

УДК 004.4:519.6

Хамдамов У.Р, Қўчқоров М.А.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТИЗИМЛАРИДА WAV ФОРМАТИДАГИ ТОВУШ СИГНАЛЛАРИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ ВА УЛАРГА ИШЛОВ БЕРИШ АЛГОРИТМЛАРИ

Аннотация: Ушбу мақолада WAV форматидаги аудио файллар структурасини ўрганиш, WAV форматидаги аудио файлларни компьютер хотирасига очиш, файл сарлавҳаси ва ундаги товуш маълумотларини ўқиш, товуш маълумотларига Ҳаар вейвлетини ёрдамида ишлаб чиқиш ва натижавий маълумотларни янги аудио файлларга ёзиш усуллари ва алгоритмлари ишлаб чиқиш амалга оширилган.

Калит сўзлар: формат, WAV, аудио файл, WinHex дастури, файл сарлавҳаси, аудио маълумот, байт, вақт интервали, дискретизация, амплитуда, сиқилган аудио файл, сиқилмаган аудио файл, Ҳаар вейвлетини.

Бугунги кундаги мавжуд замонавий компьютер технологиялари ахборотларни юқори тезликда узатиш, қабул қилиш, уларга ишлов бериш ва сақлаш учун қулай ва мос усуллари ишлаб чиқиш ва қўллашни талаб этмоқда. Шу сабабдан телекоммуникация тармоқларида маълумотларни йўқотишларсиз узатиш ва қабул қилиш жуда долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Турли даражалардаги телекоммуникация тармоқларининг кун сайин жадал ривожланиши натижасида тармоқда жуда катта миқдорда маълумотлар ҳажми ортиб бормоқда. Бундай муаммоларнинг ечимини топиш мақсадида тармоқларда маълумотларни узатишда кам ҳажм оладиган ва кам йўқотишларга учрайдиган янги усуллар ва тизимлар яратиш устида катор тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Ушбу мақолада товуш сигналларининг муҳим формати бўлган WAV форматидаги товуш файлларини очиш, унинг структурасидаги маълумотларни ўқиш ва ишлов бериш, тармоқ орқали узатиш ҳамда қабул қилиш ва янги файлга сақлаш масалалари кўриб чиқилган.

Одатда барча турдаги аудио файллар икки тоифага бўлинади:

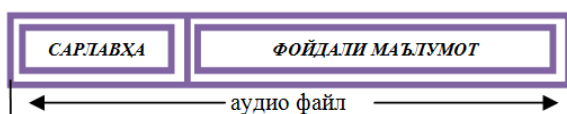
1. Сиқилмаган аудио файллар;
2. Сиқилган аудио файллар.

Сиқилмаган аудио файллар wav, aifc ва бошқа форматларда тасвирланса, сиқилган аудио файллар .mp3, .aac, .wma, .flac ва бошқалар форматларга тасвирланади. Ушбу аудио форматларнинг энг оддий ва содда тузилишга эга бўлган аудио формат бу WAV формати ҳисобланади. Бу форматдаги аудио маълумот сиқилмаган энг дастлабки аудио формат тури ҳисобланади [3].

Агар назарий жиҳатдан оддий WAV файлини кўриб чиқадиغان бўлсак, у аниқ иккига ажратилган қисмлардан таркиб топган. Булардан бири – файл сарлавҳаси, иккинчиси эса – маълумотлар қисми ҳисобланади (1-расм).

Файл сарлавҳасида қуйидаги маълумотлардан таркиб топади:

- Файл ўлчами;
- Каналлар сони;
- Дискретизация частотаси;
- Сэмплдаги битлар сони.



1-расм. WAV файлининг умумий кўриниши

Файл сарлавҳасидаги тушунчалар ва катталиклар маъносини аниқроқ тушуниш учун файлни

маълумотлар қисми ва товушни рақамлаштириш масалаларига ҳам аниқлик киритиш зарур. Одатда товуш тебранишлардан ташкил топади, рақамлаштириш вақтида эса зинасимон кўриниш касб этади. Бу кўринишни шундай изоҳлаш мумкинки, компьютер ихтиёрий қисқа вақт интервалида маълум амплитудадаги (баландлиқдаги) товушни ўқийди ва намойиш этади. Шундай қилиб, қисқа вақт интерваллари бўйича товуш амплитудаси ўзгариб боради ва шу тариқа сигнал зинасимон кйралли кўриниш олади. Қисқа вақт интервали ўз навбатида сигналнинг дискретизация частотасини белгилайди. Масалан дискретизация частотаси 44.1 кГц бўлган файлда қисқа вақт интервали 1/44100 секундга тенг бўлади. Ҳозирги кундаги замонавий товуш платалари 192 кГц гача бўлган дискретизация частотасини қабул қила олади.

Одатда сигнал амплитудаси қисқа вақт интервалидаги товуш баландлигини белгилаб беради ва товушнинг аниқлигига тўғридан-тўғри боғлиқ ҳисобланади. Амплитуда хотирадан ёки файлан жой эгаллайдиган сон қиймати кўринишида ифодаланади, яъни 8, 16, 24, 32 бит. Бундан, 8 бит = 1 байт эканлигини инобатга олган ҳолда, бирор қисқа вақт интервалидаги қайсидир бир амплитуда хотирадан 1, 2, 3, 4 байт жойни эгаллашини англаш мумкин.

Шундай қилиб, сон хотирадан қанча катта жойни эгалласа, ушбу соннинг, яъни амплитуданинг қийматлар чегараси ҳам шунчалик катта бўлади.

Бундан:

- 1 байт – 0..255;
- 2 байт – 0..65 535;
- 3 байт – 0..16 777 216;
- 4 байт – 0..4 294 967 296.

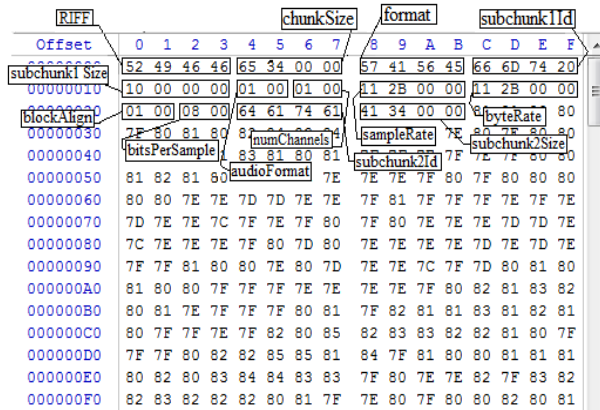
Товушнинг моно вариантыда сигналнинг амплитуда қийматлари файлда кетма-кет жойлашади. Стерео вариантыда эса дастлаб чап канал амплитуда қийматлари, сўнгра ўнг канал амплитуда қийматлари жойлашади ва шу тариқа яна чап ва ўнг канал қийматлари алмашган ҳолатда кетма-кет жойлашади. Амплитуда ва қисқа вақт интервалининг биргаликдаги кўриниши сэмпл деб аталади. [4]

Олиб борилган тадқиқотда фойдаланилган “test.wav” WAV файли структурасини таҳлил қиладиган бўлсак, унинг тўлиқ тузилиши қуйидаги 1-жадвалда тасвирланган [6][7].

Файлни WinHex дастури ёрдамида очиб таҳлил қилинганда 1-жадвалда келтирилган ўн олтилик санок тизимидаги кодларнинг кетма-кетлигини 2-расмда тасвирланганидек реал кўриш мумкин.

1-жадвал. WAV файли структураси

Ҳажми	Майдон	Қисқача таърифи
4 байт	chunkId	ASCII кодировкасидаги “RIFF” белгилари (0x52494646)
4 байт	chunkSize	Фрагментни шу ердан бошлаб қолган қисми яъни аудио файл ўлчами. Сарлавҳа яъни chunkId ва chunkSize майдонлари ўлчами кирмайди (0x65340000)
4 байт	format	“WAVE” белгисини англатади (0x57415645)
4 байт	subchunk1Id	“fmt” белгисини англатади (0x666d7420)
4 байт	subchunk1Size	PCM формати учун 16 га тенг (0x10000000). Бу аудиофайл фрагментининг шу ердан бошлаб қолган қисмининг ўлчами
2 байт	audioFormat	Аудио формат, PCM учун 1 га тенг (0x0100). Агар 1 дан бошқа қиймат бўлса у ҳолда файл сиқилганлигини англатади.
2 байт	numChannels	Каналлар сони. Моно = 1, Стерео = 2 (0x0100)
4 байт	sampleRate	Дискретизация частотаси: 8000 Гц, 44100 Гц ва ҳ.к. (0x112b0000)
4 байт	byteRate	1 сониялик намоёиш учун узатиладиган байтлар сони (0x112b0000)
2 байт	blockAlign	Барча каналлар бўйича 1 сэмплдаги байтлар сони (0x0100)
2 байт	bitsPerSample	Сэмплдаги битлар сони (0x0800). Товуш аниқлигини англатади. 8 бит, 16 бит ва ҳ.к.
4 байт	subchunk2Id	“data” белгисини англатади (0x64617461)
4 байт	subchunk2Size	Маълумотлар майдонидаги байтлар сони, яъни маълумотнинг ўлчами (0x41340000)
45..	data	WAV-маълумотлари



2-расм. WAV файлининг тузилиши

WAV файл сарлавҳаси ўз навбатида 3 қисмга бўлинади [8]:

- RIFF қисми;
- Fmt қисми;
- Data қисми.

RIFF қисми: “chunkId”, “chunkSize” ва “format” майдонларини ўз ичига олиб, мултимедиа файлини форматини аниқлашга хизмат қилади.

Fmt қисми: “subchunk1Id”, “subchunk1Size”, “audioFormat”, “numChannels”, “sampleRate”, “byteRate”, “blockAlign”, “bitsPerSample” майдонларини ўз ичига олиб, аудио файлдаги товуш маълумотларининг асосий параметрларини белгилайди.

Data қисми: “subchunk2Id”, “subchunk2Size” ва “data” майдонларидан иборат бўлиб, аудио файлдаги товуш маълумотларининг қийматларини белгилайди.

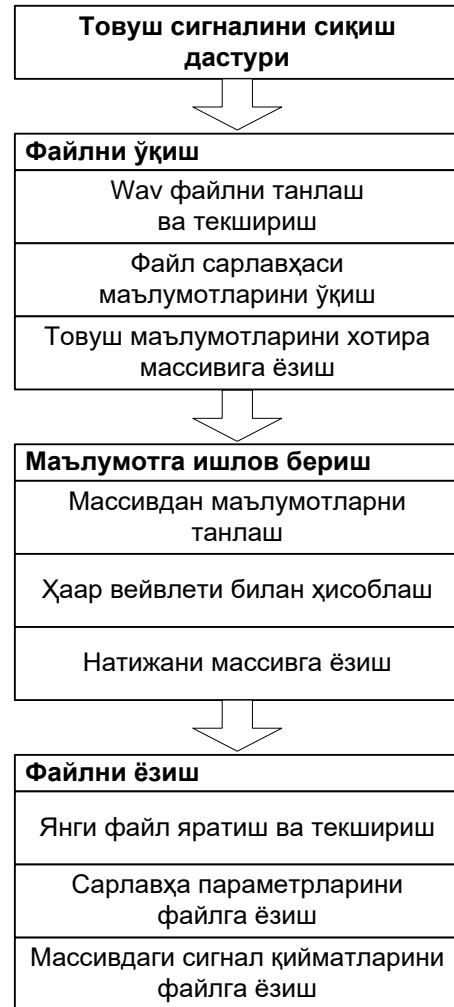
Бунда, умуман олганда WAV файлининг RIFF ва Fmt қисмлари файлининг сарлавҳасини ташкил этади, қолган data қисми эса фойдали маълумот ҳисобланади. Аудио файлининг тури ва ҳажмининг ўзгариши натижасида унинг параметрлари ҳам ўзгариб боради.

Фойдали маълумот қисми бу аудио файлининг асосий қисми бўлиб, унинг устида турли алгоритмларни қўллаш орқали турли амаллар ва ҳисоблашларни бажариб, тармоқда маълумотларни кичик ҳажмда, тез ва йўқотишларсиз узатиш имконияти вужудга келади.

Тадқиқот доирасида танланган WAV форматидagi аудио файлларнинг товуш маълумотларига Ҳаар вейвлети ёрдамида ишлов бериш ва ундаги маълумотларни сиқиш усули, алгоритми ва дастурий таъминоти ишлаб чиқилди.

WAV форматидagi аудио файл товуш маълумотларига ишлов бериш дастури структураси 3-расмда тасвирланган.

Дастурнинг “Файлни ўқиш” блокада дастлаб файл танланади, файлининг мавжудлиги ва унинг формати (wav формат) текширилади, сўнгра файлининг маълумотлар қисминдан товуш сигналининг қийматлари хотира массивига ёзилади.



3-расм. Ҳаар вейвлети ёрдамида товуш маълумотларига ишлов бериш дастури структураси

Дастурнинг “Маълумотга ишлов бериш” блокада хотира массивидан товуш сигнаlining қийматлари аргумент сифатида жуфт-жуфт кўринишда ўзгарувчига ўқилади, Хаар вейвлети функцияси ёрдамида ҳисобланиб ишлов берилади, юқори ва паст частотали қийматлар филтрланади ҳамда яқуний натижалар хотира массивига қайта ёзилади.

Дастурнинг “Файлни ёзиш” блокада товуш сигнали қийматларини сақлаш учун янги товуш файли яратилади, файлга тегишли сарлавҳа маълумотлари жойлаштирилади ҳамда товуш сигнаlining қийматлари хотира массивидан файlining маълумотлар қисмига ёзилади ва файл сақланади.

Товуш сигнаlining қийматларини сақлаш учун WAV форматидаги товуш файли сарлавҳаси C++ дастурлаш тилида қуйидагича кетма-кетликдаги дастур коди кўринишида шакллантирилади ва файлга ёзилади [5]. Шундан сўнг, яъни ушбу сарлавҳадан сўнг сигнал қийматлари файлга жойлаштирилади.

```
struct WAVHEADER
```

```
{
    char chunkId[4];
    unsigned long chunkSize;
    char format[4];
    char subchunk1Id[4];
    unsigned long subchunk1Size;
    unsigned short audioFormat;
    unsigned short numChannels;
    unsigned long sampleRate;
    unsigned long byteRate;
    unsigned short blockAlign;
    unsigned short bitsPerSample;
    char subchunk2Id[4];
    unsigned long subchunk2Size;
}
```

Бир ўлчовли (товуш) ва икки ўлчовли (тасвир) сигналларини реал вақтда сиқишда вейвлет функциялари кенг қўлланилади. Ушбу тадқиқот доирасида телекоммуникация тизимлари ва тармоқлари орқали узатиладиган товуш сигналларини сиқишда ҳам Хаар вейвлети функциясидан фойдаланилди.

Хаар вейвлети - бу энг оддий ва кўп ишлатиладиган вейвлет тури ҳисобланади. Хаар вейвлети турли шаклдаги Хаар ўзгартиришлари деб аталадиган математик амаллар билан боғлиқ ҳисобланади. Хаар ўзгартиришлари бошқа барча вейвлет ўзгартиришлари учун намуна бўлиб хизмат қилади [2].

Хаар вейвлети ўзгартиришлари қуйидаги формуларлар орқали ифодаланади:

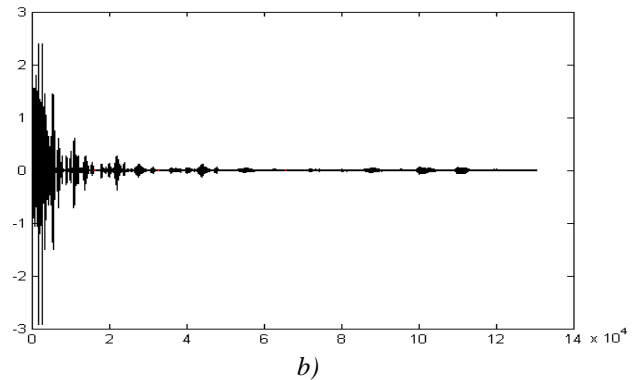
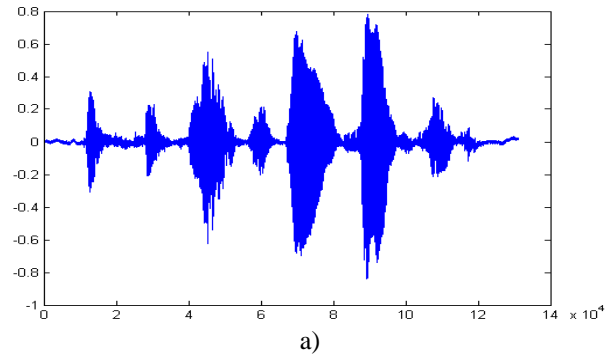
$$a_m = \frac{f_{2m-1} + f_{2m}}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

$$b_m = \frac{f_{2m-1} - f_{2m}}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

Келтирилган (1) ва (2) ифодалардан келиб чиқиб, шуни айтиш мумкинки, бунда кетма-кет келган биринчи ва иккинчи жуфт маълумотлари (1) ифода билан ҳисоблаганда сигналнинг паст частотали қийматлари ҳосил бўлади, (2) ифода билан ҳисоблаганда сигналнинг юқори частотали қийматлари ҳосил бўлади.

Хаар вейвлети ёрдамида қийматларига ишлов берилган намунадаги WAV файlining дастлабки (ишлов беришдан олдин) ва натижавий (ишлов берилгандан сўнг) тасвири 4-расмда келтирилган.

Шу тартибда жуфт-жуфт жойлашган барча қийматлар ҳисобланади ва сўнгра паст ва юқори частотали қийматларни ажратиш учун филтрланади [1].



4-расм. WAV файли тасвири а) дастлабки аудио файл
б) Хаар вейвлети ёрдамида ишлов берилган аудио файл

Расмдан кўрииб турибдики, товуш сигнали қийматларига Хаар вейвлети ёрдамида ишлов берилиб, филтрлангандан сўнг, товуш қийматларининг бир қисми “0” қийматга тенг ёки “0” қийматга жуда яқин ҳолатга келиб қолади. Сигнални узатиш вақтида трафикни камайитириш мақсадида ушбу “0” тенг ёки унга яқин бўлган қийматларни узатмаслик ҳам мумкин.

Хулоса қилиб айтганда, олиб борилган тадқиқот натижасида телекоммуникация тизимларида WAV форматидаги товуш сигналларини таҳлил қилиш ва уларга ишлов бериш алгоритмлари ва дастурий таъминоти ишлаб чиқилди. Товуш сигналларига Хаар вейвлетлари ёрдамида ишлов бериш, сиқиш ва филтрлаш алгоритмлари ишлаб чиқиб, қўллаш орқали 1-босқичли ишлов беришда сигнал қийматлари сонини 2 баробаргача, 2-босқичли ишлов беришда сигнал қийматлари сонини 4 баробаргача камайитиришга эришилди.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. “Haar Wavelets” Richard W. Hamming, 1999 CRC Press LLC
2. Khamdamov Utkir. Algorithms for parallel Bitmap image processing based on the Haar Wavelet. *International Conference on Information Science and Communications Technologies*. 2017, 978-1-5386-2168-4 IEEE
3. Chun-Lin, Liu. A Tutorial of the Wavelet Transform. February 23, 2010
4. Oliver R, Martin V. Wavelets and signal processing. IEEE SP MAGAZINE October 1991
5. Tech 3285 v2. Specification of the Broadcast Wave Format (BWF) Geneva May 2011
6. Andreas Spanias, Ted Painter, Venkatraman Atti. Audio Signal Processing and Coding. John Wiley & Sons, Inc., 2007, ISBN:9780471791478
7. Lili Cui, Shu-Xun Wang, Tanfeng Sun. The application of wavelet analysis and audio compression technology in digital audio watermarking. Proceedings of

International Conference on Neural Networks and Signal Processing, 2003. 1533–1537, Vol.2

8. Deqin Chen, Wenhui Zhang, Zhibo Zhang, Wei Huang, Jia Ao. Audio retrieval based on wavelet transform. IEEE/ACIS 16th International Conference on Computer and Information Science (ICIS). 2017, pages: 531-534

У.Р.Хамдамов - Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети "ТБТА ва ДТ" кафедраси доценти, т.ф.н.

Тел: +998 (94) 696-01-06

Эл. почта: utkir.hamdamov@mail.ru

М.А.Қўчқоров - Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети, магистранти.

Тел: +998 (99) 846-32-38

Эл. почта: kuchkorov.mamurjon@mail.ru

U.R. Khamdamov, M.A Kuchkorov

Algorithms of analysis and processing for audio signals of wav format in telecommunication systems

Abstract: In this paper the methods and algorithms for studying an audio file structure in WAV format, loading an audio file into PC memory, reading the file headers and sound data, audio data processing with Haar wavelet and writing the sound data to new audio files are produced.

Keywords: format, WAV, audio file, WinHex program, file header, audio data, byte, time interval, sampling, amplitude, compressed audio file, uncompressed audio file, Haar wavelet.

УДК 656.254.5

Халиков А.А, Мирсагдиев О.А.

ТЕМИР ЙЎЛ ТРАНСПОРТИНИНГ ТЕХНОЛОГИК АЛОҚА ТАРМОҚЛАРИДА ЯНГИ АВЛОД ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТИЗИМЛАРИНИ ҚўЛЛАШ

Анотация: Темир йўл транспортида технологик алоқани ривожланиши ва модернизация қилинишида функционал имкониятларининг кенгайиши, ягона комплексга асосланган алоқа турлари ва серверларни интеграллашуви ва темир йўл транспортининг бошқариш тузилмаси ўзгарганда тезкорлик билан алоқа тармоғини ўзгартириш имкони мавжуд бўлиши кераклиги эътиборга олинishi лозим. Юқоридаги ҳолатларнинг ечими сифатида пакет коммутациясидан (IP технологиялари) фойдаланган ҳолда рақамли интеграллашган технологик алоқа тармоғини ҳосил қилиш орқали амалга ошириш мумкин.

Калит сўзлар: интеграллашган технологик алоқа тармоғи, тезкор технологик алоқа, пакет технологияси, телекоммуникация сервери, IP тармоқ, поезд диспетчери.

Хозирги кунда рақамли технологик алоқа тармоғида каналлар коммутациясига асосланган TDM – технологиялар қўлланилмоқда. Бу ўз навбатида ҳар бир алоқа тури учун алоҳида каналлар ва каммутацион станциялар ажратилиши лозимлигини талаб этади.

Асосий алоқа турларининг ишончилигини таъминлаш учун, бирламчи рақамли алоқа каналлари юқори ва паст даражадаги ҳалқа шаклида ташкил этилади ва асосий алоқа трактида алоқа узилиши рўй берса айланиб ўтувчи трактлардан фойдаланиш лозим бўлади. Бундай тузилмага эга бўлган алоқа трактларини қайта ташкил этиш мураккаб ўзгартиришларни талаб этади, уларни лойҳалаш ва қуриш эса муайян қийинчиликларга олиб келади.

Ҳар бир алоқа тури учун алоҳида коммутацион станциядан фойдаланиш, қуриш ва техник фойдаланиш харажатларини сезиларли даражада ошишига олиб келади. TDM- технологияли тармоқларнинг мавжудлиги чекланган ўтказиш қобилиятига эга ва амалда янги функцияларни амалга ошириш учун мўлжалланмаган. IP технологияси эса бундан мустаснодир. IP технологияси барча турдаги технологик алоқа турлари билан ягона қурилмавий – дастурий платформада бирлаштириши билан қуйидаги имкониятларга эгадир:

– барча алоқа тизимлари учун ягона сервер қурилмасини қўллаш имкони;

– ягона телекоммуникация сервери ёрдамида бир неча темир йўл станцияларнинг абонентлар гуруҳидан келаётган кўнғироқларга хизмат кўрсатиш;

– ягона SIP стандарт протоколи ёрдамида технологик алоқа тармоғида объектларни боғлиқлигини ташкил этиш ва бунинг натижасида турли корхоналарда ишлаб чиқарилган қурилмалардан фойдаланиш;

– янги функцияларнинг яратилиши имконияти,

жумладан диспетчер ва станция навбатчиси ўртасида видеоалоқа ўрнатиш;

– тармоқда диспетчер ҳамда бошқа абонентлар учун видеокузатув имконияти, бунинг натижасида диспетчер ҳалқасига қирувчи абонентлар билан диспетчер сўзлашувлари ананавий гуруҳли канал ва ягона режим орқали олиб бориш;

– IP тармоғи асосида ташиш ишларида диспетчерлик вертикал бошқарувни ташкил этиш ва бунинг натижасида диспетчерларнинг ва марказ бошлиқларининг бошқарув объектларига тўғридан тўғри чиқиш;

– тезкор технологик алоқа (ТТА) ва умумтехнологик алоқа (УТА) имкониятларини умумлаштирган ҳолда йўловчиларни ҳамда темир йўл ишчиларини темир йўл таркибининг келиш ва кетиш вақти ҳақидаги маълумотни етказиш, йўналиш ҳақидаги маълумотни ҳамда тармоқ ва ягона коммутацион қурилмалар асосида йўловчилар платформасига поезднинг келиши ҳақдаги маълумотни тақдим этиш;

– диспетчернинг, бекат навбатчисининг ҳамда бошқа тезкор технологик жараён билан боғлиқ бўлган ходимларнинг иш жойида турли сўзлашув - чақирув қурилмалар ўрнига кўп функцияли сенсорли терминаллардан фойдаланиш.

Интеграллашган рақамли технологик алоқа тизимини яратишда [1], рақамли узатиш ва коммутация тизимлари, овозли алоқа ва шу турдаги бошқа тизимларда қўлланиладиган стандарт серияли маҳсулотлардан максимал фойдаланишни ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилган. Темир йўл шароитида фойдаланиладиган маҳсус алоқа воситаларга парк сўзлашув қурилмасини келтириб ўтиш мумкин. Дунёда IP технологиясининг телекоммуникация тизимларида қўлланилиши юқорида