

РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТИЗИМЛАРИДА ХАЛАҚИТЛАР ВА ШОВҚИНЛАР, УЛАРНИ БАРТАРАФ ЭТИШ ЧОРАЛАРИ

Т.Г.Рахимов (ТАТУ, профессори),

Е.Н.Рейнзаров (ТАТУ, магистранти).

Ер усти рақамли телевидение тизимларидаги халақитлар аналог телевидение тизимларидагидан деярли фарқ қилмайди. Чунки, ҳар иккаласида ҳам радиотўлқинларнинг МТ (метрли тўлқинлар) ва ДМТ (дециметрли тўлқинлар) диапазонлари ишлатилади. Бу диапазонлар радиотўлқинларининг характерли хусусияти тўсқинликларни айланиб ўтиш қобилиятининг пастлиги ва улардан аксланиш қобилияти ҳисобланади. Натижада қабул қилиш нуқтасига тўғри ва тўғри нурга нисбатан ҳар хил фаза силжишли бир нечта кечиккан эхо-сигналлардан таркиб топган кўп нурли сигнал етиб келади.

Кўпнурлилиқга қарши курашишнинг умуммаълум услуби ташқи йўналтирилган антенналарни қўллаш ҳисобланади. Йўналтирилганлик даражаси паст хона антенналари орқали қабул қилишда аксланган сигналлар билан курашиш қийинлашади, аммо рақамли телевизион эшиттиришда чегаравий қиймат эффекти (ёки сифатли тасвир, ёки қоронғу экран) нинг мавжудлигидан бундай қабул қилишда ишончлилиқ масаласи биринчи даражали аҳамият касб этади. Шу сабабдан ер усти рақамли телевизион эшиттиришда қабул қилинувчи сигнал частотасида ишловчи, аввал аналог телевизион эшиттиришда қўлланилмаган gap-fillers деб номланган қурилмалар – уй ретрансляторлари қўлланила бошлади.

Ер усти рақамли телевизион эшиттириш стандартларининг ўзида кўпнурлилиқ билан курашишнинг қўшимча чоралари кўрилган. Телевизион эшиттириш учун бу анъанавий халақитдан ташқари рақамли телевизион эшиттиришга ўтиш даврида рақамли телевизион эшиттириш ва аналог телевизион эшиттириш каналларининг бир-бирига ўз-аро таъсири билан тушинтирилувчи халақитнинг махсус янги кўриниши ҳам пайдо бўлган.

Қабул қилишга таъсир қилувчи санаб ўтилган халақит кўринишларини табиий шовқинлар турига киритиш мумкин. Антенна ва қабул қилгич шовқинлари Гаусс модели деб номланувчи усул ёрдамида яхши аппроксимацияланади. Маълумотларни узатишнинг рақамли тизимларида бундай шовқинлар билан курашишда узатгичда модуляция ва кодлаш схемларини ва қабул қилгичнинг минимал хатолик эҳтимоллигини таъминлайдиган оптимал ишлаш алгоритмининг танлаш мумкин. Бундай алгоритмни қўллашда қабул қилиш ишончлилиги фақат қабул қилиш нуқтасидаги сигнал энергияси E_c ($E_c = P_c R$) га боғлиқ.

Маълумотларни рақамли узатишнинг ҳар хил тизимлари модуляция ва кодлаш методларига боғлиқ тарзда энергиянинг ҳар хил қийматларини талаб қилади. Ушбу сабаб бўйича тизимни энергетик самарадорлиги ҳақида сўз юритишга тўғри келади. Қанча кам энергия талаб қилинса, тизим шунча самарадор ҳисобланади.

DVB-T да кўпнурлилиқка қарши курашиш учун ҳимоя интервали билан биргалиқда махсус кўпчастотали модуляция COFDM усули танланган. Бу усул жаҳонни кўп давлатларида DAV стандартидаги рақамли аудиоэшиттириш учун қўлланилиб келмоқда. Бу модуляция тури бир частотали модуляция «FDM» га солиштирганда символ узунлиги T ни N марта ошириш имконини беради, бунда N ташувчилар сони, тахминан $2k$ ёки $8k$ ($k=1024$) га тенг.

Символларнинг катта узунлиқдалиги, ўз навбатида, энергетик йўқотиш Dt/T ни турғун катталигида символлар ва эхо-сигналнинг мумкин бўлган ушланишлари орасидаги ҳимоя интервали узунлиги Dt ни шунча марта оширишга олиб келади. Ҳимоя 197

интервалини мавжудлиги навбатдаги эхо-сигнал ва символлар кетма-кетлигини тўғри нури ўртасидаги символлараро интерференцияни бартараф этади.

T интервалида ташувчи частоталар орасидаги ортогоналлик ташувчининг фазасига боғлиқ бўлмаган ҳолда символ ичидаги частоталараро интерференцияни бартараф этиш имконини беради. Ортогоналликни бундай кўриниши кучайтирилган маънода ортогоналлик номини олган, чунки частоталараро етказиб бериш $1/T$ га тенг қилиб танланади. Ҳар бир ташувчини Dt вақтга чўзувчи модуляция ва символни T вақтда Dt кечикиш билан қабул қилишни амалга оширилиши тўғри акланган сигналлар ташувчилари орасидаги частоталараро интерференцияни бартараф этади.

Халақитбардош кодлаш радиоканалда частотавий селектив пасайишлар (сўнишлар) таъсирини бартараф этиш мақсадида киритилган, бунинг натижасида ҳар хил ташувчиларда C/Ш нисбати ҳар хил бўлади. Табиатда бундай сўнишлар айнан битта ташувчи частотадаги тўғри ва акланган нурлар сигнал интерференцияси билан боғлиқ. Бундай ҳолатда қабул қилгич ишончлилигини қўшимча орттиришга қабул қилгичда йўқотишсиз ечимлар билан декодлашни қўллаш орқали эришиш мумкин, бунда декодер аниқ частотада қабул қилишни ишончлилик даражаси тўғрисидаги ахборотни қўлланади.

DVB-T ва DVB-T2 стандартларида бундай ахборотни қабул қилгич махсус пилот сигналларни барча частотавий каналлари бўйича жойлаштиригичдан олади. Яна DVB-T да кўпнурлилик ҳолатида чегаравий қиймат эффектини тасвир тиниқлигини пасайтириш ҳисобидан иерархик модуляцияни қўллаган ҳолда текислаш имкони мавжуд.

ATSC да VSB (Vestigial Side-Band) модуляцияси тўғридан-тўғри кўпнурлиликга қарши курашга эга эмас. Бу вақтда 8-VSB модуляциясини танлаш $R=2/3$ тезликдаги треллис кодини қўллаш имконини беради. Бу код DVB-T даги халақитбардош кодга аналог тарзда кўпнурли қабул қилиш самарадорлигини орттиради. Бироқ ATSC да кўпнурлилик билан курашишда асосий ролни қабул қилгич эквалайзери зиммасига олади. Эквалайзер сегментлар ва кадрлар синхронизациясини маълум сигналлари бўйича радиоканал ҳолати тўғрисидаги ахборотни олади. Бу DVB-T да пилот сигналлар спектри бўйича жойлаштиригичдан олинганга аналог тарзда бўлади. ATSC идеологияси бўйича натижавий ўз-аро таъсирда Найквист фильтри характеристикалари билан мос тарзда символлараро интерференцияни бартараф этиш учун коррективкалаган радиоканалнинг хусусий характеристикалари бузилади. Бундай коррекция, табиий ҳолда, эхо-сигналнинг мумкин бўлган кечикиши (DVB-T да химоя интервали катталигига мос) бўйича чеклашга эга ва эквалайзернинг ишлаш алгоритмига боғлиқликка эга.

ATSC да амалда эквалайзернинг ишлашининг ечим бўйича тескари алоқали алгоритм деб номланувчи биргина алгоритми қўлланилиб келмоқда. Ҳамда ATSC қабул қилгичларини тестлаш натижалари тўғрисидаги барча расмий ҳисобатлар фақат шу алгоритмга тегишли. Бугунги кунда бошқа алгоритмлар ҳам мавжуд. Ҳозир АҚШ да Motorola ва Next Communications фирмалари тамонидан кўпнурлилик билан курашишни яхшилаш учун махсус ишлаб чиқилган ATSC қабул қилгичларининг иккинчи авлоди учун бундай алгоритмни тестлаш жараёни юз бермоқда.