеудің теориялық негізін қалады және ақпаратты кодтау мен сығымдау (қысу) әдістерінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Байланыс арнасы — ақпарат көзі мен қабылдаушы арасындағы хабарды жеткізуге арналған физикалық немесе логикалық жол. Арна хабардың бір нүктеден екінші нүктеге берілуін қамтамасыз етеді. Байланыс арнасы ретінде мыс сымы, оптикалық талшық, радиотолқындар немесе сымсыз желі қолданыла алады. Арна — бұл хабардың нақты тасымалдаушысы. Мысалы, телефон желісінде арна — бұл мыс сымы, ал интернетте ол — желілік хаттамалар арқылы ұйымдастырылған деректер ағыны.

Байланыс арнасы хабарды сигналдар түрінде жібереді. Сигнал дегеніміз – ақпаратты физикалық формада (мысалы, электр кернеуі, жарық импульсі, радиотолқын және т.б.) ұсыну тәсілі. Сигнал аналогтық немесе цифрлық болуы мүмкін. Аналогтық сигнал үздіксіз өзгеріп отырады, ал цифрлық сигнал белгілі бір уақыт аралығында екі немесе бірнеше дискретті мән қабылдайды. Ақпарат теориясында цифрлық сигналдар жиі қолданылады, себебі оларды қате анықтау және түзету оңайырақ.

Байланыс арнасының құрылымы әдетте үш негізгі бөліктен тұрады: беруші құрылғы, арна ортасы және қабылдаушы құрылғы. Беруші құрылғы ақпарат көзінен хабарды алып, оны арнаға лайықты сигнал түріне түрлендіреді. Арна ортасы сигналды физикалық түрде жеткізеді, ал қабылдаушы құрылғы келген сигналды қайта өңдеп, бастапқы хабарды қалпына келтіреді. Бұл процестің сапасы арнаның сипаттамаларына, яғни өткізу қабілетіне, кедергілерге және шудың деңгейіне байланысты болады.

Байланыс арналары жұмыс бағытына қарай үш түрге бөлінеді: симплекс, жартылай дуплекс және толық дуплекс. Симплекс арнасы хабарды тек бір бағытта ғана жібере алады (мысалы, теледидар хабар тарату). Жартылай дуплекс арнасы хабарды екі бағытта бере алады, бірақ бір уақытта тек бір бағытта ғана (мысалы, рация). Ал толық дуплекс арнасы хабарды екі бағытта да бір мезгілде беруге мүмкіндік береді (мысалы, телефон желісі немесе интернет байланысы).

Арна арқылы берілетін хабарлар көбінесе шуға ұшырайды. Шу — бұл сигналға қосылатын кездейсоқ немесе қажетсіз әсерлер. Шу сигналдың бұрмалануына, ақпараттың жоғалуына немесе қате қабылдануына себеп болуы мүмкін. Шу түрлеріне жылулық шу, электромагниттік кедергілер және жүйелік бұзылулар жатады. Сондықтан ақпаратты қорғау және қателерді түзету үшін арнайы кодтау әдістері қолданылады.

Ақпарат көзінен берілетін хабар арнаға түсер алдында кодтау процесінен өтеді. Кодтау — хабарды арнаға бейімдеу және қателерге төзімділігін арттыру әдісі. Кодталған хабар арнадан өткен соң, қабылдаушы жақта декодтау жүзеге асырылады. Егер арнада шу әсер еткен болса, қабылдаушы жүйе хабарды түзету немесе қайта сұрау механизмдерін қолданады. Осылайша, кодтау мен декодтау процестері ақпараттың дәл және сенімді берілуін қамтамасыз етеді.

Қорыта айтқанда, байланыс арнасы мен ақпарат көзі — кез келген байланыс жүйесінің негізі. Ақпарат көзі хабарды тудырып, оны кодтау арқылы арнаға жібереді. Ал байланыс арнасы хабарды сигнал түрінде тасымалдайды және қабылдаушыға жеткізеді. Арна мен көз арасындағы өзара байланыс тиімді болған сайын, ақпараттың жоғалусыз және бұрмаланусыз берілу ықтималдығы жоғары болады. Сондықтан ақпарат теориясында байланыс арнасының қасиеттерін зерттеу және ақпарат көзін тиімді модельдеу — хабар алмасудың сапасын арттырудың басты бағыты болып табылады.

Ақпарат теориясының негізгі элементтерінің бірі — ақпарат көзі. Ақпарат көзі дегеніміз — хабарды тудыратын, яғни ақпаратты шығаратын құрылғы, жүйе немесе процесс. Бұл адам да, компьютер де, датчик те болуы мүмкін. Ақпарат көзі түрлі формада хабарлар шығара алады: мәтін, дыбыс, бейне немесе сандық сигнал түрінде. Мысалы, температура сенсоры сыртқы ортаның температурасын өлшеп, оны электрлік сигналға түрлендіреді — бұл жағдайда сенсор ақпарат көзі болып табылады.

Ақпарат көзі екі үлкен топқа бөлінеді: детерминациялық және ықтималдық (кездейсоқ) көздер. Егер ақпарат көзінің шығаратын хабарлары алдын ала белгілі және өзгермейтін болса, ол детерминациялық көзге жатады.

Мысалы, әрқашан бірдей мәтінді беретін құрылғы. Ал ықтималдық ақпарат көзі хабарларды белгілі бір ықтималдық заңдылығына сәйкес шығарады. Мысалы, адамның сөйлеген сөзі немесе табиғи құбылыстардың датчик арқылы тіркелген мәндері.

Ықтималдық ақпарат көзінің ең маңызды сипаттамасы — энтропия. Энтропия ақпарат көзі шығаратын хабарлардың кездейсоқтық және белгісіздік деңгейін өлшейді. Энтропия неғұрлым жоғары болса, соғұрлым ақпарат мазмұны көп және оны болжау қиынырақ болады. Шеннон енгізген энтропия ұғымы ақпарат мөлшерін өлшеудің теориялық негізін қалады және ақпаратты кодтау мен сығымдау (қысу) әдістерінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Байланыс арнасы — ақпарат көзі мен қабылдаушы арасындағы хабарды жеткізуге арналған физикалық немесе логикалық жол. Арна хабардың бір нүктеден екінші нүктеге берілуін қамтамасыз етеді. Байланыс арнасы ретінде мыс сымы, оптикалық талшық, радиотолқындар немесе сымсыз желі қолданыла алады. Арна — бұл хабардың нақты тасымалдаушысы. Мысалы, телефон желісінде арна — бұл мыс сымы, ал интернетте ол — желілік хаттамалар арқылы ұйымдастырылған деректер ағыны.

Байланыс арнасы хабарды сигналдар түрінде жібереді. Сигнал дегеніміз – ақпаратты физикалық формада (мысалы, электр кернеуі, жарық импульсі, радиотолқын және т.б.) ұсыну тәсілі. Сигнал аналогтық немесе цифрлық болуы мүмкін. Аналогтық сигнал үздіксіз өзгеріп отырады, ал цифрлық сигнал белгілі бір уақыт аралығында екі немесе бірнеше дискретті мән қабылдайды. Ақпарат теориясында цифрлық сигналдар жиі қолданылады, себебі оларды қате анықтау және түзету оңайырақ.

Байланыс арнасының құрылымы әдетте үш негізгі бөліктен тұрады: беруші құрылғы, арна ортасы және қабылдаушы құрылғы. Беруші құрылғы ақпарат көзінен хабарды алып, оны арнаға лайықты сигнал түріне түрлендіреді. Арна ортасы сигналды физикалық түрде жеткізеді, ал қабылдаушы құрылғы келген сигналды қайта өңдеп, бастапқы хабарды қалпына келтіреді. Бұл процестің сапасы арнаның сипаттамаларына, яғни өткізу қабілетіне, кедергілерге және шудың деңгейіне байланысты болады.

Байланыс арналары жұмыс бағытына қарай үш түрге бөлінеді: симплекс, жартылай дуплекс және толық дуплекс. Симплекс арнасы хабарды тек бір бағытта ғана жібере алады (мысалы, теледидар хабар тарату). Жартылай дуплекс арнасы хабарды екі бағытта бере алады, бірақ бір уақытта тек бір бағытта ғана (мысалы, рация). Ал толық дуплекс арнасы хабарды екі бағытта да бір мезгілде беруге мүмкіндік береді (мысалы, телефон желісі немесе интернет байланысы).

Арна арқылы берілетін хабарлар көбінесе шуға ұшырайды. Шу — бұл сигналға қосылатын кездейсоқ немесе қажетсіз әсерлер. Шу сигналдың бұрмалануына, ақпараттың жоғалуына немесе қате қабылдануына себеп болуы мүмкін. Шу түрлеріне жылулық шу, электромагниттік кедергілер және жүйелік бұзылулар жатады. Сондықтан ақпаратты қорғау және қателерді түзету үшін арнайы кодтау әдістері қолданылады.

Ақпарат көзінен берілетін хабар арнаға түсер алдында кодтау процесінен өтеді. Кодтау – хабарды арнаға бейімдеу және қателерге төзімділігін арттыру әдісі. Кодталған хабар арнадан өткен соң, қабылдаушы жақта декодтау жүзеге асырылады. Егер арнада шу әсер еткен болса, қабылдаушы жүйе хабарды түзету немесе қайта сұрау механизмдерін қолданады. Осылайша, кодтау мен декодтау процестері ақпараттың дәл және сенімді берілуін қамтамасыз етеді.

Қорыта айтқанда, байланыс арнасы мен ақпарат көзі – кез келген байланыс жүйесінің негізі. Ақпарат көзі хабарды тудырып, оны кодтау арқылы арнаға жібереді. Ал байланыс арнасы хабарды сигнал түрінде тасымалдайды және қабылдаушыға жеткізеді. Арна мен көз арасындағы өзара байланыс тиімді болған сайын, ақпараттың жоғалусыз және бұрмаланусыз берілу ықтималдығы жоғары болады. Сондықтан ақпарат теориясында байланыс арнасының қасиеттерін зерттеу және ақпарат көзін тиімді модельдеу – хабар алмасудың сапасын арттырудың басты бағыты болып табылады.

Ақпарат көзінің сипаттамалары

Ақпарат көзі — бұл хабар тудыратын және оны байланыс арнасы арқылы қабылдаушыға жеткізетін жүйе немесе құрылғы. Ақпарат көзінің негізгі мақсаты — белгілі бір мағыналы деректерді қалыптастыру және оларды сигнал түрінде ұсыну. Ақпарат көзі тек хабар көзі ғана емес, сонымен қатар жүйенің ақпараттық өнімділігін сипаттайтын маңызды элемент болып саналады. Сондықтан оның сипаттамаларын түсіну ақпарат алмасудың тиімділігін арттыру үшін қажет.

Ақпарат көзінің ең маңызды сипаттамаларының бірі — **шығаратын хабарлардың алфавиті**. Алфавит — ақпарат көзі шығара алатын барлық мүмкін символдар жиыны. Бұл символдар әріптер, сандар, сигналдар немесе кодтық комбинациялар болуы мүмкін. Алфавиттің көлемі артқан сайын, ақпарат көзі шығара алатын хабарлар саны да көбейеді. Алфавиттің элементтері бір-бірінен тәуелсіз немесе өзара байланысты болуы мүмкін, бұл ақпарат көлеміне әсер етеді.

Келесі маңызды сипаттама — **ықтималдық үлестіру заңы**. Егер ақпарат көзі кездейсоқ сипатта хабар тудырса, онда әр символдың шығу ықтималдығы әртүрлі болады. Мысалы, қазақ тіліндегі мәтінде кейбір әріптер жиі кездессе (мысалы, «а», «е»), ал басқалары сирек кездеседі («ф», «һ»). Әр символдың ықтималдығын білу ақпаратты тиімді кодтауға мүмкіндік береді, себебі жиі кездесетін символдарға қысқа код, сирек кездесетіндерге ұзын код тағайындауға болады.

Ақпарат көзінің тағы бір негізгі сипаттамасы — **энтропия**. Энтропия ақпарат көзі шығаратын хабарлардың орташа ақпарат мөлшерін көрсетеді. Энтропия неғұрлым жоғары болса, хабар соғұрлым белгісіз және ақпарат көп болады. Шеннон энтропияны мына формуламен анықтаған:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

мұндағы p_i — i -ші символдың шығу ықтималдығы. Бұл шаманың мәні биттермен өлшенеді және ақпараттың орташа көлемін сипаттайды.

Ақпарат көзінің **дискреттілігі мен үздіксіздігі** де маңызды сипаттама болып табылады. Егер ақпарат көзі хабарларды жеке символдар түрінде, яғни үзіліспен тудырса, ол **дискретті** көз деп аталады. Ал егер ақпарат үздіксіз түрде, уақыт бойынша өзгеріп отыратын сигнал ретінде берілсе, онда ол **үздіксіз** ақпарат көзі болады. Дискретті көздер цифрлық байланыс жүйелерінде жиі қолданылады, өйткені оларды өңдеу және сақтау жеңіл.

Ақпарат көзінің **есте сақтау қабілеті** немесе **жадсыздық дәрежесі** де маңызды рөл атқарады. Егер әрбір жаңа хабар бұрынғы хабарларға тәуелсіз болса, онда мұндай ақпарат көзі **жадсыз** деп аталады. Ал егер жаңа хабар алдыңғы хабарлардың мәніне тәуелді болса, онда ол **жадты ақпарат көзі** болып саналады. Мысалы, табиғи тілдегі мәтіндерде әрбір сөздің келесі сөзбен байланысы бар, сондықтан тілдік деректер жадты көзге жатады.

Ақпарат көзіне тән тағы бір сипаттама — **орташа ақпарат мөлшері** немесе **ақпарат өнімділігі**. Бұл шаманы энтропияның уақыт бірлігіне шаққандағы мәні ретінде қарастыруға болады. Егер ақпарат көзі секундына көбірек хабар шығаратын болса, оның өнімділігі жоғары деп есептеледі. Мұндай сипаттама телекоммуникация, датчиктік жүйелер және IoT құрылғыларында ерекше маңызды.

Ақпарат көзін сипаттайтын тағы бір қасиет — **артықтық (redundancy)**. Артықтық – хабар құрамындағы қайталанатын немесе қажетсіз элементтердің үлесі. Артықтық бір жағынан ақпаратты тиімділігін төмендетеді, бірақ екінші жағынан, қате түзету мен сенімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Мысалы, табиғи тілдерде артықтық өте жоғары, сондықтан хабардың бір бөлігі бұзылса да, оның мағынасы жиі қалпына келеді.

Сонымен қатар, ақпарат көзінің **кодтау тиімділігі** де маңызды сипаттама болып табылады. Бұл – хабарды ықтимал ең аз бит санымен бейнелеу қабілеті. Кодтау тиімділігі жоғары болған сайын, байланыс арнасы арқылы берілетін деректер көлемі азаяды, яғни ақпаратты жіберу процесі оңтайланады. Хаффман және Шеннон–Фано әдістері осындай тиімді кодтаудың мысалдары болып табылады.

Қорытындылай келе, ақпарат көзінің сипаттамалары оның табиғатын, хабарлардың құрылымын және оларды кодтау тәсілдерін анықтайды. Алфавит, ықтималдық үлестіру, энтропия, артықтық және өнімділік сияқты параметрлер ақпарат көзі шығаратын хабардың сапасы мен тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Бұл сипаттамаларды зерттеу ақпаратты қысу, қорғау және сенімді беру салаларындағы негізгі теориялық және практикалық міндеттердің шешіміне негіз болады.

Байланыс арнасының құрылымы және түрлері

Байланыс арнасы — ақпарат көзінен қабылдаушыға хабарды жеткізуге арналған физикалық немесе логикалық орта. Ол ақпарат алмасудың негізгі бөлігі болып табылады және сигналдардың дұрыс әрі тиімді берілуін қамтамасыз етеді. Байланыс арнасының негізгі қызметі – хабарды түрлендірмей немесе аздап бұрмалап болса да, мүмкіндігінше дәл қабылдаушыға жеткізу. Ақпарат теориясында арна — жүйенің ақпарат тасымалдау қабілетін анықтайтын маңызды элемент.

Байланыс арнасының құрылымы әдетте үш негізгі бөліктен тұрады: беруші құрылғы (трансмиссия блогы), арна ортасы және қабылдаушы құрылғы. Беруші құрылғы ақпарат көзінен алынған хабарды кодтайды және оны арнаға жіберу үшін сигнал түріне түрлендіреді. Арна ортасы — бұл сигнал өтетін физикалық орта. Ал қабылдаушы құрылғы арна арқылы келген сигналды қабылдап, оны декодтау арқылы бастапқы хабарды қалпына келтіреді.

Беруші құрылғы (немесе таратушы) — бұл хабарды арнаға бейімдейтін элемент. Ол хабарды электрлік, оптикалық немесе радиотолқындық сигналдарға түрлендіреді. Мысалы, телефон жүйесінде дыбыс сигналы электр импульстеріне айналдырылады, ал талшықты-оптикалық байланыста хабар жарық импульсі түрінде беріледі. Беруші құрылғы сонымен қатар сигналды күшейтіп немесе модуляциялау арқылы арнаға бейімдейді.

Арна ортасы – бұл хабардың физикалық түрде өтетін бөлігі. Арна ортасы түрлі материалдардан және құрылымдардан тұруы мүмкін. Мысалы, мыс сымы — дәстүрлі телекоммуникация арналарының негізі; талшықты-оптикалық кабель — жоғары жылдамдықтағы интернет пен заманауи желілерде қолданылады; ал радиотолқындар — сымсыз байланыс пен спутниктік жүйелердің негізін құрайды. Арна ортасы сигналдың таралу жылдамдығы мен сапасын анықтайды.

Қабылдаушы құрылғы — бұл сигналды қабылдап, оны бастапқы хабарға айналдыратын элемент. Қабылдаушыда декодтау және сүзгілеу процестері жүреді. Егер арнада шу немесе бұрмалану болса, қабылдаушы қате түзету алгоритмдері арқылы бастапқы ақпаратты қалпына келтіруге тырысады. Мысалы, компьютерлік желілерде қабылдаушы желілік адаптер қателерді анықтап, қажет болған жағдайда деректерді қайта сұрайды.

Байланыс арналары ақпарат тасымалдау тәсіліне қарай екі түрге бөлінеді: аналогтық және цифрлық. Аналогтық арналарда ақпарат үздіксіз сигнал түрінде беріледі (мысалы, радио немесе дәстүрлі телефон байланысы). Цифрлық арналарда ақпарат дискретті, яғни биттер тізбегі түрінде беріледі (мысалы, интернет, компьютерлік желілер, IoT жүйелері). Қазіргі кезде цифрлық арналар басым, себебі олар қателерге төзімді және деректерді қысу мен шифрлау мүмкіндігін береді.

Байланыс бағытына қарай, арналар үш түрге бөлінеді: симплекс, жартылай дуплекс және толық дуплекс. Симплекс арнасында ақпарат тек бір бағытта ғана беріледі. Мысалы, теледидар немесе радио хабар тарату жүйесі. Жартылай дуплекс арнасы хабарды екі бағытта бере алады, бірақ бір уақытта тек бір бағытта ғана (мысалы, рация). Толық дуплекс арнасы екі бағытта да бір мезетте ақпарат беруге мүмкіндік береді, бұл телефон байланысы мен интернет желісіне тән қасиет.

Сонымен қатар, байланыс арналары физикалық табиғатына қарай сымды және сымсыз болып бөлінеді. Сымды арналарға мыс және оптикалық кабельдер жатады. Олар шуға аз сезімтал және сенімділігі жоғары. Ал сымсыз арналар радиотолқын, инфрақызыл немесе микротолқындар арқылы жұмыс істейді және қозғалмалы құрылғылар арасында деректер алмасуға ыңғайлы.

Сымсыз арналар мысалына Wi-Fi, Bluetooth және ұялы байланыс жүйелері жатады.

Байланыс арнасының сапасын сипаттайтын негізгі параметрлердің бірі – өткізу қабілеттілігі немесе арна сыйымдылығы. Бұл көрсеткіш арна арқылы белгілі бір уақыт ішінде беріле алатын ақпараттың максималды көлемін анықтайды. Арна сыйымдылығы сигнал мен шудың қатынасына және арна жиілік жолағына тәуелді. Шеннонның арна сыйымдылығы туралы теоремасы бұл байланыс тиімділігін бағалауда негізгі құрал болып саналады.

Қорыта айтқанда, байланыс арнасы — ақпарат алмасу процесінің ажырамас бөлігі. Оның құрылымы мен түрлері ақпараттың берілу жылдамдығы мен сапасына тікелей әсер етеді. Арна неғұрлым сапалы болса, ақпарат жоғалусыз әрі бұрмаланусыз жеткізіледі. Сондықтан байланыс арнасының түрін дұрыс таңдау, құрылымын оңтайландыру және шудың әсерін азайту — қазіргі заманғы ақпараттық жүйелердің басты міндеттерінің бірі болып табылады.

Арна арқылы хабар беру процесі

Арна арқылы хабар беру процесі — ақпарат теориясының негізгі ұғымдарының бірі. Бұл процесс ақпарат көзінен алынған хабарды қабылдаушыға дейін жеткізуді қамтамасыз етеді. Ақпарат көзі хабарды белгілі бір код түрінде қалыптастырып, оны сигналға айналдырады. Содан кейін бұл сигнал байланыс арнасы арқылы таратылады. Байланыс арнасы — физикалық немесе логикалық орта болып табылады, ол электрлік, оптикалық немесе электромагниттік толқындар арқылы сигналдың өтуін қамтамасыз етеді.

Хабар беру процесінің негізгі кезеңдерінің бірі — **кодтау**. Ақпарат көзі хабарды кодтау құрылғысына береді, ал ол хабарды арнаға жіберуге ыңғайлы пішінге айналдырады. Бұл кезеңде деректердің артықшылығын азайтып, сенімді берілуін қамтамасыз ету мақсатында тиімді кодтау әдістері қолданылады. Мысалы, Хаффман немесе Шеннон–Фано кодтары хабарды ықтималдық негізінде ықшамдап, арнаның өткізу қабілетін арттырады.

Кодталған хабар арна арқылы тарату кезеңіне өтеді. Бұл кезеңде сигнал физикалық немесе логикалық орта арқылы қозғалады. Байланыс арнасы сымды (мысалы, мыс сымы, оптикалық талшық) немесе сымсыз (радио, спутниктік, инфрақызыл) болуы мүмкін. Сымсыз арналар көбіне сыртқы әсерлерге сезімтал келеді, сондықтан оларда қателердің пайда болу ықтималдығы жоғарырақ болады.

Арна арқылы өтетін сигнал көбінесе бұзылулар мен шу әсеріне ұшырайды. Шу — сигналдың сапасын төмендететін кездейсоқ немесе жүйелі кедергілер жиынтығы. Мысалы, радиоарналарда атмосфералық немесе индустриалды шу, ал сымды арналарда токтың флуктуациясы немесе электромагниттік кедергілер кездеседі. Мұндай жағдайларда ақпараттың бұрмалануы орын алып, қабылдаушы хабарды қате қабылдауы мүмкін.

Қателердің алдын алу немесе түзету үшін **артық кодтар** пайдаланылады. Бұл кодтар хабарға қосымша ақпарат енгізу арқылы оның дұрыстығын тексеруге мүмкіндік береді. Мысалы, Хэмминг коды немесе CRC (Cyclic Redundancy Check) сияқты әдістер хабардағы қателерді анықтап, кейде

түзете де алады. Осылайша, хабарды сенімді түрде жеткізу ықтималдығы артады.

Хабарды қабылдаушы құрылғы **декодтау** процесін орындайды. Ол арнадан келген сигналды қабылдап, оны бастапқы хабар түріне айналдырады. Бұл кезеңде қабылданған деректер код шешу алгоритмдері арқылы өңделеді және артық ақпарат жойылады. Егер қателер табылса, оларды түзету алгоритмдері іске қосылады.

Байланыс жүйесінің тиімділігі бірнеше параметрлер арқылы сипатталады: арнаның өткізу қабілеті, қателік ықтималдығы, шу деңгейі және сигналдың қуаты. Арнаның өткізу қабілеті Шеннон теоремасы арқылы анықталады, ол арнада максималды ақпарат беру жылдамдығын шу деңгейімен және сигнал қуатымен байланыстырады.

Байланыс арнасы арқылы хабар беру кезінде **ақпараттың энтропиясы** маңызды рөл атқарады. Энтропия хабардың кездейсоқтық дәрежесін көрсетеді және кодтаудың тиімділігін анықтайды. Егер хабардағы артықтық жоғары болса, онда оны қысу арқылы арна арқылы беру тиімдірек болады.

Арна арқылы хабар беру процесін оңтайландырудың негізгі мақсаты — **ақпараттың бұрмаланусыз және жылдам берілуін қамтамасыз ету**. Бұл мақсатқа жету үшін кодтау мен модуляция әдістері, арна параметрлерін бейімдеу және қателерді түзету тәсілдері қолданылады.

Қорытындылай келе, арна арқылы хабар беру процесі ақпарат көзінен қабылдаушыға дейінгі үздіксіз тізбек болып табылады. Оның тиімділігі жүйенің құрылымына, арнаның сапасына, шу деңгейіне және қолданылған кодтау әдістеріне байланысты. Дұрыс ұйымдастырылған арна және сенімді кодтау тәсілдері ақпарат алмасудың жоғары дәлдігін және тиімділігін қамтамасыз етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Шеннон, К. Э. *Математикалық коммуникация теориясы*. — М.: Наука, 1963.
2. Хаффман, Д. А. *A Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes*. — Proceedings of the IRE, 1952.
3. Фано, Р. М. *The Transmission of Information: A Statistical Theory of Communications*. — Cambridge, MIT Press, 1961.
4. Коберн, Д., Трембле, Г. *Теория кодирования и ее приложения*. — М.: Мир, 1982.
5. Мауо Венбо. *Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы и исходные тексты на языке С*. — М.: Триумф, 2004.