

004  
771

ТОШКЕНТ РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ  
УНИВЕРСИТЕТИ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

ЎЗБЕКИСТОН РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА ВА АЛОҚА  
ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖАМИАТИ

## АХБОРОТ ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ МУАММОЛАРИ

Илмий-техник конференциясининг

МАЪРУЗАЛАР Тўплами  
3-қисм



СБОРНИК ДОКЛАДОВ

Республиканской научно-технической конференции

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ И  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ЧАСТЬ 3

12-13 март 2015 йил

Тошкент-2015

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ  
ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЎЗБЕКИСТОН РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА ВА АЛОҚА  
ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖАМИЯТИ**

## **АХБОРОТ ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ МУАММОЛАРИ**

Илмий-техник конференциясининг

**МАЪРУЗАЛАР Тўплами  
3-қисм**



**СБОРНИК ДОКЛАДОВ**

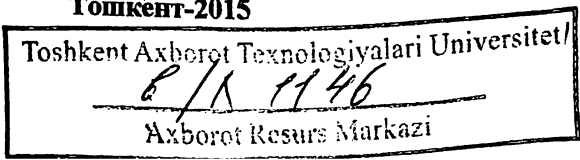
Республиканской научно-технической конференции

**ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ И  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ЧАСТЬ 3**

12-13 март 2015 йил

Тошкент-2015



**“Ахборот ва телекоммуникация технологиялари муаммолари” га  
бағишланган илмий-техник конференцияси ташкилий қўмитасининг  
ТАРКИБИ:**

Мухитдинов Х.А.	раис, ректор
Хақимов З.Т.	раис ўринбосари, ИИ проректори
Абдуазизов А.А.	раис ўринбосари, профессор
Бобомуродов Х.М.	ЎИ бўйича биринчи проректор
Умаров Х.	М ва ТИ проректори
Абдурахмонов Қ.И.	ф-м.ф.д., профессор
Ганиев С.К.	т.ф.д., профессор
Мусаев М.М.	т.ф.д., профессор
Рахматуллаев М.А.	т.ф.д., профессор
Каипбергенов Б.Т.	ТАТУ Нукус филиали директори
Мухаммадиев А.К.	ТАТУ Қарши филиали директори в.б.
Мирзакаримов Б.	ТАТУ Фарғона филиали директори
Нишонов А.Х.	ТАТУ Ургенч филиали директори
Халджигитов А.А.	ТАТУ Самарқанд филиали директори
Зокирова Ф.М.	АКТСКТФ декани
Нуралиев Ф.М.	ТИФ декани
Рахматов Ф.А.	ДИФ декани
Тошев К.А.	КИФ декани
Тўраев Ш.Ш.	АКТСИМФ декани
Хамдамов Ў.Р.	ТТФ декани
Абдуллаева С.Х.	Кафедра мудири
Давронбеков Д.А.	т.ф.н., доцент
Исаев Р.И.	т.ф.н., профессор
Соатов Х.С.	т.ф.н., доцент
Туленова Г.Ж.	фал.ф.д., профессор
Гурсунов Ш.А.	Кафедра мудири
Фазилжанов И.Р.	т.ф.н., доцент
Эшмуродов А.М.	т.ф.н., доцент

## **КИРИШ СЎЗИ**

XXI асда инсонларнинг ҳар кунги турли талабларини қондирувчи ахборот-коммуникация технологиялари кескин ривожланмоқда. Ҳозирда инсон фаолияти, бошқарув тизими, ишлаб чиқаришнинг деярли ҳамма соҳасига компьютер технологиялари, интернет, кенг полосали мобил алоқа, рақамли телерадиоэшиттириш кириб келган ва ахборот хавфсизлигини юқори даражада таъминловчи алоқа ва ахборотлаштириш тизимларидан фойдаланиш даражаси тезкорлик билан ривожланмоқда. Деярли ҳар 5-7 йилда ахборот-коммуникациясида фойдаланиладиган техник воситалар янгиланмоқда ва кўрсатиладиган хизматлар тури кўпаймоқда ҳамда сифати юқори талабларга жавоб бериш билан бирга, ахборот алмашиш тезлиги кескин катталашмоқда.

Ҳозирда давлат иқтисодиётининг ва социал соҳасининг ривожланиши ахборот-коммуникация тизимининг қандай даражада ривожланганлигига боғлиқ эканлиги маълум. 2013 йилда Ўзбекистон Республикаси Миллий ахборот коммуникация тизимининг 2013-2020 йилларда ривожланиш концепцияси қабул қилинган бўлиб, ушбу концепция босқичма-босқич амалга оширилмоқда. Ушбу концепцияда аҳолининг кўп қисмини, ишлаб чиқариш соҳалари ва бошқарув тизimini юқори даражада интеграциялашган маҳсулотлари ва хизмат турлари билан таъминлаш назарда тутилган.

Ушбу дастурнинг дастлабки натижалари шу йўналишда олиб борилаётган ишларнинг жадаллик билан амалга оширилаётганлигини тасдиқлайди. 2014 йилда 2013 йилга нисбатан соҳа корхоналари томонидан кўрсатилган хизматлар ҳажми 24,5 фоизга, компьютерда хизмат кўрсатиш 21,6 фоизга ва Халқаро ахборот тармоғидан фойдаланиш тезлиги 62 фоизга ошди. Ўтган йили Республиканинг аҳоли япайдиган узок ҳудудларида 2 минг километр узунликдаги оптик тонали алоқа линиялари қурилиб, фойдаланишга топширилди. Натижада ушбу узок ҳудуд аҳолиси видеотелефон, интернет-телевидение, катта тезликдаги интернет хизмалари, юқори сифатли HDTV телекўрсатувлари ва яна бир қанча янги хизмат кўрсатиш турларидан фойдаланиш имкониятига эга бўлдилар.

Республиканинг вилоятлари марказида 13 та Call марказлари ташкил этилиб, улар орқали сифатли телефон алоқаси ва интернет хизматларини кўрсатиш амалга оширилди.

Ўзбекистон Республикаси Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлигига аъзо давлатлар орасида биринчилар қаторида аҳолини рақамли телеэшиттириш билан таъминлашни босқичма-босқич амалга ошириши натижасида,

ҳозирда 54% дан ортиқ аҳоли рақамли телекўрсатув хизматларидан фойдаланиш имкониятига эга бўлди. Республикада 2017 йил охиригача рақамли телекўрсатувларга ўтиш яқунланиши режалаштирилган бўлиб, ушбу 2015 йилда юқори сифатли рақамли телекўрсатув сигналларини эфирга тарқатиш учун 84 та узаткичлар ўрнатиш режалаштирилган.

Давлат ташкилотлари веб сайтлари орқали кўрсатиладиган интерфаол ва ахборот хизматлари тури 650 тадан ошди. Ҳозирда аҳолига ва турли тadbиркорларга 226 та давлат ахборот хизматлари имкониятларидан ва 297 та давлат ахборот тизими ташкилотлари томонидан электрон хизматлар кўрсатиш амалга оширилган. Шунингдек, UZ ҳудудий домени томонидан хизмат кўрсатиш ҳам замонавийлаштирилмоқда. Ушбу UZ доменидаги сайтлар сони 2013 йилдагига нисбатан 11 фоизга ошиб, 2014 йилда 19 мингтага етди.

Кейинги йилларда ривожланиш глобал бозорида дастурий маҳсулотлар яратиш соҳасида ҳам юртимиз дастурчилари эътиборга лойик ишларни амалга оширмоқдалар. Бу дастурлардан биринчи навбатда давлат бошқарув тизимида, хусусий тadbиркорликда кенг фойдаланилмоқда. Дастурий таъминлаш билан ҳозирда юртимизда 70 га яқин компания фаолият олиб бормоқда. Улар томонидан яратилган дастурлар 1,5 мингдан ортиқ бўлиб, миллий дастурчилар ва дастурий таъминот яратувчиларининг Software.uz сайтига киритилган. Дастурий таъминот яратувчиларининг муаллифлик ҳуқуқлари давлат томонидан қонун асосида ҳимояланган. Юртимиз дастурчилари орасидаги очиқ мусобақа асосида яратилаётган дастурлар уларнинг самарадорлиги ва сифати яхшиланишини таъминламоқда, улар Халқаро стандартлар томонидан қўйиладиган талабларга жавоб бериш даражасига чиқди.

ТАТУ ва унинг филиалларида 2014-2015 йилларда амалга оширилган илмий-тадқиқот ишлари қуйидаги жадвалда келтирилган.

№	Илмий тадқиқот ишлари	2014 йил		2015 йил	
		сони	ҳажми (минг сўм)	сони	ҳажми (минг сўм)
1	Фундаментал	12	416193	12	478130
2	Амалий	29	1068132	29	1463000
3	Инновацион	4	223000	5	393718
4	Ёш олимлар	4	60000	4	69510
<b>Жами</b>		<b>49</b>	<b>1767325</b>	<b>50</b>	<b>2404358</b>

Мустақилликнинг биринчи йилларидан бошлаб юртимизда алоқа, ахборотлаштириш ва телекоммуникация соҳасининг тизимли, босқичма-босқич ривожланишига катта аҳамият бериб келинмоқда. Ушбу ишларнинг мантиқий давоми сифатида Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 4 февральдаги “Ўзбекистон Республикаси ахборот

технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигини ташкил этиш тўғрисида”ги фармони эълон қилинди ва унда вазирлик томонидан яқин келажакда амалга оширилиши керак бўлган вазифалар белгилаб қўйилган.

Университетда 2015 йил 12-13 март кунлари ўтказиладиган илмий-техник конференция “Ахборот ва телекоммуникация технологиялари муаммолари”га бағишланган бўлиб, унда 10 та секция мажлисларида университет, унинг 5 та филиали ва Республиканинг 20 га яқин олий ўқув юртлири профессор-ўқитувчилари, катта илмий ходим-изланувчилар, магистрантлар ва иқтидорли талабалар ўз маърузалари билан қатнашадилар.

Конференцияда қатнашиш учун тақдим этилган маъруза матнлари 4 қисмдан иборат бўлиб:

1-қисмга 1-, 3- ва 4-секциялардаги маърузалар матнлари;

2-қисмга 2- ва 5-секциялардаги маърузалар матнлари;

3-қисмга 6- ва 8-секциялардаги маърузалар матнлари;

4-қисмга 7-, 9- ва 10-секциялардаги маърузалар матнлари

киритилган.

Маъруза матнлари муаллифлардан олинган электрон нусхалар асосида тузилган бўлиб, баъзи камчиликлар учун жавобгарликни матнларни нашрга тайёрловчилар ўз зиммаларига олмасликлари олдиндан эълон қилинган эди.

*Ташкилий қўмита номидан,  
т.ф.н., профессор А.А. Абдуазизов  
2015 йил 2 март*

*6-ШУЎБА*

**ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИ ВА  
ТАРМОҚЛАРИ. РИВОЖЛАНИШ  
ИСТИҚБОЛЛАРИ**

## **IP ТАРМОҚЛАРИДА IPTV ИЛОВАЛАРИДАГИ ХАТОЛАРНИ АНИҚЛАШ ВА ТЎҒИРЛАШНИНГ ТАҲЛИЛИ**

*А.А. Абдураходов (ТАТУ магистранти)*

*А.Я. Жумабоев (ТАТУ магистранти)*

**Мавзунинг долзарблиги.** Ҳозирги кундаги конвергенцияланган тармоқлар интернет протоколига (IP) асосланган. Мана 30 йилдан ошиқроқ вақт ўтдики, IPга асосланган интернет ва маълумот узатиш тармоқлари кенг қўлланилиб келмоқда ва ривожланиб бормоқда. Ҳозирги кундаги қўплаб компютер тармоқлари масалан: интернет, корпоратив тармоқлари, маълумот узатиш тармоқлари яъни барчаси IP га асосланган. IP тармоқлари жуда ҳам эгилувчан ва самарадорлиги юқори, лекин улар юқори сифатли аудио, видео хизматлари учун зарур бўлган кечикиш талабларини кафолатламайди. Шу сабабли хизмат кўрсатиш сифатини таъминлаш учун махсус алгоритмлар ва усуллар қўлланилади. Ҳозирги кунда IP ни юқори даражада QoS ни таъминлайдиган қилиб модернизациялаш жараёнлари давом этмоқда. Шу сабабли ушбу мавзудаги илмий ишлар долзарб ҳисобланади.

**Масаланинг қўйилиши.** Охириги ўн беш йил ичида сунъий йўлдошли ва рақамли кабелли телевидение хизматларининг ривожланиши телевизион қурилмаларда юқори сифатли тасвирларни таъминлаш орқали (HDTV) амалга оширилди. Телевидение соҳасида энг катта ўзгариш ва янгилик интернет протоколи ёрдамида интерактив телевидение хизматларини тақдим этишни амалга оширила бошланганидир. IPTV хизмати IP пакетли тармоқлар орқали видео маълумотларини узатиш ва қабул қилишни таъминловчи тизим ҳисобланади. IPTV хизматларини таъминлаш кабелли телевидение тармоғи, умумий фойдаланиш телефон тармоғи ва кенг полосали тармоқлар орқали амалга оширилади. Ушбу тармоқларда кенг қўлланилувчи IPTV иловаларидаги хатоларни аниқлаш ва тўғирлаш масаласини ечиш усулларини тадқиқ қилиш назарда тутилган.

**Масаланинг ечими.** IPTV тизими орқали турли дастурлар, фильмлар, кўнгилочар эшиттиришлар, алоҳида каналлар тақдим этишдан ташқари керакли ёки мумкин бўлган хизматларга буюртма бериш мумкин. Бу тармоқ аввалги кабелли телевидение хизматларидан анча юқори ва сифатли хизматлар кўрсатиш имкониятига эга. Видео, маълумот ва овоз ахборотларини узатиш IP асосидаги мултимедиа тизимчаси орқали таъминланади.

Ҳозирги кунга қадар дунёнинг турли телекоммуникация қурилмалари ишлаб чиқарувчилари ва соҳа мутахассислари томонидан IPTV хизматини таъминлашнинг техник ва дастурий ечимлари ишлаб



чиқилган. Бу ечимлар стандарт техник ва дастурий таъминот воситалари тўпламини ўз ичига олади.

IP TV хизматини тақдим этиш сифатини оширишга дастурий иловаларни муҳим аҳамиятга эга. Уларнинг ишлашINI баҳолаш, уларнинг ишлашида юзага келадиган хатоликларни аниқлаш ва тўғрилаш масалалари бугунги кунда долзарб масала ҳисобланади. Шу сабабли охириги йилларда дастурий таъминотларни ишлаш принципларини оптималлаштириш ва модернизациялашга оид илмий ишлар кенг тарзда олиб борилмоқда.

IP тармоқларида IP TV хизматини таъминлаш дастурий таъминотларини яратишда IP тармоғи тузилиши, унга қўйиладиган талаблар таҳлил қилинади. Ушбу тармоқларда юзага келадиган хатоликлар ва уларни бартараф этиш моделлари тадқиқ қилинади. Ушбу моделларнинг аналитик ва имутацион таҳлили келтирилади ва IP TV иловаларининг ишлашида юзага келувчи хатоликлар ва уларни бартараф қилиш усуллари тадқиқ қилинади. Эҳтимоллар назарияси ва математик статистика бўйича IP TV иловаларидан олинган статистик ва экспериментал натижалар таҳлили келтирилади.

Таъкидлаш жоизки, IP TV тармоқларини ўрганишнинг тадқиқот объекти IP асосида қурилган маълумот узатиш ва телекоммуникация тармоғидир. Ушбу тармоқларда IP TV хизматини кўрсатишда қўлланилувчи иловаларнинг ишлашида юзага келувчи хатоликларни аниқлаш ва тўғрилаш тадқиқ қилинади.

Ҳозирги кунда ўрганилаётган асосий масала замонавий IP тармоқларида IP TV иловаларидаги хатоларни аниқлаш ва тўғрилаш усуллари таҳлил қилиш ҳисобланади. Шу сабабли ўрганилаётган мавзу бўйича тадқиқот олиб боришда IP тармоқларида IP TV хизматини таъминлаш проколлари ва уларнинг иловаларининг қўлланилиши ўрганиб чиқилади. IP TV хизматини таъминлаш иловаларининг ишлашINI статистик баҳолаш ва хатоликларни аниқлаш усуллари тавсифлаб берилди.

Мавзунини тадқиқ қилиш натижасида қуйидаги натижаларни олиш назарда тутилган:

1. IP тармоқларида IP TV хизматини таъминлаш тизимининг тузилиши, унга қўйиладиган талаблар;
2. IP тармоқларида IP TV хизматини таъминлаш иловаларининг тузилиши ва уларни алгоритмик ва имутацион моделлаштириш;
3. IP TV иловаларининг ишлашида юзага келадиган хатоликларни аниқлаш ва тўғрилаш усуллари тадқиқ қилиш;
4. IP тармоқларида IP TV иловаларининг ишлашидан олинган статистик натижаларни таҳлил қилиш ва уларга ишлов бериш.

Тадқиқотни олиб боришда қўйилган масалани ечиш учун тизимни ва иловаларни таҳлил қилишнинг математик моделлари, эҳтимоллар назарияси

ва математик статистика, оммавий хизмат кўрсатиш назарияси ва экспериментал маълумотларни таҳлил қилиш усулларидан фойдаланилади.

*Хулоса.* IPTV хизматларини тармоқ фойдаланувчиларига тақдим этишда муҳим аҳамиятга эга бўлган IPTV иловаларини тадқиқ қилиш бугунги кунда долзарб илмий мавзулардан бири ҳисобланади. Дастурий иловаларнинг ишлашини, уларда юзага келадиган хатоликларни ўрганиш ва бартараф қилиш усулларини ишлаб чиқиш хизмат кўрсатиш сифатининг яхшиланишига ва хизматга бўлган талабларнинг ортishiга олиб келади.

## **ЗАМОНАВИЙ МУЛЬТИМЕДИА ХИЗМАТЛАРИНИ ТАЪМИНЛАШДА RTP/RTSP ПРОТОКОЛЛАРИНИНГ АҲАМИЯТИ**

*А.А. Абдураходов (ТАТУ магистранти)*

*А.А. Саттаров (ТАТУ магистранти)*

*Мавзунинг долзарблиги.* Телекоммуникация тармоқлари орқали маълумот узатиш ва хизматларнинг янги турлари тобора кўпайиб ва ривожланиб бормоқда. Мультимедиа хизматлари бугунги кунда энг талабгир ва кенг тарқалиб бораётган хизмат турларидан бири ҳисобланади. Мисол учун, овозли ва видеотасвирларни онлайн режимида кенг узатишлар йўлга қўйилмоқда. Ушбу хизматларни ташкиллаштиришда RTP/RTSP боғланишларининг аҳамияти алоҳидадир. Шу сабабли RTP/RTSP боғланишларининг хусусиятларини ўрганиш долзарб масала ҳисобланади.

*Масаланинг қўйилиши.* Мультимедиа тармоқларида асосий эътибор реал вақт режимида алоқани ташкил этишга қаратилади. Унинг эчими замонавий мультимедиа тармоқларида RTP/RTSP протоколларининг қўлланилиши билан ҳал қилинган. Реал вақт режимида мультимедиа хизматларини таъминлаш учун RTP/RTSP протоколларининг ишчи характеристикаларини ва алоҳида хусусиятларини тадқиқ қилиш зарур. Ушбу масалани ечиш усулларини кўриб чиқамиз.

*Масаланинг ечими.* RTP/RTSP протоколлари реал вақт режимида мультимедиа маълумотларини узатиш имконини беради. Ушбу протоколлар OSI моделининг сеанс поғонасида, яъни транспорт поғонасининг юқорисида ишлайди ва реал вақт режимида мультимедиа маълумотларини аниқ ва тўғри узатилишини таъминлайди.

Телекоммуникация тармоқлари орқали кўрсатилаётган хизматлар кўрсатиш сифатини таъминлаш бугунги кунда долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Реал вақт режимида сифат кўрсаткичларини назорат қилишда RTP/RTSP протоколлари таянч ҳисобланади. Ушбу протоколларнинг ишлаш принципини ўрганиш ва амалий тадқиқ қилиш мультимедиа хизматларини сифатли тақдим этиш имконини беради.

RTP/RTCP протоколлари асосида тармоқда алоқани ташкил қилишнинг бир қатор хусусиятлари мавжуд.

Мультимедиа тармоқларида RTP/RTCP протоколларининг қўлланилиши, боғланишларининг хусусиятларини таҳлил қилиш хизматларни қай даражада ташкиллаштириш баҳолаш имконини беради. Мультимедиа тармоқларида реал вақт режимида алоқани таъминловчи протоколларнинг ишлаш принциплари, алгоритмлари, мультимедиа иловаларининг ишлашида юзага келувчи хатоликлар ва уларни бартараф қилиш усулларининг имитацион ва математик моделлари келтирилади ва тавсифланади. Эҳтимоллар назарияси ва математик статистика бўйича мультимедиа иловаларидан олинган статистик ва экспериментал натижалар таҳлили келтирилади.

Таъкидлаш жоизки, ушбу мавзудаги илмий ишларда тадқиқот объекти сифатида мультимедиа узатиш ва телекоммуникация тармоғидан фойдаланилади. Ушбу тармоқлар орқали бирор мультимедиа хизмати кўрсатилишини тадқиқ қилиш мумкин.

Тадқиқот натижасида қуйидагиларни олиш мумкин:

- RTP/RTCP протоколларининг мультимедиа хизматларини ташкил этишдаги аҳамияти;

- телекоммуникация тармоғида бирор мультимедиа хизматини ташкиллаштириш моделини ва асосий характеристикаларини тадқиқ қилиш;

- реал вақт режимида мультимедиа хизматларини ташкил этиш жараёнини тармоқ анализаторлари ёрдамида текшириш;

- олинган натижаларни ва тармоқ характеристикаларини тўлиқ таҳлил қилиш;

- RTP/RTCP боғланишларининг хусусиятларини тавсифлаб бериш ва хизмат сифатига таъсирини баҳолаш.

Мультимедиа хизматларини тақдим этиш бўйича қўйилган масалани ечишда тизимни таҳлил қилишнинг математик моделлари, эҳтимоллар назарияси ва математик статистика, оммавий хизмат кўрсатиш назарияси ва экспериментал маълумотларни таҳлил қилиш усулларидан фойдаланилади.

Ушбу тармоқларда бугунги кунда бир қатор долзарб масалалар мавжуд. Улардан энг асосийси реал вақт режимида боғланишларни бошқариш ҳисобланади. Ушбу масаланинг ечими реал вақтда мультимедиа хизматларини таъминлашда хизмат кўрсатиш сифатини бошқариш имконини беради. Таъкидлаш керакки, мультимедиа хизматларини тақдим этиш ва уларда хизмат кўрсатиш сифатини таъминлашга қаратилган ишлар бугунги кунда долзарб ҳисобланади. RTP/RTCP протоколларини мультимедиа хизматларини тақдим этишда таянч ҳисобланади ва ҳали ечилимаган ва асосланмаган бир қатор илмий масалаларга эга.

*Хулоса.* Мультимедиа тармоқларида RTP/RTCP боғланишларининг хусусиятларини таҳлил қилиш амалий томондан хизмат кўрсатиш сифатиши оширишга хизмат қилади. Асосий характеристикалар орқали хизматлар сифатини оширишда ушбу протоколларни қўллаш имконияти ва аҳамиятини баҳолаш мумкин.

Чунки барча турдаги реал вақт режимидаги алоқа хизматларини тақдим этишда RTP/RTCP боғланишларидан фойдаланилади. Улар бизга алоқа сифатини бевосита назорат қилиш ва бошқариш имконини беради. Бу эса талаб қилинадиган хизмат кўрсатиш сифатини таъминлашда муҳим ҳисобланади.

Тадқиқот натижалари телекоммуникация тармоқларидареал вақт режимида мультимедиа хизматларини тақдим этишда хизмат кўрсатиш сифат кўрсатишларини назорат қилишда кенг қўлланилади. Алоқа сифатини назорат қилувчи асосий технологик-дастурий ечимлар ҳисобланади. Уларни тўғри ташкил этиш тармоқларда мультимедиа хизматлари сифати ва сонини ошириш имконини беради.

## **AWG – BASED PACKET SWITCHING FABRICS ARCHITECTURES**

*F.A. Abdukodirov (FB TUIT student)*

*N.M. Juraev (FB TUIT)*

**Arrayed waveguide gratings (AWG)** are commonly used as optical (de)multiplexers in wavelength division multiplexed(WDM) systems. These devices are capable of multiplexing a large number of wavelengths into a single optical fiber, thereby increasing the transmission capacity of optical networks considerably. The AWGs are used to multiplex channels of several wavelengths onto a single optical fiber at the transmission end and are also used as demultiplexers to retrieve individual channels of different wavelengths at the receiving end of an optical communication network.

The AWG is used as it gives better performance than a normal space switch interconnection network, as far as insertion losses are concerned. This is due to the high insertion losses of all the high-speed all-optical switching fabrics available at the moment, that could be used to build a space switch interconnection network. Commercially available 40 channel devices have a channel spacing of 100 GHz and show an insertion loss of less than 7.5 dB. The connection of Transmission Spectrum with wavelength can be obviously seen in Figure 1.

The AWG central wavelength changes with temperature. Active temperature stabilization by a heater or Peltier cooler is often used, but it requires continuous power consumption of several watts and temperature control electronics. This can be avoided with an athermal design, with substantially reduced temperature sensitivity.

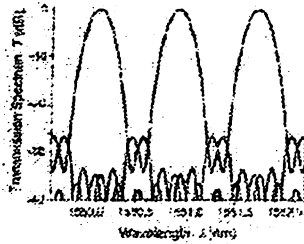


Figure 1

Among various targets of current AWG, here are some problems associated with this issue, like: crosstalk, blocking and phase correction. One of the difficulties in large-scale AWGs is crosstalk deterioration caused by phase errors arising from variations in the arrayed waveguide width, thickness, material composition, and stress. Because the influence of such errors increases with the size of the waveguide array, the effect can be severe for densely spaced AWGs. The crosstalk can be reduced by adjusting the phase delays in the individual arrayed waveguides, but this is rather tedious task. The phase can be measured for each waveguide of the array by low coherence interferometry. The phase correction can be achieved by ultra-violet-induced refractive index changes in the glass. All the waveguides are exposed at the same time by using a metal mask with different opening lengths over each waveguide that are proportional to the phase errors to be compensated. A typical AWG has a symmetric intensity distribution across the waveguide array, and as such its chromatic dispersion  $D$  is negligible. However in a practical AWG this symmetry is disturbed by phase and amplitude errors that are randomly distributed in the arrayed waveguides. This increases chromatic dispersion. Because the errors increase with decreasing channel separation, the chromatic dispersion increases similarly. One of the problems concern to AWG is blocking in a switching fabric. This issue can be reduced by the implementation of Tunable and Fixed wavelength converters (TWC and FWC opportunities). Recently, AWG devices made of polymeric materials have been gaining a great deal of attention because of their excellent particular features such as easier optical integrating, lower transmission loss and easier control of the refractive index, compared to other AWG devices. Prosperity of AWG is very bride, in the World is going on very great researches on this, and it will be implemented in Uzbekistan very soon, moreover it will vastly enhance the development of Uzbekistan.

Optical Packet Switching is a connection less networking solution which provides fine granularity and optimum band width utilization using the wavelength division multiplexing (WDM) techniques. All-optical packet switching which requires optical implementation of all the switching functions is still not technologically feasible. One of the reasons is the unavailability. Thus,

it is believed that in the next few years, hybrid technology, which utilizes the mature electronics for the control operations and optics for data transmission will be used. In OPS, data is transported from one node to another in the form of packets. These packets contain two distinct portions header and payload (information). At the intermediate nodes, header is processed electronically, while data (payload) remains in the optical form. One of the important aspects of photonic packet switching is contention amongst the packets which arise when more than one packet tries to leave the switch from the same output port, and it can be resolved by the buffering all but one contending packets. In the optical domain for the buffering of packets, fiber delay lines are used as an alternative to optical RAMs a practical optical packet switch should be able to route the packets from switch inputs to outputs through simple routing procedure with contention resolution. Optical loss, noise and crosstalk are the major factors which critically affect the performance of the optical packet switches and increase the BER. Additionally, reduction in components is necessary, because currently optical components are costly than their electronic counterparts. However, the low packet loss and fast speed of optical domain may well compensate the cost. The performance of the switch architectures strongly depends on these design issues. In past, various optical packet switch architectures have been proposed.

## **ВОЛОКОННО–ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ И ИНТЕРНЕТ**

*А.М. Абдуллаев (ГУИТ)  
Т.У. Нурмухамедова (ГУИТ)*

**Актуальность темы.** Спрос на скоростные телекоммуникационные технологии стал очевидным, когда потребление мобильных данных с 6-ю миллиардами пользователей по прогнозам к 2016 году вырастает до 40 трлн мегабайт. В результате сегодня телекоммуникационный мир работает с сетями передачи на скорости 100 G (100 Гбит/с).

Поэтому прогресс не стоит на месте и регулярно появляются сообщения о новых технологиях и достигнутых скоростях передачи информации на телекоммуникационных магистральных. В основном прогресс связан с развитием технологии передачи информации по современным волоконно-оптическим кабелям. Отсюда основой современных первичных телекоммуникационных сетей стала система оптической связи.

**Постановка задачи.** Создание оптических магистралей нового поколения, работающих на мультигигабитных и терабитных скоростях, потребовало разработки новой сетевой технологии - уплотненного волнового мультиплексирования (Dense Wave Division Multiplexing,

DWDM).

**Решение задачи.** В данной технологии волоконно-оптическая система передачи (ВОСП) передаёт информацию в оптическое волокно одновременно большим количеством световых волн-лямбд. При этом каждая волна представляет собой отдельный спектральный канал и несёт собственную информацию. Основными функциями электронного оборудования сети DWDM являются операции мультиплексирования и демультиплексирования. То есть происходит объединение различных волн в одном световом пучке, а затем выделение информации каждого спектрального канала из общего сигнала. Система передачи доставляет информацию до мест, где производится её адресная раздача. Основной характеристикой любой системы передачи является её полоса пропускания – непрерывный диапазон частот, для которого затухание не превышает заранее заданный предел. Ширина полосы пропускания в наибольшей степени влияет на пропускную способность системы передачи – максимально возможную скорость передачи данных в бит/сек., которая может быть достигнута в этой системе передачи. Если этот термин характеризует среду передачи, то он означает ширину полосы частот в герцах.

Особо следует отметить, что только технология DWDM выполняет операции мультиплексирования и коммутации световых сигналов без преобразования их в электрическую форму. Все другие типы технологий с использованием световых сигналов для передачи информации перед мультиплексированием и коммутированием преобразовывают их в электрические. Создание ВОСП DWDM потребовало разработки волоконно-оптических усилителей, непосредственно усиливающих световые сигналы в третьем окне прозрачности ОВ в диапазоне  $\lambda=1528-1565$  нм, что соответствует частотному промежутку 192-196 ТГц. Вся современная линейка оборудования ВОСП строится по простой схеме 10 G – 40 G – 100 G – 400 G – 1T - ...

При передаче по ОВ двоичного цифрового сигнала со скоростью, например, 10 G или 10 Гбит/сек. требуется полоса пропускания ~30 ГГц, что составляет меньше одного процента от полосы пропускания, равной 4 ТГц. Поэтому и возник новый принцип построения ВОСП-СР, названный DWDM. Стандартом ITU-T установлены частотные планы, определяющие значения центральных частот спектральных каналов в линейном спектре ВОСП-СР с шагом в 100, 50, 25, 12.5 ГГц. Использование волновых (частотных) мультиплексоров на основе оптических многослойных усилителей, работающих в вышеуказанном частотном диапазоне, а также сокращение шага между волнами, например, до 50 ГГц и 25 ГГц, позволяет увеличивать количество одновременно передаваемых длин волн до 80-160, т.е. обеспечивает передачу трафика со скоростями 800 Гбит/сек-1.6 Тбит/сек в одном направлении по одному ОВ. Появление оптических

усилителей, работающих в вышеуказанном диапазоне, а также сокращение шага между волнами позволило Huawei в 2012 году создать первую в мире систему магистральной передачи 400G DWDM с пропускной способностью до 20 Тбит/сек. по одному волокну на расстояние до 1000 км без промежуточной электрической регенерации. Система обладает самой высокой эффективностью, поскольку использовала минимальный шаг в 12.5 нм. Согласно последним новостям, специалисты Эйндховенского технологического института (Нидерланды) и Центрального Флоридского университета (США) разработали ВОСП-СР с пропускной способностью до 255 Тбит/сек. При такой скорости информация в 1 гигабайт будет передана за 31 микросекунды, а 1 терабайт за 0.03 сек.

Развитие сетей связи общего пользования (ССОП) до 2010 года осуществлялось на базе концепции сетей связи следующего поколения (NGN), которая предусматривала эволюционный переход от сетей с коммутацией каналов к сетям с коммутацией пакетов. К 2010 году пропускная способность каналов связи приблизилась к насыщению как из-за увеличения вычислительных мощностей мобильных терминалов и вычислительной емкости, работающих в них приложений, так и из-за достижения максимально возможной эффективности использования радиоспектра в технологиях LTE/LTE-A. Кардинальное увеличение пропускной способности сети можно было получить лишь за счёт расширения полосы частот, что и было сделано в технологии ВОСП DWDM. В NGN клиентская база – человек с его терминалом. Поэтому концепция NGN была рассчитана на обслуживание до нескольких миллиардов человек, с чем она прекрасно справляется.

С ростом пропускной способности сети в 1000 раз появилась новая возможность – возможность взаимодействия устройств между собой без участия человека. Теперь необходимость построить триллионную сеть, в которой клиентская база – вещи (устройства, приборы, базы данных и т.д.). Такая концепция получила название «Интернет вещей» (ИВ). Международный союз электросвязи (ITU-T) даёт следующее определение вещи: «Объекты физического мира (физические вещи) или информационного мира (виртуальные вещи), которые можно идентифицировать и интегрировать в сети связи» (Overview of Internet of Things, ITU-T, Geneva, 2012). Около 60 ти IT-компаний уже объединились для развития ИВ. Цель – разработка стандартов ИВ, чтобы устройства разных производителей могли передавать информацию друг другу. Уже в 2014 году техника, которая подключена к WWW могла передавать информацию другим устройствам и пользователям (холодильники, которые сообщают владельцу какие продукты скоро испортятся и что можно изготовить из оставшихся).

**Выводы.** Концепция ИВ – новый этап в развитии телекоммуникаций. Она требует изменить принципы построения сети,



создать новые протоколы, исследовать новые модели трафика, искать новые алгоритмы маршрутизации, ввести дополнительные метрики QoS и т.п.

Фундаментальными характеристиками концепции ИВ в соответствии с рекомендациями ПУ-Т являются:

1. Связанность – возможность любой вещи быть связанной с глобальной инфокоммуникационной сетью.

2. Обеспечение вещей услугами.

3. Гетерогенность-вещи, построенные на различных аппаратных, программных платформах и сетях, смогут взаимодействовать друг с другом.

4. Динамические изменения, при которых статус вещей может изменяться: спящий-активный, связан сейчас с сетью – не связан, число вещей, их местоположение. Поэтому в каждый момент времени будут случайными число узлов и взаимосвязей между ними, но всё это происходит при помощи самоуправления и самоконфигурации.

Примеры самоорганизующихся сетей:

а. всепроникающие сенсорные сети (USN);

б. сети для транспортных средств (VANET);

в. городские сети (NANET);

г. медицинские сети (MBAN).

Таким образом, ИВ становится самой перспективной технологией. Уже реализованы и реализуются проекты, как частными, так и госкомпаниями в сфере «умных» городов, горнорудной и нефтяной промышленности, торговли, здравоохранения и т. п. В Чикаго в сентябре 2014 г. прошёл всемирный форум по ИВ, так как в этом городе широко используется ИВ, большие данные и различные датчики для создания новых городских услуг, обеспечения прозрачности операций, оповещения МЧС, управления уличным движением и освещением, графика снегоуборки, борьбы с грызунами.

Предполагается, что число подключенных к Интернету устройств и машин в 2015 году составит 25млрд, а к 2020 году 50 млрд. В результате 99% физических объектов станут частями единой сети.

# МНОГОАГЕНТНЫЙ ПОДХОД ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССА САМООРГАНИЗАЦИИ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И СЕТЯХ

*Б.З. Абдухалилов (ФФ ТУИТ)*

Развитие всех сфер жизнедеятельности общества обусловило прогресс в области телекоммуникационных и информационных технологий. Расширение возможностей аппаратной базы привело к объединению разнородных технологии передачи в единую, мультисервисную сеть. Это позволило предоставлять пользователям различные виды сервиса, такие как: передача голоса, передача данных, мультимедийные услуги и многие другие с помощью одного канала связи.

Продвижение сверхширокополосной связи требует разработки принципиально новых устройств. Использование механизмов самоорганизации в данном случае представляет наибольший интерес, поскольку применение таких алгоритмов позволяет усовершенствовать существующие системы: снизить стоимость, удешевить обслуживание, повысить надежность. Создание таких устройств путем натурального моделирования и эксперимента является сложной, дорогостоящей и долговременной задачей, а в некоторых случаях натуральный эксперимент не реализуем. Обозначенные проблемы потребовали для своего решения привлечения математических методов в сочетании с имитационным моделированием и разработкой программ для ЭВМ.

Анализ современного уровня разработки информационных систем показывает, что актуальной становится задача разработки и интеграции специализированных программных агентов доступа к разнородным ресурсам, на основе реализации элементов адаптации, самоорганизации, мониторинга и оптимальной координации системы агентов, а также разработки многоуровневых интерфейсов пользователей, которые бы обеспечивали возможность произвольных запросов к ресурсам на естественном языке, с использованием визуализации пользовательских представлений, концептуальных, логических схем и на физическом уровне модели предметной области.

Создание современных средств автоматизации управления основано на постоянно развивающихся принципах построения системно-ориентированной приборной продукции, включающих: интеллектуализацию средств автоматике, открытость систем по программам и аппаратуре, использование сетевой архитектуры различной конфигурации, введение распределенности и децентрализации обработки информации, реализацию новых информационных технологий.

По оценкам специалистов, ожидаемый рост распространения компьютеризированных приборов на основе микропроцессоров вызовет

Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti

*В.Х. 1146*  
Axborot Resurs Markazi

огромный рост масштабов использования клиентов и серверов данных - для триллионов компактных устройств потребуются миллиарды серверов. Число, мобильность и отсутствие постоянного соединения с сетью приборов со встроенными микропроцессорами делают современные клиент - серверные и трехзвенные архитектуры непригодными для поддержки таких устройств. У многих из них будет отсутствовать пользовательский интерфейс и не будет возможности наличия администратора баз данных - они должны быть легко конфигурируемыми, самоуправляемыми, безопасными и надежными. У баз данных "разумных приборов" не будет администраторов, они должны быть самонастраиваемыми. "Разумные приборы" должны приспосабливаться к изменению условий.

Применение интегрированной многоуровневой модели данных и средств доступа к различным уровням позволит значительно повысить ее приспособленность к настройкам на конкретные предметные области и обеспечить выполнение требований по скорости доступа для различных приложений информационных систем.

Другой проблемой, связанной с ростом информационного пространства, является противоречие между ограниченными психофизиологическими возможностями людей по восприятию и переработке информации и необходимостью обработки, анализа, принятия решений и обучения на основе очень больших (и продолжающих увеличиваться) объемов данных.

В таких работах надо проанализировать несколько определений самоорганизации в комплексных системах. Чтобы исследовать самоорганизацию в разных системах и сетях предлагается схема, которая описывается наподобие определение по М. Бушеву. В этом случае внешние воздействия влияют на распределенную систему и могут запускать механизмы самоорганизации. Отличие этой схемы – внимание нацелено на внутренний процесс самоорганизации, который происходит между распределенными интеллектуальными агентами. Механизмы и свойства СО могут быть следующие:

- Обучение/самообразование агентов, в этом случае агенты адаптируются на основе какого-либо состояния системы;
- Интеграция информации между агентами, агенты обмениваются знанием и интегрируются;
- Взаимодействие агентов, это отношения между агентами, такие, как рефлексивность/антирефлексивность, симметричность/асимметричность, антисимметричность и транзитивность.

Проанализировав выше упомянутыми мнениями можно понять, что внедрение самоорганизации в систему или сетю нужно найти подходы и

методы для реализации и исследования, это в своё очередь является сложным процессом.

## **ТЎЛИҚ ОПТИК ТАРМОҚЛАР (ALL OPTIC NETWORKS): ОПТИК КОММУТАТОРЛАР ВА УЛАРНИНГ ТУРЛАРИ.**

*Б. З. Абдухалилов (ТАТУ ФФ)  
С. И. Алиев (ТАТУ ФФ талабаси)*

Ахборот коммуникация технологияларини ривожланиши ахборот технологиялари ва телекоммуникация технологиялари ўртасида ўзаро конвергенцияни юзага келтирди. Бу эса ўз навбатида телекоммуникация тармоқлари орқали кўплаб хизматларни тақдим этиш ва уларни қўллаш каби муаммоларни ечимларини топиш учун туртки бериб, кенг полосали тармоқларни ривожлантириш заруриятини тугдирди.

Кенг полосали тармоқлар ўзининг юзага келиш моҳиятидан мултисервис хизматларни тақдим этишга қаратилган. Кенг полосали тармоқлар ҳақида гап юритар эканмиз кенг полосали оптик тармоқларда қўлланиладиган технологияларни алоҳида таъкидлаб ўтиш жоиз. Хусусан, оптик толали алоқа линияларида қўлланилувчи оптик коммутаторларни эслаб ўтиш жоиз. Оптик коммутаторлар бу – оптик линиялар орқали узатилаётган оптик нурнинг бирор бир физик параметрига мос равишда коммутацияни таъминловчи қурилма.

Оптик коммутатор – бу тўлиқ оптик тармоқларда масштабийликка эга архитектураларни куришда энг муҳим элемент ҳисобланади. Оптик коммутаторлар камида икки чиқишга эга конструкцияли бўлиши зарур. Ушбу коммутаторларни асосий параметрлари қуйидагилар:

- Узиб-улаш тезлиги;
- Юкланишларни бошқариш;
- Туташувлардаги шовқинлар;
- Зичлаштиришдаги шовқинлар.

Айни пайтда турли хил оптик коммутаторлар қўлланилади. Хусусан:

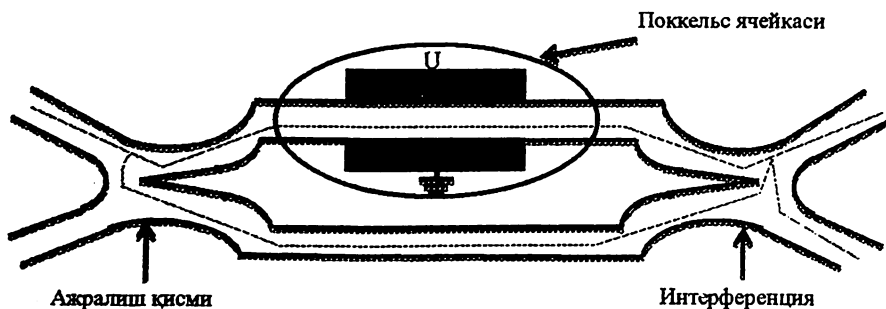
- ✓ Йўналтирувчи тармоқлагичли;
- ✓ Кўприкли балансланган интерферометрли;
- ✓ Тўлқин узунлиги бўйича ажратувчи коммутаторлар.

Оптик коммутаторлар иш фаолиятида материал нур синдириш кўрсаткичининг ўзгаришига электр майдон кучланганлик таъсирига пропорционал чизиқли Шоккелс электр оптик эффекти қўлланилади. Мультиплексорлаш ва демюльтиплексорлаш тизимларининг қурилмалари тўлқин узунлиги филтри ва оптик коммутаторлар умумий у ёки бу интерференцион эффект ўзаро ўхшашликни кўрсатади. Бу ҳолатни оддий 4 полюсли тақсимловчи коммутатор мисолида кўриш осон (1-расм).

Биринчи оптик толадан берилган  $U_1$  интенсевликка эга нурланиш иккинчи оптик тола туташган қисмдан иккинчи толага ўтади. Чизикли алоқа коэффициенти  $K$  толалар параметрига (ўзак ва қобик нур синдириш кўрсаткичлари мос равишда  $n_1$  ва  $n_2$ ),  $\lambda$  толалар орасидаги ораликқа боғлиқ.

$$\Delta\beta = 2\pi(n_1 - n_2)/\lambda$$

Бу ерда  $n_1, n_2$  – оптик толанинг қобик ва ўзақларининг нур синдириш кўрсаткичлари. Оптик толанинг устки, қуйи ёки ён томонларидан жойлаштирилган юк электр кучланишни бериб турувчи, чизикли электро оптик фазавий созлагич (Поккельс эффекти бўйича). Бундай ёндашув орқали турли фазага эга бўлган оптик нурларни у ёки бу йўналиш бўйича йўналтирилади.



1-расм. Поккельс эффекти бўйича коммутацияловчи оптик оддий 4 полвосли тақсимловчи коммутатор.

X типдаги тақсимловчи йўналтиргичларда киришдаги оптик нурни чиқиш қисмининг электрооптик созлагич орқали  $U$  кучланиш берилиб, нурнинг интерференцион хусусиятига таъсир кўрсатилади ва оптик нурларни турли йўналишлар бўйича тақсимланади (йўналтирилади). Бу жараёнда ўз навбатида нурларнинг фазасига бевосита таъсир этилади.

Турли олимларнинг олиб борган тадқиқот натижаларининг таҳлили шуни кўрсатадики, агар маълум бир интерференцион шароитда йўналтирилган оптик нурнинг фазаси бўйича тақсимланиш юзага келади, акс ҳолда оптик нур чиқишдаги бошқа йўналиш бўйича тақсимланади.

Юқорида келтирилган фикрларни ҳисобга олган ҳолда, тўлиқ оптик тармоқларни (All Optic Networks) таҳлил қилиш, кенг полвосли технологияларни киритиш ва уларнинг таркибий қурилмаларини лойihalаштиришда турли мультисервис хизмаларнинг сифатини оширишга қаратилган қурилмавий жиҳатдан ечимларни топиш, оптик толада узатилувчи сигнал кувватини тақсимлаш алгоритмини ва

реализация сини оптимальны варианты тарихи тадқиқ этишга ва уларнинг амалиётдаги ўрнини аниқлашга муҳим тўртки бериб, ўз навбатида долзарб масала ҳисобланади.

## **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИНТЕРНЕТА**

*А.А.Ахмедходжаев (МТУСИ магистр)*

Предпосылкой для развития оптического Интернета, является появление новых услуг, интерактивное IPTV, HDTV (HighDefinitionTelevision), видео по запросу (VoD), 3D ТВ, телемедицина, видео конференц-связь нескольких участников и остальные приложения, которые требуют значительную емкость. Данные услуги являются главными двигателями развития следующего поколения сетей доступа, которые могут удовлетворить нарастающим требованиям к скорости передачи. Учитывая ограничения существующей сегодня медной пары, нет возможности всем парам в одном кабеле присвоить какую-то технологию DSL, потому, что в такой ситуации взаимно побочные эффекты (переходные явления) между парами будут слишком большими, дополнительно ограничивая диапазон и качество передачи.

По прогнозам, в ближайшие несколько лет, гораздо увеличится количество пассивных оптических сетей (PON) с преобладающей системой GPON (Gigabit Passive Optical Network) в качестве оптической технологии доступа. Остальные технологии, в том числе BPON (широкополосный PON) и EPON (Ethernet PON) на следующих годах будут присутствовать на рынке, но их наращивание будет гораздо меньше.

В настоящее время при помощи GPON технологии стало возможным обеспечить доступ в Интернет на скорости более 1,5 Гбит/с. Протяженность оптоволоконного кабеля может достигать 20 км. При этом ведутся разработки, которые позволят увеличить это расстояние до 70 км. Технология основывается на стандарте G.984.4, который постоянно совершенствуется для добавления новых сервисов и интерфейсов в систему PON. Из недостатков следует выделить дороговизну этой технологии.

Существует ряд причин по которым следует применить технологию GPON:

- Главными преимуществами GPON являются высокая скорость передачи данных и малое энергопотребление, широкий диапазон приложений и услуг, и считается особенно удобным для видео и ТВ услуги.

- GPON применяется в разных сетевых архитектурах: в комбинации с

VDSL2 (VeryhighspeedDigitalSubscriberLine 2) в архитектуре FTTC (оптика до микрорайона) или в архитектуре FTTH (оптика до дома) для абонентского доступа.

Развитие и стандартизация системы GPON предоставляет новые возможности для будущих широкополосных сетей доступа и услуг. Следующим шагом в эволюции GPON является увеличение скорости передачи от имеющейся 2,5 Гбит/с до 10 Гбит/с на входящем направлении и с 1,5 Гбит/с до 2,5 Гбит/с в исходящем направлении.

Многие операторы и производители оборудования считают, что долгосрочно технология WDM-PON (Wavelength Division Multiplexing – Passive Optical Network) будет, самой подходящей технологией для пассивных оптических сетей, использующий волновую сетку DWDM для размещения большого количества параллельных высокоскоростных каналов поверх одной структуры PON. WDM-PON предлагает альтернативу схеме передачи, основанной на разделении во времени, как в GPON, схемой, где каждый ONT передает и принимает данные на определенной длине волны. Типичная архитектура WDM-PON будет заменять пассивные сплиттеры на волновые селективные фильтры, которые часто реализованы как решетка на основе массива волноводов (Arrayed Waveguide Grating - AWG). Основные преимущества WDM-PON:

- пользователю предоставляется выделенная полоса (нет распределения на конкурентной основе);

- сигналы абонентов физически изолированы;

- эффективно используется волокно (до 64 абонентов на волокно, как и в GPON);

- возможно значительное увеличение дальности связи (используя AWG с низкими потерями вместо неэффективных с точки зрения потерь сплиттеров при стандартном для GPON бюджете в 28 dB, можно подключать абонентов на расстоянии порядка 80 км).

Основной недостаток WDM-PON — высокая стоимость, так как требуются узкополосные передатчики, излучающие на заданной длине волны. Это особенно критично для абонентских устройств ONT, так как их стоимость напрямую влияет на стоимость абонентской линии. С одной стороны проблема частично решается за счет унификации и уменьшения типов аппаратных компонент в оконечных устройствах (например, использование настраиваемых на заданную волну лазеров), с другой — без оснований можно надеяться, что через несколько лет к моменту выхода стандарта стоимость оптических компонент для WDM-PON будет значительно ниже нынешнего уровня.

# ANALYSIS OF RANDOM DIGITAL CODE USING OCDMA SYSTEMS

*Begmatov Sh.A. (TUIT student)*

*Jalilova S.H. (TUIT student)*

There are some features which make OCDMA technology to be an attractive solution for next-generation of broadband communications. The principle of OCDMA multiplexing leads to support of a larger channel count than other techniques, allows asynchronous transmission with efficient access and enhances information security potentially in the network. Moreover, simpler and cheaper configurations can be implemented and produced based on employing incoherent sources. OCDMA's robustness in hostile conditions can be provided by using well-designed special codes with fair division of bandwidth. Many codes have been proposed for OCDMA such as Optical Orthogonal Codes (OOCs), prime codes and Modified Frequency Hopping (MFH) codes. We are going to present Random diagonal code in the following paragraphs.

Arrayed waveguide gratings (AWG) have been employed to construct a spectral-amplitude-coding (SAC) OCDMA system. Many OCDMA strategies have been proposed, where one of the major concerns of designing Random diagonal (RD) code sequences is MAI because the performance of such system is usually interference limited. However, due to the characteristics of optical signals, in the direct detection OCDMA system the signature sequence consists of unipolar (0, 1) sequences. We denote a code by  $(N, W, \lambda)$ , where  $N$  is the code length,  $W$  is the code weight, and  $\lambda$  is in-phase cross correlation. Let us define

$$\lambda = \sum_{i=1}^N x_i y_i$$

as the in phase cross correlation of two different sequences  $X=(x_1, x_2, \dots, x_N)$  and  $Y=(y_1, y_2, \dots, y_N)$ . When  $\lambda=1$ , it is considered that the code possess ideal in phase cross correlation. The design of this new code can be preformed by dividing the code sequence into two groups, which are code segment and data segment.

Step 1: data segment: let the elements in this group contain only one "1" to keep cross correlation zero at data level ( $\lambda = 0$ ). This property is represented by the matrix  $(K \times K)$  where  $K$  will represent number of users. These matrices have binary coefficient and a basic Zero cross code (weight=1) is defined as  $[Y_1]$ . For example, three users ( $K=3$ ),  $y(K \times K)$  can be expressed as

$$[Y_1] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

where  $[Y_1]$  – consists of  $(K \times K)$  identity matrices. Notice, for the above expression the cross correlation between any two rows is always zero.



Step 2: code segment: the representation of this matrix can be expressed as follows for W=4:

$$[Y_2] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & : & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & : & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & : & 1 & 0 \end{bmatrix},$$

where  $[Y_2]$  consists of two parts -weight matrix part and basics matrix part. Basic part  $[B]$  can be expressed as:

$$[B] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

And weight part called M matrix can be expressed as:

$$[M] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix},$$

which is responsible for increasing number of weights. Let  $i = (W-3)$  and  $M_i =$

$$[M_i] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix},$$

where  $i$  represents number of  $M_i$  matrix on matrix  $[M]$ , given by

$$[M] = \langle M_1 M_2 M_3 \dots M_i \rangle$$

For example, if W=5, from equation 1,  $i=2$ , so that  $[M] = \langle M_1 | M_2 \rangle$

$$[M] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Notice that to increase the number of users simultaneously with the increase of code word length we can just repeat each row on both Matrixes  $[M]$  and  $[B]$ . For  $K^{th}$  user matrix  $[M]$  and  $[B]$  can be expressed as

$$[M^{(k)}] = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ a_{j1} & a_{j2} \end{bmatrix} \quad [B^{(k)}] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{j1} & a_{j2} & a_{j3} \end{bmatrix}$$

where  $j$  represents the value for  $K^{th}$  user ( $j=1,2,\dots,K$ ), and the value of  $a_j$  is either zero or one. The weights for code part for both matrix  $[M]$ ,  $[B]$  are equal to W-1, so the total combination of code is represented as  $(K \times N)$  where  $K=3$ ,  $N=8$ , as given by  $[Z]$ ,  $[Z] = [Y_1 | Y_2]$

$$[Z] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & : & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & : & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & : & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix},$$

From the above basic matrix  $Z$ , determine the number of users ( $K$ ) and the code length ( $N$ ), as given by ( $K \times N$ ) matrix. Notice that the code weight of each row is equal to 4, and the relation between  $N$  and  $K$  for this case ( $W=4$ ) can be expressed as  $N=K+5$ . As a result we can find that for  $W=5, 6,$  and  $7$  code, word length  $N$  can be expressed as  $K+7, K+9$  and  $K+11$  respectively. As a result the general equation describing number of users  $K$ , code length  $N$  and code weight  $W$  is given as  $N = K + 2W - 3$ .

Finally, using the properties of RD code, the SNR for RD code is derived mathematically as follow:

$$SNR = \frac{\left( \frac{2\mathfrak{R}P_{sr}W}{N} \right)^2}{\frac{2eBWP_{sr}\mathfrak{R}}{N} + \frac{B\mathfrak{R}^2P_{sr}WK}{2N^2\Delta V}(K-1+W) + \frac{4K_B T_n B}{R_L}}$$

where,  $\mathfrak{R}$ -represents photodiode responsively,  $P_{sr}$ -effective power at receiver,  $e$ -electron charge,  $B$ -electrical equivalent noise band-width of the reciver,  $K_B$ - Boltzmanns constant,  $T_r$  - Temperature of receiver noise,  $R_L$  - load resistance. The Bit-Error Rate (BER) can be calculated using Gaussian approximation

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{SNR}{8}}$$

New code families are constructed for spectral-amplitude coding optical code division multiple access, called random diagonal code for spectral amplitude coding optical code division multiple access networks. Random diagonal code is constructed using code level and data level. One of the important properties of this code is that the cross correlation at data level is always zero. We find that the performance of the random diagonal code will be better than modified frequency hopping and Hadamard code. It has been observed through theoretical calculation that bit-error rate for random diagonal code perform significantly better than other codes.

## **ОТРИЦАТЕЛЬНО НАВЕДЁННЫЕ СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ПРИ ТЕМПОРАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ЛАЗЕРНЫХ ФОСФАТНЫХ СТЁКОЛ, СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ ПЕРЕМЕННОЙ ВАЛЕНТНОСТИ $[Ce^{3+}, Ce^{4+}]$**

*Ф.К. Бекмуродов (ТУИТ СФ)*

*Ш.Л. Рахманова (ТУИТ СФ студентка)*

Возможность использования кислородосодержащих стёкол в качестве метаматериала для квантовой электроники, дозиметрии ионизирующего излучения и компьютерной технологии нанометрического диапазона нацелило нас продолжать логику работы относительно

Для решения этой задачи были изучены ряд источников, опубликованных в открытой печати. В результате были сделаны следующие заключения.

Несанкционированное воздействие злоумышленника имеет различные цели. Например, нарушение целостности передаваемых данных, перехват данных во время передачи, подслушивание, вставка фальшивого трафика с целью мошенничества, задержка передаваемой информации.

К настоящему времени разработаны и используется несколько способов реализации несанкционированных воздействий со стороны злоумышленника:

- снятие части мощности оптического сигнала;
- воздействия на информационные сигналы с помощью сигналов злоумышленника, входящих в их спектр.

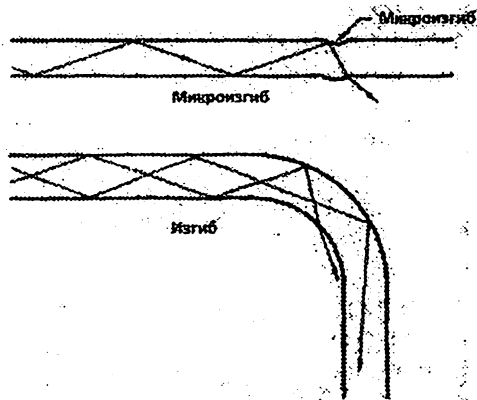
Эти виды воздействий легко реализуемы за счет уже имеющихся технологий.

Снятие части мощности оптического сигнала передаваемого по волокну осуществляется благодаря тому, что из волокна, при определенных условиях, могут иметь место излучения части мощности сигнала. Это происходит, например: при микроизгибах, макроизгибах (см. рисунок) и местах сварки волокон.

Поэтому при строительстве и монтаже оптических линий необходимо принимать соответствующие меры с целью к сведению к минимуму числа изгибов и улучшению сварочных операций.

За счет макроизгиба можно добиться преобразования направляемых мод в вытекающие, что приведет к выводу части мощности оптического волокна за пределы оболочки. Тем самым злоумышленник получит несанкционированный доступ к сигналу.

“Подслушивание” осуществляется злоумышленником путем ответвления части оптической мощности сигнала, передаваемого по волокну или проходящий через оптический разветвитель. “Подслушивание” производится и с помощью оптических телефонов, которые позволяют организовать связь на дальних расстояниях по оптическому волокну без нарушения целостности последнего при помощи “оптических прищепок”. Оптическая прищепка за счет изгиба волокна позволяет как вводить, так и выводить оптический сигнал.



Потери части мощности оптического сигнала, передаваемого по волокну

В этой связи важное значение имеет использование методов определения несанкционированных воздействий путём применения устройств диагностики и контроля, а также использование метода передачи контрольных сигналов и состояния соединений.

Для контроля технического состояния оптических линий (волокон) широко используются рефлектометры с помощью которых выявляются место неоднородности волокна, потери мощности сигнала и другие отклонения от штатного режима технического состояния волокна.

В докладе подробно рассматриваются методы определения несанкционированных воздействий на волоконно-оптические линии связи и меры, которые должны быть приняты в процессе строительства волоконно-оптических линий с предотвращением (или хотя бы усложнения) доступа злоумышленников к ним.

Важным выводом, который следует из доклада является серьёзное изучение и анализ состояния безопасности всей оптической сети связи и принятие эффективных мер (если это потребуется) по её информационной и физической безопасности.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОПТИЧЕСКОГО CDMA И ОПТИЧЕСКОГО CDMA С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WDM

*А.Р.Гафуров (магистрант ТУИТ)*

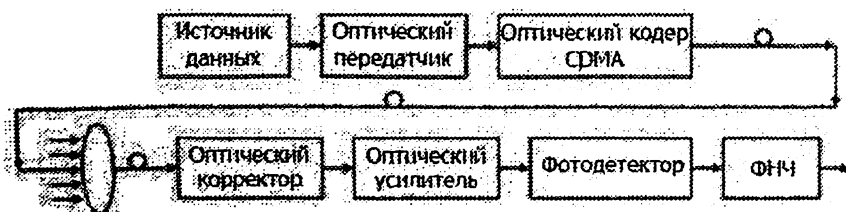
Актуальность темы и постановка задачи

Мы живем в мире, в котором все отрасли жизни развиваются. Сфера телекоммуникаций не исключение. Абсолютно все операторы данного направления развиваются, закупают новые технологии, новое оборудование. Все это делается с одной только целью - удовлетворить потребности абонентов. Именно абоненты являются той движущей силой развития отрасли телекоммуникаций. Они требуют все больше и больше качества, все больше и больше скоростей, услуг и защиты своей информации. Именно из-за этого создаются и развиваются различные виды технологий и методов доступа.

Пути решения задачи

Наиболее распространенный на сегодняшний день множественный метод доступа для современных пассивных оптических сетей - это множественный доступ с временным разделением (TDMA), но в последнее время увеличился интерес к использованию множественного доступа с разделением по длине волны (WDMA) и оптического множественного доступа с кодовым разделением (OCDMA).

В оптических сетях связи с применением технологии кодового разделения абонентов CDMA характерна пакетная передача данных, как и в радиосетях. Ряд общих принципов кодового разделения абонентов остается таким же, как в радиоканале, однако, имеется ряд отличий: во-первых, волоконно-оптический канал распространения оптических сигналов, во-вторых, используются другие методы модуляции, в-третьих, наряду с известными кодовыми последовательностями применяются последовательности, специфичные для оптического канала, в-четвертых, элементная база оптических сетей CDMA (OCDMA) иная, чем в радиоканале. Для OCDMA не требуется управление временем и частотой, так как все пользователи передают информацию используя всю полосу пропускания. На рис. 1 представлена схема OCDMA сети, включающая оптический передатчик, кодер CDMA, коррелятор и фотодетектор.





необходимы ортогональные кодовые последовательности и специальные меры обработки при приеме, а также использование амплитудного ограничителя интенсивности входных сигналов.

## СИСТЕМА ОХРАНЫ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К MSAN

*О.Р.Дехконов (ГУИТ магистрант)*

**Актуальность темы.** Современная телекоммуникационная среда диктует необходимость постоянного улучшения и модернизации сетей, особенно ввиду появления новых коммерческих услуг и оптимизации эксплуатационных расходов. Для обеспечения соответствия существующим и будущим требованиям разрабатываются мульти-сервисные узлы абонентского доступа (Multi-Service Access Node - MSAN).

**Постановка задачи.** В соответствии с увеличением количества и качества услуг, предоставляемых абонентам, вопрос своевременного определения и восстановления целостности распределительной сети становится ещё более актуальной.

В связи с этим предлагается следующий способ контроля целостности распределительных кабелей на примере расположения MSAN.

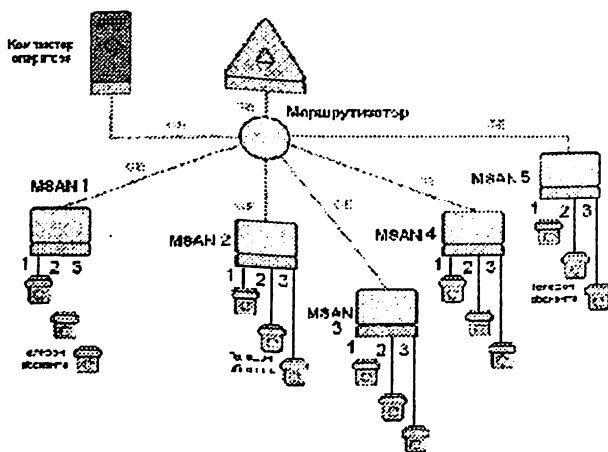


Рисунок 1. Сема соединения MSAN

На данном рисунке 1 показана схема соединения на примере пяти MSAN с тремя распределительными кабелями, идущим к абонентам телефонной

ети. Так как количество номеров устанавливаемые на контроль не имеет существенного значения, рассмотрим на примере трёх распределительных кабелей.

**Решение задачи.** На компьютере оператора устанавливается предлагаемая программа “СИРЕНА”. Программа предназначена для тестирования на станции SI3000 производства “Iskratel” и поэтому могут встречаться названия шат и оборудования данной станции.

Подробное описание инсталляции программного обеспечения дано в инструкции по установке программы. По завершении установки программы необходимо определить соответствующие MSAN, и номера телефонов которые будут контролироваться программой. Заполнить данные по каждой MSAN в соответствии с требованиями базы данных программы (номер MSAN, её адрес, ориентир, Каждая плата аналоговых абонентских линий (POTS) содержит 64 телефонных номера. На каждом MSAN при минимальной конструкции 20-ти слотовая конструкция. Имея 15-19 плат POTS можно контролировать 15-19 распределительных кабелей подключая по одному абоненту от каждой платы. При необходимости большего количества контроля распределительных кабелей с данной MSAN возможно подключение нескольких номеров с одной платы, но не более 4-х, что может замедлить цикл измерений программой контроля на 5-10 секунд на каждый дублированный номер платы.

Например, MSAN 1 содержит 10 плат POTS со следующими IP – адресами и номерами телефонов как показано в таблице:

№ п/п	IP-адрес	Номера с	По номер	Выбран	Порт
1	100.127.116.52	7420000	7420063	7420009	10
2	100.127.116.53	7420064	7420127	7420070	7
3	100.127.116.54	7420128	7420191	7420135	8
4	100.127.116.55	7420192	7420255	7420250	59
5	100.127.116.56	7420256	7420319	7420300	45
6	100.127.116.57	7420320	7420383	7420365	46
7	100.127.116.58	7420384	7420447	7420398	15
8	100.127.116.59	7420448	7420511	7420505	58
9	100.127.116.61	7420512	7420575	7420515	4
10	100.127.116.62	7420576	7420639	7420601	26

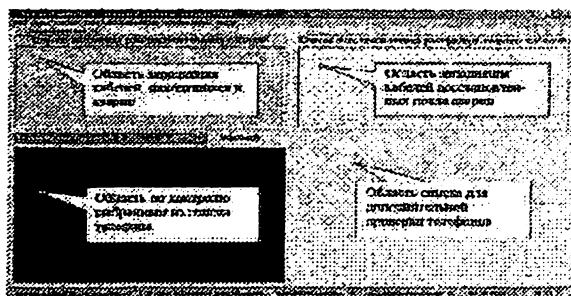
На распределительной коробке (РК оконечном устройстве распределительного кабеля), на абонентскую пару подключается сопротивление номиналом 80-120 кОм. Данный элемент создаёт искусственный шлейф контролируемой пары.



Программа выполняет обход и измерение каждого введённого в базу данных телефонного номера и сопоставляя с пороговым значением анализирует состояние линии. В зависимости от количества контролируемых кабелей программа самостоятельно выбирает необходимое количество одновременных соединений с платами POTS. То есть при 150 контролируемых распределительных кабелях создаётся 32 измерительных канала. Это означает что программа производит одновременно 32 измерения в течении 15- 25 секунд. Поэтому обход одного цикла будет производиться примерно за (25 секунд x 5) 125 секунд или 2 минуты.

Если телефон находится в разговорном режиме или режим отправки вызова, то программа регистрирует что телефон занят и считает кабель целым. В случае превышения порогового значения сопротивления шлейфа более 200 кОм программа оповещает оператора звуковым сигналом. В журнале аварий регистрируется как дата, время и величина измеренного сопротивления шлейфа при нарушении линии так и при восстановлении.

### Скриншоты программы и пояснения к ним



Общий экранный вид при загрузке программы. В верхней части экранной формы, имеется меню выбора по заполнению или редактированию данных по MSAN, выбор по заполнению или редактированию данных по номеру телефона, Получение отчётов по отдельному MSAN или по всем вместе, а также отчет по отдельному кабелю или по всем за выбранный оператором период в формате Word непосредственно для печати на принтер.

В нижней части экрана отображается информация о количестве введённых в базу данных номеров. «Из них активных» отображает количество номеров которые оператором допущены к проведению контроля. «Неактивных» - номера телефонов, которые отмечены оператором как временно отключенные от программы контроля.

Далее следуют текущие дата и время компьютера.



Участок экранной формы, где можно наблюдать процесс измерения конкретно выбранного телефона. Напряжение мВ, а сопротивление в Ом(ах).

**Выводы.** В настоящее время часто наблюдаются случаи разрыва, повреждения и кражи сетевых кабелей связи. В данной статье рассмотрен новый метод контроля состояния кабелей связи с помощью компьютерной программы.

## **ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОЛС В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Дудюк С.Н. (ТУИТ)  
Нуштаева О.Х. (ТУИТ)*

На сегодняшний день диагностика является одним из основных инструментов обеспечения длительной и безаварийной эксплуатации ВОЛС.

Компания «Узтелеком», крупнейший национальный оператор телекоммуникаций, охватывает сетью всю территорию республики. Обширная, распределенная в пространстве инфраструктура, состоит из различного рода оборудования, линейно-кабельных и гражданских сооружений. В составе компании работают 22 филиала, из них – 14 региональных, 8 специализированных и 3 дочерних предприятия. Сетевая структура расширяется за счет введения волоконно-оптических сетей.

Трасса ВОЛС достаточно часто проходит в сложных условиях:

- по участкам с эрозийными процессами (овражная эрозия, плоскостной смыл, оползни сползания и оползни по обвальному типу, солифлюкция и др.);
- по участкам с морозным пучением, паводочным подтоплением,
- по участкам с повышенной сейсмичностью, активным тектоническим разломам.

Большая протяженность кабельных линий, различные природные условия эксплуатации дополнительно повышают риски возникновения аварийных ситуаций.

Это предъявляет особые требования к обеспечению надежности и, в первую очередь, к системам и методам контроля параметров их технического состояния. Мониторинг технического состояния объектов является основой их безопасного функционирования.

Руководством компании «Узбектелеком» принято решение о создании системы централизованного учета поступающей информации об объектах с привязкой к геоаннм, обеспечивающей дополнительными внутренними автоматизированными аналитическими службами целевые

подразделения.

Мониторинг пространственно-временного распределения (динамики) механических и тепловых нагрузок предназначен для предупреждения чрезвычайных происшествий техногенного или природного характера в строительных сооружениях на всех стадиях развития аварийного события: от начальных деструктивных изменений, появления недопустимой деформации, перемещения, перегрева вплоть до разрушения объектов

При мониторинге осуществляется контроль процессов, протекающих в ВОК и окружающем грунте в целях раннего обнаружения негативного изменения их напряженно – деформированного состояния, которое может привести к переходу объектов в аварийное состояние.

В системе мониторинга технического состояния ВОЛС осуществляется контроль влияющих факторов:

- сейсмических и тектонических событий;
- напряженно-деформированного состояния кабеля;
- температур и деформаций грунтов в наиболее опасных местах.

Цели и задачи сейсмического мониторинга:

– контроль и регистрация геомеханических (сейсмических) процессов и степени активности тектонических разломов, в реальном масштабе времени;

– выдача информации для принятия решения по обеспечению безопасной эксплуатации газопровода и снижения количества аварийных ситуаций.

Основные параметры определяемые подсистемой сейсмического мониторинга:

- координаты сейсмического явления определяют местоположения источника сейсмических колебаний;
- время возникновения сейсмического события;
- энергия сейсмического события относится к динамическим характеристикам очага землетрясения.

Геодинамический мониторинг обеспечивает непрерывную регистрацию вертикальных и горизонтальных движений земной поверхности посредством производства измерений GPS/ГЛОНАСС/Galileo-приемниками на потенциально опасных участках (активные тектонические разломы, косогоры, оползни, размывы и т.д.)

Объектами геотехнического мониторинга являются:

- участки кабельной трассы при переходах через активные тектонические разломы;
- участки кабельной трассы в зонах сейсмической активности.

Целями геотехнического мониторинга являются:

- производство измерений продольных и поперечных деформаций участка кабеля в непрерывном режиме с определением координаты;

- контроль деформаций прилегающего к кабельной трассе грунта;
- формирование и передачу сигнала о превышении установленных пороговых значений продольных деформаций кабеля.

Функции подсистемы мониторинга:

- измерение механических напряжений кабеля;
- передача данных от контрольно – измерительных пунктов на сервер системы мониторинга;

- создание текущих архивов на сервере;
- вычисление процента запаса прочности кабеля.

Целями подсистемы мониторинга являются:

- обеспечение безопасности эксплуатации ВОЛС за счет организации постоянного контроля состояния потенциально опасных участков, автоматического обнаружения предаварийных и аварийных ситуаций;

- уменьшение вероятности возникновения аварийных ситуаций на контролируемой территории.

Мониторинг необходим для:

- определения мест первоочередного анализа состояния кабеля;
- получения доказательств, что авария (отказ) произошел в силу обстоятельств непреодолимой силы;

- предупреждения развития опасных природных процессов;
- проведения профилактических мероприятий и т.д.

Геотехнический мониторинг позволяет:

- визуализировать процессы подсистем мониторинга на одном месте;
- интегрировать подсистемы в единую сеть;
- обеспечивать обмен информацией с другими системами;
- выводить данные оперативному диспетчеру;
- создавать банк данных мониторинга.

Моделирование различных режимов эксплуатации ВОЛС позволяет:

- выявить наиболее нагруженные узлы;
- определить местоположения зон и оптимизировать количество датчиков деформации / напряжения;

- сформировать технические требования к системам регистрации, обработки, отображения и документирования, включая хранение данных контроля напряжений /деформаций, выполняемого в режиме реального времени, системы мониторинга.

Использование системы мониторинга позволит повысить уровень безопасности эксплуатации ВОЛС, обеспечит возможность формировать адекватные управленческие решения, например, в случаях:

- достижения оптимизации технологических режимов;
- обеспечения безопасности эксплуатации в случае нештатных ситуаций;

- прогнозирования, при оценках срока безопасной эксплуатации;

- планирования диагностических и ремонтных работ.

Техническое диагностирование кабельных линий и их элементов должно производиться различными методами и средствами с учетом их значимости.

При разработке обоснованной стратегии диагностирования необходимо учитывать:

- интенсивность процессов старения (коррозии, усталости, накопления повреждений и т.д.) системы;
- характер и степень изменения проектного положения на отдельных участках кабельной трассы;
- бесперебойность работы основных, вспомогательных и обслуживающих систем и оборудования;
- наличие геологических процессов: оползней, эрозии, пучения, сейсмичности и других;
- перспективы развития и реконструкции сети.

Мониторинг обеспечивает оптимальное с точки зрения стоимости решение задач автоматического обнаружения, локализации и индикации на физической схеме и географической карте отклонений характеристик СПИ, позволяя минимизировать время устранения нарушений и прогнозировать возможные нарушения в будущем.

## **СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ**

*Жуманазаров У.У. (студент ТУИТ)*

Техника измерений в оптических системах связи базируется на нескольких основных методах с использованием ряда универсальных приемов и ограниченного перечня измерительного и вспомогательного оборудования. Большинство измерительных задач связано с определением уровней мощности оптического излучения на выходах передающих и входах приемных оптических модулей (ПОМ и ПрОМ соответственно), определением мест неоднородностей, а также мест и характера повреждения ОК.

Для этих целей используют средства измерений в состав которой входят: оптические измерители мощности, стабилизированные источники сигнала, измерители потерь в ВОЛС, переменные оптические аттенюаторы, оптические рефлектометры.

Оптические измерители мощности (Optical Power Meter - OPM) используются при определении затухания ОК совместно со стабилизированными источниками сигнала. К числу основных параметров OPM относятся: тип детектора, рабочая длина волны, динамический

диапазон, разрешающая способность, возможность применения оптических разъемов различных типов.

Основные характеристики ОРМ различных фирм.

В качестве оптического детектора могут быть применены фотоэлектронные умножители (ФЭУ) или твердотельные фотодиоды. К достоинствам ФЭУ следует отнести высокую чувствительность, (коэффициент преобразования до  $10^5$  А/Вт) при длительности импульсов до 1нс. Однако они имеют относительно большие размеры, требуют источников питания высокого напряжения, их спектральный диапазон и длинноволновой части ограничен 1,2 мкм. В этой связи ФЭУ применяются, как правило, в стационарных поверочных установках. При измерениях на ВОЛС нашли применение ОРМ с детекторами на фотодиодах, вес которых колеблется в пределах (0,2...0,7) кг. Наиболее дорогие ОРМ, содержат детекторы из сплава JnGaAs, что позволяет проводить измерение одним прибором в трех оптических окнах (850, 1300 и 1550 нм). По сравнению с фотодетекторами из германия они имеют более равномерную измерительную характеристику, более высокую температурную стабильность и меньший уровень шумов.

Стабилизированные источники сигнала (StabilizedLightSource - SLS) служат для ввода в линию оптического сигнала заданной мощности и длины волны. Нашли применение два основных типа источников оптического сигнала: на базе светоизлучающих полупроводниковых диодов (СИД) и полупроводниковых лазеров (ПЛ). СИД дешевле, чем ПЛ, и находят применение при анализе потерь в кабелях малой длины.

Однако они имеют низкую эффективность ввода излучения в волокно с малой числовой апертурой, широкий спектр излучения (ширина спектра от 50 до 200 нм). Ширина полосы частот модуляционных сигналов составляет  $(100 \dots 200)10^6$  Гц.

Лазерные источники оптического сигнала (ПЛ) генерируют практически монохроматический сигнал с шириной спектра (2 ... 5)нм. Эти источники дороже, чем СИД. Применяются, когда требуется значительная мощность передаваемого сигнала, то есть при измерениях на ОК большой протяженности (уровень потерь более 10дБ). Эффективность ввода излучения в волокно с числовой апертурой менее 0,2 достигает 50%, а ширина полосы частот модуляционного сигнала может составлять 2 ГГц.

При измерении параметров ВОЛС используют СИД и ПЛ с фиксированными частотами. Их масса составляет для СИД в диапазоне (0,20 ... 0,50)кг; для ПЛ в диапазоне (0,20 ... 0,80)кг, что позволяет применять их в переносных приборах.

Анализаторы потерь оптической мощности (OpticalLossTestSet - O LTS) применяется при измерениях затухания ВОЛС и представляет собой комбинацию оптического измерителя мощности и источника оптического сигнала. Получили применение интегрированные и отдельные из-

мерители потерь. Интегрированные содержат источник сигнала и измеритель мощности, конструктивно объединенные в один блок. Раздельный измеритель потерь представляет собой набор из стабилизированного источника оптического сигнала и OPM.

Технические характеристики анализаторов потерь представляют собой комбинацию параметров SLS и OPM. OLTS применяются при анализе параметров элементов ВОЛС включая участки ОК, места соединений и сварки, а также при измерении затуханий регенерационных участков смонтированной ВОЛС.

Оптические рефлектометры (Optical Time Domain Reflectometer - OTDR) - многофункциональные приборы, предназначенные для эксплуатационного анализа параметров ВОЛС. В своей структуре они содержат источник оптического излучения, работающий в импульсном режиме, разветвитель и измеритель мощности, обеспечивающий прием сигнала обратного рассеяния. Здесь же заметим, что все измерения производятся путем анализа рефлектограммы, который позволяет определять: коэффициент затухания, величины затухания вносимые местами сварки ОВ и оптическими стыками, а также расстояния до мест неоднородностей и повреждений ОК.

К числу основных характеристик рефлектометров следует отнести: рабочую длину волны, тип оптического соединителя, динамический диапазон и разрешающую способность. Они получили наибольшее распространение для определения параметров ОК при эксплуатации, но, несмотря на достаточную универсальность, не охватывают всю номенклатуру измерений.

## **ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЈДА ВИРТУАЛ АХБОРОТ ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИ**

*Жуманазаров У.У. (ТАТУ талабаси)*

«Виртуал асбоблар» тушунчаси ўлчаш, ахборот ва ҳисоблаш техникаси асосида пайдо бўлди. Виртуал асбоб компьютер, сигналларни киритиш-чиқариш аппаратли воситалари ва ихтисослашган дастурий таъминот комбинациясидан иборат бўлиб, ана шу таъминот тугал тизимнинг конфигурациясини ва ишлашини белгилайди. Энг содда ҳолда виртуал асбоб – бу шахсий компьютернинг тегишли дастурий таъминот ва ўрнатилган махсус маълумотлар йиғиш платаси ёки алоҳида порт, шунингдек, замонавий ташқи интерфейслар орқали уланадиган ташқи қурилма билан компьютер комплексидир.

Энг содда ҳолда виртуал асбоб – бу шахсий компьютернинг тегишли дастурий таъминот ва ўрнатилган махсус маълумотлар йиғиш платаси ёки



алоҳида порт, шунингдек, замонавий ташқи интерфейслар орқали уланадиган ташқи қурилма билан компьютер комплексиدير.

Виртуал асбобларнинг микропроцессорли асбобларга нисбатан фарқли хусусиятларига қуйидагилар киради:

– кенг доирадаги амалий ўлчаш масалаларини ҳал этишга имкон берадиган стандарт амалий компьютер дастурлари фонди (сигналларни тадқиқ қилиш ва қайта ишлаш, датчиклардан маълумотларни йиғиш, турли саноат қурилмаларини бошқариш ва бошқалар);

– тадқиқотлар ва ўлчашлар маълумотларини локал ҳамда глобал компьютер тармоқлари (масалан, Интернет тармоғи) бўйлаб оператив узатиш имконияти;

– фойдаланувчининг тизим билан ўзаро ишлашни тез ўзлаштиришни таъминлайдиган юқори ривожланган график интерфейс;

– катта сигимли ички ва ташқи хотирадан фойдаланиш ҳамда аниқ ўлчаш масалаларини ечиш учун компьютер дастурларини тузиш имконияти;

– ўлчаш натижаларини турли ҳужжатлаштириш қурилмаларидан оператив фойдаланиш имконияти.

Виртуал асбобни икки усул: кетма-кет ва параллел архитектурали қилиб яратиш мумкин.

*Кетма-кет архитектурага эга виртуал асбобда* (уни баъзан *марказланган тизим* деб аталади) тизимнинг таҳлил қилинаётган сигнални ўзгартирувчи қисмлари уларни кетма-кет режимда ишлаб чиқади. Шунинг учун бутун тегишли электроникани компьютернинг слотларида жойлаштирилади.

*Параллел архитектурали виртуал асбоб* бир қатор ўлчаш каналларини ўз ичига олади ва уларнинг ҳар бири ўзининг таҳлил қилинадиган сигналларни ўзгартириш узелига эга бўлади ҳамда фақат компьютернинг процессори мультимплексирлаш (яъни сигналларни бирлаштириш) режимда ишлайди. Виртуал асбобнинг бундай тузилиш принципи сигналларни оптимал қайта ишлашни ҳар бир каналда эркин ўтказишга имкон беради. Бундай тизимда сигналларни ўзгартиришни текшириладиган сигнал манбаси жойлашган жойда локал бажариш мумкин, бу эса сигналларни ўлчанаётган объектдан рақамли шаклда узатилишига имкон беради.

Виртуал асбобнинг айрим элементлари орасидаги ўзаро таъсирлашувчи компьютернинг ички шинаси ёрдамида амалга оширилади, унга компьютернинг ташқи қурилмалари (дисплей, ташқи хотира, принтер, плоттер) ҳам, ўлчаш схемаси ҳам уланган бўлиб, бу схема коммутатор (алмашлаб улагич), АРЎ ҳамда кучланиш ва частотанинг намунавий дастурли-бошқариладиган ўлчовлари блокдан иборат. РАЎ ёрдамида бошқарувчи аналог сигналлар ишлаб чиқарилиши мумкин. Интерфейс модули ИМ ўлчаш асбобини асбобнинг интерфейси магистралига улайди.

Курилманинг коммутатори ташқи датчиклардан аналог кучланишларни тизимнинг узелларига узатилишини таъминлайди.

Виртуал асбобнинг элементларидан бири кучланиш ва частотанинг намунавий дастурли бошқариладиган ўлчовлари блокидир. Виртуал асбобларда унинг параметрларига: УТК ноли дрейфига, турли элементларнинг узатиш коэффициентига хароратнинг индивидуал таъсир функцияларини аниқлаш имконияти кўзда тутилган. Блоклар хароратини узлуксиз назорат қилиб турилиши юзага келадиган ўлчаш хатоликларини тўғрилаш имконини беради.

Мутахассислар орасида энг машхур виртуал асбобларнинг ишланмаларидан бири National Instruments (АҚШ) компаниясининг LabVIEW, BridgeVIEW ва LookOut тизимларидир. Бундан ташқари, эркин мустақил ишлаб чиқарувчиларнинг кўп сонли виртуал асбоблар кутубхонаси ҳам мавжуд. LabVIEWдаги дастурлар виртуал асбоблар деб аталади, улар билан мулоқот қилиш реал асбобларни эслатади. Виртуал асбоблар одатдаги дастурлаш тизимларидаги функциялар бажарадиган ролни бажаради.

Шундай қилиб, виртуал асбобларнинг кенг ҳисоблаш имкониятлари ўлчашлар аниқлигини оширишнинг кўплаб масалаларини, самарадорлик ва тезкорликни дастурий воситалар билан амалга оширишга имкон беради.

Масалан, физик катталиқнинг ўлчашларда ҳосил қилинган ва экспериментатор компьютернинг дисплейида кузатаётган тақсимот гистограммаси тушиб қолган қийматларга ва текисланган шаклга эга бўлса, у ҳолда ўлчанаётган катталиқнинг чиқариб ташланишлари ва дрейфи ҳамда хатоликлар борлигини таҳлил қилиш мумкин.

Чиқариб ташлашларни бартараф этиш учун статистик дастурларнинг биридан фойдаланиш мумкин. Ҳозирги вақтда замонавий компьютерлар, компьютер графикаси, истиқболли ўлчаш усуллари ва воситалари, ахборотни рақамли ишлаб чиқиш, дастурий ҳамда технологик таъминотни яратишда «Plug & Play» мультимедиа-технологияларидан кенг фойдаланиладиган виртуал ўлчаш тизимларини яратиш бўйича йўналиш кенг ривожланмоқда.

Буларнинг ҳаммаси физик катталиқларни ўлчаш аниқлиги ва сифатини жиддий ошириш имконини беради.

## РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ГРАНАТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНИКЕ

Н.И. Жураева (КФ ТУИТ)  
Т.А. Каримов (КФ ТУИТ студент)

В последнее время редкоземельные гранаты являются объектом интенсивных исследований, в результате которых в настоящее время эти кристаллы уже нашли широкое применение. Достаточно указать на ставшее традиционным использование гранатов в элементной базе различных приборов радиоэлектроники, СВЧ и лазерной техники, в магнитооптических элементах волоконной и интегральной оптики, в устройствах памяти на цилиндрических магнитных доменах. Научный интерес к этому классу редкоземельных соединений с точки зрения создания новых магнитных материалов перспективность редкоземельных гранатов несомненна:

- физические свойства гранатов в значительной степени определяются редкоземельными ионами и сильно изменяются в ряду редкоземельных элементов при переходе от одного иона к другому;

- структура этих кристаллов допускает уникальную возможность изоструктурного замещения одних магнитных ионов другими магнитными ионами, что позволяет в широких пределах варьировать их состав и характеристики;

- редкоземельные гранаты обладают сложной магнитной структурой, которая чувствительна к внешним воздействиям, что может быть использовано для формирования и управления их намагниченностью и связанными с ней физическими свойствами.

Редкоземельные парамагнитные гранаты, состав которых выражается общей формулой  $R_3M_5O_{12}$  (где R – трехвалентный ион редкой земли или иттрия, M – ионы  $Al^{3+}$  или  $Ga^{3+}$ ), имеют структуру, изоморфную кристаллической структуре минерала граната  $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$ . Гранаты-алюминаты  $R_3Al_5O_{12}$  синтезируются только с тяжелыми редкоземельными ионами, начиная с  $Gd^{3+}$ , гранаты-галлаты  $R_3Ga_5O_{12}$  синтезируются со всеми редкоземельными ионами, кроме наиболее крупных  $La^{3+}$  и  $Ce^{3+}$ . В случае иттрий-замещенных гранатов, описываемых формулой  $R_xY_{3-x}M_5O_{12}$ , подбором определенных соотношений редкоземельных ионов и ионов  $Y^{3+}$  удастся синтезировать гранаты-галлаты и алюминаты со всеми без исключения редкоземельными ионами. Эти соединения обладают кубической симметрией, описываемой пространственной группой  $O_h^{10}$ . Элементарная ячейка кристалла содержит 8 формульных единиц, т.е. 24 иона  $R^{3+}$ , 40 ионов  $M^{3+}$  и 96 ионов  $O^{2-}$ . В такой структуре ионы кислорода  $O^{2-}$  образуют кубическую объемноцентрированную упаковку. Ионы кислорода в решетке образуют три типа кристаллографических мест: октаэдрические (a-) места, окруженные 6-ю

ионами  $O^{2-}$ ; тетраэдрические ( $d$ -) места, окруженные 4-мя ионами  $O^{2-}$ ; додекаэдрические ( $c$ -) места, окруженные 8-ю ионами  $O^{2-}$ . В элементарной ячейке  $R_3M_5O_{12}$  ионы  $Al^{3+}$  и  $Ga^{3+}$  размещаются в  $a$ - и  $d$ -местах, ионы  $Y^{3+}$  или  $R^{3+}$  в  $c$ -местах. Распределение катионов по кристаллографическим местам зависит главным образом от их размера. Редкоземельные ионы, обладающие большими ионными радиусами, занимают  $c$ -места, а  $d$ -места и  $a$ -места занимают ионы с меньшим радиусом  $Al^{3+}$  и  $Ga^{3+}$ . Существенно, что РЗ-ионы размещены по шести неэквивалентным  $c$ -местам, отличающимся ориентацией их локальных осей симметрии (осей симметрии кристаллического окружения в данных местах, характеризуемого точечной группой  $D_2$ ). Оси симметрии всех шести  $c$ -мест образуются из кристаллической системы координат  $Z$  поворотом ее на углы  $\pi/4$  вокруг осей  $[100]$ ,  $[010]$ ,  $[001]$ . Отметим, что группа  $D_2$  обладает четырьмя одномерными неприводимыми представлениями  $I'_i$  ( $i=1, \dots, 4$ ), удовлетворяющими закону умножения:  $I'_i \times I'_j = I'_k$ ,  $I'_i \times I'_i = I'_1$ ,  $I'_2 \times I'_3 = I'_4$ ,  $I'_2 \times I'_4 = I'_3$ ,  $I'_3 \times I'_4 = I'_2$ .

Декартовы компоненты произвольного полярного вектора  $\vec{A}$  преобразуются согласно следующим неприводимым представлениям:  $A_z \rightarrow \Gamma_3$ ;  $A_y \rightarrow \Gamma_2$ ;  $A_x \rightarrow \Gamma_4$ .

Оптические, магнитные, магнитооптические и многие другие физические свойства редкоземельных гранатов существенно зависят от того, какой из ионов лантаноидного ряда присутствует в их составе. Поэтому для понимания природы физических свойств этих кристаллов необходимо знать электронную структуру и энергетический спектр имеющихся в их составе редкоземельных ионов. Кристаллическое окружение РЗ-ионов  $R^{3+}$  в структурах граната, представляющее собой низкосимметричное электростатическое поле, сформированное отрицательно заряженными ионами кислородного окружения  $GO^{2-}$ , играет важную роль в формировании электронных и термодинамических свойств парамагнитных ионов в кристаллах, которые могут очень сильно отличаться от свойств свободного иона. Очень важно, что в редкоземельных ионах  $4f$ -электроны находятся в среднем довольно близко к ядру и в значительной мере экранированы от окружения внешними  $5s^2$ - и  $5p^6$ -оболочками.

На основе проведенных нами экспериментальных исследований оптических и магнитооптических свойств гольмий-иттриевого граната-галлата  $Ho^{3+}:YGaG$  проведен теоретико-групповой анализ штарковского расщепления электронных состояний основной  $4f^{10}$ -конфигурации некрамерсовского РЗ-иона  $Ho^{3+}$  в кристаллическом поле симметрии  $D_2$ .

# КЕЙИНГИ АВЛОД АЛОҚА ТАРМОҚЛАРИДА СИНХРОНИЗАЦИЯ

Д.Х.Ибатова (ТАТУ)

Синхронизация муаммоси рақамли усулда ахборотларни узатиш пайдо бўлиши натижасида зудлик билан юзага келди. Янги замонавий технологияларнинг яратилиши ва алоқа тармоқларида қўлланилиши алоқа тармоқларини қуришда қимматга тушади, трафикларни бошқаришда эса муаммоларни юзага келтиради.

Кейинги авлод тармоғи (Next Generation Network - NGN), тармоқни бошқаришнинг мустақкам имкониятларига эга бўлган, чекланмаган хизмат турларини, тармоқ муаммоларини такомиллаштириш ҳисобига янги хизматларни амалга ошириш, шунингдек тақсимланган коммутацияга эга бўлган универсал транспорт тармоқларни қўллаш имкониятларига эгадир. NGN технологияси асосида қурилган тармоқ универсал тармоқ ҳисобланиб, пакетли коммутация асосида ихтиёрий турдаги маълумотларни (товуш, видео, расм, телевизион кадр ва бошқалар) сифатли, йўқотишларсиз ва юқори тезликда узатиш имкониятига эгадир.

NGN – кейинги авлод тармоқлари деганда, ахборот оқимларини созловчи техник воситалар билан биргаликда пакетларни коммутациялашга асосланган тармоқ тушунилади. Бундай тармоқларда синхронизация масалалари бир қанча муаммолар билан боғлиқ.

*Қуйидаги расмда NGN тармоқларида синхронизация вазифасининг ўзгаришини кўриши мумкин.*

Хизматлар	Частота ва вақт бўйича синхронизация
Тармоқ бошқаруви	Вақт бўйича синхронизация
Транспорт тармоқ	Частота бўйича синхронизация

1-расм. NGN тармоғида синхронизация вазифасининг ўзгариши ITU-T Y.2001, Y.2011 тавсиясига асосланган кейинги авлод тармоғи, бир неча сабабларга кўра синхронизация бўйича мутахассисларни ўзига жалб қилган.

Биринчидан, NGNнинг асоси бўлиб, синхронизацияни бузувчи, пакетларни коммутациялашга асосланган конвергенцияланган транспорт тармоғи хизмат қилади.

Иккинчидан, кўпгина одатдаги хизматлар, охириги ва абонент қурилмаларига синхронизация сигналларини етказишни талаб қилади. Пакетларни коммутациялашга асосланган тармоқ синхронизацияни бузганлиги сабабли, унинг оператори, синхронизация сифатига сезувчан

(пакетда овозни узатиш, каналларни вақтли зичлаштириш яъни реал вақт масштабида ишловчи) хизматларни етказишда тўғри ишлаётганини билиши шарт.

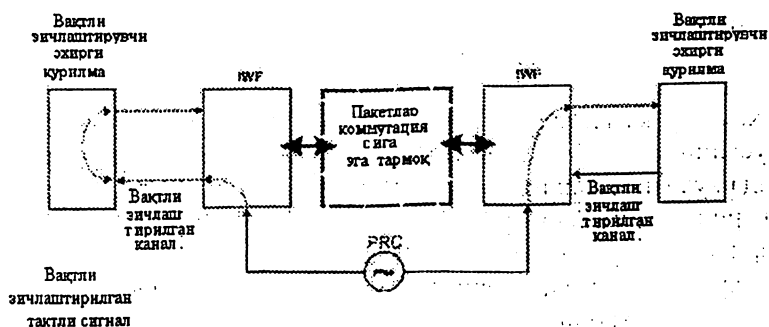
Учинчидан, умумий фойдаланишга мўлжалланган телефон тармоқларида муаммолар юзага келади. Бундай тармоқларда синхронизация асосан 8 кГц ли умумий частотада ахборотларни узатишда аналогдан рақамлига ўзгартириш ва қабул қилишда рақамлидан аналогга ўзгартириш учун талаб қилинади. Келгусида бундай муаммолар яна кучаяди масалан Ethernet тармоқларига бундай 8 кГц ни қандай етказиш мумкин?

Тўртинчидан, агар синхронизация технологик жараённинг бир қисми бўлмаса, уни хизматлар кўринишида киритишга тўғри келади.

ITU-T G.8261 тавсияси лойихасида, унда SDHнинг синхронизация қурилмаларининг хизмати кўринишидаги гуруҳли TDM каналларини узатишда пакетли коммутацияга эга транспорт муҳити чегарасида синхронизацияни қайта тиклашнинг учта асосий усули қараб чиқилади.

NGN тармоқларини синхронизациялаш усуллари, юқорида айтиб ўтилган муаммоларни ҳисобга олган ҳолда, **ITU-T packeting тавсияси лойихаси бўйича пакетларни коммутациялашга эга тармоқларда каналларни вақтли зичлаштиришда қўлланиладиган синхронизацияга асосланган.**

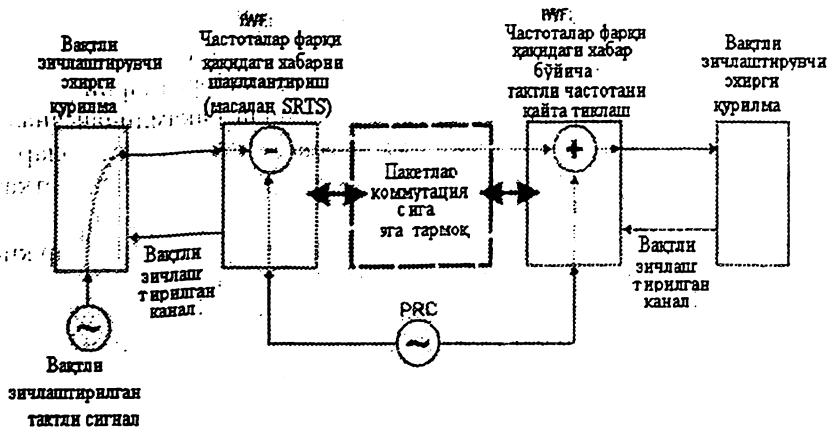
Бунинг учун пакетларни коммутациялашга эга тармоқларда каналларни вақтли зичлаштиришда охириги станция қурилмаларда IWF-частоталар фарқи ҳақидаги хабарнинг шаклланиши функцияси қараб чиқилиши керак. Бундай ҳолда, пакетли коммутацияга эга транспорт муҳитининг барча абонентлари, тактли частотани синхронизация тармоғидан одатдаги “марказлаштирилган” тартибда олади.



2-расм. Синхронизация тармоғи

Агар абонент қурилмалари ўзининг шахсий тактли частотасида ишласа, 2-расмдагидек, унда пакетли коммутацияга эга тармоқ чегарасида уни нисбий усулда, масалан, вақтни синхрон айириш бешиси SRTS

(Synchronous Residue Time Stamp) тезликларни сошлаш алгоритми ёрдамида қайта тиклайди.



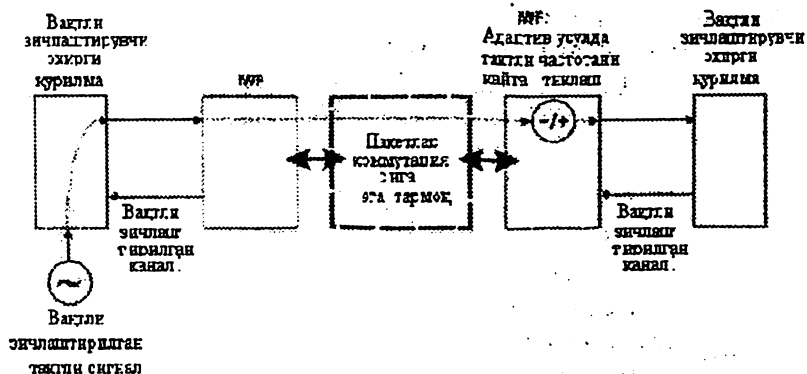
3-расм. Нисбий усулда тактли частотани қайта тиклаш

Иккала ҳолда ҳам IWF- частоталар фарқи ҳақидаги хабарнинг шаклланиш тугунида PRC синхронизация туташмасига уланиш имкони бўлиши керак. Иқтисодий нуқтаи назардан, пакетларни коммутациялашга асосланган тармоқ оператори SDH транспорт тармоғи операторидан уни арендага олиши ёки ўзининг хусусий синхронизация тармоғини куриши лозим. Масалан, станция биносида GPS асосидаги унча қиммат бўлмаган PRS ни ўрнатади ва ундан оптик кабел ёки одатдаги ажратилган кабел ёрдамида Ethernet нинг физик муҳитида, шунингдек бошқа оригинал схемалар ёрдамида тактли частотани тарқатади.

Агар синхронизация тармоғини куриш имкони бўлмаса, унда мўътадиллик нуқтаи назаридан муаммоли бўлган оддий усулни яъни узатиш ва қабул қилиш тезликларини сошлашни адаптив усулни қўллашга тўғри келади (4-расмда).

Махсус ўтказилган тадқиқотлар натижаси шуни кўрсатганки, адаптив усулни, агар абонент тактли частота мўътадиллигига қаттиқ талаб қўймаганда қўллаш мумкин.

Юқорида такидлаб ўтилганлардан кўриниб турибдики, NGN тармоқларида синхронизация телекоммуникация тармоқларининг даст сатҳида қўлланиладиган вақтли зичлаштирувчи рақамли узатиш тизимларининг синхронизациясига боғлиқ экан.



4-расм. Адаптив усулда тақтли частотани қайта тиклаш

Юқоридагиларга асосланган ҳолда қуйидагича хулоса чиқариш мумкин:

- замонавий тармоқлар абонентларнинг талабларига мос ҳола турли хизматларни тез ва сифатли равишда амалга ошириши лозим;
- NGN тармоқларини синхронизациялаш усуллари, юқорида айтиб ўтилган муаммоларни ҳисобга олган ҳолда, **ITU-T packeting тавсияси лойихаси бўйича пакетларни коммутациялашга эга тармоқларда каналларни вақтли зичлаштиришда қўлланиладиган синхронизацияга асосланган;**
- бундай ҳолда, пакетли коммутацияга эга транспорт муҳитининг барча абонентлари синхронизацияни, тақтли частотани синхронизация тармоғидан одатдаги “марказлаштирилган” тартибда олади;
- NGN тармоқларида синхронизация, телекоммуникация тармоқларининг паст сатҳида қўлланиладиган вақтли зичлаштирувчи рақамли узатиш тизимларининг синхронизациясига боғлиқ экан.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Исаев Р.И. (ТУИТ)

*Актуальность темы.* Развитие высокоскоростных оптических систем телекоммуникации и вхождение в глобальную телекоммуникационную инфраструктуру, обмен различными видами информации передаваемой по каналам оптических систем связи, привело к возрастанию числа попыток несанкционированного доступа к



передаваемой информации, появились определенные проблемы для потребителей услуг и операторов телекоммуникаций.

В этой связи одной из важных и актуальных проблем является обеспечение информационной безопасности, передаваемой по оптическим системам связи.

*Постановка задачи.* Обеспечение информационной безопасности оптических систем связи состоит из двух частей. Первая часть – это защищенность оптического волокна от несанкционированного съема информации, а вторая часть криптографическая защита цифровой информации оптических систем связи.

*Пути решения задачи.*

Первая часть обеспечения информационной безопасности – это устранение каналов утечки информации в волоконно-оптических линиях связи. Формирование каналов утечки информации в волоконно-оптических линиях связи можно разделить на три типа:

- нарушение полного внутреннего отражения;
- механическое воздействие;
- акустическое воздействие.

*Нарушение полного внутреннего отражения.*

Первый способ несанкционированного доступа связан с отводом части светового излучения из оптического волокна, при нарушении полного внутреннего отражения. Варианты формирования каналов утечки информации из оптического волокна при нарушении полного внутреннего отражения можно разделить по виду воздействия на оптическое волокно.

*Механическое воздействие.*

Простейший пример механического воздействия на оптическое волокно – изгиб. При изгибе оптического волокна локальная концентрация механических напряжений вызывает уменьшение угла падения светового излучения на границе, который может оказаться меньше предельного угла и как следствие происходит нарушение полного внутреннего отражения, то есть часть светового излучения выходит из оптического волокна.

*Акустическое воздействие.*

Акустическое воздействие на оптическое волокно изменяет угол падения. При этом в сердцевине оптического волокна создается дифракционная решетка периодического изменения показателя преломления, которая вызвана воздействием звуковой волны. Электромагнитная волна отклоняется от своего первоначального направления и часть ее выходит за пределы канала распространения.

Деформации, создаваемые упругой волной, формируют периодическое изменение показателя преломления внутри оптического волокна, которое для светового излучения является дифракционной решеткой.

Даже при невысоких интенсивностях звуковой волны выводимое электромагнитное излучение достаточно велико для регистрации его современными фотоприемными устройствами.

#### *Оптическое туннелирование света.*

Оптическое туннелирование света – это приведение в оптический контакт с волокном другого оптического волокна с показателем преломления равным или большим основного, что приводит к «захвату» части информационного потока светового излучения без обратного рассеянного излучения.

#### *Воздействие стационарных электромагнитных полей.*

Это явление вызывает изменение оптических свойств на границе сердцевина – оболочка оптического волокна, которое приводит к нарушению процесса полного внутреннего отражения.

Необходимо отметить, что изменения значения предельного угла, вызываемое как механическими напряжениями, так и электрическим полем малы, но комплексное воздействие с другими способами может привести к эффективному способу формирования канала утечки. Рассмотренные выше методы обладают одним недостатком, который позволяет легко фиксировать каналы утечки, созданные на их основе. Это определяется значительным обратным рассеянием света в местах утечки светового излучения из оптического волокна. С помощью рефлектометрии обратного рассеянного света такие подключения легко детектируются с высоким пространственным и временным разрешением.

#### *Параметрические методы регистрации проходящего оптического излучения.*

Оптическое излучение при распространении по оптическому волокну вызывает изменение его физических свойств (параметров). Модуляцию параметров оптического волокна в зависимости от интенсивности оптических импульсов можно регистрировать специальными высокочувствительными устройствами. Изменение параметров оптического волокна является основой для формирования оптического канала утечки информации. Известны следующие параметры оптического волокна, модулируемые оптическим излучением:

- показатель преломления;
- показатель поглощения оптического излучения при передаче оптического излучения по оптическому волокну;
- малые изменения геометрических размеров (фотоупругий эффект);
- регистрация модуляции параметров поверхности оптического волокна.

Существующая техника оптических измерений позволяет регистрировать очень малые оптические изменения параметров оптического волокна. Например, использование спектроскопии оптических потерь волокна позволяет регистрировать незначительное изменение

показателя поглощения, которое вызывается информационным оптическим сигналом.

Из выше рассмотренного видно, что оптические системы связи являются уязвимыми к несанкционированным доступам к съему информации из оптического волокна, по которому передается оптический сигнал.

В этой связи для обеспечения безопасности информации, передаваемых по оптическим системам связи, необходимо использовать различные методы защиты информации.

*Методы защиты информации, передаваемой по оптическим системам связи.*

Известны следующие методы защиты информации:

1. Метод, основанный на использовании кодового зашумления передаваемых сигналов. При реализации этого метода применяются специально подобранные в соответствии с требуемой скоростью передачи коды, размножающие ошибки. Даже при небольшом понижении оптической мощности, вызванном подключением устройства съема информации к оптическому волокну, цифровом сигнале на выходе каналов и трактов оптической системы связи резко возрастает коэффициент ошибок, который можно зарегистрировать измерителем коэффициента ошибок.

2. Метод, основанный на использовании пары разнознаковых компенсаторов дисперсии на волоконно-оптической линии связи. Первый компенсатор вводит в линию дисперсионный сигнал, а на приемном конце второй компенсатор восстанавливает форму переданного сигнала.

3. Метод, основанный на использовании режима динамического (детерминированного) хаоса, который позволяет обеспечить передачу информации с псевдохаотически изменяющимися частотой и амплитудой оптической несущей. В результате этого выходной оптический сигнал внешне является шумоподобным, что затрудняет расшифровку.

4. Методы Квантовой криптографии – соединяют достижения криптографической науки с квантовой механикой и квантовой статистикой. Они потенциально обеспечивают высокую степень защиты от перехвата информации на волоконно-оптической линии связи за счет передачи цифровых сигналов в виде отдельных фотонов, поскольку неразрушающее измерение их квантовых состояний в оптическом канале и тракте связи перехватчиком невозможно, а факт перехвата фотонов из оптического канала или тракта может быть выявлен по измерению вероятностных характеристик последовательности фотонов.

5. Методы, использующие аппаратуру шифрования цифровых сигналов, передаваемых по оптическим каналам и трактам.

Использование этих методов основано на выборе средств, которые не вносят существенных временных задержек при криптографическом

преобразовании передаваемой принимаемой информации и обеспечивают шифрование дешифрирование для всего диапазона скоростей передачи цифровых сигналов, характерного для каналов синхронной цифровой иерархии – SDH.

В качестве таких средств были разработаны аппаратно-программные устройства, осуществляющие шифрование всего тракта SDH на канальном уровне STM-1 (155,5 Мбит/с) с возможностью расширения на использования и на более высоких скоростях передачи. Их применение более прозрачно для протоколов вышележащих уровней и следовательно не должно вносить существенной задержки в передаваемый цифровой сигнал.

Компания SafeNet на оборудование шифрования цифрового сигнала SafeEnterpriseSONETEncrytorOC 3/OC 12, подключенного к магистрали SDH и обеспечивающего прозрачность для конечных устройств шифрования проводила тестирование на уменьшение пропускной способности на специальном стенде, имитирующий нагрузку на магистраль передачи цифрового сигнала между центральной оконечной станцией и резервными станциями. Для тестирования использовались встроенные средства OSSunSolaris, которые создавали нагрузку на дисковую подсистему и измеряли ее параметры. Параметры нагрузки варьировались как по видам нагрузки, так и размерам блока передаваемого цифрового сигнала (8 байт и 1 Мбайт). Измерения последовательно проводились для двух конфигураций испытательного стенда: канал 100 Мбит/с с шифрованием и канал с той же пропускной способностью без шифрования.

Сравнение результатов тестов позволило сделать следующий вывод:

- использование аппаратуры шифрования уменьшает пропускную способность цифрового канала на 2,46 – 4,32% для операции чтения цифрового сигнала с диска и не более чем на 6,15% для операции записи цифрового сигнала на диск. Экспериментальным путем установлено, что применение устройств канального шифрования SafeEnterpriseSONETEncrytorOC 3/OC 12 незначительно уменьшает пропускную способность канала SDH (снижение производительности при шифровании по протоколу IPSec составляет, по разным оценкам, от 7 до 30%). Устройства шифрования компании SafeNet позволяют осуществлять криптографическую защиту передаваемых цифровых сигналов без изменения схемы IP-адресации и маршрутизации.

Криптографические методы защиты информации, передаваемых по цифровым каналам и трактам оптических систем связи являются наиболее перспективным направлением защиты информации.

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА УСЛУГ СВЯЗИ: ПОДХОДЫ И ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ

*Ф.Т. Ишанходжаева (ТАТУ)*

На сегодняшний день информатизация общества приводит к широкому распространению услуг связи в целом, прежде всего, телекоммуникационных услуг. Рынок телекоммуникационных услуг демонстрирует в последнее десятилетие очень высокие темпы роста, став одним из ключевых секторов экономик развитых стран и играя все большую роль в социально-экономической жизни общества.

В статье рассмотрены подходы и принципы к разработке системы показателей качества услуг связи и выделены две группы показателей: потребительские свойства услуги и показатели качества работы сети.

На сегодня для оценки качества телекоммуникационных услуг приходится решать сложные задачи, связанные с процессами технического обслуживания оборудования, обеспечением информационной безопасности, бизнес-процессами внутри предприятия и т. д. При этом объем и требуемая скорость переработки информации постоянно увеличиваются, и роль центров обработки данных в этой системе возрастает.

Тенденции последних лет все больше заставляют крупнейшие телекоммуникационные компании смещать акцент с погони за технологическим совершенством предлагаемых услуг на нужды абонентов - реальных клиентов, приносящих доход, и все более прислушиваться к их требованиям. Данная стратегия позволяет существенно снизить отток клиентов и продолжать увеличивать абонентскую базу. Выполнение естественно, что отслеживание уровня удовлетворенности абонентов качеством оказанных телекоммуникационных услуг приобретает весьма важное значение.

Система показателей качества услуг может быть использована компанией при:

- представлении услуги на рынке;
- оценке соответствия услуги (как внутренней, так и внешней оценке),
- регулировании отношений между компанией и клиентами;
- внутреннем контроле качества работы служб предприятия по предоставлению услуг.

взаимодействии компаний, совместно предоставляющих услуги пользователям, и др.

Услуги можно оценивать большим количеством показателей, характеризующих качество услуги, но не все они ощущаются пользователями.

По неохваченным аспектам качества услуги нужно дополнительно разработать показатели с учетом следующих факторов:

1. В основу классификации показателей качества услуг целесообразно положить потребительские свойства услуг связи, в том числе: доступность, быстродействие, точность, бесперебойность, качество передачи (воспроизведения), готовность (надежность), качество обслуживания (при взаимодействии с персоналом).

2. Каждое потребительское свойство услуги определяется группой первичных и производных показателей.

3. Система показателей качества услуг связи должна включать как характеристики качества обслуживания (в широком смысле), так и характеристики качества работы сети.

4. Количество показателей качества, используемое для формирования системы показателей конкретной услуги, должно быть достаточным, чтобы оценить все основные потребительские свойства услуги.

5. Показатели качества услуг, включаемые в систему показателей, должны поддаваться измерению и оценке.

Для того чтобы это условие выполнялось, необходимо одновременно с определением перечня показателей рассматривать соответствующие методы сбора данных.

6. Наряду с известными и широко распространенными показателями качества услуг при формировании системы показателей целесообразно принимать во внимание новые, ранее не использовавшиеся показатели, связанные с появлением новых технологий предоставления услуг.

7. В состав формируемой системы показателей качества услуг могут быть включены показатели действующей статистической отчетности отрасли.

Состав и значения показателей качества услуг компании определяются исходя из потребительских свойств услуги, установленных или предполагаемых потребностей клиентов, а также с учетом обязательных требований регламентирующих документов. При этом состав и значения показателей качества услуг зависят от вида услуги и класса обслуживания пользователей.

Следует также обратить внимание на необходимость постоянного изучения динамики потребностей пользователей, поскольку эти требования изменяются со временем в зависимости от многих факторов - уровня жизни, развития технической базы услуг и пр. Изменение требований влечет за собой необходимость изменения показателей качества и соответствующих норм.

Таким образом, можно сделать вывод, что предприятиям телекоммуникационного сектора при разработке системы показателей качества услуг необходимо:

- отслеживать не только технические показатели работы сети, но и показатели качества обслуживания клиентов;
- формировать сбалансированную систему оценки этих показателей;
- использовать разнообразные методы сбора и анализа информации;
- определить механизм интеграции полученных результатов в систему стратегического планирования деятельности предприятия.

## ПОЛИМЕРЛИ ОПТИК ТОЛА ТЕХНОЛОГИЯСИ

*Р.З. Камалидинов (ТАТУ)*  
*Д.М. Маткурбонов (ТАТУ)*

Охирги пайтда тола ишлаб чиқариш технологиясининг бир мунча ўсиб бориши, янгидан яратилувчи ҳамда ишлаб чиқарилувчи оптик узаткичлар, ҳамда янгидан-янги тармоқ иловаларини ишлаб чиқариш хисобига полимерли оптик толаларнинг ривожланиши кенг равишда илдамлаб бормоқда. Чунки бундай полимерли оптик толаларнинг сўниш қиймати кварцдан тайёрланган толаларга қараганда анча кичиклиги, толанинг ўтказиш қobiliятини юқори бўлишлиги хисобига ҳозирги пайтда бутун дунё бўйича полимерли оптик толаларга бўлган талаб анча ошиши нагжасида полимерли оптик тола технологияси долзарб масала хисобланади.

Ушбу мақолада бугунги кунда кенг равишда турли хил соҳаларга кириб келувчи полимерли толаларнинг хусусиятлари ва уларнинг қўлланилишлари ҳақида маълумотлар келтирилган.

Узоқ йиллар мобайнида полимердан тайёрланган оптик тола (инглиз тили адабиётларида – polymer optical fiber – POF) кварц толанинг соясида бўлиб, у фақатгина кичик тезликдаги уланишлар учун ва унчалик катта бўлмаган масофалар учун қўлланилиб келинган, чунки бундай кичик тезликдаги маълумотлар алмашинуви фақатгина кўп модали оптик толалар ёрдамида олиб борилиб унда модалараро дисперсия ҳолати узатиш тезлигини бир мунча чегаралаб турган. Аммо яқин вақт давомида олиб борилган технологик тадқиқотлар полимерли оптик толани кварцдан тайёрланган оптик тола ўрнига ўртача ва кичик масофаларга қўллаш мумкинлиги ҳақида сўз юрита бошланди.

Кварцдан тайёрланган бир модали оптик тола асосида тайёрланган тармоқлар бугунги кунда ва келажакда турли хил алоқа хизматларини таъминлаб бериш хусусиятига эга. Бундай бир модали оптик тола асосидаги тармоқларнинг ягона камчилиги монтаж ишларининг ва эксплуатация ишлари баҳосини юқори бўлишлигидан иборат ҳамда тармоқнинг конфигурация тузилишини қайта ўзгартириш ва созлаш





Ҳозирги пайтда Intel компанияси ва бошқа фирмалар полимерли оптик тола асосидаги оптик шиналарни автомашина компьютерининг асосий платасини маълумотлар алмашинуви учун қўлламоқдалар.

Полимерли оптик толалар асосан локал оптик толали алоқа тизимларининг 3 км гача бўлган участка узунликларида ҳамда алоқа иншоатларининг бино ичи объектларида қўлланади. Бундай полимерли оптик толалар асосидаги кабелларнинг нархи кварцдан тайёрланган оптик толали кабелларга қараганда 70 ... 90% арзон бўлади.

Полимерли оптик толаларнинг жуда ҳам эгилувчанлиги ва мослашувчанлиги ҳисобига диаметри 400 мкмдан бир мунча катта бўлган толалар ишлаб чиқариш мумкин, бу эса ўз навбатида тола ичига нурлантиргич манбадан нурларни киритиш шароитини анча энгиллаштириб беради ва уларни қўллаш имкониятларини анча ошириб беради.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМНОГО ОСАЖДЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ УСИЛИВАЮЩИХ СРЕД И ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ**

*А.И. Комордин (НПО «Академ Прибор»)  
Ж.Д. Эльчиев (ГУП «UNICON.UZ»)*

### **Актуальность темы**

В данной работе показана новая вакуумная методика изготовления планарных световодов, легированных редкими землями, на основе одновременного вакуумного осаждения кварца и легирующих компонентов.

Разработана новая вакуумная методика изготовления планарных световодов, легированных редкими землями, на основе одновременного вакуумного осаждения кварца и легирующих компонентов. Данная технология позволяет создавать световодные и усиливающие планарные структуры на пластинках из кремния или кварца и позволяет осуществлять дозированное легирование кварца редкоземельными элементами, а также, оксидом германия и оксидом алюминия, для получения оптимального состава планарного световода. С помощью литографии формируются планарные световодные структуры, с усиливающими и модулирующими свойствами.

### **Постановка задачи**

Современная технология изготовления оптических материалов имеет два метода получения волокон – тигельный метод химического осаждения из жидкой фазы MCVD – ModifierChemicalVaporDepositionTechnique и метод осаждения материала из газовой фазы VAD - VaporAxialDeposition,

используемые для создания заготовок - преформ для магистральных оптических волокон. К этим технологиям добавляется еще промежуточные операции - пропитка не проплавленного материала сердцевины раствором солей эрбия, либо легирование ионами эрбия из газовой фазы непосредственно в процессе осаждения сердцевины. Затем производится термическое вытягивание волокна из заготовки - преформы.

Данные методы требуют применения сложных химических реагентов, многостадийны, не всегда позволяют получать большие концентрации легирующих элементов.

Волоконные световоды, легированные ионами эрбия, относятся к самому распространенному типу активных волоконных световодов, вследствие их широкого использования в волоконных усилителях для систем оптической связи. Одной из важных характеристик усилителя является длина используемого активного световода, которая, в основном, определяется концентрацией активных ионов, поэтому в ряде работ была исследована эффективность усиления в световодах с различной концентрацией активных ионов.

Наиболее широким спектром излучения обладают ионы эрбия в алюмосиликатном стекле. Увеличивая длину активного волокна, удается получать достаточно большой коэффициент усиления вплоть до длины волны 1560 нм, при превышении которой усиление резко падает. Таким образом, ширина полосы усиления для традиционной конфигурации усилителя составляет примерно 30 нм (1530 - 1560 нм). Эта полоса усиления имеет название стандартного диапазона (conventionalband), или C-диапазона.

На рис. 1 показана разработанная установка для изготовления планарных световодных структур, с контролируемым содержанием легирующих компонентов.

#### **Решения задачи**

При создании планарного волновода используется полированная подложка из монокристаллического кремния с диаметром 102 мм, толщиной до 0,8 мм, класс полировки поверхности 14. Затем было проведено оксидирование кремния при температурах 1050-1200 °С (в кислороде или кислороде с парами воды) в течении 60 - 90 минут. При этом образуется оксидное покрытие толщиной от 0,4 до 0,8 мкм в зависимости от режима обработки пластин. Оксидированная пластина кремния закреплялась в специальной оснастке.

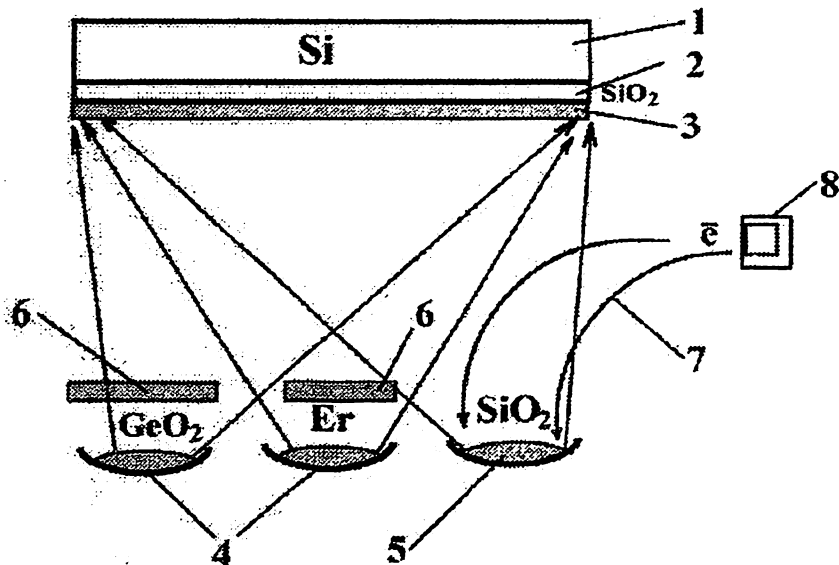


Рисунок 1. Схема вакуумной установки для осаждения составных материалов планарного световода, легированного эрбием.

- 1 - подложка из монокристаллического кремния марки,
- 2 - слой оксидированного кремния,
- 3 - формируемый в вакууме слой сердцевины планарного световода, легированный эрбием,
- 4 - танталовые микроконтейнеры с испаряемыми навесками материала,
- 5 - высокотемпературная лодочка из диборида титана ( $TiB_2$ ), нагреваемая электронным потоком,
- 6 - заслонки,
- 7 - траектория электронного потока,
- 8 - термокатод

После ввода вакуумной установки в рабочий режим оснастка с образцами оксидированного кремния помещалась в рабочую камеру. В три контейнера загружались навески испаряемого материала, осуществлялась откачка камеры до 10 -20 Па. Затем проводилась обработка оснастки в плазме газового разряда (ток разряда 1,0-1,5 А, напряжение 600-800 В в течении 2-3 минут), в далее высоковакуумная откачка ( $10^{-2}$ - $10^{-3}$  Па).

После достижения необходимой степени вакуума, включалось испарение, и проводился постепенный нагрев протяженных танталовых испарителей с навесками материала.

В первый контейнер загружался порошок оксида германия  $GeO_2$ . Во второй контейнер загружался эрбий. В третий контейнер загружалась пластинка кварца. Нагревание кварца производилось электронным лучом до начала осаждения на поверхность пластины. В это же время

включалось нагревание проходящим током двух танталовых клштейнеров с оксидом германия и с эрбием. Предварительно проводились калибровки процесса осаждения и определялись температурные условия в трёх контейнерах для получения оптимальной скорости испарения отдельно для каждого тигля, с целью получения необходимого состава сердцевинны планарного световода.

Затем открывались заслонки, и проводилось испарение до полного удаления материала из всех микроконтейнеров.

Наиболее простым устройством для испарения редкоземельных элементов является прогреваемый микроконтейнер из тугоплавкого материала протяженной конструкции, позволяющая эффективно испарять металлический чистый эрбий в виде порошка (небольших гранул) на внутреннюю часть кварцевой трубки или на внешние части кремневой или кварцевой заготовки. При этом возможно полное испарение строго отмеренного количества редкоземельных элементов в течение всего времени процесса.

Другим устройством термического испарения тугоплавкого рабочего материала из нагреваемого микроконтейнера (кварца, стекла) является система электронного нагрева проводящего сосуда из диборида титана ( $TiB_2$ ). Устройство устанавливается в горизонтальной плоскости в вакуумной рабочей камере и предназначено для испарения материала при его нагреве за счет потока ускоренных электронов с энергией до нескольких кэВ, движущихся от термоэмиссионного протяженного катода к токопроводящей сосуду (тугоплавкому тиглю).

Устройство испарения из тигля с нагревом электронным потоком обеспечивает загрузку протяженного тигля до 15-20 г, при этом тигель нагревается потоком электронов, ускоренных от термо катода с высоким отрицательным потенциалом (до 4 кВ) к тиглю с нулевым потенциалом.

Отличительной особенностью устройства является простота конструкции и управления процессом, возможность быстрой смены тигля, относительно небольшие рабочие токи, высокая удельная мощность, выделяемая на тигле (до  $500 \text{ Вт/см}^2$ ), а также воспроизводимость режимов испарения материалов.

Для получения оксида эрбия и поддержания стереохимического состава осаждаемых слоёв, в вакуумную камеру дозировано напускался кислород.

Для контроля толщины наращиваемого легированного слоя использовался интерферометр Фабри-Перо на базе гелий-неонового лазера, расположенного вне вакуумного объема. Данная система позволяла контролировать с точностью до  $\lambda/4$  (0,15 мкм) толщину слоёв изготавливаемого планарного световода. Легированный слой является волноводным слоем с повышенным показателем преломления. После этого наносится тонкий слой  $SiO_2$ , в качестве оболочки световода.

Затем заслонки закрывались, конструкция остывала и образцы выгружались из камеры. На пластине из кремния формировался «сэндвич» из двух кварцевых оболочек и сердцевины, легированной эрбием и оксидом германия, обеспечивающих волноводные и усилительные свойства планарного световода.

Далее на поверхность образца методом центрифугирования (толщиной порядка 0,3 мкм) наносился фоторезист и с помощью фотолитографии формировался рисунок с необходимой геометрией планарных световодов. После засветки через фотошаблон и проявления фоторезиста, проводилось химическое травление, с помощью которого получались структуры с заданной глубиной и формой профиля.

На основе данной технологии были получены активные планарные световоды с разностью показателей преломления сердцевины и оболочки  $\Delta n = 0,002$  до  $0,018$ , с концентрацией ионов эрбия, лежащей в пределах от  $5 \cdot 10^{18}$  до  $2 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ .

Оптические потери составили менее 0,15 дБ/см. Данная структура показала работоспособность в составе единой интегральной сборки с полупроводниковым лазером, обеспечивающим накачку активного волокна. Для согласования излучающей площадки лазера с планарным световодом в волоконно-оптическом модуле использовались цилиндрические микролинзы.

#### **Выводы**

Данная вакуумная методика позволяет создавать световодные и усиливающие планарные структуры на пластинках из кремния или кварца. Методика позволяет осуществлять дозированное легирование кварца или стекла редкоземельными элементами, оксидом германия, оксидом алюминия, для получения оптимального состава планарного световода.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОПТОВОЛОКОННОГО КАБЕЛЯ**

*А.А.Курбанов (филиал ТТТ АК «Узбектелеком»)*

В условиях экстремальных погодных условий эксплуатации транспортной сети Республики Узбекистан отмечается ухудшение работы некоторых мультиплексных секций, связанных с повышением коэффициентом ошибок. Критического занижения оптического уровня или обрыва волокна при этом не было.

Это явление наблюдалось при резком понижении температуры, т.е. при промерзании влажного грунта. Одной из возможных причин такого явления может быть изменение таких параметров оптического волокна как хроматическая дисперсия, коэффициент отражения и изменение

физических свойств волокна или муфт при деформациях, связанных с сжатием.

Если учесть, что территория Узбекистана расположена в зоне резко континентального климата, то в связи с этим представляется актуальным проведение исследований влияния экстремальных климатических условий на параметры волоконно-оптического кабеля и соединительных муфт. При этом необходимо проводить исследования как при занижении температуры, так и при ее повышении.

Обычно результаты оценки волоконно-оптического кабеля производится в области оптических параметров, в то же время оценка качественных показателей трактов передачи в процессе эксплуатации производится в области электрических параметров. Поэтому крайне важно проследить влияние оптических параметров кабеля на коэффициент ошибок и джиттер. Это поможет раннему диагностированию дефектов на магистрали.

Кроме того на оптических транспортных магистралях используются оптические кабели, имеющие различные сроки эксплуатации. Первые оптические магистрали начали эксплуатироваться в 1996г. Все последующие реконструкции обычно связаны с заменой стационарного оборудования и значительным увеличением пропускной способности магистрали. При этом производители оптического кабеля гарантируют работоспособность в течение 25 лет.

Поэтому представляется весьма актуальным исследование процессов старения волоконно-оптического кабеля, связанного с многократными сезонными деформациями и температурными колебаниями.

В связи с вышеизложенным, для определения чувствительности спектральных характеристик и определения коэффициента пропускания, оптических волокон, в зависимости от изменения температуры, как в структуре кабеля, так и в открытом виде, была разработана и изготовлена специальная климатическая камера, которая может обеспечить широкий температурный диапазон испытаний, а именно, от  $-90^{\circ}\text{C}$  до  $+90^{\circ}\text{C}$ , в которой выход в рабочий режим занимает не более 20 минут, что существенно быстрее, чем у аналогичных промышленных камер.

Широкий диапазон температурных изменений достигается тем, что для охлаждения и нагревания внутреннего объема климатической камеры применяется не электрическая система, а специальный внутренний змеевик из медной трубки, по которому можно дозированно подавать жидкий азот или перегретый водяной пар.

Климатическая камера (рис.1) состоит из двух металлических, цилиндрических контейнеров, наружного с большим диаметром и внутреннего с меньшим диаметром, вложенных друг в друга с зазором между ними, изолированные между собой минеральной ватой, причем на дно цилиндрического контейнера меньшего диаметра, с внутренней

стороны установлен вентилятор, для создания эффективного теплообмена внутри климатической камеры, а цилиндрический контейнер большего диаметра выполнен с крышкой, изолированной многослойным изолятором, медный змеевик для подачи жидкого азота спирально прикреплен к внутренней поверхности цилиндрического контейнера меньшего диаметра корпуса климатической камеры. Медный змеевик имеет 6 шагов. Эта камера позволит проводить климатические исследования влияния температур на работоспособность оптических устройств в широком диапазоне температур от  $-90^{\circ}\text{C}$  до  $+90^{\circ}\text{C}$ .

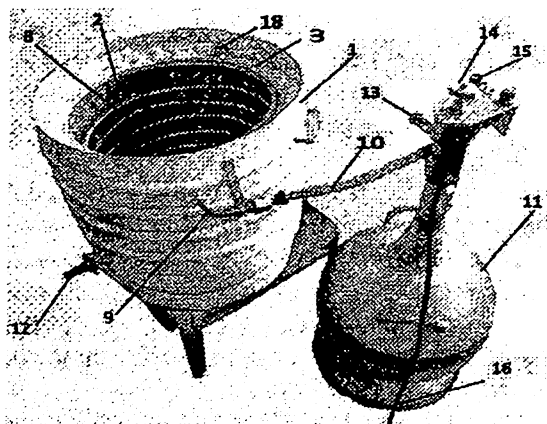


Рис.1 Общий вид климатической камеры

На рис.1 показан общий вид климатической камеры, где 1 – наружный корпус климатической камеры, 2 – внутренний корпус климатической камеры, 3 – термоизолирующая минеральная вата, 8 – медный змеевик, 10- термически изолированная трубка, 11 – сосуд Дьюара, 12 – выходной патрубок, 13,14 – краньподачи и регулировки жидкого азота, 15– ручка переменного резистора регулировки испарения азота, 16– электрический кабель, 18 – электрический разъём.

В настоящее время разработанная установка проходит опытные испытания и апробацию.

## АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ WDM

*Мамадалиев Б.К. (ГУИТ студент)*

Влияние характеристик отдельных компонентов на характеристики линии связи предсказать достаточно сложно, поскольку они в разных случаях могут усиливать, ослаблять или полностью компенсировать друг

друга в зависимости от условий окружающей среды, расстояния до передатчика, оптических разъемов и соединительных шнуров.

Технические характеристики систем WDM определяются в первую очередь следующими основными характеристиками отдельных компонентов:

1. Мощность и стабильность лазерного передатчика. Чем выше эти параметры, тем больше допустимая дальность линии связи. Однако мощность сигнала нормирована, чтобы не было негативных влияний нелинейных явлений в волокне.

2. Число каналов. Полная полоса пропускания системы определяется произведением числа каналов на скорость передачи по каналу. Например, система с 40 каналами и скоростью передачи по каждому каналу 2,5 Гбит/с (STM-16) имеет полную полосу пропускания 100 Гбит/с.

3. Частотный интервал между каналами. В частотном плане ITU-T стандартный частотный интервал между каналами составляет 100 ГГц (около 0,8 нм по длине волны). В настоящее время рассматриваются предложения по стандартизации частотного плана с расстоянием 50 ГГц (около 0,4 нм) и даже 25 ГГц.

4. Скорость модуляции лазерного передатчика. На линиях связи большой протяженности в настоящее время используются скорости передачи (модуляции) 2,5 Гбит/с (STM-16) и 10 Гбит/с (STM-64). Скорость передачи в сетях связи городского и регионального масштабов обычно намного меньше.

5. Коэффициент усиления EDFA. Стандартные усилители EDFA в пределах рабочего диапазона (шириной 40 нм) имеют типичный коэффициент усиления 30–40 дБ для слабых сигналов.

6. Коэффициент усиления приемника должен быть максимально высоким и стабильным.

7. Характеристики оптического волокна. Тип и характеристики оптического волокна сильно влияют на такие параметры системы, как скорость передачи, дисперсия и максимально возможное число каналов.

Эти параметры описывают основные характеристики системы WDM, однако для полного изучения системы требуется принимать во внимание и другие факторы.

Технические требования к линии связи обычно задаются с помощью допустимого значения коэффициента ошибок BER (Bit Error Rate), который зависит от конкретного приложения и может меняться от  $10^{-3}$  для случая цифровой передачи голоса до  $10^{-12}$  для передачи данных. Для того чтобы линия связи могла поддерживать большое число приложений, она должна иметь очень низкие значения BER. Система WDM должна иметь низкое значение BER на каждом из каналов по отдельности.

Величина потерь зависит от конкретного элемента системы и общей длины оптического пути сигнала от передатчика. Потери возникают даже в



самом высококачественном компоненте или подсистеме. Они неизбежны в соединителях, мультиплексорах, демультиплексорах и самом оптическом волокне.

Измерение потерь является основным моментом в определении характеристик линии связи. Существует много методов и критериев для измерения потерь в отдельных компонентах. Главная цель измерения потерь – определить величину полных потерь в линии связи.

Когда оптическое излучение попадает в какой-либо компонент системы связи, часть энергии излучения отражается обратно. Потери на отражение возникают на границах раздела оптических сред в компонентах, соединителях и стыках из-за воздушных зазоров, несоосности или различия показателей преломления.

Потери на отражение зависят от качества и точности установки компонентов. Они изменяются от канала к каналу, поэтому проводить измерение потерь на отражение необходимо во всем рабочем спектральном диапазоне. Лазеры, используемые в системах DWDM, чувствительны к отраженному излучению. Отраженный сигнал может ухудшить их стабильность, уменьшить отношение сигнал/шум или полностью вывести их из строя. Нежелательные отражения в усилителях EDFA могут привести к значительному увеличению коэффициента шума. Поэтому потери на отражение в линии связи необходимо тщательно измерять до начала эксплуатации системы и постоянно контролировать в процессе эксплуатации.

Хотя коэффициент ошибок BER является главным параметром, дающим для внешнего приложения представление о качестве канала связи, сам это параметр зависит от другой интегральной характеристики системы WDM, а именно от отношения сигнал/шум. Отношение сигнал/шум OSNR (Optical Signal-to-Noise Ratio) является неотъемлемой характеристикой любой системы WDM и отражает превышение мощности принимаемого сигнала над шумовым фоном для каждого оптического канала. Чем больше OSNR, тем легче идентифицировать принимаемые биты сигнала на уровне шума.

Перекрестные помехи – это нежелательный влияние сигнала одного канала в сигналы других каналов. Уровень перекрестных помех достаточно сложно точно определить до завершения монтажа и запуска системы. Перекрестные помехи необходимо измерять реальных условиях эксплуатации систем WDM.

## АХБОРОТ ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИ

*Б.К. Мамадалиев (ГАТУ талабаси)*

Бугунги кунда Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисидаги” қонуни, “Кадрларни тайёрлаш миллий дастури” талаблари асосида фанларни ўқитиш ва янги ахборот ва педагогик технологияларни таълим жараёнига жорий қилиш таълим бериш самарадорлигини оширмоқда.

Шу муносабат билан компьютер технологиялари, тизимлари ҳамда телекоммуникация тармоқлари асосига масофадан ўқитишнинг кенг йўналишини эътиборга олиб “Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш” фанидан ўқув қўлланмани яратиш долзарб масалалардан ҳисобланади.

Ҳозирги кунда жаҳонда масофали ўқитиш тажрибаси етарлича тўпланган. Жумладан, Буюк Британиянинг анъанавий университетининг бошқариш соҳасидаги магистр даражасига мўлжалланган дастурларининг кўплари масофали ўқитиш орқали амалга оширилади. Унинг очик университети давлатда энг катта олий ўқув юрти бўлиб, унда масофали ўқитиш шакли оддий университетлардаги таълимга қараганда 40 фоизга арзон тушади.

Таълим муассасасида масофали ўқитиш тизими асосида ўқитилса, унинг ўқув бўлими ҳамма ўқувчилар бир хил ва энг янги материаллардан фойдаланган ҳолда ўқитилаётганлигига ишонч ҳосил қилиб ўтириши мумкин. Ўқув китобларини ИНТЕРНЕТ орқали янгилаб туриш анча осон амалга оширилади.

Масофали ўқитиш тизимини амалга оширишнинг асосий муаммоларига қуйидагиларни киритиш мумкин:

- методик таъминот;
- техник (аппарат ва дастурий) таъминот;
- таълим хизматларини таъминлайдиган ходимлар салоҳиятини шакллантириш;
- масофали ўқитиш;

Тўғри вазифали ўлчаш тизимларининг энг кенг синфи АЎТлардир. АЎТ нинг вазифасини ўлчаш жараёнини мақсадга йўналтирилган ҳолда оптимал олиб бориш қўшни тизимларни юқори даражали ҳақиқий ахборот билан таъминлаш деб таърифланади.

АЎТ нинг асосий функциялари тадқиқот объектлари ўлчаш ахборотини олиш, уни қайта ишлаб чиқиш, узатиш, ахборотни операторга ёки (ва) компьютерга тақдим қилиш, хотирада сақлаш, акс эттириш ва бошқарувчи таъсирларни шакллантиришдан иборат.

АЎТ ўлчаш жараёни ёки экспериментни қабул қилинган ишлаш мезонига мувофиқ равишда бошқариш, унга юкланган функцияларни вазифа ва мақсадга мос равишда бажариши, аниқлик, ҳалақитбардошлик,

тезкорлик, ишонччилик, ўлказиш қобилияти, мослашувчанлик (адаптацияланиш), мураккабликнинг талаб қилинадиган кўрсаткичлари ва тавсифларига эга бўлиши; ахборотни бериш усуллари ва шакллари: техник воситаларнинг жойлаштирилишига қўйиладиган иктисодий талабларга жавоб бериши, қўшни иерархия даражасидаги ва бошқа АЎТ лар билан ишлашга мослашган бўлиши лозим.

АЎТ нинг асосий функцияси, бошқа ҳар қандай техник системадаги каби, кириш ахборотини чиқиш ахборотига мақсадли ўзгартиришдан иборат. Бу ўзгартириш техник таъминот аппаратураси ёрдамида ё автоматик, ёки мураккаб АЎТ, ЎЎК ва виртуал асбобларда персонал ва техник таъминот аппаратураси томонидан биргаликда бажарилади.

Ҳозирги замон рақамли схемотехника воситаларининг қўлланилиши АЎТ ларнинг яратилиш принципларини тубдан ўзгартириб юборди. Бундан ташқари, ахборот оқимларини асосли тақсимлаш ва йўналтириш усуллари уларнинг керагидан ортиқча бўлишини камайтириш имконини беради. Бу ўлчаш ахборотини қайта ишлаб чиқишни унинг шаклланиши жойига иложи борича максимал кўчиришни, яъни АЎТ да тақсимланган ўлчаш ахборотини конвейерли ишлаб чиқишга ўтиш масаласини қўйишга имкон беради. Бундай тизим умуман қуйидаги асосий қисмлардан иборат бўлади: бирламчи ўзгартиргичлар (датчиклар) тизимлари, ахборотни йиғиш ва бирламчи ишлов бериш қурилмалари; ахборотга иккиламчи ишлов бериш воситалари, бошқариш ва назорат қурилмалари, объектнинг бошқа тизимлари билан алоқа қурилмалари, ахборот тўплагичлар.

Ишлаш алгоритми бўйича АЎТларнинг қуйидаги турларини ажратилади:

- олдиндан берилган иш алгоритми; уларнинг ишлаш қоидалари ўзгармайди, шунинг учун улардан фақат доимий режимда ишлайдиган объектларни тадқиқ этишда фойдаланиш мумкин;

- дастурланувчи, уларда иш алгоритмини тадқиқот объектининг ишлаш шароитларига мувофиқ равишда тузиладиган дастур бўйича ўзгартирилади;

- адаптив, уларнинг иш алгоритмлари, кўпинча тузилиши ҳам ўлчанадиган катталиклар ва объектнинг иш шароитлари ўзгаришига мослашиб ўзгаради;

- интеллектуал, улар ўзгарувчан ишлаш шароитларига мувофиқ равишда қайта созланиш қобилиятига эга ҳамда барча ўлчаш ва назорат функцияларини реал вақт масштабида бажаришга қодир бўлади.

Математик, дастурий ва ахборот таъминоти фақат ҳисоблаш комплексига эга бўлган АЎТ лар таркибига киради.

*Математик таъминот* – бу тадқиқот (ўлчаш) объектининг аналитик (математик) моделлари ва ҳисоблаш алгоритмларидир.

Ўлчаш объектининг математик моделига барқарорлашган ва ўтиш ҳолатлари учун кириш ва чиқиш ўзгарувчилари орасидаги ўзаро

таъсирнинг тавсифи, яъни статика ва динамика моделлари ҳамда жараён ўзгарувчиларининг чегаравий шартлари ва йўл қўйиладиган ўзгариши киради.

Математик моделнинг ёзилиш шакли турлича бўлиши мумкин: алгебраик ва трансцендент тенгламалар, дифференциал тенгламалар ва хусусий ҳосилалар тенгламалар. Ўтиш ва узатиш функцияларидан, частотавий ва спектрал тавсифлардан фойдаланилиши мумкин. АЎТ тадқиқоти математик моделларни ҳосил қилишнинг учта асосий усулини фарқ қилинади: аналитик усул, экспериментал усул ва экспериментал-аналитик усул.

Кейинги йилларда ЎТ ларни яратишда кўпинча қуйидаги занжирни амалга оширувчи математик моделлаштиришдан фойдаланилмоқда: *объект – модел – ҳисоблаш алгоритми – компьютер учун дастур – компьютерда ҳисоблаш – ҳисоблаш натижалари таҳлили – тадқиқот объектини бошқариш.*

Ўлчаш алгоритми *дастурий, сўзли, аналитик, график усулларда* ёки бу усулларнинг бирикмаси орқали ифодаланиши мумкин. Бунда амаллар тартиби ихтиёрий бўлмасдан, балки масалани ечишнинг у ёки бу усулини амалга оширади. Барча ҳолларда ҳам, қўйилган масала турли икки маъноликларга (муҳимликларга) ўрин қолмайдиган қилиб аниқ таърифланиши лозим.

*АЎТ нинг дастурий таъминоти* ўз ичига тизимли ва умумий татбиқий дастурий таъминотни ўз ичига олади ва у биргаликда тобе дастурий тизим билан амалга ошириладиган математик таъминотни ҳосил қилади.

Тизимли дастурий таъминот – бу АЎТ да фойдаланиладиган компьютернинг дастурий таъминоти ва қўшимча дастурий таъминот воситалари тўпламидан иборат; бу қўшимча воситалар диалогли режимда ишлаш, ўлчаш компонентларини бошқариш, комплекснинг тобе (қўйи) тизимларида ахборот алмашилиш, техник ҳолатнинг таъжисини (диагностикасини) автоматик ўтказиш имконини беради.

АЎТ нинг дастурий таъминоти аслида қуйидаги ишларни амалга оширадиган ўзаро тўлдирувчи, ўзаро ишлайдиган тобе дастурлар тўпламидир:

- ўлчаш ахборотини самарали тасвирлаш, экспериментни ва бошқа ўлчаш тартиботларини режалаштириш алгоритмлари;
- ўлчашлар маълумотларини архивлаштириш;
- комплекснинг метрологик тавсифлари (меъёранадиган метрологик тавсифларни аттестациялаш (шаҳодатлаш), таъжислаш, экспериментал аниқлаш ва шу қабилар).

*Ахборот таъминоти* тадқиқот объектининг ҳолатини режимида кўрсатувчи персонал ва компьютерга келгусида бошқаришда фойдаланиш учун ҳужжатлар, диаграммалар, графиклар, кўп сигналли кўринишда

тақдим этишда ахборотли акс эттиришнинг усуллари ва аниқ шаклларини аниқлайди.

АЎТ нинг тобе тизимларига юқорида кўрсатилган элементлардан ташқари, текширилаётган объектнинг рўйхатли тизимлари, телеметрия ва бошқалар билан мослаштирувчи бир қатор қурилмалар ҳам кириши мумкин.

АЎТ ни ишлашида дисплей ва бошқарувчи элементларнинг эргономик, самарали ва аниқ тузилиши муҳим аҳамиятга эга. Булар операторнинг шахсий (ёки ихтисослашган) компьютер билан ўзаро ишлашнинг таъминловчи *фойдаланувчи интерфейси* деб аталади. Умумий ҳолда эса *интерфейс* деб шахсий компьютерни ўлчаш воситалари ёки бошқа ҳар қандай ташқи техник тизимлар билан боғлаш (бириктириш) қурилмасига айтилади (баъзан бу тушунчага ўлчаш тизимининг дастурий таъминоти ҳам киритилади). Қаралаётган интерфейсининг самарали ишлаши фойдаланувчидан АЎТ билан имкони борича тез ўзаро ишлаш концептуал моделини ривожлантиришдан иборат. Фойдаланувчи интерфейсининг бошқа муҳим тавсифлари унинг аниқлиги, дизайни ва равшанлиги бўлиб, бу кетма-кет очиладиган ойналар ёрдамида ичма-ич жойлашган менюларнинг ва буйруқ сатрларининг функционал «ишга тайёр» клавишларни кўрсатиб оз очилиши билан таъминланади.

## **ОПТИК ТОЛА ОРҚАЛИ УЗАТИЛАДИГАН ҚУВВАТНИ ТАНЛАШ ЙЎЛИ БИЛАН НОЧИЗИҚЛИКЛАРНИ КАМАЙТИРИШ**

*Г.Х. Мирзимова (ТАТУ)*

**Мавзу долзарблиги.** Юқори тезликдаги ахборотларни узатиш учун тўлқин узунлиги бўйича зичлаштирилган (ТУБЗ) тизимлар ишлатилмоқда. Бир модали оптик тола (БМОТ) орқали ҳар бири 40 Гбит/с тезликли 200 дан ортиқ тўлқин узунликларида оптик каналларни ҳосил қилиш мумкин. Бундай гуруҳли оптик сигналлар қуввати бир модали оптик толадан узатилганда, сигнал интенсивлигини оширишдан оптик толада ночизикликларнинг юзага келиши маълум бўлди. Ночизикликларнинг турлари кўп бўлиб, уларни ҳар бири сигналлар сифатига бир вақтда таъсир қилади ва ҳалақитлар сатҳини оширади. Ночизикли ҳалақитлар тизим имкониятларини аниқлайди. Шунинг учун гуруҳли оптик сигналларнинг йиғинди қуввати олдиндан аниқланган бўлиши ва норма талабларига тўғри келиши керак. Юқоридагилардан келиб чиққан ҳолда маъруза мавзуси долзарб ҳисобланади.

**Масалалар ечими.** ТУБЗ тизимларда гуруҳли сигнал қуввати  $+20 \div +30$  дБқ ни ташкил этади. Оптик толада ҳосил бўладиган ночизиклики ҳалақитлар  $+20$  дБ қувват сатҳларидаёқ ҳосил бўлади. Бу икки шарт билан боғлиқ, ёруғлик нури оптик тола ўзаги бўйлаб тарқалганлиги сабабли:

- биринчидан ўзак кўндаланг кесими майдонининг кичиклиги сабабли ёруғлик нурунинг интенсивлиги жуда катта бўлади; ..

- иккинчидан ёруғлик нури фокусланмасдан (кесим майдони ўзгармасдан) узоқ масофаларга тарқалади.

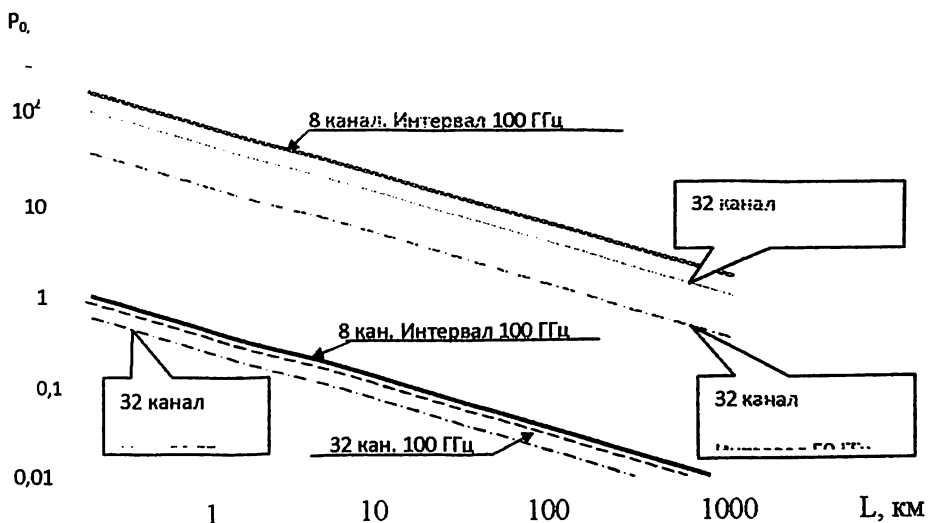
Нурланиш интенсивлигининг ошишига амалда бир модали режимнинг бузилиши ҳам таъсир этади.

Юқори интенсивликда ОТ чиқишида узатилган асосий сигнал гармоникаларидан ташқари бир катор комбинацион гармоникалар ҳам ҳосил бўлади. Бу комбинацион гармоникалар ишчи оптик каналлар билан ўзаро таъсирда бўлиб, асосий канал сигналларнинг бузилишига олиб келади. Ночизиқли халақитларининг йиғинди қуввати қуйидаги формуладан аниқланади:

$$P_{\text{вн.}} = \sum_{i=1}^N P_i$$

бу ерда  $P_i$  –  $i$  – оптик каналнинг қуввати.

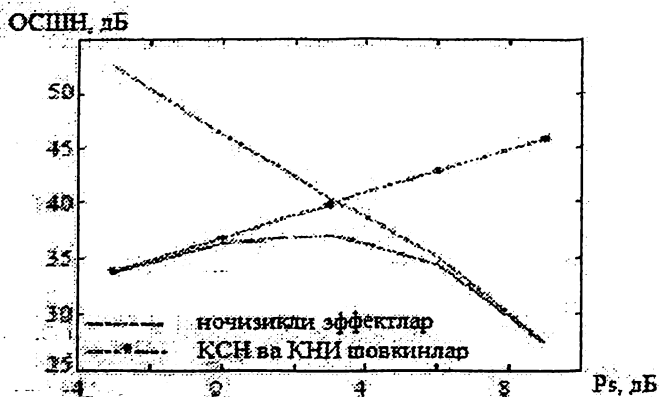
Қувватнинг ортиши ОТ да ночизиқликларни юзага келтиради, сифатни пасайтиради. Талаб этиладиган сифатни таъминлаш учун ОТ га узатиладиган оптик қувватни оптимал танланишига эътибор бериш керак. Гуруҳли сигнал қуввати 100 мВт (20 дБк) дан ошмаслиги керак. ХЭИ-Т нинг G.662 тавсияси бўйича қувват сатҳи 23 дБ деб қабул қилинган, лекин бунда иккисодий афзал бўлган оптик кучайтиргичларнинг умумий спектр полосасини чегаралаш керак.



1-расм. Тўрт тўлкинли силжиш натижасида каналда қувватнинг чегараланиши

Расмдан кўришиб турибдики, стандарт толага қараганда силжиган дисперсияли DSF толада узатиладиган қувватнинг максимал қиймати анча кичик. Бунга DSF толада дисперсия қийматининг кичиклиги туфайли тўрт тўлқинли силжиш (ТТС) эффектининг юқорилиги сабаб. Бир хил 100 ГГц интервалли 8 ва 32 каналли тизимлардаги чегараланишларни қиёслашдан, кўришиб турибдики, каналлар сони ошган сари қувватнинг чегара сатхи камаяди, чунки ТТС гармоникаларининг сони каналлар сонига боғлиқ холда ортиб боради. DSF тола ишлатилганда 32 каналли тизимда спектрал тапшил этувчилар қўлигига қарамасдан, бу камайиш сезиларли даражада эмас. Чунки ўша 8 каналлар нолинчи дисперсия яқинида ТТС нинг деярли хамма қувватини эга бўлади, бошқа каналларнинг ТТС қувватлари юқори эмас, чунки бу тўлқин узунликларида дисперсия юқорироқ. Каналлар орасидаги интервал камайганда қувватнинг чегараланиши жуда камаяди, буни 100 ва 50 ГГц интервалли 32 каналли тизимни солиштирганда кўриш мумкин. Шундай қилиб ТТС ни камайтириш учун узатиладиган қувватни камайтириш ва каналлар орасидаги интервални ошириш керак. Бирок бу каналлар орасидаги гурухли тезликнинг фарқланишига олиб келади ва натижада бутун тизимнинг ўтказиш полосасининг ошишига олиб келади.

Каналлари зич тўлқин узунлиги бўйича зичлаштирилган тизимларда оптик сигналнинг параметрлари шундай тапланиши керакки, бунда ночизикли эффектлар, КСН – кучайган спонтан эмиссия ва КНИ – кўп нузли интерференция шовқинларининг минимал таъсирда бўлиши таъминлансин. 2-расмда 32 каналли WDM тизими учун оптик сигнал шовқин нисбатининг (ОСШН) оптик толага киритиладиган қувватга боғлиқлиги келтирилган.



2-расм. ОСШН нинг  $O_T$  га киритиладиган қувватга боғлиқлиги

Каналлар сонининг ошиши ҳар бир оптик канал қувватининг чегараланишига олиб келади, чунки каналлар сони ошган сари ТТС

гармоникаларининг сони ошиб боради. Масалан,  $P_{гр}=+20$  дБк да  $N=80$  да ҳар бир канал қуввати 1 дБк ни,  $N=40$  да 4 дБк ни,  $N=32$  да 5 дБк ни ташкил этади. Қувватнинг чегараланиши эса алоқа масофасининг чегараланишига, бу эса ўз навбатида оптик регенераторларнинг қўлланилишига олиб келади. Бу билан сарф харажатлар ошади, чунки ҳар бир канал учун алоқида оптик регенератор талаб этилади.

**Хулоса.** Таҳлил натижаси бўйича узатиладиган қувватни таъминлаш йўли билан оптик толадаги ночизиклиликларни камайтириш учун қўйидагиларни таклиф қилиш мумкин:

- ночизикли эффектларни юзага келмаслигини таъминлаш учун ОТ га киритиладиган нурланиш қуввати сатҳини оптимал таъминлаш керак;

- оптик толали линия трактига узатиладиган гуруҳли сигналнинг йиғинди қувват сатҳи  $G.662$  тавсияси бўйича 23 дБ деб қабул қилинган. Бу қиймат ночизикли эффектларнинг меъёр доирасида сақланишини ва узатиш сифатини таъминланишига эътибор бериш керак;

- ОТ даги ночизиклиликларни камайтириш учун когерент лазер диодини таъминлаш ёки қўшимча тор полосали филтрларни қўллаш тавсия этилади.

Ночизикли ҳалақитларни камайтириш йўллари таҳлил этиш, оптик каналлар сифатини яхшилаш, бунинг яқинида эса ТУБЗ тизимининг имкониятларидан тўлиқ ва самарали фойдаланиш, оптик каналлардаги сигналларни талаб этиладиган даражадаги узатиш сифатини таъминлаш имконияти яратилади.

## **АБОНЕНТ ОПТИК КИРИШ ТАРМОҚЛАРИДА КАНАЛЛАРНИ КОД БЎЙИЧА АЖРАТИШ УСУЛЛАРНИНГ ТАҲЛИЛИ**

*Р.Ҳ.Насимов (ТАТУ)*

Сўнги йилларда абонент кириш тармоқларида фойдаланувчилар сонининг давомий ошиб бориш тизимлардан юқори ўтказувчанлик қобилиятини талаб қилмоқда. Ушбу тезис мақолада когерент ва нокогерент тизимлари асосида оптик кириш тармоқларни қуриш орқали муаммони ечиш имконияти мавжуд.

Замонавий телекоммуникация тармоқларини сўнги йилларда толали оптика асосида қуриш жадал суратлар билан ривожланмоқда. Бу эса фойдаланувчиларга мультимедиа тармоқларига юқори тезликда чиқиш имкониятини қўллаб қувватлайди. Қўшимча қилиб айтганда бугунги кунда абонент оптик кириш тармоқларида маълумотларни узатиш ва қабул қилиш тезлиги 100Мбит/сдан ошди. Келажакда янги авлод оптик кириш тармоқларни қуришда, бугунги кун технологиялари спектрал имкониятини таъминлаб бера олмайди. Янги авлод оптик кириш тармоқлар албатта кўп сонли фойдаланувчиларга бир вақтда хизмат кўрсата олиши, Гбит/с



тезликларда маълумотлар алмашинувини таъминлаши, ахборот хавфсизлигини юқори даражада ҳимояланган бўлиши каби талабларни қўллаб қувватлаши лозим ва бу талаблар долзарб муаммоларидан бири бўлиб қолмоқда. Муқобил ва имконияти юқори ҳисобланаётган OCDMA тизимлари асосида янги авлод оптик кириш тармоқларни куриш асосий муаммонинг ечимларидан бири ҳисобланади.

OCDMA тизими маҳаллий телекоммуникация тармоқларини куриш учун жуда мос технология ҳисобланади. Алтернатив ҳисобланаётган OCDMA тизимлари абонент кириш тармоқларига DWDM тизимлари имкониятларини олиб киради.

OCDMA тизимида ҳар бир фойдаланувчи учун алоҳида кодлаш усули ажратилади ва ҳар бирининг ахбороти алоҳида кодланади. Масалан, биринчи фойдаланувчининг кодлаш усули "1" сигнаolini 00001 ва "0" сигнаolini 10000 ва иккинчи фойдаланувчининг "1" сигнали 01000 ва "0" сигнали 00010 ва ҳоказо  $n$  фойдаланувчининг кодлаш усули бошқаларига ўхшамagan усул асосида кодланади. Оптик CDMA манбаси когерент ва нокогерент тизимларга асосланган. Бу икки тизимда кодлаш техникалари 3 гуруҳга бўлинади: вақт бўйича, тўлқин узунлиги бўйича ва фазаси бўйича ва бу гуруҳлар ҳам ўз навбатида 7 хил усулда амалга оширилади: импульс амплитудали кодлаш, импульс фазали кодлаш, спектрал амплитудали кодлаш, спектрал фазали кодлаш, фазоли кодлаш, икки ўлчамли кодлаш ва 3 ўлчамли кодлаш.

Когерент OCDMA асосида юқори ҳимояланган абонент кириш тармоқларини куриш мумкин. Бу тизимларда оптик сигналлар "-1, 0, +1" ҳолати бўйича кодланиб, тизим қисқа оптик импульсларни ишлаб чиқаради. Когерент OCDMA тизимларида кодлаш жараёни фазаси бўйича мураккаб усулда амалга оширилади. Бу тизимнинг афзаллиги кодланган оптик сигналларнинг интерференция шовқинларга нисбаттан бардошлилиги анча юқори бўлади. Бу тизимда сигналларни бир ўлчамли (фаза, тўлқин узунлиги ва вақт доменида), икки ўлчамли (фаза-тўлқин узунлиги, тўлқин узунлиги-вақт ва фазаси-вақт) ва уч ўлчамли доменларда кодлаш жараёнларини амалга ошириш мумкин. Когерент OCDMA тизимларини оптик тармоқларда қўллаш, мураккаб тузилишга эга тизимларни талаб қилади. Бу эса тармоқ курилишини мураккаб бўлиши каби муаммоларни юзага келтиради.

Янги авлод оптик кириш тармоқларни нокогерент тизимлари асосида куриш, когерент тизимларга қараганда анча осон амалга оширилади, тизимнинг курилиши содда кўринишга эга бўлади ва шу билан бирга оптик сигналлар "1" ва "0" ҳолатида кодланади. Бу тизимларда ҳам сигналлар бир ўлчамли (1D) фаза, тўлқин узунлиги ва вақт доменида, икки ўлчамли (2D) фаза-тўлқин узунлиги, тўлқин узунлиги-вақт ва фаза-вақт ва уч ўлчамли (3D) доменларда кодлаш жараёнлари амалга оширилади. Бир ўлчамли кодлаш усулида фойдаланувчи коди билан ахборот битлари бир

нечта чипларга ажратилади ва вақт ораликлари бўйича бўлиниб узатилади. Бу тизимда фойдаланувчилар сони 2 ва 3 ўлчамли тизимларга қараганда камроқ ва тузилиши осонроқ кўринишга эга бўлади. Икки ўлчамли кодлашда битлар алоҳида вақт бўйича ажратилган чипларга бўлинади ва бу чиплар алоҳида тўлқин узунликларидан узатилади. 2D кодлаш усулини 1D билан таққослаганда кўпроқ фаол фойдаланувчиларни қўллаб қувватлайди ва тизим нисбатан мураккаб тузилишга эга бўлади. 3D кодлаш усулида вақт, тўлқин узунлиги ва кутбланиш бўйича амалга оширилади. Бироқ бу кодлаш усуллари фақат кириш тармоқлари учун айнан мос келади, лекин бошқа тармоқлар учун ноқулай кодлаш усули ҳисобланади.

Охириги йиллардабу икки тизим ўтказувчанлик қобилиятини янада яхшилаш ва интерференцион шовқинлари таъсирини камайтириш ва шу билан бирга кириш тармоқларида кўп сонли фойдаланувчиларни тармоққа чиқиш имкониятини яхшилаш мақсадида кўпгина кодлаш усуллари таклиф этилди. Турли кодлаш усулларида фойдаланиб кодланган сигналлар битта оптик каналдан узатилади ва бу ҳам ўз навбатида оқимни бошқариш каби жиддий қийинчиликлар юзага келтиради. Хархил фойдаланувчилар кодлари ўртасида оптик каналларда интерференция шовқинлар (MAI ва OBN) юзага келади ва бу фойдаланувчилар сонига мос равишда охири боради. Ҳосил бўлган шовқинлар тизимнинг умумий сизими чеклайди ва тизим ўзининг ўтказувчанлик қобилиятидан тўлиқ фойдалана олмайди натижада тизимнинг самарадорлиги пасайиб кетади.

Бу каби ҳолатларни баратараф этиш учун янги кодлаш алгоритмлари талаб этилади. Янги таклиф этиладиган кодлаш усуллари албатта юқоридаги интерференция шовқинларни баратараф этиши ва бир вақтнинг ўзида кўп сонли фойдаланувчиларни тармоққа чиқиш имкониятини каби муҳим талабларни таъминлаши зарур.

## **ОПТИК CDMA ТИЗИМЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ**

*Р.Ҳ. Насимов (ТАТУ)  
А.Ф. Хайтбаев (ТАТУ)*

Оптик кириш тармоқларида CDMA технологиясини қўллаш орқали юқори ўтказувчанлик қобилиятига ва фойдаланувчи ахборотининг ишончли узтилишига эришиш имкониятини таъминлайди. Ушбу тезис мақолада оптик кириш тармоқларида CDMA (code division multiplexing access) технологиясини қўллаш бўйича дунёнинг етккчи мутахасислари ва олимларнинг илмий ишлари таҳлил қилинган. Юқори тезликли абонент кириш тармоқларини куриш бўйича ечимлар таклиф этилган.

Сўнгги йилларда тезлиги юқори, мультисервис хизматларини талаб доирасида тақдим эта оладиган ва хизмат кўрсатиш сифати (QoS) юқори даражада бўлган янги авлод абонент кириш тармоқларини куриш бўйича

қўштина илмий-амалий ишлар олиб борилмоқда. Бугунги кун тармоқ технологияларининг спектр имконияти келажакда унга қўйиладиган юқори ўтказувчанлик қобилияти каби талабларини таъминлай олмайди. Бирок каналлар сифимини ва хизмат кўрсатиш сифатини ошириш янги технологияларни яратишни талаб этади ва бу талаблар бугунги кунда долзарб масала бўлиб қолмоқда.

Мавжуд кириш тармоқлари технологияларига муқобил ва юқоридаги талабларга жавоб бериши мумкин бўлган технологиялардан бири бу CDMA дир. CDMA асосида, келажакда, юқори ҳимояланган, қўп сонли фойдаланувчиларга бир вақтда ва бир хил тезликда хизмат кўрсата оладиган, каналларнинг вақт ва тўлқин узунликлари доменларида ўзаро таъсирлашиши каби муаммолар содир бўлмайдиган оптик тармоқларни куриш мумкин. Тизимда хизмат кўрсатиш сифати юқори, бит хатолик даражаси  $10^{-9}$  дан кам бўлади, абонент тармоқларида ҳар бир фойдаланувчи Гб/с тезликка эришиши мумкин. OCDMA тизимларида битта частота имкониятидан барча фойдаланувчи бирдек фойдаланади, яъни умумий каналнинг ўтказувчанлик қобилияти фойдаланувчилар сонига нисбатан тақсимланмайди, балки ҳар бир фойдаланувчи учун каналнинг ўтказувчанлик қобилияти ўзгармас ва бир хил бўлиб қолади. Қўшимча қилиб айтганда, OCDMA технологияси асосида кириш тармоқларини куриш орқали маълумотларни асинхрон режимда ва юқори тезликда узатиш мумкин.

OCDMA тушунчасига 1986 йилда Принстон университетининг бир гуруҳ олимлари Прукнал П., Санторо М., Фан Т., ва 1988 йилда Белкор илмий тадқиқот жамиятидан (Bellcore communication research) Ҳеритаге П., Веинер М., ва Жанубий Колефорния университетидан Салехи А.лар асос солдирлар. 1989 йилгача толали оптик тармоқлар ва OCDMA устида дастлабги илмий тадқиқот ишлари олиб борилди. Бу вақтгача толали оптик тармоқларда қўпгина кашфиётлар амалга оширилди ва шу билан бирга когерент мултиплексорлаш биринчи марта тажриба қилинди. OCDMA қабул қилгич/узатгич учун кодер/декодер қурилмалари таклиф қилинди. Қўшимча қилиб айтганда, янги авлод OCDMA тизимларини такомиллаштириш бўйича янги кодлаш усуллари, тизимлари ва технологияларини ривожлантириш ғоялари қўпчилик олимлар томонидан илгари сурилди.

Тизимда фойдаланувчилар сонининг ошиши билан интерференсия шовқинларнинг паралел ошишини ва тизим ўтказувчанлик қобилияти шовқинлар таъсирида пасайиб боришини Аазҳанг ва Салехилар исбот қилиб бердилар. Турли тармоқ тезликлари ва абонент ахборотлари тезликлари учун чип вақтларини тадбиқ қилиш кераклигини Мендес ўрганиб чиқди. Шу билан бирга, тармоқда фойдаланувчилар сонини ошиши билан шовқинларнинг ошиш сабаблари ўрганилди. Тизимнинг

Ўтказувчанлик қобилияти шовқинлар сабабли пасайиб кетиши исботланди ва бу муаммоларни бартараф этиш учун кўпгина ишлар амалга оширилди.

Салехи ва Веинер ўзлари бошлаган илмий ишларини давом эттириб, когерент OCDMA тизимларида суяқ кристал фазали модуляторларни ишлаб чиқдилар. Когерент OCDMA тизимлари учун алоқа алмашинувини ишончлилигини таъминлаш учун янги таклифлар ишлаб чиқилди. Кўп модалли оптик толадан кодланган ахборотларини узатиш Валкер томонидан биринчи марта амалга оширилди. Сўнги йилларда OCDMA технологияси устида олиб борилган илмий ишлар хулосасидан келиб чиқиб, келажакда абонент оптик кириш тармоқлар учун OCDMA потенсиал технология бўла олиши яна бир қарра исбот қилиб берилди.

ITU-T 10Гб/с ли PON тармоқлари стандартларини яратди ва бу орқали янги авлод PON (NG-PON1) тармоқларига биринчи қадам қўйилди. Бу G-PON деб номланди. Шу қувларда NG-PON2 тармоқлари мувофаққиятли қўлланилиб келинмоқда, унинг қабул қилиш тезлиги 40Гб/с ни ва узатиш тезлиги 10Гб/с ни ташкил этади. Кейинги 10 йилликда абонент оптик кириш тармоқларининг ўтказувчанлик қобилиятига бўлган талабнинг давомий ўсиб бориши, бугунги кунда қўлланилиб келинаётган технологиялар спектрал имконияти талаб қилинган ўтказувчанлик қобилиятини таъминлай олмаслиги мумкин. Талаб доирасида хизмат кўрсатиш ва кўп сонли фойдаланувчиларни тармоққа чиқиш имкониятларини қўллаб қувватлаш учун янги авлод NG-PON3 тармоқларига ўтиш, хосил бўлиши кутилаётган муаммоларни бартараф этиши мумкин.

ОптикCDMA технологиясини таҳлили бўйича қуйидагиларга эътибор бериш керак. Бу тизимда ҳалигача мавжуд шовқинлар манбаи етарли даражада камайтирилмаган. Бугунги кунга қадар яратилган турли кодлаш алгоритмлари шовқинлар таъсирини тўлиқ бартараф эта олмайди. Кўп сонли фойдаланувчилар асосий шовқин манбалари бартараф этилганидан кейин юқори тезликли тармоқларга чиқиш имкониятига эга бўладилар, акс ҳолда мавжуд OCDMA тармоқларининг тақдим этадиган ўтказувчанлик қобилиятини шовқинларнинг таъсири чеклайди.

## **МОНИТОРИНГ СЕТЕВОГО ТРАФИКА В PON**

*Д.А. Никитин (ТУИТ студент)*

### **Актуальность темы**

Технология пассивных оптических сетей PON - относительно молодая, постоянно развивающаяся технология, и на сегодняшний день возникает множество вопросов, связанных с исследованием надежности работы сетей связи, построенных на основе данной технологии. В связи с этим, разработка методов мониторинга пассивных оптических сетей

доступа и методов повышения устойчивости их работы, является актуальной на сегодняшний день темой.

### **Постановка задачи**

Важность обеспечения работоспособности мультисервисных сетей связи, построенных на основе технологии PON, является необходимым условием для их нормального функционирования и дальнейшего развития. Угрозы функционированию PON носят разносторонний характер и характеризуются различными внешними воздействиями.

Любое воздействие на компоненты сети, способное вызвать повреждение или уничтожение активных (оконечные оптические блоки) и пассивных составляющих, а также приводящее к потере, искажению и блокированию доступа к информации, передаваемой по сети связи называется вредным воздействием на мультисервисную сеть связи.

Выделяют семь наиболее важных базовых признаков внешних воздействий:

по природе возникновения;

по степени преднамеренности проявления;

по непосредственному источнику вредных воздействий;

по положению источника вредных воздействий;

по этапам доступа пользователей или программ к ресурсам сетей связи;

по способу доступа к ресурсам сетей связи;

по степени воздействия на сети связи.

Для мультисервисных сетей связи негативные воздействия можно представить в виде множества в соответствии с сетевой моделью OSI.

Негативные воздействия на физическом уровне, которые могут быть как природного происхождения, так и искусственного, направлены на функциональные элементы сети связи. В данную группу можно включить несанкционированные подключения к коммутационным портам и оптоволоконным каналам связи. В мультисервисных сетях воздействия данной группы приводят к уничтожению или повреждению каналов связи, а также коммутационного оборудования.

На канальном уровне возможен несанкционированный доступ к ресурсам сети, приводящий к блокированию или потере соединения. В сетях PON для защиты от несанкционированного доступа используется шифрование сетевого трафика, что позволяет существенно повысить безопасность передачи, как служебной информации, так и личной информации абонентов.

На сетевом уровне, отвечающем за определение маршрута и логическую адресацию, возможна замена адресной информации в служебных блоках, подмена записей в базах локального интерфейса управления, подмена записей в базах межсетевых интерфейсов, что может

привести к уничтожению одного или нескольких соединений и потере информации.

На транспортном уровне, отвечающем за прямую связь между конечными пунктами (отправителями и адресатами) и надежность, возможно нарушение и уничтожение соединения, изменение типа передаваемых данных, параметров обслуживания, связей между функциональными элементами и т.д.

В сетях PON информация между абонентами или сегментами сетей проходит через линейный терминал OLT. В таком случае наличие лишь одного канала связи может при нарушении функционирования центрального узла OLT вывести из строя целый сегмент сети PON. Для предотвращения подобных ситуаций необходимо применять различные методы резервирования каналов связи и оконечного оборудования. Однако самым уязвимым местом в пассивных оптических сетях является физическая среда передачи данных, помимо нее атакам подвержены ONT и, в меньшей степени OLT.

PON, как и любая сеть, использующая множественный доступ, обладает рядом недостатков. Один из этих недостатков связан с наличием общего канала передачи данных, в результате чего возможен выход из строя целого сегмента сети PON из-за действий злоумышленника или неисправностей сетевого оборудования. Помимо этого в сетях PON затруднена диагностика состояния сети, особенно в случае отсутствия контрольных точек.

Так же одним из слабых мест в сетях PON являются сбои в оконечном оборудовании, которые могут возникнуть по различным причинам, например

некорректная настройка оборудования администратором сети, приводящая к потерям информации, а также ошибки пользователей; выход из строя оконечного оборудования пользователя (ONT).

С точки зрения информационной безопасности в линиях связи PON возможны следующие угрозы:

- анализ трафика, передаваемого по PON;
- повреждение оптической линии связи;
- внедрение ложных сообщений и сетевых вирусов в общий поток.

### **Решение проблемы**

На сегодняшний день существуют следующие методы диагностики: *метод контрольных сигналов.* При данном методе по маршрутам передаются сигналы, основной задачей которых является обнаружение проблем связи и соединения. Данные сигналы передаются на частотах, не занятых в передаче информации;

*метод определения мощности широкополосного сигнала.* Данный метод заключается в контроле уровня мощности принимаемого сигнала и сравнения его с некоторым пороговым значением. Определение мощности

принимаемого сигнала позволяет обнаруживать изменения сигнала. Недостатком данного метода является то, что использование статистических методов требует времени, а малые отклонения обнаружить невозможно;

метод анализа оптического спектра. Анализируя оптический спектр можно контролировать изменения в спектре сигнала, даже если суммарная мощность принимаемого сигнала при этом остается неизменной. Несмотря на большую, по сравнению с методом сравнения мощности, информативность, данный метод основывается на статистике средних значений, требующих времени на усреднение значений, занимающими большое время, а также приводит к таким ситуациям, когда редко случающиеся ухудшения будут либо не определены либо определены через значительное время.

метод оптической рефлектометрии, в котором анализируются характеристики отраженного контролирующего сигнала. Данный метод применяется для выявления мест и характера неоднородностей, а так же потерь в оптическом волокне. Для диагностики проблем PON требуется специальное дорогостоящее оборудование (рефлектометры, анализаторы трафика), но даже в этом случае найти неисправность довольно сложно из-за присутствия в сети пассивных разветвителей.

Несмотря на такое количество методов, позволяющих исследовать состояние оптической линии, на данный момент сложно отслеживать неисправности в реальном времени.

Это связано с тем, что сеть PON может содержать более одного оптического разветвителя, т.е. строится по каскадному принципу. В таких условиях применение оптического рефлектометра становится невозможным т.к. древовидная топология сети, приводит к возникновению многих точек отражения зондирующего сигнала и временным задержкам между отражениями зондирующего сигнала от точек, расположенных на разных расстояниях.

### **Заключение**

В настоящее время ведутся работы, связанные с разработкой новых методов обнаружения неисправностей и несанкционированных воздействий. Они основываются на сравнении принимаемого сигнала со значением, полученным в ходе математического моделирования канала связи. Однако применение подобных методик в сети PON с учетом динамического характера изменения пользователей, а следовательно, и архитектуры сети представляется затруднительным.

Таким образом, для обеспечения сетей PON требуются новые методы обнаружения неисправностей и несанкционированных воздействий, которые должны сочетать в себе высокую степень защиты и высокие технико-экономические показатели.

## ОЧИҚ ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИ

С.А. Норқобилов (ТАТУ ҚФ)

У.Б. Алимов (ТАТУ ҚФ)

Оптик алоқа бу ахборот ёруғлик нури кўринишида оптик тола бўйлаб ёки оптик фазо атмосферада узатиладиган алоқадир. Ахборот тола орқали узатилса, толали оптик алоқа тизими, оптик атмосферада узатилса, оптик оптик алоқа тизими дейилади.

Оптик оптик алоқа тизимларида нурланиш манбалари электромагнит тўлқинларни оптик фазога нурлантиради, бунда нурланишни тарқалиш йўналиши фақатгина антеннанинг йўналиш диаграммаси билан аниқланади. оптик оптик алоқа тизимларининг узатувчи муҳити ўз навбатида уч турга бўлинади: атмосфера, космик ва сув ости алоқа муҳитлари.

Атмосфера оптик оптик алоқа тизимларида тўлқинларни тарқалиш характеристикаси етарли даражада об-ҳаво шароитларига боғлиқ. Атмосфера ва сув ости узатиш муҳитларининг физик бир турда эмаслиги ва уларнинг таркибидаги бегона заррачаларни узатилаётган нурланиш тўлқини билан ўзаро таъсирда бўлишидан электромагнит тўлқинлар бузилади. Заррача ўлчамларининг тўлқин узунлиги билан таққосланадиган даражада ёки катта бўлиши бузилишларни оширади. Шу сабабли атмосфера бузилишлари оптик диапазонда турли характерга эга. Шу тарзда узатиш муҳитларини таҳлил қилиш, алоқа тизимларини лойihalаштиришда юзага келадиган энг муҳим масала ҳисобланади. Тўлқинларни тарқалиш йўналишига тушиб қоладиган заррачалар асосан оптик нурланишни ютади ва сочади. Бу омилларни таъсир даражаси муҳит турига (сув ости, тоза ҳаво, турбулент атмосфера ва бошқалар) боғлиқ. Бу тизимларда бузилишларни камайтириш ва талаб этиладиган ишончлиликни таъминлаш учун ретрансляция участкаси узунлигини камайтириш керак бўлади.

Космик оптик оптик алоқа тизимларида узатиш муҳити бу атмосферадан холи бўлган оптик фазодир. Космик муҳитда атмосфера муҳитларига хос бўлган бузилишлар ҳосил бўлмайди, улар барқарор бўлиб, алоқанинг юқори ишончлигини таъминлайди. Космик муҳитларда асосий йўқотишлар бу тарқалишда ҳосил бўладиган йўқотишлар ҳисобланади. Бу йўқотишлар сигнал  $L$  масофага тарқалганда нурланиш майдони қувватининг йўқотиш коэффициентлари билан баҳоланади ва қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$Z_p = \frac{1}{4\pi L^2}$$



Космик алоқа тизимларини лойihalаштиришда асосий масала бу узатиш ва қабул қилиш антенналарининг ўлчамларини мос равишда тўғри танлаш орқали йўқотишларни бартараф этиш ҳисобланади.

Оптик алоқа тизимининг асосий йўналиши толали оптик алоқа тизими ҳисобланади. Чунки ҳозирги вақтда юқори даражадаги узатиш характеристикаларига эга бўлган ёруғлик узатгичлар ишлаб чиқилган. Аммо ахборотларни очик фазода, атмосферада узатишга асосланган очик оптик алоқа тизимлари ҳам, радиоалоқа учун ажратилган частоталарни тўлдирувчи восита сифатида қизиқишларни намоён этади.

Толали оптик алоқа тизимларида электромагнит нурланишларни тарқалиш йўлини ташкил этиш учун махсус оптик ёруғлик узатгичлар-оптик толалар қўлланилади.

Толали оптик алоқа тармоғи бу тугунлар ораси оптик алоқа линиялари орқали боғланган алоқа тармоғидир.

Ахборотни толали оптик алоқа линиялари орқали узатиш мис кабеллар ва бошқа узатиш муҳитларига қараганда бир қанча афзалликларга эга. Шу афзалликлари туфайли толали оптик алоқа тизимдан нафақат телефон алоқасини ташкил этишда, балки телевидениеда, овоз эшиттиришларини узатишда, ҳисоблаш техникасида, транспорт воситаларида ва бошқа соҳаларда кенг фойдаланилмоқда.

## **МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ И ЖИВУЧЕСТИ СЕТЕЙ СВЯЗИ**

*С. С. Парсиев (ГУИТ)  
У. М. Абдуллаев (ГУИ)*

**Актуальность темы.** Непрерывное совершенствование сетевых технологий, стадийность жизненного цикла сетей связи, многообразие вариантов построения структуры, необходимость передачи разнородной информации по каналам связи, а также в целях обеспечения возможности передачи информации в течение требуемого промежутка времени вынуждают разработки новых методов расчета надежности и живучести сетей связи. Именно по этой причине проблема обеспечения надежности сетей становится все более актуальной

**Постановка задачи.** Исследование и разработка конструктивных методов расчета параметров надежности и живучести сетей связи, предназначенных для решения с системных позиций широкого класса прикладных структурно-сетевых задач, различающихся числом учитываемых параметров, составом системы ограничений и критериями.

**Решение.** Разработка математических моделей расчета параметров надежности и живучести сетей (каналов) учитывающие различные факторы и параметры сетей.

Надежность функционирования сети – это характеристика, определяющая возможность абонентов обмениваться информацией по сети в условиях возникновения технических отказов и эксплуатационных ошибок без заметного ухудшения вероятностно-временных показателей качества обслуживания заявок.

Надежность - свойство сети связи выполнять заданные функции, то есть обеспечивать возможность передачи требуемой информации на заданных направлениях с установленными нормами достоверностью в течение требуемого промежутка времени.

Отказы и ошибки функционирования сетевых элементов возникают в процессе реальной эксплуатации. С точки зрения сети – это проявление внутренних процессов, протекающих в коммутационном и линейном оборудовании сетей связи.

Надежность сети определяется надежностью входящих в нее элементов. Для оценки надежности сети, целесообразно, сеть «разбить» на направления, каждому из которых задано требование к качеству обслуживания и присущи показатели надежности составляющих элементов.

Совокупность показателей надежности функционирования всех направлений связи, характеризует надежность сети в целом. Формально независимая оценка надежности направлений связи не означает их функциональную независимость, т.к. одни и те же элементы могут входить в состав различных направлений.

Показатель надежности функционирования сети – вероятность  $W(t)$  безотказного обслуживания заявок. Для ветви  $m$  определяется:

$$W_m(t) = R_m(1 - P_m),$$

где:  $R_m$  – вероятность безотказной работы ветви;

$P_m$  – потери заявок на ветви (показатель качества обслуживания);

$t$  – период времени безотказной работы каналов ветви (гарантированный период работы). Различные отказы, отказ в обслуживании может быть вызван занятостью обслуживающих приборов (показатель качества обслуживания) и выходом из строя обслуживающего прибора (показатель надежности функционирования).

Для направления связи с учетом всех ветвей, включаемых (входящих) в его состав, можно рассчитать вероятность безотказного обслуживания заявок  $W_{ij}(t)$  в виде:

$$W_{ij}(t) = \prod_{r=1}^{k=1} W_{mr}(t),$$

где  $W_{mr}$  – вероятность безотказного обслуживания заявок на  $m$ -й ветви  $i, j$ -того пути;  $k$  – количество ветвей  $i, j$ -того пути.

Если направление связи состоит из нескольких независимых путей передачи информации, то вероятность безотказного обслуживания в направлении связи определяется следующим образом:

$$W_{ij} = 1 - \prod_{g=1}^{X_{ij}} (1 - \prod_{r=1}^{k=1} W_{Mrg}(t)),$$

где  $W_{Mrg}(t)$  – вероятность безотказного обслуживания заявок на ветвь  $g$ ;  $X_{ij}$  – число независимых путей в графе или  $i, j$ -ом направлении связи.

Расчет вероятности безотказной работы  $R_m$  ветвей можно выполнить следующим способом:

$$R_m = K_{rm} e^{-\frac{1}{T_m}},$$

где:  $K_{rm}$  – коэффициент готовности;

$T_m$  – среднее время наработки на отказ.

Коэффициент готовности ( $K_{rm}$ ) – вероятность того, что сеть связи в произвольно выбранный момент будет исправна и характеризует безотказность и ремонтпригодность каналов связи. Коэффициент готовности определяется следующим способом:

$$K_{rm} = \frac{T_m}{T_m + T_{ms}},$$

где  $K_{rm}$  – коэффициент готовности ветви;

$t$  – непрерывное время наработки на отказ;

$T_m$  – среднее время наработки на отказ;

$T_{ms}$  – среднее время восстановления поврежденной ветви.

Если ветвь образована пучками каналов, то коэффициент готовности ветви определяется в виде:

$$K_{rp} = \frac{T_p}{T_p + T_{pv}},$$

где  $K_{rp}$  – коэффициент готовности пучка;

$T_p$  – среднее время наработки на отказ пучка каналов;

$T_{pv}$  – среднее время восстановления каналов пучка ветви.

Учитывая то, что все пучки ветви образуют исключительно параллельные соединения, то безотказность работы пучка каналов можно рассчитать в виде:

$$R_m = 1 - \prod_{i=1}^{X_m} (1 - R_{ni}),$$

где  $X_m$  – число пучков на ветви.

Живучесть сети – это характеристика способности сети обеспечить установление соединений и передачу сообщений между источниками и потребителями информации при выходе из строя ее элементов или участков без нормирования качества обслуживания.

Структурная функциональная сеть обладает структурной живучестью если граф сети, описывающий ее структуру, останется связным после воздействия внешних факторов, т. е. в каждом направлении связи сохраниться хоть один путь доставки сообщений.

Функциональной живучестью сети называют свойство сети обеспечивать установление соединений и передачу сообщений в направлениях связи при внешних воздействиях на ее элементы или участки, при учете функциональных возможностей используемых средств связи в этих направлениях.

Показателем живучести направлений связи является вероятность  $W(m)$  сохранения их связности. Если предположить, что  $ij$  –ом направлении связи существует один путь передачи сообщений, то живучесть пути  $W_{ij}$  можно определить в виде – вероятности сохранения связности в последовательной цепочки ветвей и узлов:

$$W_{ij}^1 = \prod_{m=1}^{M_{ij}} W_{M_{ij}} \prod_{k=1}^{K_{ij}} W_{K_{ij}},$$

где  $M_{ij}$  – количество ветвей в  $ij$  –ом пути;

$W_{M_{ij}}$  – вероятность выживания  $m$  –й ветви  $ij$  –ого пути;

$K_{ij}$  – количество узлов ( коммутационных центров)  $ij$  –ого пути;

$W_{K_{ij}}$  – вероятность выживания  $k$  –го узла  $ij$  –ого пути;

**Выводы.** Таким образом, с использованием вышеприведенных методов расчета показателей качества сетей связи можно оценивать вероятность обслуживания заявок на ветви исходя из показателя безотказной работы каналов ветви и сети в целом.

Полученные результаты можно использовать при проектировании телекоммуникационных сетей связи, а также при оценке качества обслуживания поступающих заявок в сеть.

## ОПТИК ТАРМОҚЛАРДА MPLS НИ ҚЎЛЛАШНИНГ АҲАМИЯТИ

*Р.Н. Раджапова (ТАТУ)*

**Мавзунинг долзарблиги.** Оптик тармоқ қандай бўлишидан қатъий назар замонавий технологияларга, таклиф қилинадиган хизматларга, узатиладиган ахборот сифатига бўлган талаблар кундан-кунга ортиб бормоқда. Шу туфайли мавжуд тармоқни янада такомиллаштириш, юкори ўтказувчанлик қобилиятига эга бўлган тармоқни яратиш ҳозирги куннинг долзарб масалаларидан биридир.

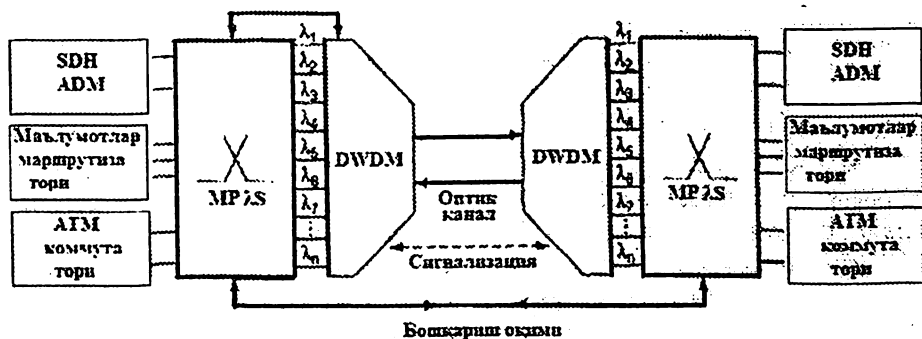
**Масаланинг қўйилиши.** Ҳозирги вақтда бутун дунёда транспорт тармоқлари каби, уланиш тармоқлари бўйича ҳам тўлиқ оптик тармоқларга аста-секинлик билан ўтиш кузатилмоқда. Бу ўз навбатида узатиладиган сигнал тезлигини бир неча баробар ошириш имконини беради. Натижада қурилмаларнинг техник иқтисодий кўрсаткичлари ва ишончилиги ошади. Бунинг учун алоқа операторлари: PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy); SDH (Synchronous Digital Hierarchy); WDM (Wavelength Division Multiplexing); ATM (Asynchronous Transfer Mode); IP (Internet Protocol); Ethernet, Fast Ethernet ва Gigabit Ethernet технологиялар базаси асосида тармоқни ташкиллаштириш масалаларини ҳал қилиши зарур.

**Масаланинг ечими.** Бунги кунда бу технологияларнинг афзалликлари, камчиликлари, қулайликлари, тармоқ хизматларини амалга ошириш қобилияти ва ўтказувчанлик нуқтаи назаридан келиб чиққан ҳолда оптик транспорт тармоқларини қуриш асосан иккита технология: SDH ва WDMга асосланган. Бундай технологиялар тармоқ архитектурасини оптималлаштириш имконини беради. Ҳозирги кунда тармоқда ахборотларни маршрутлаштириш учун асосий усул - пакетларни коммутациялаш.

Пакетларни коммутациялаш тармоқарида асосан MPLS кенг тарқалган. Бу протокол, MPLS трафикларини ва тўлиқ оптик тармоқларни коммутациялаш технологиясини бошқариш техникасида, оптик каналларни таъминлаш учун асосни таъминловчи, охириги такомиллаштирилган бирлаштириш учун яратилган. Умуман олганда маршрутлашторлар, ATM коммутаторлари, SDHнинг кириш/чиқишли мультимексорларига эга бўлиш керак. Бу асосан тармоқ сифимидан қарда ва қачон, қайси пайтда таъминлаш имконини қўллаган ҳолда, оптик коммутацияга устма-уст қўйилган, трафикларни техник бошқариш имконияти, сонлар бўйича кўп протоколли коммутациялаш билан боғлиқ.

Тўлиқ оптик тармоқларининг биринчи қурилиш принципи, MPLS оптик трафикларни динамик таъминловчи лойиха учун таклиф қилинган ОВЕРЛАЙН тузилишли тармоқ архитектурани қўллаб қувватлайди.

Қуйидаги расмда хизмат ва оптик транспорт сатҳини кўрсатувчи фотон тармоғи модели кўрсатилган.



Хизмат ва оптик транспорт сатҳини кўрсатувчи тўлиқ оптик тармоқ модели

Оптик коммутаторлар, оптик толали элементларнинг энг муҳими ҳисобланади. У тармоқнинг ишга қобилиятлигини қўллаб-қувватлайди ва сигнални маршрутлаштириш учун мустахкам платформадир. Бундай режимда коммутациялаш тўлқин узунлиги бўйича рўй беради. Мультиплексорни назарда тутмаган ҳолда DWDM конфигурацияси 2 дан 160 га ва ундан юқори оптик тўлқин узунликларини шакллантиради.

Тўлқин узунлиги бўйича мультиплексорлаш ва  $\lambda$ -коммутация (тўлқин узунлигини коммутациялаш) бир-бири билан чамбарчас боғлиқ. DWDMнинг агрегат оқимида ҳар бир тўлқин узунлиги, қўшни тўлқин узунликларидан яққол ажратилган бўлиши лозим. Бу ўзаро ўтувчи сўнишни минималлаштириш учун зарур.

Тўлиқ оптик тармоқ моделининг кейинги принципи, тақсимланган коммутация принциpidир. Бошқариладиган оптик тармоқларнинг кейинги генерацияси, тақсимланган генерация йўналишидир. Бу коммутациялаш моделида интеллектуал коммутациялаш имконига эга бўлган  $\lambda$  улагичлар, уни чегараси бўйлаб тармоқнинг турли узелларида тақсимлайди. Бу архитектура, ишлаб чиқариш ва мустахкамлигига зиён етказмаган ҳолда, тармоқнинг марказий қисмидаги каби периферияда ҳам тармоқ бўйича барча турдаги трафикларни 1 сатҳда самарали ва силлиқ узатишни таъминлайди.

**Хулоса.** Бошланган конвергенция жараёни тармоқ технологияларини шиддат билан ривожлантиришни талаб этади. Шунинг учун тўлиқ оптик тармоқ технологияларига бўлган талаблар ва уларнинг келажакдаги ривожланиш принципларини инобатга олган ҳолда, замонавий талабларга жавоб берувчи оптик тармоқларни яратиш, унда замонавий протоколлар

(MPLS)ни ва замонавий технологиялар (DWDM)ни қўллаш, нафақат сифат, ишончлилик ва хавфсизликни таъминлаш, балки жуда юқори тежамкорликга эришиш имконини беради.

## ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТАРМОҚЛАРИДА ОПТИК КОММУТАТОРЛАРНИ ҚЎЛЛАШ

*Р.Н. Раджапова (ТАТУ)*

Бугунги кунда алоқа тармоғи жамиятнинг энг жадал ривожланаётган таркибий қисмига айланмоқда. Оддий телефон алоқасидан тортиб то кенг камровли Интернет алоқасигача бўлган талаб узлуксиз ортиб бормоқда. Бу эса, замонавий алоқа тармоғидан унинг ўтказувчанлик қобилиятини, ишончлилигини, мослашувчанлигини ошириш талабларини қўймоқда. Шунинг учун инсониятни ахборот узатишга бўлган талабини қондириш мақсадида ахборот оқимини фақатгини юқори ўтказувчанлик қобилиятига эга бўлган оптик толали алоқа тизими орқали узатиш мукамал ягона тизим ҳисобланади.

**Мавзунинг долзарблиги.** Бугунги кунда дунёнинг телекоммуникация бўйича етакчи компаниялари томонидан оптик алоқа тизимларини янада такомиллаштириш, узатиш тезлигини ошириш, ҳалақитларга бардошлилигини ошириш, тўлиқ оптик тармоқларни яратиш, бу тармоқларни корхона, муассаса, хонадонларгача етказиш бўйича кенг қўламли ишлар олиб борилмоқда. Бундай ишларни амалга ошириш учун оптик толали тармоқларнинг архитектурасини ўзгартириш талаб этилади. Чунки оқимларни юқори тезликда улаш учун, кириш тармоқларида ва маҳаллий O'G'U' ларда оператив маршрутлаштиришни амалга ошириш, оптик кўринишдаги оқимларни тез ва самарали коммутациялашни талаб этади. Бундай ҳолларда оптик коммутаторларни қўллаш мақсадга мувофиқ.

**Масаланинг қўйилиши.** Оптик коммутаторлар тармоқда бир қанча асосий вазифаларни бажаради:

- ташиш (транспортировка), бир портдан бошқасига толали – оптик кабелни бутун ўтқазиб полосасини, частоталар полосасини ёки алоҳида тўлқин каналларини коммутациялаш;

- ташиш, оптик толали кабелларнинг ишдан чиққан компонентларини ёки узилтишларини четлаб ўтиш имконияти;

- тармоқни тестлаш ва бошқариш – синов асбобларида масалан, вақт бўйича ажратиш қобилиятига эга оптик рефлекторларда коммутацияланувчи элементлар узокдаги бўғинларда оптик толали кабелларнинг тўпламини текшириш учун ёки трафикнинг фаоллигини унинг ўтишини бузмайдиган усул билан назорат қилиш учун фойдаланилади.

Оптик алоқа тармоқларида каналлар коммутацияси ва пакетлар коммутациясидан фойдаланилади.

- каналлар коммутациясида коммутация конфигурациясининг олдиндан аниқлагани учун коммутацияни назорат қилиш соддалаштирилиши мумкин ва уни реал вақтда амалга оширишнинг зарурати йўқ;

- пакетлар коммутациясида узатиш тезликларининг орғини билан пакетлар узунлиги камаяди. Натижада, коммутация конфигурациясини ўзгартириш тезлигига талаб ҳам қатъийроқ бўла бошлайди. Масалан, коммутатор катта бўлганда, коммутация тезлиги ички ишга сиғими билан чегараланган бўлади.

**Масаланинг ечими.** Бизга маълумки, охириги йилларда оптик толали тармоқларда юқори ўтказувчанлик қобилиятига эга бўлган WDM тизимларини қўллаш йўлга қўйилган. WDMнинг ривожланиши билан боғлиқ бўлган, оптик тармоқ технологиялари эришган ютуқларига қарамасдан каналларни, маълумотларни (фреймларни, пакетларни, кадрларни, ячейкаларни) коммутациялаш, электрон коммутациялаш қурилмалари–маршрутизаторлари ва кросс-коммутаторлари ёрдамида амалга ошди. Бу электрон коммутаторларнинг бир қатор хусусиятлари ва уларни функционал мослашувчанлиги ва универсаллиги билан баҳоланади. Лекин WDM тизимларида электрон коммутаторларни ва маршрутизаторларни қўллаш икки марта ўзгартиришни талаб қилади, киришда оптоэлектрик ва чиқишда электрооптик. Бу нафақат ноқулай балки бир нечта қурилмаларни қўллаш ҳисобига иқтисодий қимматга тушади, тармоқнинг технологик занжир кўринишидаги тузилиши мураккаб, тўлиқ оптик сегментларнинг масофаси чегараланган, рақамли сигналларни регенерациялаш электрик кўринишда (оптик каналларни узлуксиз шаффофлигини бузади), коммутациялаш қисмида оптик сегментлар функционал чегараланган, захиралаш, теленазорат, узатиш сифатини текшириш ва бошқалар.

Юқорида кўрсатилган камчиликлар тўлиқ оптик тармоқларни яратишни талаб қилади. Тўлиқ оптик тармоқларда ахборотли сигналларни узатиш, қабул қилиш, қайта ишлаш ва сигналларни коммутациялаш каби барча жараёнлар тоза фотон сатҳида, электрон жараёнларсиз ва электрон қурилмаларсиз амалга ошади. Бундай тармоқларда асосий элемент фотон кристалли оптик коммутаторлар ҳисобланади.

Фотон коммутаторларнинг замонавий технологиялари микроэлектроникали механик тизимларни (Micro-Electro Mechanical Systems, MEMS), электрооптик коммутаторларни, оптик толадаги ва ярим ўтказгичли материаллардаги нозикли эффектлар асосидаги воситаларни қўллашга асосланган. Фотон кристалларини қўллаш таҳлили шуни кўрсатадики, оптик тизимлар учун ушбу муҳим муаммони ҳал қилиш мумкин:



- тарқалиш ўқи  $90^\circ$  бурилишга эга бўлган, оптик нурни узатишни амалга оширувчи (амалда кувват йўқотишсиз) тўлқин ўтказгич (унинг ичида уч ўлчамли тузилиш)ни яратиш;

- ўзаро ўтувчи халақитлари жуда кам бўлган оптик тўлқин ўтказгични бирор текисликда кесишишини амалга ошириш;

- бошқа манзиллар бўйича йўналтирган ҳолда бир ёки бир нечта каналларни (гашувчиларни) ажратиш (фильтрлаш).

Биринчи муаммонинг ечими, оптик ташувчиларни бураш учун фотон кристаллда (призма билан бирга), фотон интеграл (оптоэлектрон эмас) схемаларни қўллаш йўли орқали актив-тўлқин ўтказувчи коммутаторнинг схемасини модернизация қилишда муваффақият билан қўллаш мумкин.

Иккинчи муаммонинг ечими, ёруғлик оқими кесишишганда ўзаро боғланишни бартараф этиш ва планар тўлқин ўтказгичларни қўллаганда кесичувчанлик муаммоларини ҳал қилишдир.

Ва ниҳоят учинчи муаммонинг ечими, оптик коммутаторнинг базавий блоки ёки элементи каби тўғридан-тўғри фотон кристалларини қўллашдир.

Қуйидаги расмда фотон кристаллар асосидаги оптик коммутаторнинг базабласти гипотетик схемаси келтирилган.

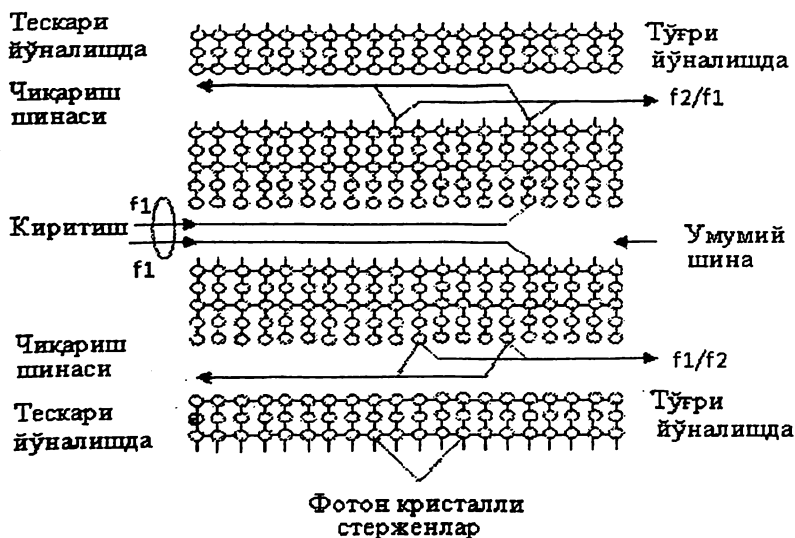


Схема учта оптик тўлқин элтгичлар шиналардан иборат: марказдаги умумий шина ва икки томондаги чикариш шиналари, улар ўзаро оптик резонанс системаси билан боғланган (хар бир томонда 2 ёки 4 тадан резонанс бўшлиқ). Умумий шинада тўғри йўналишида тарқаладиган оптик тўлқин резонанс текисликда маълум тебранишлар модасини қўзғотади,

улар ўзаро таъсир натижасида тўғри ва тескари йўналишида тарқалиб резонанс текисликда чиқариш шинасига ўтади.

Фотон коммутаторларни ишлаб чиқиш телекоммуникация соҳасида фаолият юритаётган етакчи компаниялари, жумладан Agilent Technologies, Nortel Network, Lucent Technologies ва Corning каби компаниялар томонидан олиб борилмоқда. Бу қурилмаларни ишлаб чиқиш энг устувор (биринчи навбатда амалага оширилиши зарур бўлган) масала ҳисобланади.

**Хулоса.** Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, йўқотиш кўрсаткичлари, яшовчанлик, ахборот хавфсизлиги, узиб-улаш тезлиги нуқтаи назаридан тўлиқ оптик тармоқларда фотон кристалли оптик коммутаторларни қўллаш тармоқдан самарали фойланиш имконини беради.

## SOLITON TRANSMISSION IN OPTICAL FIBER

*K.R. Rakhmatov (TUIT)*

### **Abstract**

Ring resonators are suitable for many applications in micro and nano-optical communication. Optical soliton is a self-reinforcing solitary wave that maintains its shape while it travels at constant speed.

### **Introduction**

The discovery of optical solitons dates back to 1971 when Zakharov and Shabat solved in 1971 the nonlinear Schrödinger equation with the inverse scattering method. Hasegawa and Tappert realized in 1973 that the same equation governs pulse propagation inside optical fibers. They predicted the formation of both bright and dark solitons. Bright solitons were first observed in 1980 by Mollenauer.

With the advance of the information technology and the explosive growth of the graphics driven World Wide Web, the demand for high bit rate communication systems has been raising exponentially. In recent time, the intense desire to exchange the information technology has refueled extensive research efforts worldwide to develop and improve all optical fiber based transmission systems. For this reason, optical soliton pulse which is the subject of this thesis has involved.

Optical solitons are pulse of light which are considered the natural mode of an optical fiber. Solitons are able to propagate for long distance in optical fiber, because it can maintain its shape when propagating through fibers. We are just at the beginning of what will likely be known as the photonics. One of the keys of success is ensuring photonics revolution and uses the optical solitons in fiber optic communications system. Solitons are a special type of optical pulses that can propagate through an optical fiber undistorted for tens of thousands of

km. the key of soliton formation is the careful balance of the opposing forces of dispersion and self-phase modulation.

The ring resonators are important devices in nanotechnology which are suitable for many applications in micro and nano optical communication. The nonlinear behavior of light in a micro resonator has been investigated and used for communication security. Moreover, the field buildup inside the ring cavity can be used for all optical signal processing functions based on enhanced nonlinear effects. Here the working principles of optical soliton propagating inside ring resonators are used. The novel concepts of ring resonator devices are given in this chapter.

Optical soliton is a self-reinforcing solitary wave that maintains its shape while it travels at constant speed. Optical solitons are seen by a cancellation of nonlinear and dispersive effects in the medium which can be a fiber optic. Therefore, an optical soliton is a pulse that travels without distortion due to dispersion or other effects. The subject of solitary waves is therefore an important development in the field of optical communications. When soliton pulses are located mutually far apart, each of them is approximately a traveling wave with constant shape and velocity. If two pulses of optical soliton are brought together, they gradually deform and finally merge into a single wave packet. This wave packet, however, can be split into two solitary waves with the same shape and velocity before the collision. Optical solitons are used in telecommunication via Wavelength Division Multiplexing.

Wavelength Division Multiplexing (WDM) is a technique in which simultaneous transmission of signals occurs at different optical wavelengths. In some applications of this technique, several optical signals combine, transmit together, and will be separated again based on different arrival times. To handle this technique, optical signals from separating lasers can be combined together or a broadband optical signal from for example a light emitting diode spectrally be sliced into smaller pulses. The use of multiple channels allows increased overall data transmission capacities without increasing the data rates of the single channels, where the time slot per bit must be reduced. Even if the bandwidth of the data modulator is limited, this can be done by using a train of ultra-short pulses as the input of the modulator.

When the transmitted signals reach the receivers, the channels are demultiplexed by means of optical wavelength filters like Mach-Zehnder interferometers, Fabry Perot resonators or arrayed-waveguide gratings. This technique has the main advantage that the available bandwidth of an optical fiber can be used very efficiently. Therefore DWDM is a technology that employs the properties of refracted light to combine or separate optical signals regarding to their wavelengths within the optical spectrum. DWDM increases the efficiency of using existing fiber by providing multiple optical paths along a fiber. WDM is normally applied to an optical carrier depicted by its wavelength, whereas frequency-division multiplexing (FDM) is applied to a radio carrier. Since

wavelength and frequency are connected together through a simple relationship, they describe the same concept.

### **Conclusion**

There are many applications on micro resonators in both fundamental and applied research. One of the existing and emerging micro resonator applications is the wavelength-selective components for WDM systems. The microring and micro-disk resonators are flexible building blocks for very large scale integrated photonic circuits, as they are ultra-compact and can carry out a wide range of optical signal processing functions such as filtering, splitting and combining of light, switching of channels in the space domain, as well as multiplexing and demultiplexing of channels in the wavelength domain. Vernier filter tuning by combining microring resonators of different radii has also been successfully used to suppress non-synchronous resonances of different microrings and extend the resulting filter FSR. Linear arrays of optical micro resonators evanescently coupled to each other can also be used for optical power transfer. This type of coupled-resonator optical waveguide has recently been proposed and then demonstrated and studied in a variety of material and geometrical configurations.

## **PERFORMANCE EVALUATION OF A SUB CARRIER MULTIPLAXING OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM**

*K.R. Rakhmatov (TUIT)*

*R.K. Nasimov (TUIT)*

### **Abstract**

In this thesis, introduction to optical fiber communication, the role of multiplexing schemes especially subcarrier multiplexing (SCM) and wave division multiplexing (WDM) in communication system and the purposes and objectives of this work are discussed.

### **Introduction**

The world of communications has been revolutionized by the appearance of light wave technology. The key to the great success of optical communications lies with the enormous potential bandwidth (in the range of tens of Terahertz) and low transmission loss of optical fibers. In order to maximize the information transfer over any communication link, it is usual to multiplex several signals onto the transmission medium. Multiplexing schemes are related to multiple-access schemes, as they provide a way for several users to access a system.

Fiber-optic communication is a method of transmitting information from one place to another by sending pulses of light through an optical fiber. Optical fiber is used by many telecommunication companies to transmit telephone signals, Internet communication, and cable television (CATV) signals. However, infrastructure development within cities was relatively difficult and

time-consuming, and fiber-optic systems were complex and expensive to install and operate. Due to these difficulties, fiber-optic communication systems have primarily been installed in long-distance applications, where they can be used to their full transmission capacity, offsetting the increased cost.

The process of communicating using fiber-optics involves the following basic steps: Creating the optical signal involving the use of a transmitter, relaying the signal along the fiber, ensuring that the signal does not become too distorted or weak, receiving the optical signal, and converting it into an electrical signal. Modern fiber-optic communication systems generally include an optical transmitter to convert an electrical signal into an optical signal to send into the optical fiber, a cable containing bundles of multiple optical fibers that is routed through underground conduits and buildings, multiple kinds of amplifiers, and an optical receiver to recover the signal as an electrical signal. The information transmitted is typically digital information generated by computers, telephone systems, and cable television companies.

With the development of an information-oriented society and the explosive growth of the Internet, the requirements of network capacity have increased dramatically, which is promoting the construction of a broadband trunk network. In order to use the optical bandwidth provided by optical fibers more efficiently, new transmission technologies have been developed in recent years, such as time division multiplexing (TDM), frequency division multiplexing (FDM), wavelength division multiplexing (WDM), sub-carrier multiplexing (SCM) and their combinations. Apart from noise accumulation, high-speed TDM optical systems suffer from chromatic dispersion, nonlinear crosstalk, and polarization-mode dispersion (PMD). Optical systems with data rates of 10 Gb/s and higher require precise dispersion compensation and careful link engineering. The increase of bandwidth demand is linear with the supply of network services in many cellular operators. The network is set up to provide the user the services such as video streaming, data communication, push email, teleconference, mobile banking, etc. that require large bandwidth in the traffic. Therefore, the need of broadband consumption of a user has increased. In order to supply the need of bandwidth, many researchers currently actively investigate and focus on three main components; spectrum allocation of the frequency band, efficiency and increase of capacity of the cell. Thus, the combination of SCM/WDM is expected to supply the demand of increased bandwidth for the cellular communication. For simultaneously accessible subcarrier channels the capacity should ideally increase linearly with the number of subcarrier channels.

Wavelength division multiplexing (WDM) is a promising approach that can use the enormous bandwidth of the optical fiber. WDM technology spreads transmission capacity into various wavelength channels and uses relatively low data rates at each wavelength. A single fiber can be employed for multiple data streams simultaneously. In such networks, two adjacent nodes are connected

by one or multiple fibers. Each node has a dynamically configurable optical switch which supports fiber switching and wavelength switching, i.e., the data on a specified input fiber and wavelength can be switched to a specified output fiber on the same wavelength. In order to transfer data between source-destination node pairs, a light path needs to be established by allocating the same wavelength throughout the route of the transmitted data. However, due to the selectivity of optical filters and limitations in the wavelength stability of semiconductor lasers, the minimum channel spacing is 50 GHz in current commercial WDM systems. Narrower channel spacing has been pursued by industry and the research community to increase fiber transmission capacity. More sophisticated modulation formats may help to increase the bandwidth efficiency compared to the basic ON-OFF keying modulation.

### **Conclusion**

Optical transmission with subcarrier multiplexing (SCM) is a scheme where multiple signals are multiplexed in the radio frequency (RF) domain and are used to modulate directly a laser diode. In addition, the low phase noise of RF oscillators makes coherent detection in the RF domain easier than optical coherent detection, and advanced fiber optic systems is analog cable television (CATV) distribution. Because of the simple and low cost implementation, SCM has also been proposed to transmit multi-channel digital signals using direct detection for local area optical networks.

## **ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИГА ЎЛЧАШЛАР МЕНЕЖМЕНТИ МОДЕЛИНИ ЖОРИЙ КИЛИШНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ**

*Г.С. Рахмонова (ТАТУ)*

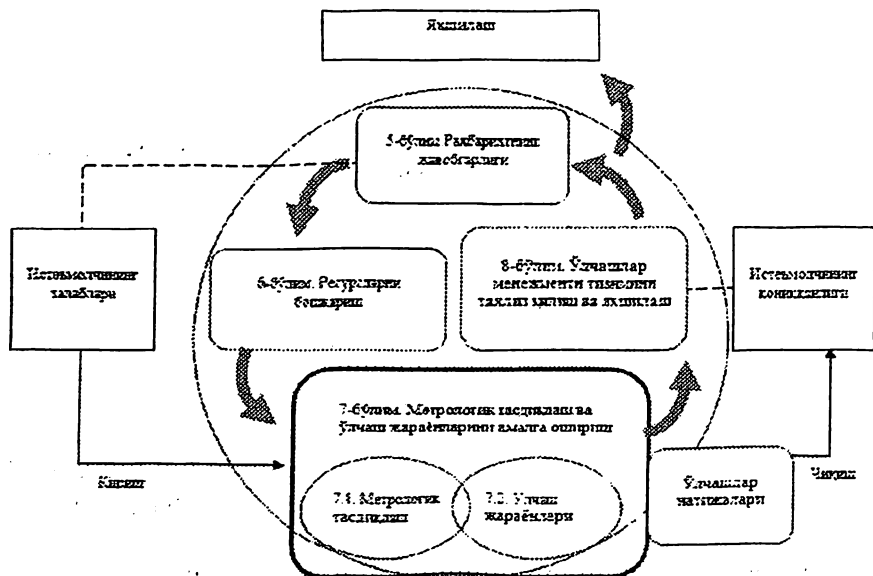
*А.В. Эргашалиев (ТАТУ талабаси)*

**Мавзунинг долзарблиги.** Ўлчашлар менежменти тизими модели - бу ўлчашлар менежментининг самарали тизими бўлиб, ўлчаш ускуналари ва ўлчаш жараёнларининг мўлжалланган мақсадли фойдаланилишини таъминлайди ҳамда маҳсулот сифатига эришишда ҳамда ўлчашларнинг ишончсиз натижаларнинг эҳтимолий хавфини бошқаришда долзарб бўлиб ҳисобланади. Шунингдек СМТ истеъмолчиларни ўлчашларнинг салбий оқибатларидан ҳимоя қилишда зарурдир.

**Масаланинг қўйилиши.** Ўлчашлар менежменти тизимида турли усуллардан, базавий ускуналарни верификациялашдан то ўлчаш жараёнини бошқаришнинг статистик усулларигача фойдаланилади. “Ўлчаш жараёни” – термини ўлчашлар фаолиятига қўлланилади (яъни, лойихалашда, синашда, ишлаб чиқаришда ва назоратни ўтказишда). ISO 9000:2008 да ўрнатилган тамойиллардан бири бўлиб жараёни ёндашув ҳисобланади. Маълумки, ўлчаш жараёнлари специфик жараён деб

қаралади ва ташкилот маҳсулотининг сифатини таъминлашга қаратилган бўлади.

**Масаланинг ечими.** Қуйида тизимга оид маълумотлар тафсилотини келтирамиз. Хамда бугунги босқичма-босқич ривожланаётган бозор муносабатлари шароитида ута долзарбликни касб этмоқда. Ўлчашлар менежменти тизимининг модели 1-расмда келтирилган. Ушбу ISO 10012:2003 стандарт ўз ичига, талаблардан ташқари ўлчашлар менежменти тизимини жорий қилиш бўйича раҳбарий қўлланмаларни олиб, ўлчашларнинг ва маҳсулот сифатининг яхшиланишига хизмат қилади. Ўлчашлар менежменти тизими умумий менежмент тизимининг бир қисми бўлиб ҳисобланади. Ушбу стандарт ўлчаш жараёнлари менежменти ва метрологик тасдиқланишига таалукли бўлган умумий талаблар ва раҳбарий кўрсатмаларга эга бўлиб ISO/IEC 17025 стандарт талабларини тўлдириш ёки алмаштириш учун мўлжалланган. Стандартда ISO 9000 ва VIM даги атама ва таърифлардан фойдаланилган. Маълумки, ушбу норматив ва ҳуқуқий асосга эга булган тизим узинининг янгилиги ва аҳамиятлилиги билан ажралиб туради.



1-расм. Ўлчашлар менежменти тизимининг модели

Ушбу стандартда қўлланган баъзи атамаларнинг изоҳини келтириб ўтамиз.

ISO 10012:2003 “Ўлчашлар менежмент тизимлари. Ўлчаш жараёнлари ва ўлчаш усулларига қўйиладиган талаблар” – Халқаро стандартда ўлчашлар менежменти тизими модели келтирилган:

- яхшилаш;
- истеъмољчининг ўлчашларга бўлган талаблари;
- истеъмољчининг қониққанлиги;
- раҳбариятнинг жавобгарлиги;
- ресурсларни бошқариш;
- метрологик тасдиқлаш ва ўлчаш жараёнларини амалга ошириш;
- метрологик тасдиқлаш;
- ўлчаш жараёнлари;
- ўлчашлар менежменти тизимини таҳлил қилиш ва яхшилаш;
- чиқиш;
- кириш;
- ўлчашларнинг натижалари.

Ўлчашлар менежменти тизими бу метрологик тасдиқланишга эришиш ва ўлчаш жараёнлари устидан узлуксиз назорат қилиш учун ўзаро боғлиқ ва ўзаро таъсирланувчи элементлар бирлашмаси эканлигини келтириш уринли деб ҳисоблаймиз.

Телекоммуникациялардаги ўлчаш жараёнларига қўйиладиган талаблар таҳлилини келтирамиз:

Таҳлилни, ISO 10012:2003 “Ўлчашнинг менежмент тизимлари. Ўлчаш жараёнлари ва ўлчаш ускуналарига қўйиладиган талаблар” стандартдаги тушунчалар асосида бажарамиз. Аввало, мавзунинг мақсадидан келиб чиққан ҳолда ўлчашлар менежменти тизимнинг моделининг (1-расм) стандартнинг “Ўлчаш жараёнлари”га доир тушунча ва умумий талаблар устида тўхталиб ўтамиз.

Ўлчаш жараёнлари, сифат менежменти тизимнинг қисмларидан бири бўлиб ҳисобланади ҳамда, ушбу жараён режалаштирилиши, баҳоланиши, амалга оширилиши, ҳужжатлаштирилиши ва бошқарилиши зарур. Ўлчаш жараёнига таъсир кўрсатувчи катталиклар ёки омиллар идентификацияланиши ва ўрганилиши талаб этилади. Ҳар бир ўлчаш жараёнининг тўлиқ тафсилоти ўз ичига барча таалуқли бўлган қурилма ва ускуналар, ўлчаш муолажалари, дастурий таъминоти, қўлланилиши шартлари, операторнинг қобилияти ва бошқа ўлчаш натижаларнинг ишончилигига бўлган омилларни олади. Ўлчаш жараёнларини бошқариш ҳужжатлаштирилган муолажаларига мос ҳолда бажарилади. Ўлчаш жараёни ўлчаш қурилмасининг битта элементи билан чегараланиши мумкин. Ўлчаш жараёнини лойиқалаш учун раҳбарий қўлланмалар мавжуд. Ўлчаш жараёнини тавсифлашда қуйидагиларни аниқлаш зарур:

- махсулотлар сифатини таъминлаш учун қандай ўлчашларнинг талаб этилиши;
- ўлчаш усуллари;



- ўлчашларни бажариш учун талаб этиладиган қурилмалар ва уларнинг тафсилоти;

- ўлчашларни бажарувчи ходим учун зарурий кўникмалар ва квалификацияси.

Ўлчаш жараёнлари бошқа баҳоланган жараёнларнинг натижалари билан солиштириш асосида баҳоланиши ёки жараён характеристикаларининг доимий таҳлили ёрдамида баҳоланиши мумкин. Ўлчаш жараёнлари шундай лойиҳалаштирилиши керакки, бунда, хатоли натижаларга йўл қўймаслиги ҳамда ноаниқликларни тезкор аниқлаш ва ўз вақтида тузатувчи ҳаракатлар билан таъминланиши керак.

Телекоммуникация узатиш тизимларидаги ускуналарга қўйиладиган талаблар таҳлилини келтирамиз:

Юқорида эслатиб ўтилган ISO 10012:2003 стандартда телекоммуникация узатиш тизимларида қўлланиладиган ускуналарга доир қўйидаги талаблар келтирилган. Ўрнатилган метрологик талабларга мувофиқ бўлиши учун барча ўлчаш ускуналари (техник ўлчаш воситалари) амалда мавжуд бўлиши ва ўлчашлар менежменти тизимида идентификацияланган бўлиши керак. Метрологик жиҳатдан тасдиқланиш учун ўлчаш ускунаси амалдаги қиёслаш статусига эга бўлиши керак. Ўлчаш ускунаси аввало, бошқариладиган муҳитда фойдаланилиши ёки тўғри ўлчаш натижаларини таъминловчи муҳитда бўлиши керак. Мониторинг ва таъсир этувчи катталикларни фиксациялаш учун фойдаланиладиган ўлчаш ускуналари ўлчашлар менежменти тизимида киритилган бўлиши зарурий шарғдир. Ўлчаш ускуналари учун раҳбарий қўлланмалар мавжуд бўйича муолажалар бўлиши керак.

Хусусан, ўлчаш ускунаси конкрет ўлчаш жараёнларда фойдаланиш учун метрологик жиҳатдан тасдиқланиши ва бошқа ўлчаш жараёнлари учун метрологик талабларда фарқ бўлганлиги учун тасдиқланмаслиги ҳам мумкин. Максимал йўл қўйиладиган хатолик кўрсатилган бўлади ёки ускуна тайёрловчиси ва метрология хизмати томонидан нашр қилинган техник спецификацияга ҳавола қилиш орқали кўрсатилиши мумкин. Ускуналар метрология хизматлари томонидан эмас, ташқи ташкилотлар томонидан калибрланиши мумкин. Метрология хизматининг раҳбарияти метрологик ускунанинг юкланиши, жўнатилиши, транспортировкаси, сақланиши ва тарқатилишига оид ҳужжатлаштирилган муолажаларни ўрнатиши керак. Агар шундай қилинмаса, ускунадан нотўғри фойдаланиш, бузилиши ҳамда унинг метрологик характеристикаларининг ўзгаришининг олди олинмаган бўлади. Ўлчашлар менежменти тизимида кириб келувчи ва тизимдан чиқариб юборилувчи ўлчаш ускуналари ном руйхатини келтирамиз.

Ихтиёрий тасдиқланган ўлчаш ускунаси:

- бузилган;
- ўта юкланган;

- фойдаланиб бўлмай қолган;
- нотўғри натижалар берувчи;
- бузилган ёки пломба синган;
- ташқи катталиклар таъсирга берилган бўлса, эксплуатациядан идентификацияланган маркалаш орқали олиб ташланади.

Ўлчаш ускунасининг номувофиклиги текширилиши ва номувофиклиги тўғрисида ҳисобот тайёрланиши керак. Бундай ускуналарнинг номувофиклиги бартараф қилиниб уларнинг метрологик характеристикалари тиклангач яна қайта эксплуатацияга қўйилади. Қўйида Ўлчаш ускуналари учун метрологик тасдиқлаш ва метрологик характеристикаларга оид талаблар таҳлилини келтирамиз. Метрологик тасдиқлаш жараёни иккита киришга, яъни, истеъмолчининг метрологик талаблари ва Ўлчаш ускунасининг метрологик характеристикаларига ва битта чиқишга Ўлчаш ускунасининг метрологик тасдиқланганлиги сатгусига эга бўлади.

Ўлчашлар менежменти тизимидаги калибрлаш натижалари, мос усул асосида ҳужжатлаштирилиши, масалан, сертификат ёки ҳисобот (агар калибровка ташқи манба асосида ўтказилган бўлса) ёки калибрлаш натижаларининг ёзилиши кўринишида (агар Ўлчашлар ташкилот метрология хизматларининг катъий доирасида бажарилган бўлса) мумкин. Ўлчашларнинг муҳим характеристикалари, масалан, Ўлчашлар ноаниқлиги фақат ускуна ёки қурилмалардангина эмас, балки, атроф-муҳит шароитлари, конкрет Ўлчаш муолажаси, баъзан операторнинг малака ва тажрибасига ҳам боғлиқ бўлади. Шу сабабли талабларга жавоб берадиган ускуна танланганда Ўлчаш жараёни тўлиқ қараб чиқилиши зарур. Бундай ёндошувга метрология хизмати жавоб беради.

Хулоса сифатида айтиш мумкинки, Ўлчашлар менежменти тизими моделининг оптик алоқа тизимларига жорий қилиниши Ўлчашлар бирличилигига эришиши давлат аҳамиятидаги масалани ҳал қилишда муҳим бўлиб телекоммуникация хизматлари сифатинининг кафолатланишида муҳим омил бўлиб ҳисобланади.

## **ОПТИК УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИДА ҚўЛЛаниладиган P-I-N ФОТОДИОДЛИ ФОТОҚАБУЛҚИЛГИЧ ҚУРИЛМАНИНГ СХЕМОТЕХНИК ЕЧИМЛАРИ**

*Б.А.Рўзиев (ТАТУ магистранти)  
Н. Юнусов (ТАТУ)*

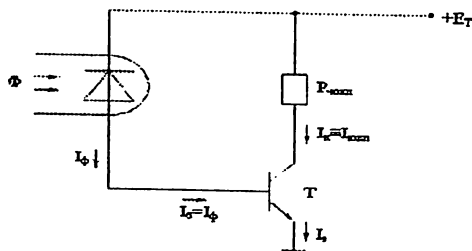
**Мавзунинг долзарблиги:** Малумки, фотоқабулқилгич толали оптик алоқа тизимлари (ГОАТ лар)нинг муҳим ва ажралмас функционал элементларидан бири ҳисобланади. Унинг ёрдамида оптик тола бўйлаб тарқалаётган ёруғлик сигналлари электр сигналларига ўзгартириб

берилади. Бундан ташқари, ТОАТ ларнинг узатиш узунлиги ва тезлиги каби кўрсаткичлари, жумладан, уларда қўлланиладиган фотоқабулқилгичнинг хоссалари билан белгиланади. Шу сабабдан юқори тезкорликка ва сезгирликка, барқарор характеристика ва параметрларга, паст сатҳли шовқинга эга бўлган фотоқабулқилгич қурилмаларни ишлаб чиқиш ва жорий этиш долзарб масалалардан ҳисобланади.

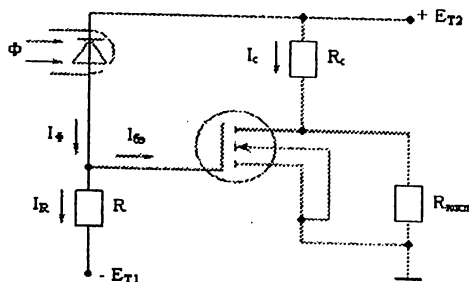
Ушбу мақола мавжуд адабиётларда нисбатан кам ёритилган р-і-п фотодиодли фотоқабулқилгич қурилмаларнинг иш принципи ва схемотехник ечимларини кўриб чиқиш ва таҳлил этишга бағишланган.

**Масаланинг ечими:** Гап шундаки, ТОАТ ларнинг қабул қилувчи оптоэлектрон модулида қўлланиладиган бошқа турдаги фотоқабулқилгичлар - кўчкили фотодиод, фототранзисторларга нисбатан катта тезкорликка, барқарор характеристика ва параметрларга, паст сатҳли шовқинга эга бўлган р-і-п фотодиоди, жиддий бир камчиликка эга. Унинг сезгирли 0,7 - 0,8 А/Вт дан ошмайди. Бошқача айтганда, фотодиоднинг чиқиш токи нисбатан жуда кичик, унинг қиймати бир неча юз (400-500) микроампер орлиғида ётади. Бу ҳол р-і-п тузилишли фотоқабулқилгични ундан кейин келадиган электрон қурилмалар билан мувофиқлаштириш заруратини туғдиради. Мазкур масалани ушбу турдаги фотодиод ва юксак частоталар диапазонида ишлашга мўлжалланган биполяр ёки металл-диэлектрик-ярим ўтказгич (МДЯ) тузилишли транзистордан таркиб топган фотоқабулқилгич қурилмалар ёрдамида ҳал этиш мумкин.

Қуйидаги чизмаларда мана шу турдаги фотоқабулқилгич қурилмаларнинг схематик ечимлари келтирилган.



1-расм. Фотоқабулқилгич қурилманинг р-і-п фотодиоди ва умумий эмиттер схемаси бўйича уланган биполяр транзистор асосидаги схемотехник ечими



2 – расм. Фотоқабулқилгич қурилманинг р-і-п фотодиоди ва канали

## индукцияланган МДЯ транзистор асосидаги схемотехник ечими

Ушбу фотокабулқилгич қурилмаларнинг иш принципи қуйидагича: р-і-п фотодиоди оптик тола орқали унинг юза сиртига тушаётган ёруғлик сигналени электр сигналига ўзгартириб беради. Биполяр ёки МДЯ транзистор асосидаги электрон кучайтиригич эса бу паст шовқинли кучсиз сигнал сатҳини талаб этилган даражада кучайтириб беради. Натижада фотокабулқилгич қурил- манинг сезгирлиги биполяр ёки МДЯ транзисторнинг кучайтириш коэффициенти М қадар ортади, яъни қуйидаги муносабаг билан аниқланади:

$$S_{\text{фкк қурилма}} = M S_{\text{фд}}$$

р-і-п фотодиодни ноасосий заряд ташувчиларнинг ҳаракатчанлиги катта бўлган ярим ўтказгич материаллар, масалан инфрақизил нурларга сезгир GaAs, InGaAsP дан тайёрлаш, планар технология бўйича тайёрланган ва ўта юксак частоталарда ишлаш учун мўлжалланган биполяр ёки МДЯ транзисторлардан фойдаланиш бир томондан юқори тезкорликка ( $10^{-9}$ - $10^{-10}$  сек.), характеристика ва параметрларнинг барқарорлигига, шовқин сатҳининг пастлигига, иккинчи томондан талаб даражасидаги сезгирликка эришиш имконини беради.

Бу ҳол ушбу турдаги фотокабулқилгич қурилмаларнинг нафақат фойдали сигналени, шунингдек шовқинлар сатҳини кучайтириш хусусиятига эга бўлган, нобарқорор характеристика ва параметрлар билан тавсифланувчи кўчкили фотодиод ва фототранзисторларга нисбатан афзаллиги ҳисобланади.

### Хулоса

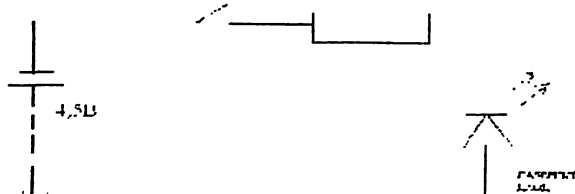
Ушбу мақолада катта тезкорликка, барқарор характеристика параметрларга, паст сатҳли шовқинга эга бўлган р-і-п фотодиодли фотокабулқилгичларнинг ёруғлик сигналига сезгирлигини ошириш усуллари муҳокама этилди. р-і-п фотодиоди ва биполяр транзистор, р-і-п фотодиоди ва МДЯ транзистор асосида тайёрланадиган бу турдаги фотокабулқилгич қурилмаларнинг схематик ечимлари, уларнинг тезкорлигини ошириш йўллари ҳамда ички кучайтириш хусусиятига эга бўлган кўчкили фотодиод ва фототранзисторларга нисбатан афзалликлари таҳлил этилди.

# ЯРИМЎТКАЗГИЧ ЛАЗЕР ДИОД НУРИНИ МОДУЛЯЦИЯЛАШ ВА ИШЛАШИ

М.Б. Рустамова (ТАТУ ҚФ)

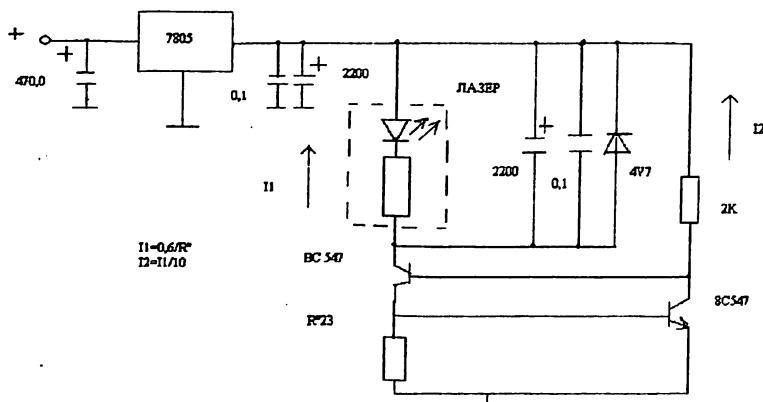
У.Б.Алимов (ТАТУ ҚФ)

Ҳозирги пайтдаги яримўтказгич лазерлар ҳар хил соҳаларда қўлланилмоқда. Кўпинча улардан фойдаланиш учун узлуксиз ишлашини таъминлаш керак бўлади. Бундай иш режими учун лазер манбаси, яъни батареяси етарли бўлмайди. Унинг сигими чегараланган бўлади. Алоқа воситаси сифатида фойдаланиш учун лазерли телефонларда стабилизацияси юқори манба тайёрлаш керак. Шу мақсадида стабилизацияли блок манба тайёрланди. Унинг принциал схемаси чизмада келтирилганидек бир нечта элементлардан иборат бўлиб, яримўтказгич лазерни 4,5 В кучланиш билан таъминлаб, стабилизацияси деярли ўзгармайди, лазернинг ишончли ва узок муддатли ишлашини таъминлайди.



Одатда кичик қувватли яримўтказгич лазерларининг кучланиши 3-4,5В бўлиб, сарфлайдиган ток кучи қувватига қараб бир неча ўн мА дан бир нечта ампергача бўлади. Кўрилаётган 1-расмда манбанинг принципиал схемаси кўрсатилган.

Яримўтказгич лазер диод таъминот манбаи, принциал схемаси ва ишлаши



Ушбу 2-расмда элементларнинг кетма-кетликда уланган умумий кўриниши келтирилган бўлиб, схеманинг киришга  $U_1$  уланган тўғриланган ўзгармас ток манбаси чиқишига уланади ва унга параллел уланган  $C_1$  конденсатор зарядланиб токнинг пульсациясини камайтиради. биринчи стабилловчи элемент LA7805 чиқишида 5В стабилланган ўзгармас ток бўлиб, умумий схемага узатилади. Умумий схема бир нечта параллел уланган конденсаторлар ва иккита транзистор, стабилловчи элемент стабилитрон, қаршиликдан иборат. Биринчи стабилзатордан чиққан 5В кучланишни иккинчи (принципиал схемада кўрсатилган) бир нечта элементдан тузилган стабилзатор чиқишида  $U_2$  кучланиш 4,5В ўзгартирилиб, яримўтказгичли лазердаги кучланиш стабиллигини таъминлайди. Тажриба шуни кўрсатадики, лазер ўзгармас кучланиш батареясида узлуксиз ишлаганда унинг батареясида кучланиш 1-2 минутдан кейин туша бошлайди. Бундан кўринадики, лазерларни узлуксиз ишончли ишлатиш учун уларни ўзгармас ток манбаи билан таъминлаш керак бўлади. Ундан фойдаланганда:

1. Лазер диод статик электр зарядидан ҳимояланиши керак.
2. Лазер диодда микросекундлик ток узилишлари рўй бермаслиги керак.
3. Лазер диод ишлаётганда сарфланаётган токнинг кескин ошишидан ҳимоялаш керак.

Лазер нурида маълумот узатиш учун нурнинг бирор параметрини маълум қонуният билан ўзгартириш керак бўлади, яъни модуляцияланади. Нурни модуляциялаб, узатилаётган информация юкланади ва приёмникда уни детекторлаш йўли билан ажратиб олиб уни қайта кучайтириб фойдаланилади. Лазер нурларини модуляциялашнинг бир нечта турлари бўлиб, аналог ва рақамли модуляция лазер нурида кенг қўлланилади. Кўпинча рақамли модуляция қўлланилади. Бундай модуляцияда импульслар пачкаси кўринишида лазер диоднинг манбасидан ўтаётган ток модуляция сигнали билан бошқарилади, яъни лазерга тушаётган ток у билан бир хил ўзгариб туриб, нурнинг вақт бўйича яшаш вақтини ва импульслар сонини ўзгартириш йўли билан узатилади.

Принципиал схемада лазер диодга манба токи кетма-кет уланган калит транзистордан ўтади ва унинг базасига тушаётган сигнал транзисторнинг коллектор-эмиттер ўтишидаги токни бошқаради. Транзисторнинг коллектор-эмиттер ўтишидаги ток ўзгариши билан лазер диоднинг чиқишидаги нурланиш бир хил ўзгариб туради. Биринчи блок схема юкловчи генераторидан тузилган бўлиб, унинг ичида маълум бир қонуният билан ўзгариб турадиган модуляция сигнали ҳосил қилинади. Иккинчи блок схемада сигнални кучайтирувчи схемадан фойдаланиб уни калит транзистор базасига узатади ва шу тариқа манбадан ўтаётган ток

бошқарилади, яъни модуляцияланади. Иккинчи блок схема биринчи блок схема чиқишдан узатилган сигнал билан бошқарилади.

## TESTING METHODS OF FIBER-OPTICAL CABLES

*Karimova U.N. (TUIT)*  
*Sultanov U.A. (student TUIT)*

**Abstract.** The article is devoted to the analyses of automatic monitoring systems, which solve the problem of centralized detection of defects in fiber-optical cables.

**Keywords:** automatic monitoring systems, fiber-optical cables, optical time domain reflectometer, remote test unit.

Optical cables are reliable and require minimal maintenance, but, nevertheless, broken fibers are not uncommon, and often are damaged by excavators and other earth-moving machines, despite the requirements imposed on construction companies, warn communication operators before the earth-moving works in cable laying zone. Except for damages caused by construction work, accidents, natural actions, sabotage or vandalism acts, poor quality of welded compounds, increasing losses due to the ingress of moisture into the cable, the accelerated fiber degradation as a result of optical cables laying technology disturbance and etc.

Using fiber-optical communication lines in wide area networks and public switched telephone networks highlights the problem of centralized detection of optical cables breakages.

For these purposes automatic monitoring systems of fiber-optical cables are used. Their performance is based on optical time domain reflectometers, which capable to measure the parameters of line backscattered light flux distributing in the active (using for data transfer) or passive (reserve) fiber-optical cables.

Traditionally in case of optical cables damage, it is necessary to use optical time domain reflectometers to determine the distance till the place of damage. It may take a long time, since the measuring equipment and experienced technical staff must be delivered to the place where you can make measurements. In case of using automatic monitoring systems of fiber-optical cables, the time needed for the determination of damage can be reduced, because system reflectometer is always connected to the optical fibers and ready for measurements. The experience of foreign communication operators shows that the use of automatic monitoring systems of fiber-optical cables allows reducing overall rehabilitation time of damaged optical cables by 20% on average.

In practice all automatic monitoring systems of fiber-optical cables incorporate a program of binding network topology to electronic map in

standard Map Info®. This function allows you to trace fiber-optical cable lines on a geographical map and visualize the location of damaged optical cables. Thus, the distance between set markers on a map and distance measured by an optical time domain reflectometer significantly improves the accuracy of damage localization.

In addition to localization of optical cables' damaged place automatic monitoring systems of fiber-optical cables allows to forecast a failure of fibers through the collection of statistical data (the results of periodical measurements), as well as documentation of fiber-optical network for effective management and improvement of communication services in terms of physical replacement of hardware and change in economic situation.

The following automatic monitoring systems of fiber-optical cables are widely represented in the world market: ATLAS, produced by "Wavetek" company, Access Fiber of "Agilent Tech. ", ORION of "Laser Precision" and OSN-MS of "Nicoira".

According to their ability and construction all systems are very similar to each other and, so, we consider them as a package.

Each system incorporates a remote test unit— remote optical devices that can be named differently in different systems and have a different set of auxiliary equipment. But, in general, a remote test unit is installed in a frame for 19 or 21 inch rack and includes a module controller, optical time domain reflect meter, communication module, optical switch, optical wavelength division multiplexer, filters, etc.

When we determine the composition of automatic monitoring systems of fiber-optical cables we aim to achieve the objectives of shortening operating costs for the maintenance of optical cables and increase the efficiency of their application.

These objectives are achieved through the following functions, performed with the assistance of the following means of monitoring:

- forecasting changes in status of optical fibers;
- remote detection of the damaged place in optical fibers;
- conducting databases on parameters, application, and tracks of optical fibers.

Efficiency of automatic monitoring systems of fiber-optical cables depends on a proper selection and use of optical cables' monitoring tools. For each monitoring function we can indicate main parameters, which have the greatest impact on a price and operating costs of automatic monitoring systems of fiber-optical cables.

Regarding the first two monitoring functions mentioned above they are:

- the number of optical fibers equipped by remote control;
- frequency of a control over optical fibers;
- dynamic range of the optical time domain reflect meter's remote kit.



- using options of automatic monitoring systems of fiber-optical cables means.

A third monitoring function can include the ways of binding optical cable's passing tracks.

In order to predict changes in optical fibers, which may be caused by distortion of optical cables manufacturing technology or couplings installation it is sufficient to control periodically only one optical fiber. In this case control period depends on seasonal and climatic conditions of optical cables and is calculated in months.

The choice of dynamic range of optical time domain reflect meter will depend on the length of monitoring fiber.

With full cable damage it is enough to have an ability to control over a single optical fiber for remote determination of optical fibers' damaged place.

In case of partial damage of a cable all optical fibers must be controlled. However, this situation can be eliminated by manual connection to NRP (non-servable regeneration point) of the damaged optical fiber to automatic monitoring tools. In this case free optical fibers must be controlled periodically for their suitable use. A period of control is set based on local conditions and calculated in months and in some cases can take several days.

The choice of dynamic range of optical time domain reflect meter depends on the length of monitoring fiber.

## **МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ**

*Султанов У.А. (студент ТУИТ)*

Согласно данным компании Bellcore около 80% всех неисправностей оптического кабеля, а по некоторым данным 90% обнаруживается при тестировании оптического волокна.

Данный метод тестирования является наиболее дешевым и является основным при наличии в оптических кабелях свободных волокон. Его отличительные особенности:

- требуется только одно волокно;
- для тестирования можно использовать любую длину волны излучения;
- при инсталляции не приводит к перерыву действия связи;
- не требует модернизации рефлектометра и существующей системы связи;
- позволяет обнаруживать до 80 % неисправностей оптических кабелей;

В случае отсутствия свободных волокон в оптических кабелях или для контроля очень ответственных направлений используют способ

тестирование активных, используемых для передачи трафика, оптических волокон.

При измерениях на активных волокнах длина волны, на которой работает система передачи и оптический рефлектометр должны отличаться. В настоящее время на сетях связи для передачи информации используются в основном две длины волны 1310 и 1550 нм, поэтому для тестирования, возможно, использовать длину 1550 нм, когда трафик передается на длине 1310 нм или наоборот. В ближайшем будущем при внедрении на сетях систем связи со спектральным уплотнением длины волн 1310 и 1550 нм окажутся в полосе усиления оптических усилителей, и для тестирования активных оптических волокон потребуется «внеполосная» длина волны. В качестве таковой МСЭ-Г рекомендует использовать длину волны 1625 нм. Она хорошо изолирована от 1550 нм, при этом обеспечивая такую же производительность оптического рефлектометра.

Для обеспечения совместной работы оптического рефлектометра и системы передачи на передающей стороне устанавливается мультиплексор с уплотнением по длине волны (WavelengthDivisionMultiplexer -WDM), объединяющий излучение лазеров системы передачи и рефлектометра, а на приемной стороне устанавливают блокирующий фильтр (F) необходимый для защиты приемника системы передачи от сигнала Оптических Рефлектометров. Если WDM не обеспечивает требуемой развязки на передающей стороне, то необходимо устанавливать блокирующий фильтр также на входе оптических рефлектометров для подавления помех от лазера системы передачи. Как показывает опыт, включение в линейный тракт системы передачи пассивных элементов -WDM, оптического коммутатора и фильтров приводит к увеличению затухания линии примерно на 1,5 - 2 дБ. Это обстоятельство приходится учитывать при использовании данного метода тестирования для волоконно-оптических линий передач, спроектированных без учета установки WDM и фильтров в виду того, что энергетический запас системы связи на ее линейную часть должен составлять не менее 3 дБ.

Характерные особенности метода тестирования активных оптических волокон заключаются в следующем:

- тестирование активных волокон, используемых для передачи данных;
- наличие возможности тестирования всех волокон оптического кабеля при использовании оптического коммутатора;
- требуются дополнительные пассивные компоненты (WDM и фильтры) и как следствие:
- дополнительные потери в соединениях, приводящие к уменьшению энергетического запаса системы связи;
- дополнительные затраты;
- снижение дальности действия оптических рефлектометров;

- тестирование должно проводиться на длине волны отличной от длины волны трафика системы передачи;
- при инсталляции на существующих волоконно-оптических линиях передач, необходим перерыв действия связи на время подключения WDM и фильтров.

Выбор того или иного способа тестирования оптических волокон, осуществляется на основании технико-экономического расчета и зависит от топологии сети, состава имеющихся средств мониторинга, динамического диапазона рефлектометров, наличия свободных волокон и т.д.

При определении состава средств системы автоматизированного мониторинга волоконно-оптических кабелей стремятся достичь целей сокращения эксплуатационных затрат на содержание оптического кабеля и повышение эффективности использования оптического кабеля.

Эти цели достигаются за счет выполнения следующих функций, выполняемых с помощью средств мониторинга:

- прогнозирование изменений состояния оптических волокон;
- дистанционное определение места неисправности оптических волокон;
- ведение баз данных по: параметрам оптических волокон, использованию оптических волокон, трассампрохождения оптического кабеля.

При реализации перечисленных функций мониторинга учитываются следующие особенности.

#### 1. Прогнозирование изменений состояния оптических волокон.

Для прогнозирования изменений состояния оптических волокон, которые могут быть вызваны нарушением технологии изготовления оптических кабелей или монтажа муфт, достаточно контролировать периодически одно оптическое волокно. Период контроля в этом случае обуславливается сезонными и климатическими условиями эксплуатации оптических кабелей и исчисляется в месяцах.

#### 2. Дистанционное определение места неисправности оптических волокон.

При полном повреждении кабеля для дистанционного определения места неисправности оптических волокон достаточно иметь возможность контроля одного оптического волокна.

При частичном повреждении кабеля должны контролироваться все оптические волокна. Однако эту ситуацию можно исключить ручным подключением на НРП неисправных оптических волокон к средствам автоматизированного мониторинга. Особый случай при этом имеет место при неисправности свободных волокон, т.к. они непрерывно не контролируются с помощью средств систем передачи. В этом случае свободные оптические волокна должны периодически контролироваться на предмет их пригодности для использования. Период контроля

устанавливается исходя из местных условий, и исчисляется в месяцах, а в отдельных случаях может доходить до нескольких дней.

## **ОПТИЧЕСКИЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФОТОННОЙ КОММУТАЦИИ**

*Б.А. Тургунов (ГУИТ ФФ)*

Как известно, на сегодняшний день практически все операторы транспортных сетей, рассматривают технологию уплотнение каналов по длине волны в качестве единой технологии для увеличения пропускной способности магистральных каналов и даже создать надежный запас на будущее. Несмотря на то, что применение WDM-оборудования ограничивалось высокоскоростными соединениями «точка — точка», а в городских сетях и сетях доступа распространения оно не получило. Тому есть несколько причин. Это и высокая гетерогенность городских сетей (множество топологий, протоколов и приложений), и наличие альтернативных решений, зачастую позволяющих операторам не торопиться с переходом на неизвестную им технологию, и ценовой фактор, который нередко заставляет сделать выбор в пользу физического наращивания сетевой инфраструктуры, и наконец, недостаточная гибкость и практически полное отсутствие интеллектуальности.

Эти ограничения явились стимулом для проведения исследования, направленные на создание новой технологии обработки оптических сигналов, которая получила название фотонная коммутация (используются также термины «лямбда-коммутации»). При ее разработке был заимствован принцип коммутации IP-пакетов по меткам, реализованный в протоколе MPLS (Multi Protocol Label Switching). Но коммутация здесь осуществляется уже не на основе меток, а в соответствии с длинами волн, на которых передается трафик того или иного типа.

Применение фотонной коммутации открывает перед операторами многие возможности:

- обеспечить высокую масштабируемость сетевой инфраструктуры;
- минимизировать количество наложенных сервисов;
- повысить эффективность использования имеющейся полосы пропускания;

Эти услуги могут принимать самые разнообразные формы — от обмена частями полосы пропускания между операторами дальней связи до продажи отдельных длин волн крупным корпоративным заказчикам (например, с целью соединить территориально разнесенные офисы).

В этой статье мы проводим обзор и анализ принципы применения полностью оптических сетей связи с фотонной коммутацией каналов и пакетов.

Фотонные коммутаторы, применяемые на полностью оптических сетях с коммутацией каналов могут выполняться на основе различных оптических механизмов как, микрoэлектронные механические системы MEMS.

Фотонный коммутатор на основе система MEMS представляет собой набор подвижных зеркал очень маленького размера, с диаметром менее миллиметра.

Фотонный коммутатор MEMS применяется после демультиплексора, когда исходный луч определенной волны направляется в соответствующее выходное волокно. Затем все лучи мультиплексируются в общий выходной сигнал.

Полностью оптических сетей связи с фотонной коммутацией пакетов без преобразования в электрические сигналы используют полностью оптический обмен меток (AOLS) и соответствующие кодирование пакетов (рис.1).

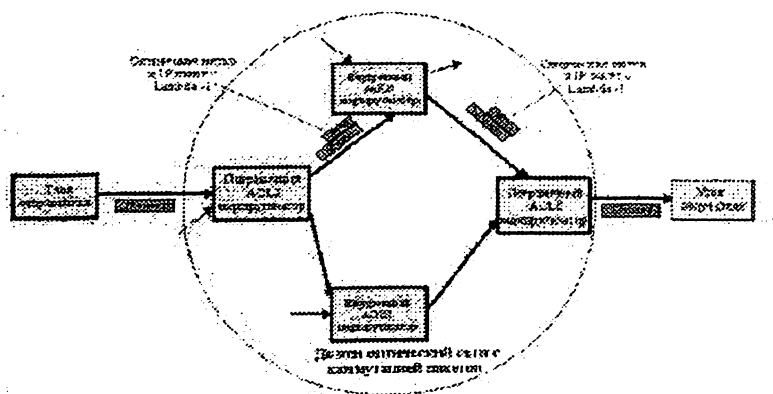


Рис. 1. Оптическая сеть с фотонной коммутацией пакетов и с использованием AOLS

Индивидуальные пакеты или группы пакетов снабжаются меткой на входе оптической сети. Оптическая метка удаляется и переписывается заново в каждом фотонном коммутаторе пакетов, в то время как поток данных остается в оптической области.

**Заключение.** Таким образом, роль фотонных коммутаторов при развитии оптических транспортных сетей значительна и применение фотонных коммутаторов дает возможность построить прозрачную транспортную инфраструктуру по отношению к типу, формату и методам кодирования трафика, к протоколам и скоростям передачи.

# ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

*Фозилов С.М. (студент ТУИТ)*

Оптическое излучение в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах занимает лидирующие позиции в качестве источника количественной информации используемых в многочисленных и разнообразных средствах информационно-измерительной техники. Появление лазеров, светоизлучающих диодов и других элементов оптоэлектроники стимулировало становление и развитие практически новой области измерений оптико – электронных измерений. Это одно из направлений, получивших широкое распространение в технических средствах и системах измерений. Оно играет большую роль в информационных технологиях и электронике.

Это объясняется тем, что электронные устройства восприятия, передачи и преобразования оптических величин и сигналов в электрические измерительные сигналы обладают рядом достоинств, выгодно отличающих их от аналогичных систем, в которых носителями информации служат величины и сигналы другой физической природы.

К числу таких достоинств в первую очередь относятся:

- отсутствие контакта с изучаемым объектом;
- высокий уровень защищенности устройств и их элементов от воздействия электромагнитных полей и помех, интенсивность которых значительно возросла;

высокая разрешающая способность, позволяющая изучать объекты с размерами порядка нанометров и менее;

- рекордное быстродействие при исследованиях быстропротекающих процессов с длительностями до единиц фемтосекунд.

- в отличие от устройств, в которых носителями информации служит жесткое ультрафиолетовое и более коротковолновое излучение, безопасность работы обслуживающего персонала.

В связи с этим сегодня трудно представить сферу человеческой деятельности, в которой не нашли бы применение процессы восприятия, преобразования, обработки, регистрации и отображения оптической информации, характеризующей интересующие пользователи свойства исследуемого и наблюдаемого объекта.

Однако результаты измерений должны быть оценены известной погрешностью их результата, при этом сам результат измерений выражен в установленных единицах.

Система обеспечения единства измерений в оптической радиометрии некогерентного излучения базируется на совокупности эталонных

установок со специализированными измерительными преобразователями и регламентирующих документах в виде государственных поверочных схем.

Созданию эталонов предшествовали тщательные метрологические исследования эталонных технических средств, позволяющих разработать Государственный первичный радиометрический эталон, а с его помощью воспроизвести и передать размеры не только радиометрических и спектрометрических единиц, но и осуществлять воспроизведение единицы силы света – канделы, являющейся, как известно, одной из семи основных единиц системы СИ.

Государственную поверочную схему (ГОСТ 8.275-91) возглавляет ГПЭ единицы средней мощности непрерывного лазерного излучения, воспроизводящий ее с помощью двух основных элементов: эталонного калориметрического ОЭИП и аргонового лазера с длиной волны выходного излучения – 0,5 мкм. Оптическая схема ГПЭ содержит еще два главных элемента: дифракционный делитель пучка на основе голографической решетки и метрологический затвор, «вырезающий» при необходимости из непрерывного потока излучения импульсы с крутыми фронтами и срезами длительностью 1с.

Эталонный ОЭИП по существу является абсолютным радиометром с рабочим и термокомпенсационным идентичными полостными приемниками излучения, обладающим большой постоянной времени (до 60с). Мощность излучения лазера в диапазоне от 0,08 до 1,0 Вт (любое значение в этом диапазоне) подается на дифракционный делитель. Дифрагировавшие в +1-й и -1-й порядки одинаковые (с точностью измеренного коэффициента деления 1:1) пучки излучения разведены в пространстве и одновременно направляются соответственно в ОЭИП ГПЭ и ОЭИП ВЭ, которым передается размер единицы. Конструктивно оба ОЭИП идентичны, их приемники излучения снабжены обмотками нагревания постоянным электрическим током, реализующими измерения методом замещения.

Это означает, что измерительная обмотка приемника излучения попеременно реагирует на тепловой поток, вызванный воздействием измеряемой оптической мощности. Поток порожден преобразованием в тепло электрической мощности. Поток порожден преобразованием в тепло электрической мощности, подаваемой в обмотку нагревателя, обычно именуемый обмоткой (или катушкой) замещения. Мощность электрического тока измеряется с высокой точностью с помощью эталонной катушки сопротивления, потенциометров и серийных высокоточных цифровых мультиметров. Поскольку ОЭИП сконструирован таким образом что пути распространения по нему тепловых потоков, явившихся результатами преобразования оптической и электрической мощности, практически одинаковы и соответствующие чувствительности при преобразовании обеих мощности в измерительные электрические

сигналы весьма мало отличаются друг от друга, по измеренной электрической мощности с минимальной погрешностью, не превышающей 01%, определяется значение измеряемой оптической мощности.

## МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ЗАТУХАНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ

*С.М. Фозилов (ГУИТ студент)*

В процессе эксплуатации ВОЛС интерес представляют полное затухание ОК, которое определяется следующими причинами:

- затухание, обусловленное поглощением и рассеянием ОВ;
- добавочное затухание, возникающее в процессе эксплуатации (возникающие микротрещины, микро и макро изгибы т.п.)
- затухание отражения от входного конца, возникающее при вводе излучения в световод и на неоднородностях.

В общем виде затухание сигнала между точками 1 и 2 ВОЛС определяются соотношением:

$$A = A_1 - A_2;$$

где  $A_1$  и  $A_2$  - абсолютные уровни сигнала по мощности в точках 1 и 2 соответственно.

$$A_1 = 10 \lg P_1 / P_0$$

где  $P_1$  - мощность сигнала в точке 1 Вт.

$P_0$  - мощность нормального генератора  $1 \cdot 10^{-3}$  Вт.

Следовательно, при определении затухания возникает задача измерения мощности оптического сигнала на входе и выходе ОВ. При этом наибольшее затруднение вызывает неопределенность уровня оптической мощности введенной в ОВ. Она зависит от качества обработки входного торца световода, точности юстировки возбуждающего пучка излучателя, соотношения между показателем преломления сердечника световода и среды заполняющей пространство между сердечником и излучателем, стабильности выходной мощности излучателя и т.д. Поэтому определять мощность оптического излучения на входе ОВ сложно. При вводе излучения в волокно наряду с направляемыми модами в сердцевине возбуждаются излучаемые и оболочечные моды, что приводит к перераспределению мощности излучения между модами. Излучаемые и оболочечные моды могут так же возникать на неоднородностях, макроизгибах ОВ и т.п. Таким образом, для обеспечения режима РРМ на входе ОВ необходимо подавить излучаемые и оболочечные моды. Эти функции выполняют смесители мод, иногда их называют скремблерами.

Наряду с этим, для однозначного определения затухания многомодовых ОВ необходимо на входе обеспечить такой режим распространения излучения, при котором сохраняется постоянное распределение мощности между его модами - равновесное распределение



мод (PPM). Особенно это важно при измерении коэффициента затухания ОВ.

Для устранения оболочечных мод используется модовый фильтр. Он представляет собой отрезок волокна изогнутый в виде петли погруженной в сосуд с иммерсионной или абсолютно поглощенной жидкостью. Показатель преломления иммерсионной жидкости близок к показателю преломления оболочки, в результате чего оболочечные моды излучаются в иммерсионную жидкость, где затухают.

Исключить систематическую погрешность измерения затухания связанную с неопределенностью ввода мощности в ОВ позволяет ряд известных методов /1, 3, 9/. Согласно рекомендациям МСЭ-Т G651 и G652 и ГОСТ 26814-86 (Кабели оптические, методы измерения параметров) на практике получили применение три метода измерения затухания:

- метод обрыва (среза) - эталонный метод;
- метод вносимого затухания - 1 альтернативный метод
- метод обратного рассеяния - 2 альтернативный метод.

В условиях эксплуатации, когда вход и выход ОВ разнесен на значительные расстояния, при определении вносимого затухания возникает необходимость использования двух измерителей оптической мощности, показания которых необходимо сличить по одному источнику оптического излучения. Основными источниками погрешности измерения в данном методе являются:

- стабильность уровня мощности на выходе излучателя;
- стабильность и повторяемость характеристик оптических соединителей;
- точность обеспечения режима PPM, либо условий ввода основной моды для одномодовых волокон;
- погрешность сличения показаний двух измерителей мощности;
- нелинейность измерителей мощности;
- погрешность от переключения пределов;
- зависимость затухания ОВ от длины волны;
- потери от изгибов.

В целом, погрешность данного метода оказывается, как правило, большей, чем в методе обрыва, но вполне удовлетворительной для практических измерений затухания.

## ОПТИК АЛОКА ТИЗИМЛАРИДА ЎЛЧАШЛАР НОАНИҚЛИГИНИ БАҲОЛАШ.

*М.М. Хайдарбекова (ТАТУ)*  
*Д. Ибрагимова (ТАТУ талабаси)*

**Масаланинг долзарблиги.** Ўлчаш натижаларини хатоликлар асосида баҳолаш бугунги кундаги аниқ ўлчашларга жавоб бера олмаяпти. Шунинг учун ўлчаш натижалари баҳолашнинг янги концепцияси, яъни ўлчашлар ноаниқлигини баҳолаш амалий аҳамият касб этмоқда. Ушбу масалани ёритишда истеъмолчиларнинг нотўғри ўлчаш натижаларини салбий оқибатларида, хусусан истеъмолчиларнинг хавфсизлик масалаларини таъминлашда ўлчаш натижаларининг ноаниқлик бўйича баҳолаш қатор халқаро норматив ҳужжатлар, хусусан O'z DSt ISO/IEC 17025:2007 “Аккредитланган синаш ва калибрлаш лабораторияларининг ўлчашларни компитентлигига қўйиладиган умумий талаблар” номли халқаро стандартида калибрлаш лабораториялардаги ўлчашлар натижалари ноаниқлик бўйича баҳолашни регламентланган. Ушбу муносабатга кўра мазкур масала долзарб бўлиб ҳисобланади.

**Масаланинг қўйилиши.** Ўлчашлар ноаниқлигини баҳолашга киришишдан аввал, ноаниқликнинг мумкин бўлган манбалари рўйхатини тузиш керак. Бу босқичда микдорларни ҳисобга олиш шарт эмас; мақсад, айнан нимани кўриб чиқиш кераклигини ойдинлаштиришдан иборат.

**Масаланинг ечими.** Ноаниқликлар манбаларининг рўйхатини тузишда натижани оралик катталиклардан ҳисоблаб топишда фойдаланиладиган асосий ифода, яъни ўлчаш математик моделидан бошлаш қулай бўлади. Бу ифодада барча параметрлар ўзининг ноаниқликларига эга бўлиши мумкин, шунинг учун ҳам булар ноаниқликнинг потенциал манбалари бўла олади. Бундан ташқари, ўлчанаётган катталикнинг қийматини топишда фойдаланиладиган ифодага очикдан-очик қирмайдиган, аммо, шунга қарамай, натижага таъсир этадиган бошқа параметрлар (масалан, экстракция вақти ёки температура) ҳам мавжуд бўлиши мумкин. Шунингдек, ноаниқликнинг яширин манбалари ҳам бўлиши мумкин. Бу манбаларнинг ҳаммаси рўйхатга киритилиши лозим.

*Ўлчашлар ноаниқлиги турлари;*

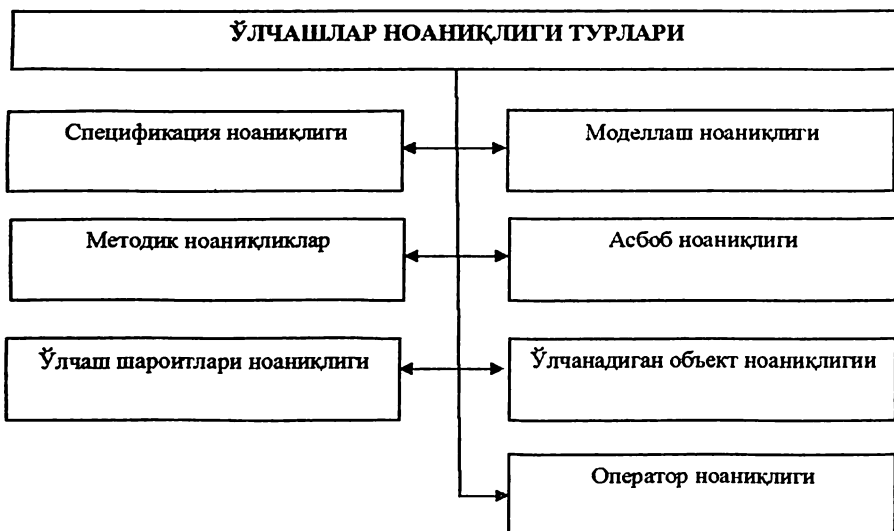
Ноаниқликни ташкил этувчи турлари уларнинг келиб чиқиш манбалари бўйича, ўлчанадиган катталик спецификацияси, моделлаш метод, ўлчаш воситалари (асбоблар), атроф муҳит, оператор (шахс) ва ўлчанадиган объектга бўлинади.

Ноаниқлик манбаларидан бирорта ноаниқликни ташкил этувчиларни микдор жиҳатдан тавсифлаш учун уларни, деярли ҳар доим, алоҳида-

алоҳида кўриб чиқишга тўғри келади. Баъзи ҳолларда бундай жараён камдан-кам манбалар учун қўлланилади; бошқа, айниқса, методнинг самаралиги бўйича маълумотлар кам ёки бундай маълумотларнинг ўзи йўқ бўлган ҳолларда, ҳар қайси манба алоҳида ўрганишни талаб қилиши мумкин.

Ноаниқликнинг индивидуал ташкил этувчиларини белгилашнинг бир нечта умумий усуллари бор:

- киришдаги ўзгарувчиларни экспериментал вариациялаш;
- техник ҳужжатдаги маълумотлардан, масалан, ўлчашлар ва калибрлаш сертификатларидан фойдаланиш;
- назарий принциплар асосида моделлаш;
- бундан аввалги тажрибага асосланган фикрлардан ёки тақлидий моделлашдан фойдаланиш.



Ноаниқликнинг алоҳида ташкил этувчилари қуйида кўриб чиқилади.

*Ўлчанадиган катталиқ спецификациясининг ноаниқлиги;*

Ўлчанадиган катталиқнинг ўлчами, дастлаб, ўлчаш объектига таъсир кўрсатувчи ташқи таъсирлар параметрларига боғлиқ. Шунинг учун ўлчашга мантикий ёндашиш ўлчанадиган объектни дастлаб тўлиқ тавсифлаш (спецификациялаш) ни талаб қилади. Ўлчанадиган объектни чала спецификациялаш ўзига хос ноаниқликни келтириб чиқаради.

Маълумки, ўлчашдан мақсад ўлчанадиган катталиқнинг сон қийматини аниқлашдан иборат. Ўлчанадиган катталиқнинг тавсифи (спецификацияси) га ўлчашларни ўтказиш вақти ва шароитлари киради. Ўлчашларни ўтказиш шароитлари таъсир этувчи катталиқларнинг мажмуи

кўринишида, яъни ўлчанмайдиган, лекин уларнинг натижасига таъсир этувчи катталиклар, масалан, ўлчаш воситаларининг температураси кўрсатилади.

Ўлчанадиган у физик катталиқнинг таъсирлар параметрларига боғлиқлиги таъсир функцияси воситасида ифодаланади. Таъсир функцияси экспериментал йўл билан аниқланиши ёки фақат сонли бажарилиши лозим бўлган алгоритм каби мавжуд бўлиши мумкин. Таъсир этувчи катталиклар ноадекват аниқланса, спецификация ноаниқлигининг келиб чиқишига сабаб бўлади ва турли лабораторияларда ўтказилган бир катталиқни ўлчаш натижалари ўртасида номувофиқликка олиб келади.

Мисол. Ўлчанадиган катталиқ —  $P$  қувват терморезисторда  $t$  температурада тарқокланади. Терморезистор  $t_0$  температурада  $R_0$  қийматга эга, қаршиликнинг температуравий коэффициентини  $\alpha$ . Қувват терморезисторнинг клеммаларига бериладиган  $V$  потенциаллар фарқига боғлиқ :

$$P = f(V, R_0, \alpha, t) = \frac{V^2}{R_0 [1 + \alpha(t - t_0)]}$$

Бунда  $V$  — қириш катталиғи;

$t_0, R_0, \alpha$  ва  $t$  — таъсир этувчи катталиклар.

Ўлчанадиган  $Y$  катталиқ таъсир этувчи катталикларга боғлиқ бўлгани ҳолда, бу таъсир этувчи катталиқларнинг ўзи ҳам бошқа катталиқларга, жумладан мунтазам эффектларга тузатмалар ва тузатиш коэффициентларига боғлиқ бўлиши мумкин. Бундай ҳолат  $f$  функционал боғланишни мураккаблаштиради ва ҳеч қачон аниқ ёзила олмайди. Шунинг учун, агар таъсир функцияси функционал боғланишни зарур даражагача (бу даража ўлчаш натижасини талаб этилган топши аниқлигига қараб аниқланади) моделлаштира олмаса, бундай камчиликни бартараф этиш учун ўлчаш натижасига кўшимча қириш катталиқлари киритилиши лозим.

Келтирилган мисолда ўлчаш аниқлигини ошириш учун кўшимча қириш катталиқлари талаб этилиши мумкин. Кўшимча қириш катталиқлари температуранинг резистор бўйлаб нотекис тарқалишини, қаршиликнинг температуравий коэффициентининг нозизиқли бўлишини ёки қаршиликнинг атмосфера босимига боғлиқлигини ҳисобга олади.

Амалда ўлчанадиган катталиқнинг спецификацияси талаб этилган ўлчаш аниқлигига боғлиқ. Ўлчанадиган катталиқни талаб этилган аниқлик таъминланадиган, етарли даражада тўлиқ аниқлаш лозим. Бундай аниқликда ўлчанган катталиқнинг қиймати ўлчаш билан боғлиқ бўлган барча амалий мақсадлар учун ягона бўлиши керак.

*Методик ноаниқликлар;*

Ўлчашлар методи дейилганда, умумий шаклда тавсифланган ва ўлчашларни бажаришда фойдаланиладиган амалларнинг манъиқий тартиби

тушунилади Ўлчаш методи мукамал бўлмаса, методик хатоликлар содир бўлади. Методик хатоликларнинг ўзига хос хусусияти шундаки, буларни фақат объектнинг математик моделини тузиш ёки тақлидий моделлаш йўли билан аниқлаш мумкин. Бундай моделни тузиб, унинг параметрларини аниқлагандан кейин, ўлчашнинг мунтазам характердаги методик хатоллигини баҳолаш мумкин. Методик хатоликни баҳолашдан ўлчаш натижасига киритиладиган тузатма сифатида фойдаланиш мумкин.

Методик хатоликнинг баҳосидан ўлчаш натижасига тузатма сифатида фойдаланиш мумкин. Тузатилган ўлчаш натижаси мунтазам хатоликнинг ўчирилган қолдиғи (МХЎҚ) билан кўпаллаштирилган. Бундай қолдиқ модел параметрларини аниқлаш хатоллигига боғлиқ. МХЎҚ нинг стандарт оғиши методик ноаниқликнинг баҳоси бўлади. Методик ноаниқликларга баъзи мисолларни кўриб чиқамиз.

Ўлчаш воситасининг ўлчаш объектига таъсирини баҳолаш ноаниқлиги. Бу ноаниқликни  $R_i$  ички қарликли кучланиш манбаига уланган вольтметр мисолида тадқиқ қиламиз. Вольтметр ўз  $R_{\text{ax}}$  кириш қаршилигига эга.

Бу ҳолда вольтметрнинг  $U$  кўрсатуви ўлчанадиган  $E$  электр юритувчи куч билан куйидаги нисбатта боғланган (Ўлчашнинг тузатилмаган натижаси)

$$U = \frac{R_{\text{ax}}}{R_i + R_{\text{ax}}} \cdot E$$

Бу нисбатдан кўришиб турибтики, ўлчашнинг тузатилган натижасини олиш учун вольтметрнинг кўрсатувини  $\frac{R_i + R_{\text{ax}}}{R_{\text{ax}}}$  тузатиш кўпайтигичига кўпайтириш керак.

Ўлчаш натижаларини ишлаш алгоритмининг ноаниқлиги. Ўлчаш методига ҳисоблаш – ўрта, ўрта арифметик қийматни ёки ўлчанадиган катталикнинг ўзгарувчи параметрини қатор кузатувларининг ўрта абсолют қийматини аниқлаш, сонли интеграллаш ёки дифференциаллаш, қаторларга ёйиш йўли билан элементар функциянинг қийматини ҳисоблаш ва ҳ.к. амаллари киритилган бўлиши мумкин. Ўлчаш натижалари танланган ишлаш алгоритмига қараб, ўзига хос хатоликлар билан кўпаллашган бўлиши мумкин. Бу хатоликларнинг стандарт оғиши фойдаланилган ишлаш алгоритмининг ноаниқлик баҳоси бўлади.

#### *Асбобий ноаниқликлар:*

Асбобий ноаниқликлар — ўлчаш воситаларининг тақомиллашмаганлигига боғлиқ бўлган ноаниқликлардир. Ўлчаш приборининг ишлаш принципига кирган ноаниқликлар. Бу ноаниқликлар, ўлчаш воситасидан фойдаланиш тартибига қараб, статик ва динамик ноаниқликларга ажралади. Статик ноаниқлик – ўлчаш вақти давомида ўлчами ўзгармас деб ҳисобланган катталикни ўлчаш ноаниқлигидир. Динамик ноаниқлик – ўлчанаётган катталикнинг ўлчами ўзгармайди, деб

бўлмайдиган динамик ўлчашлар вақтида статик ноаникликка қўшимча равишда пайдо бўладиган ўлчашлар ноаниқлигининг ташкил этувчисидир. Динамик ноаниқлик икки омилга: ўлчаш воситасининг динамик хоссалари ва ўлчанадиган катталиқнинг вақт ичида ўзгариш характериغا қараб аниқланади.

**Хулоса** килиб айтадиган бўлсак, метрологияда иккита аргументни биргаликда ўлчашлашлар ўлчаш воситалари (ЎВ) ни даражалашда қўлланилади. Бундай ўлчашлар натижасида, ЎВ нинг паспортида жадвал, график ёки аналитик ифода кўринишида келтириладиган даражалар тафсилоти (характеристикаси) аниқланади. Даражалаш характеристикасини аналитик кўринишда келтириш афзалроқ бўлади, чунки бундай шаклда ифодалаш анча ихчам ва кўпчилик амалий масалаларни ечиш учун қулай бўлади.

## **ОПТОЭЛЕКТРОН КОММУТАТОР ВА УНИНГ СХЕМОТЕХНИК ЕЧИМЛАРИ**

*Ш.К. Холмонов (ТАТУ магистранти)*

*Н. Юнусов (ТАТУ)*

**Мавзунинг долзарблиги:** Маълумки, коммутаторлар телекоммуникация тизимлари ва тармоқларининг муҳим функционал элементларидан бири ҳисобланади. Уларнинг ёрдамида алоқа каналлари уланади ёки узилади.

Электр тармоқларида тарихан коммутаторларнинг электромагнит реле, электрон калит турларидан фойдаланилган.

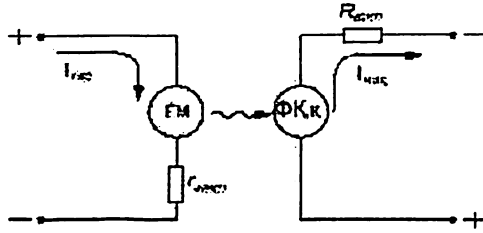
Коммутаторларга қуйидаги талаблар қўйилади: уланиш ва узилиш вақтининг кичиклиги; алоқа каналининг уланган ва узилган ҳолларига мос келган тоқлар нисбатининг бир неча тартибга фарқ қилиши; таркибий элементларининг ихчам ўлчамларга эга бўлиши, уларни микроэлектрон технология ёрдамида тайёрлаш имкониятининг мавжудлиги.

Уланиш ва узилиш вақтлари сон қийматларини камайтириш, юқорида санаб ўтилган хоссаларга эга бўлган коммутаторларни яратиш ва ишлаб чиқиш долзарб масалалардан ҳисобланади.

Ушбу мақола мазкур масалани ечиш мақсадида қўлланиладиган ечимлардан бири – оптоэлектрон коммутаторларнинг иш принципини ва схемотехник ечимларини кўриб чиқиш ва таҳлил этишга бағишланган.

**Масаланинг ечими:** Оптоэлектрон коммутаторнинг умумлашган схемасини қуйидагича тасвирлаш мумкин:

У қобик ичига жойлаштирилган ўзаро кетма-кет уланган ярим ўтказгичли ёруғлик манбаи ва чекловчи резистордан таркиб топган кириш занжиридан ва юклагамага кетма-кет уланган фотоқабулқилгичдан таркиб топган чиқиш занжиридан ҳамда ёруғлик нурланишини унинг манбаидан фото-қабулқилгичга узатувчи муҳитдан иборат (1-расм).



1-расм . Оптоэлектрон коммутаторнинг умумлашган схемаси

Коммутаторнинг иш принципи қуйдагича: кириш занжирига кучланиш импульси берилмаган ҳолда ёруғлик манбаи нурланмайди. Бу ҳолда унинг қаршисида жойлашган фотоқабулқилгичдан ва унга кетма-кет уланган юкламадан (алоқа тармоғидан) жуда кичик қийматли – бир неча мкА ли қоронғилик токи оқиб ўтади. Киришга  $U_{кпр}(t)$  кучланиш импульси берилганида ёруғлик манбаи нурланади. Нурланиш қуввати таъсирида фотоқабулқилгич бўйлаб нисбатан катта - бирнеча ёки бирнеча ўн мА қийматли фототок оқиб ўтади, бошқача айтганда, юклама, яъни алоқа тармоғи уланади. Уланиш вақти тугаганида киришдаги кучланиш  $U_{кпр}$  0 гача камаяди, натижада коммутаторнинг чиқиш занжиридан яна кичик қийматли ток оқиб ўтади . Юклама, яъни алоқа тармоғи узилади . Алоқа тармоғидаги уланиш ва узилиш жараёнларининг динамикаси 2-расмдаги кўринишга эга бўлади.



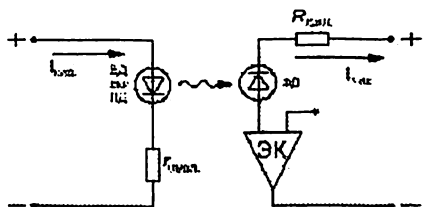
2-расм. Оптоэлектрон коммутатор ёрдамида алоқа тармоғидаги уланиш ва узилиш жараёнларининг динамикаси

Оптоэлектрон коммутаторларни турли хил базавий элементлар асосида тайёрлаш мумкин. Уларда ёруғлик манбаи сифатида ёруғлик диоди ёки лазер диодидан, фотоқабулқилгич сифатида - фоторезистор, p-i-n фотодиоди, биполяр ёки майдоний фототранзистор, фототиристордан, ёруғлик манбаи ва фотоқабулқилгич орасидаги узатиш муҳити сифатида эса, ҳаво, вакуум, иммерсион қатлам ёки оптик толадан фойдаланиш мумкин. Шунга қараб узилиш ва уланиш вақтлари, алоқа тармоғидан у

уланган ва узилган ҳолларда оқиб ўтадиган тоқларнинг нисбати каби параметрлари турлича бўлган кичик ўлчамли, юқори ишончликка эга бўлган коммутаторларни рўёбга чиқариш имконияти мавжуд.

Қуйидаги 2- ва 3-расмларда ёруғлик манбаи сифатида ёруғлик диодидан, узатувчи муҳит сифатида ҳаводан, фотоқабулқилгич сифатида p-i-n фотодиодидан ва биполяр фототранзистордан фойдаланишга асосланган оптоэлектрон коммутаторларнинг схематик ечимлари келтирилган.

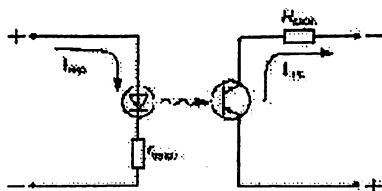
Тезкорлиги юқори бўлган элементлардан таркиб топган биринчи турдаги коммутаторларнинг уланиш ва узилиш вақтлари  $10^{-8}$  -  $10^{-9}$  сек оралигида ётади (3-расм).



3-расм. Ёруғлик диоди ёки лазер диоди ҳамда фотодиоди оптоэлектрон коммутаторнинг схематик ечими

Бу турдаги коммутаторларда ёруғлик диоди ўрнида лазер диодидан ва фотодиоддан оқиб ўтадиган токни кучайтириш мақсадида қўлланиладиган ўта юксак частотали транзисторлардан фойдаланиш ушбу тезкорликни  $10^{-9}$  -  $10^{-10}$  сек. гача ошириш, алоқа каналининг уланган ва узилган ҳолларига мос келган тоқлар нисбатини бирнеча тартибга ошириш имконини беради.

Схематик ечими 4-расмда келтирилган оптоэлектрон коммутаторнинг ўзига хослиги шундаки, унда фотоқабулқилгич сифатида ички кучайтириш хусусиятига эга бўлган ва планар технология асосида тайёрланадиган биполяр фототранзисторлардан фойдаланилади. Бу ҳол фотоқабулқилгич занжири ўлчамларининг ихчамлашувига, алоқа каналининг уланган ва узилган ҳолларига тегишли тоқлар нисбатининг ортишига олиб келади. Бироқ бу ҳолда уланиш ва узилиш вақтларининг сон қиймати фототранзисторнинг нисбатан инерционлиги билан чекланади ва  $10^{-7}$  -  $10^{-6}$  секундни ташкил этади.



4-расм. Фотодиод ва фототранзисторли оптоэлектрон коммутаторнинг схематик ечими



Кириш ва чиқиш занжирларининг гальваник жиҳатдан ажратилганлиги, чиқиш занжирининг кириш занжирига таъсири, яъни тескари боғланишнинг йўқлиги, қурилманинг контактсиз, жумладан, оптик тола ёрдамида масофавадан туриб бошқариш, уни интеграл технология ёрдамида тайёрлаш имкониятининг мавжудлиги оптоэлектрон коммутаторларнинг афзаллик-ларидан ҳисобланади. Бундан ташқари, ёруғлик манбалари ва фотоқабул-қилгичларнинг матрицаларидан фойдаланиш уланадиган ва узиладиган каналлар сонини ошириш имконини беради.

### **Хулоса**

Мақолада оптоэлектрон коммутаторнинг умумлашган схемаси, унинг турли хил базавий элементлар – ёруғлик диоди ва p-i-n фотодиоди, лазер диоди ва p-i-n фотодиоди, ёруғлик диоди ва фототранзистор асосидаги схематик ечимлари ва бу ечимларнинг уланиш ва узилиш вақтлари, алоқа линияси бўйлаб уланган ва узилган ҳолларда оқиб ўтадиган ток қийматларининг нисбати, шовқин сатҳи каби параметрлари бўйича қиёсий таҳлили келтирилди.

## **ОПТИЧЕСКИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНЫЕ СЕТИ СВЯЗИ. ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ И ТАРИФНАЯ ПОЛИТИКА**

*Шаюсунова Л.Р. (ТВТУ)*

Развития телекоммуникационных сетей определяется тремя факторами: ростом трафика, потребностью общества в новых услугах и достижениями в области технологий.

Оптические мультисервисные сети предоставляют высокоскоростные услуги по передаче голоса, данных и видео, т.е. осуществлена конвергенция мобильных и фиксированных сетей.

Идеология построения таких сетей ещё складывается и отрабатываются методики их проектирование.

Мультимедийные трафик - это цифровой поток, который содержит различные виды сообщений, воспринимаемых органами чувств человека (обычно звуковая и/или видеoinформация). Мультимедийные потоки данных передаются по оптическим телекоммуникационным сетям связи с целью предоставления удаленных интерактивных услуг. Наиболее распространенными на сегодняшний день мультимедийными услугами, предоставляемыми пользователям сети являются: видеотелефония, высокоскоростная передача мультимедийных данных, IP-телефония, цифровое телевизионное вещание, мобильная видеосвязь и цифровое видео по запросу.

Как видно из изложенного, сегодня услуги оператора телекоммуникации часто классифицируются по одноранговому принципу. Нечёткая классификация услуг нередко приводит к проблемам при разработке политики продаж и маркетинга, что в конечном счете приводит к ценообразованию и тарифной политике, что влияет на сроки окупаемости создаваемой инфраструктуры и эффективности капиталовложений.

Поэтому услуги оператора телекоммуникации целесообразно классифицировать с использованием многомерной структуры, например:

- классификация услуг по типу передаваемой информации (контенту);
- классификация услуг по способу обеспечения доступа клиента к услуге;
- классификация услуг по типу клиента;
- классификация услуг по типу обмена информацией.

Таким образом, рождается множества услуг оптических мультисервисных сетей связи, которые должны подлежать ценообразованию и дальнейшей тарификации.

Из выше приведенных общих атрибутов мультисервисной сети связи видно, что фундаментально изменяется не только сеть телекоммуникации, изменяется также принцип предоставления услуг, т.е. создается возможность предоставления потребителю неограниченного количества и объема услуг.

При этих условиях необходимо совершенствовать систему ценообразования и тарифную политику на услуги инфокоммуникации.

Использование затратного метода для ценообразования с учетом указанных условий (раздельный учет затрат на каждый вид услуги) по соображениям финансовой целесообразности, проведение такого рода исследований является очень трудоемкой.

Для определения цен на инфокоммуникационные услуги и для анализа перспектив коммерческой эксплуатации сети связи нового поколения потребуется количественная оценка спроса на каждый вид услуги на прогнозируемые период времени. Однако, она сама в тоже самое время зависит от принятой тарифной политики на каждый вид услуги и их номенклатуры. Таким образом, специфика функционирования мультисервисной сети связи порождает перед исследователем определенные взаимосвязанные требования в разработке ценообразования и в разработке тарифов и при этом необходимо будет изучать и трафик.

На объем оказания услуг не накладываются ограничения по пропускной способности (абонентские сети доступа полностью переходят на оптическую технологию), надежность мультисервисной сети связи высокая и поэтому потребителю предлагаются услуги гарантированного качества.

Исследование влияния каждого конкретного тарифа на объем оказанных услуг требует выполнение чрезвычайно трудоемких работ, по сбору соответствующей информации, что в ряде случаев не оправдывает понесенных затрат при сопоставлении их с потенциальным экономическим эффектом от внедрения найденного таким сложным способом тарифа. Поэтому, постановка задачи должна по возможности минимизировать требования к составу и содержанию исходной информации и при этом получить максимально возможный по эффективности конечный результат. Полученная таким образом тарифная система должна быть привлекательной для потребителей услуг и в то же время должна быть в достаточной мере выгодной для оператора телекоммуникации.

Операторы телекоммуникации ведут ежесуточный анализ информации по распределению нагрузки по всем обслуживаемым терминалам абонентов. В их состав входят данные о средней продолжительности разговоров, передачи данных и других услуг. Поэтому актуальной является анализ использования телекоммуникационных ресурсов для оказания совокупности услуг потребителям в виде некоторого набора – усредненной услуги. Необходимо изучить влияние усредненного тарифа на усредненный трафик по всем видам услуг.

Заключение. Научно-практическая ценность данной работы заключается в том, что исследование усредненного тарифа на усредненный трафик позволит постепенно разрешить вопросы ценообразования на установленный трафик услуг.

## *СЕКЦИЯ 8*

***РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ВА  
РАДИОЭШИТТИРИШ, СИМСИЗ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАР, РАДИОТЕХНИКА.  
РИВОЖЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ.***

## ЭТАЛОННЫЕ СЕТИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ DVB-T

*Халбаев Б.А. (ГУИ ЦЭМС)*

*Ликонцев А.Н. (СПБГУТ)*

*Ликонцев Д.Н. (ГУИТ)*

Эталонная сеть это обобщенная сетевая структура, отображающая реальную сеть, пока неизвестную, для целей анализа электромагнитной совместимости. Для такой сети разрабатываются эталонные конфигурации планирования (ЭКП) - репрезентативные комбинации критериев и параметров, которые следует использовать для целей частотного планирования.

Для обеспечения различных требований к вводу в действие сетей DVB-T разработаны четыре вида эталонных сетей (ЭС):

- ЭС1 – одночастотная сеть (ОЧС) с большой зоной обслуживания;
- ЭС2 – одночастотная сеть с малыми зонами обслуживания, плотные ОЧС;
- ЭС3 – одночастотная сеть с малыми зонами обслуживания для условий города;
- ЭС4 – полужакрытая одночастотная сеть с малыми зонами обслуживания.

При определении величин бюджета мощности эталонных сетей высоты подвеса антенн и мощности регулируются таким образом, чтобы желаемая вероятность покрытия обеспечивалась в каждой точке зоны обслуживания.

При методе регулирования бюджета мощности сети используется основной принцип с ограничением шумами, который, как известно, не очень эффективен с точки зрения использования частот. С целью компенсации этого недостатка уровни мощностей передатчиков эталонных сетей были увеличены на 3 дБ.

Что касается эффективных высот подвеса антенн передатчиков в эталонных сетях, то в качестве среднего значения используется высота 150 м.

В эталонных сетях выбрана открытая структура сети, поскольку считается, что при реальном внедрении сети обычно будет задействоваться этот тип сетей. Зона обслуживания определяется как шестиугольник, площадь которого на 15% больше площади шестиугольника, образованного периферийными передатчиками. Однако для того чтобы предусмотреть реализацию сетей с очень низким потенциалом помех, вводится также эталонные сети с полужакрытой структурой сети.

В некоторых случаях потенциальные помехи эталонных сетей значительно превышают потенциальные помехи ввода в действие реальных сетей, например, когда стандартная геометрия эталонных сетей

существенно отличается от конкретной формы реальной зоны обслуживания.

**Эталонная сеть 1(ЭС1).** Эта сеть состоит из семи передатчиков, расположенных в центре и в вершинах шестиугольной решетки. Выбран открытый тип сети, т.е. передатчики используют ненаправленные антенны и предполагается, что зона обслуживания превышает площадь шестиугольника из передатчиков примерно на 15%. Геометрия сети представлена на рис. 1.

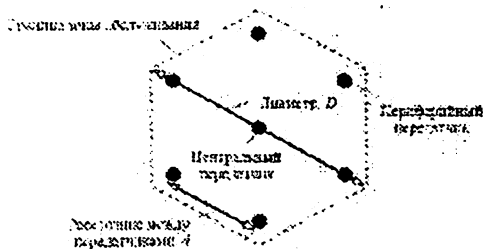


Рис. 1. Эталонная сеть 1

ЭС1 предназначена для покрытия сетей ОЧС с большой зоной обслуживания. Предполагается, что в качестве основы для этого типа сетей используются станции главного передатчика с приемлемой эффективной высотой подвеса антенны. При приеме на портативную аппаратуру и портативном приеме размер реальных зон обслуживания  $D$  для этого типа покрытия ОЧС будет ограничен до 150...200 км в диаметре из-за ухудшения, вызванного собственными помехами, если только не используются очень устойчивые варианты системы DVB-T или не применяется концепция плотных сетей. Параметры ЭС1 приведены в табл. 1.

ЭС1 применяется в различных случаях: фиксированный прием (ФП) - ЭКП1, наружный прием на портативное оборудование (НППО)/подвижный приём (ПП) - ЭКП2 и прием внутри помещения на портативное оборудование (ВППО) - ЭКП3 как для телевизионного диапазона III, так и для диапазонов IV и V.

Таблица 1

Параметры эталонной сети 1

Параметры		ЭКП1	ЭКП2	ЭКП3
Тип приема		ФП	НППО и ПП	ВППО
$d$ , км		70	50	40
$D$ (км)		161	115	92
ЭИМ (дБВт)	диапазон III	34,1	36,2	40,0
	диапазоны IV и V	42,8	49,7	52,4

Примечание: В этой и следующих таблицах значения эквивалентной излучаемой мощности (ЭИМ) включают дополнительный запас на мощность, равный 3 дБ и приведены для 200 МГц в диапазоне III и 650 МГц в диапазонах IV и V; для других частот (f в МГц) используемым масштабным множителем является:  $20 \lg(f/200)$  или  $f/650$  для ЭКП1 и  $30 \lg(f/200)$  или  $f/650$  для ЭКП2 и ЭКП3.

В качестве длины защитного интервала предполагается максимальное значение  $1/4 T_{др}$  режима FFT 8k. Расстояние между передатчиками в ОЧС не должно намного превышать расстояние, эквивалентное длительности защитного интервала. В этом случае длительность защитного интервала составляет 224 мкс, что соответствует расстоянию 67 км.

Расстояние между передатчиками для варианта ЭКП1 принимается равным 70 км.

Что касается ЭКП2 и ЭКП3, то 70 км – слишком большое расстояние с точки зрения бюджета мощности. Поэтому были выбраны меньшие значения расстояний между передатчиками: 50 км для ЭКП2 и 40 км для ЭКП3.

**Эталонная сеть 2 (ЭС2).** Эта сеть состоит из трех передатчиков, расположенных в вершинах равностороннего треугольника. Выбран открытый тип сети, т. е. передатчики используют ненаправленные антенны. Предполагается, что зона обслуживания является шестиугольной, как показано на рис.2.

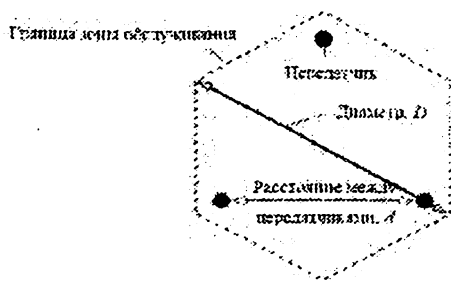


Рис.2. Эталонная сеть 2

ЭС2 применяется в различных случаях: ФП (ЭКП1), НППОЛП (ЭКП 2) и ВПО (ЭКП 3) как для диапазона III, так и для диапазонов IV/V.

ЭС2 предназначена для покрытия сетей ОЧС с малой зоной обслуживания. Предполагается, что для этого типа сетей будут доступны передающие станции с приемлемыми значениями эффективной высоты подвеса антенны, и ожидается, что ограничения из-за собственных помех будут небольшими. Диаметры типичных зон обслуживания D могут быть от 30 до 50 км.

Возможен также охват больших зон обслуживания с помощью плотных ОЧС. Однако в этом случае необходимо очень большое число передатчиков. Поэтому для больших зон обслуживания целесообразно, по-видимому, выбрать вариант ЭС1, даже если предусматривается использование структуры плотной сети.

В ЭС2 расстояние между передатчиками составляет 25 км для случая ЭКП2 и ЭКП3.

Поэтому для защитного интервала можно использовать значение  $1/8 T_u$  (FFT 8к), что увеличит имеющуюся пропускную способность данных по сравнению с использованием защитного интервала  $1/4 T_u$ .

Для варианта ЭКП1 может быть также приемлемо тоже значение защитного интервала, но с большим расстоянием между передатчиками, равным 40 км, поскольку фиксированный прием на антенну на уровне крыши менее чувствителен к собственным помехам благодаря направленным свойствам приемной антенны. Параметры ЭС2 приведены в табл.2.

Таблица 2

1 Параметры эталонной сети 2

Параметры		ЭКП 1	ЭКП 2	ЭКП 3
Тип приема		ФП	НППО и ПП	ВППО
$d$ (км)		40	25	25
$D$ (км)		53	33	33
ЭИМ (дБВт)	диапазон III	24,1	26,6	34,1
	диапазоны IV и V	31,8	39,0	46,3

**Эталонная сеть 3(ЭС3).** Геометрия решетки передатчиков ЭС3 и зоны обслуживания такая же, как и для случая ЭС2 (рис.2).

ЭС3 применяется в различных случаях: ФП (ЭКП1), НППО/ПП (ЭКП2) и ВППО (ЭКП3) как для диапазона III, так и для диапазонов IV/V.

ЭС3 предназначена для покрытия ОЧС с малой зоной обслуживания в условиях города. Эта сеть идентична ЭС2, за исключением того, что используются данные потерь при уменьшении высоты для городских условий. При этом требуемая мощность передатчиков ОЧС увеличивается примерно на 5 дБ для ЭКП2 и ЭКП3.

**Эталонная сеть 4(ЭС4).** Такая сеть предназначена для использования в случаях, когда при вводе в действие сети предпринимаются значительные усилия, касающиеся местоположения передатчиков и диаграмм направленности антенн, по уменьшению уровня исходящих помех.

Геометрия сети ЭС4 идентична случаю ЭС2, за исключением диаграмм направленности передатчиков, которые снижают уровень исходящей напряженности поля на 6 дБ для угла  $240^\circ$  (т. е. это полузакрывающая ЭС).



Зона обслуживания этой ЭС показана на рис.3. Предполагается, что на указанных направлениях произойдет резкий переход в снижении от 0 дБ до 6 дБ.

ЭС4 применяется в различных случаях: ФП (ЭКП1), НППО/ПП (ЭКП2) и ВППО (ЭКП3) как для диапазона III, так и для диапазонов IV и V. Параметры ЭС4 приведены в табл.3.

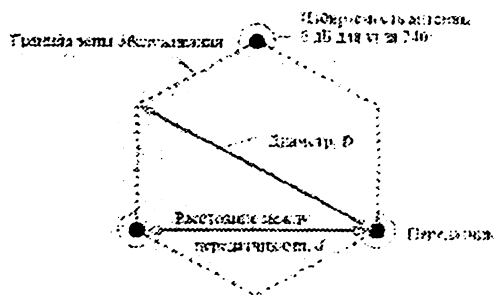


Рис.3. Эталонная сеть 4

Таблица 3

Параметры эталонной сети 4

Параметры		ЭКП 1	ЭКП 2	ЭКП 3
Тип приема		ФП	НППО и ПП	ВППО
$d$ (км)		40	25	25
$D$ (км)		46	29	29
ЭИМ (дБВт)	диапазон III	22,0	24,0	32,5
	диапазоны IV и V	29,4	37,2	44,8

Различием между сетями ЭС4 и ЭС2 является уровень исходящих помех (потенциальная помеха). ЭС4 имеет более слабую потенциальную помеху по сравнению с ЭС2. Ввиду этого расстояние возможного повторного использования одной и той же частоты уменьшается, если оба выделения планируются для использования в ЭС4.

Существует компромисс между этой более слабой потенциальной помехой и повышением расходов на ввод в действие для достижения направленного действия антенн. Это следует иметь в виду при выборе данной ЭС для планирования. Также имеет место уменьшение диаметров зон обслуживания по сравнению с зонами для ЭС2.

В соответствии с Региональной конференцией по радиосвязи для Республики Узбекистан при планировании наземного цифрового телевизионного вещания используется параметры ЭКП2 и ЭС2.

С целью охвата населенных пунктов республики цифровым наземным телевидением согласно Государственной программе по техническому и технологическому переходу на цифровое телевидение в Республике

Узбекистан от 17.04.2012 г. № ПП-1741, обеспечения эффективного использования льготного кредита, предоставляемого для реализации инвестиционного проекта согласно постановлению Президента Республики Узбекистан от 03.04.2014 г. № ПП-2157, Республиканским советом по радиочастотам были утверждены частотно-территориальные планы перехода на цифровое наземное телевизионное вещание в Республике Узбекистан на 2010-2015 гг. для первого, второго и третьего мультиплексов, которые разработаны с использованием вышеуказанных технических параметров.

В этот период будет установлено 84 передатчика высокой мощности, которые позволят охватить цифровым телевидением все крупные населенные пункты страны и 90% населения.

## **ФАВКУЛОДДА ВАЗИЯТЛАРДА ФУҚАРОЛАРНИ ҲИМОЯЛАНГАНЛИК ДАРАЖАСИНИ ОЛДИНДАН АЙТИБ БЕРИШ**

*Г.Н.Ахмедова (IAIU)*

Фавкулудда ҳолатларни олдиндан билиш табиий офатлар, авариялар ва ҳалокатлар вақтида юз берадиган ҳолатлар ва шароитларни тахминлаб аниқлашга асослангандир. Бунда, унча тўлик ва аниқ бўлмаган маълумотлар асосида фавкулудда ҳолатлар содир бўлиш эҳтимоли бор район ҳамда фавкулудда ҳолатларнинг характери ва масштаби баҳоланиб, фавкулудда ҳолатлар оқибатларини бартараф этишга қаратилган ишларнинг характери ва ҳажми тахминан белгиланади.

Ҳозирги вақтда сейсмик районлар сел оқимлари сув босишлар содир бўладиган, қор кўчиши ва бошқа кўчишлар содир бўлиш хавфи мавжуд бўлган жойлар аниқланган. Шунингдек, катта ҳалокатларга ва аварияларга олиб келиши мумкин бўлган саноат корхоналари ҳам белгиланган. Бу узоқ муддатли олдиндан билиш деб тушунилади.

Олдиндан билиш вазифасига фавкулудда ҳолатлар содир бўлиш эҳтимоли вақтини аниқлаш масаласи ҳам киради. Бундай аниқланиш қисқа муддатли олдиндан билиш деб тушунилади. Бунинг учун ҳозирга вақтда кўш фаоллиги циклининг ўзгариши тўғрисидаги статик маълумотлардан, ернинг сунъий йўлдоши ёрдамида олинган маълумотлардан, ҳамда метеорологик, сейсмик, вулқон, сел оқими ва бошқа станцияларнинг маълумотларидан кенг фойдаланилади.

Масалан, довуллар, денгиз бўронлари, вулқонлар отилиши, сел оқимларининг бўлиш эҳтимоли, метеорологик ер йўлдошлари ёрдамида аниқланади. Ер қимирлашларни содир бўлиш эҳтимоли сейсмик районларда сув таркибини химиявий таҳлил қилиш, тупроқнинг эластиклик, электрик ва магнит характеристикасини ўлчаш, худудлардаги

сув сатҳи ўзгаришини кузатиш, ҳайвонлар ҳолатини кузатиш орқали аниқланиши мумкин. Катта ўрмонлардаги ва ер ости торф ёнғинларининг яширин ўчоқлари самолёт ёки ернинг сунъий йўлдоши ёрдамида инфрақизил нурлар орқали тасвирга олиш асосида аниқланади.

Фавкулудда ҳолатлар содир бўлиши асосида юзага келиши мумкин бўлган ҳолат ва шароитлар математик усуллар асосида баҳоланади. Бунда бошланғич маълумотлар сифатида яширин хавф жойи, координатаси ва моддалар ҳамда энергия захираси, аҳоли сони ва жойлашиш зичлиги; қурилишлар характери, ҳимоя иншоотларининг сони ва тури, уларнинг ҳажми, метеорологик шароитлар, жойнинг характери қабул қилиниши мумкин.

Фавкулудда ҳолатлар вақтида кутиладиган шарт-шароитларни олдиндан баҳолашда фавкулудда ҳолатларнинг турига боғлиқ ҳолда унинг чегараси, ҳалокатли сув тошқини, ёнғин ёки радиацион, химиявий ва бактериологик заҳарланиш ўчоқлари, фавкулудда ҳолатлар натижасида юз бериши эҳтимол қилинган ўлимлар ва моддий бойликларни барбод бўлиши, халқ хўжалик объектларидаги зарар миқдори тахминан аниқланади.

Олдиндан билиш ва баҳолаш маълумотлари бирлаштирилиб, таҳлил асосида хулосаланади ва фавкулудда ҳолатларда кутқарув ва авария тиклаш ишларини олиб бориш бўйича тадбирлар ишлаб чиқилади. Фавкулудда ҳолатларнинг таъсир даражасини камайтириш, унинг зарарли омилларидан ҳимояланишга қаратилган тадбирлар кўп босқичли системадан иборат бўлиб, қуйидагиларни ўз ичига олади: доимий ўтказиладиган тадбирлар узоқ муддатли, олдиндан билиш маълумотлари асосида амалга оширилади. Уларга қурилиш монтаж ишларини қурилиш нормалари ва қоидалари асосида амалга ошириш; хавф тўғрисида аҳолига хабар беришнинг ишончли системасини ишлаб чиқиш; ҳимоя иншоотларини қуриш ва аҳолини шахсий ҳимоя воситалари билан таминлаш; радиацион, бактериологик ва химиявий узатишни, разведкани ҳамда лабаратория текширишларини ташкил этиш; фавкулудда ҳолатлар вақтидаги ҳаракат қоидалари бўйича аҳолини умумий ҳамда мажбурий ўқитиш; санитар-гигиеник ва профилактик тадбирлар ўтказиш; АЭСни қурмаслик, химиявий ва целлюлоза қоғоз ва шу каби потенциал хавфли объектларни хавфсиз зоналарда қуриш; фавкулудда ҳолатлар оқибатларини бартараф этиш режаларини ишлаб чиқиш, уни моддий ва молиявий таминлашни ташкил этиш ва бошқа шу каби тадбирлар кирради.

Фавкулудда ҳолатлар содир бўлиш эҳтимолини аниқланган вақтдаги ҳимоя тадбирлари жумласига олдиндан билиш маълумотларини аниқлаштириш бўйича кузатиш ва разведка системасини ишлаб чиқиш; аҳолига фавкулудда ҳолатлар тўғрисида хабар бериш системасини тайёр ҳолатга келтириш; иқтисодни ва ижтимоий ҳаётни давом этишининг махсус қоидаларини жорий этиш, фавкулудда ҳолатларни эълон қилиш;

юқори хавфлиликдаги объектларни (АЭС, заҳарли ва портлашга хавфли ишлаб чиқариш ва бошқалар) нейтраллаштириш, уларда ишни тўхтатиш ва уларни қўшимча мустаҳкамлаш ёки демонтаж қилиш; авария қутқарув хизматини тайёр ҳолатга келтириш ва аҳолини қисман эвакуация қилиш каби тадбирлар қиради.

Ушбу тадбирлар мажмуасидан маълумки айрим тадбирлар узок муддатли олдиндан билиш маълумотлари асосида бажарилиб, уларни амалга ошириш учун кўп йиллар талаб этилади. Айрим тадбирлар эса қисқа вақт ичида тез амалга оширилади. Бундай тадбирлар қисқа муддатли олдиндан билиш маълумотлари асосида амалга оширилади.

Ҳозирги вақтдаги фан-техника тараққиёти, мутахассислар фавқулодда ҳолатлар содир бўлиш вақтини ва жойини олдиндан юқори аниқликда айтиб бериш имкониятига эга эмас. Фавқулодда ҳолатларни келиб чиқиш сабаблари ва турига боғлиқ бўлмаган ҳолда уларнинг ривожланишини қуйидаги тўрт босқичга бўлиш мумкин: бошланиш (туғилиш), иницировка, кульминацион (ривожланиш даври) ва сўниш босқичлари.

Фавқулодда ҳолатлар учун шароит туғила бошлайди; номақбул табиий жараёнлар фаоллашади, бино ва иншоотларнинг лойиҳавий ва ишлаб чиқариш нуқсонлари ва кўплаб техник камчиликлари йиғила бошлайди; жиҳозлар ишлашида узилишлар содир бўлади ва ҳақоза.

Фавқулодда ҳолатларни барча турдаги, яъни, бирламчи, иккиламчи, учламчи ва бошқа оқибатларини тўлиқ бартараф этишга йиллаб, баъзан эса ўн йиллаб вақт талаб қилади. Фавқулодда ҳолатлар содир бўлишининг аниқ шароитлардаги сабаб оқибат занжири таркибини ва юзага келиш шароитини билиш бундай ҳодисаларни содир бўлиш хавфини камайтиради ва фавқулодда ҳолатлар вақтида хушёрликни оширади.

## **ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШОВҚИНИ ВА УЛАРНИНГ ИНСОН ОРГАНИЗМИГА ТАЪСИРИ**

*Г.Н.Ахмедова (ТАТУ)*

Ҳозирги замон техника тараққиёти даврида саноат корхоналарида шовқинга қарши кураш масалалари муҳим масалалар қаторига қиради. Шовқиннинг зарарли оқибатлари маълум. У биринчи навбатда ишлаб чиқаришда фаолият кўрсатаётган кишиларни руҳий толиқтиради, ишлаб чиқариш воситаларига хизмат кўрсатаётган ишчилар ва ишлаб чиқариш жараёнини бошқараётган операторлар ишига ҳалақит бериб, уларни хатоликларга йўл қўйишига сабаб бўлади. Бундай ташқари шовқин ишлаб чиқаришда жароҳатланишларни келтириб чиқарадиган асосий манба ҳамдир.

Катта шовқин таъсирида инсоннинг асаб системалари зиркиллайди, эшитиш органининг фаолияти пасайиши кузатилади. Шу сабабли ишлаб чиқаришда шовқинни камаййтириш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Инсоннинг мавжуд бешта сезги органи ичида, эшитиш аъзоси ўзига хос аҳамиятга эгадир. Айнан эшитиш орқали инсон бошқа инсонлар билан мулоқат қилади, хавф-хатарни фарқлайди, англайди ва ўз маданиятини юксалтиради. Инсон ўзининг эшитиш сезгилари ёрдамида тоза товушларни, аралаш товушларни ва шовқинни фарқлайди. Тоза товуш бир хил частотадаги синусондал тебранишлардан иборатдир. Бир секунддаги тебранишлар сони товуш частотаси деб аталади. Товуш частотаси физик олими Генрих Герц (1857-1894 й.й) шарафига “герц” (Гц) билан ўлчанади.

Аралаш товуш бир неча тоза товушларнинг йиғиндисидан иборат. Шовқин эса ҳар хил частота ва тебранишдаги товушлар аралашмасидир.

Товуш интенсивлигининг ўлчов бирлиги “Бел” қабул қилинган. У телефон яратилишининг асосчиси, Александр Гейма Бел (1847-1922) шарафига қўйилган. Турли баландликдаги ва частотадаги товушларнинг тартибсиз равишда қўшилиб эшитилиши шовқин деб аталади. Товуш (шовқин) физик ҳолат бўлиб ҳавода, сувда ва бошқа таранг муҳитда келиб чиқадиган тўлқинсимон ҳаракатлардан иборатдир. У товуш чиқарадиган жисмларнинг тебраниши натижасида ҳосил бўлади ва бизнинг эшитиш органими томонидан қабул қилинади. Ритмларга риоя қилинган ҳолда мунтазам равишда келиб чиқадиган оҳанграбо товушларнинг тебраниши мусиқали товушлар деб аталади.

Товушнинг (тоннинг, шовқиннинг) кучи ёки интенсивлигини перпендикуляр бўлган сатҳдан бир секунд ичида  $1 \text{ см}^2$  орқали ўтадиган товуш қуввати миқдори билан аниқланади. Товушнинг кучи қувват бирликларида-секундига  $1 \text{ см}^2$  га эрглар билан ўлчанади. Эрг бир дина куч билан қилинадиган иш, яъни бир грамм оғирликдаги массага  $1 \text{ см/сек}$  тезликни берадиган кучдан иборатдир. Товушлар тебраниш қувватини тўғридан-тўғри аниқлаш усуллари бўлмагани сабабли жисмлар устига тушадиган товуш тебранишидан ҳосил бўладиган босимлар билан ўлчанади. Товуш босимнинг бирлиги бар ҳисобланади ва бу  $1 \text{ см}^2$  сатҳга 1 дина кучнинг тўғри келган босимидан ёки 0, 0001 атмосфера босимидан иборатдир.

Нормал эшитишда инсоннинг эшитиш органи томонидан товуш тебранишларининг 16 дан 20000 герцгача частотаси қабул қилинади (Гц бир секундда бир тебраниш) шунда ҳам энг юқори чегара фақат ёш болаларга мосдир. У балоғатга етгани сари эшитиш органлари томонидан қабул қилинадиган товушларнинг частотаси борган сари камая боради ва ёши ўтиб қолганда 15000 Гц дан ошмайди. Инсон 800-4000 Гц частотали товушларни яхши эшитади, 16-100 Гц частотали товушларни сезиларли даражада эшитади.

Товуш қувватининг минимал таъсири унинг билинар-билинемас сезгисини ҳосил қиладиган товуш кучига мос келади ва товушнинг эшитилиш бусағасида туради. Қувватнинг максимал таъсири оғриқ бўсағасига мос келади, товуш қуввати кейинчалик зўрайганда товушнинг кучайиши эшитилмай, балки иккала қулоқ ҳам зирқираб оғрий бошлайди.

Маълум бўлишича эшитиш органи томонидан қабул қилинадиган товушнинг баландлиги товуш тебранишининг мутлоқ ўсишига параллел равишда кучайибгина бормай, унинг кучайиши логарифмга тахминан пропорционал ҳам экан. Шунинг учун ҳам товуш кучини ўлчаш учун логарифм системаси бирлигидан фойдаланилади.

Шовқиндан ҳимоялаш усуллари турлича бўлиб, у биринчи навбатда шовкин манбасига ҳамда шовкин даражасига боғлиқ ҳолда танланади. Шовқинни инсон соғлигига ва иш қобилиятига салбий таъсирини бир усул орқали бартараф этиш мушкул бўлганлиги сабабли, амалда комплекс усуллардан фойдаланилади. Бундай комплекс усул ўз ичига қуйидаги тадбирларни бирлаштиради:

- шовқинни унинг манбасида камайтириш;
- шовқиннинг тарқалиш йўналишини ўзгартириш;
- бинонинг акустик ҳолатини яхшилаш;
- ишлаб чиқариш бинолари ва участкаларини жойлашишини оқилона режалаштириш;

-шовқинни тарқалиш йўлида камайтириш.

Ушбу усуллар ичида шовқинни унинг манбаида камайтириш энг самарали йўл ҳисобланади. Шовқиннинг келиб чиқишига асосий сабаб машина ва механизм ёки унинг айрим қисмлари ҳаракати натижасида ҳавода эластик тўлқинлар ҳаракатини вужудга келтиради. Бундай тўлқинларнинг ҳосил бўлишига олиб келадиган ҳаракатланувчи қисмларни ўз навбатида механик, аэродинамик, гидродинамик ва электродинамик турларга бўлиб қараш мақсадга мувофиқдир.

Машина ва механизмларнинг ишлаш принципларидаги тавсифлари ва шовқин чиқаришга олиб келадиган омиллар ҳар хил бўлади. Шовқин ҳосил бўлишига сабаб бўладиган асосий битта банд ҳаммаси учун умумийдир. Бу машина ва механизмларни ишлатишда, таъмирлашда стандарт талабларига риоя қилишдир. Қайд қилинган тадбирларни амалга оширишда йўл қўйилган ноаниқликлар шовқин чиқишини асосий омил ҳисобланади.

Электромагнит шовқинларнинг келиб чиқиши электр моторларда статор ва роторнинг ўзаро магнит майдонлари ҳосил қилишлари натижасида ротор айланиб магнит майдонни кесиб ўтиши билан ҳосил бўладиган тўлқинлар электромагнит шовқин сифатида тарқалади. Бу шовқинларни йўқотишга асосан электр моторларини конструктив ўзгартиришлар билан камайтирилишига эришилади. Масалан, ротор

якорининг тўғри пазлари ўрнига қийшиқ пазлар ўрнатиш яхши нагжа беради.

Электр машиналари ишлаганда, шунингдек, аэродинамик шовқинлар ҳам чиқади. Масалан, ротор айланганда ҳавони кескин тўлқинланиши аэродинамик шовқин сифатида тарқалади.

Бундай ташқари механик шовқинлар ҳам бўлиши мумкинки, буни масалан, электр қабул қилувчи шеткаларни яхшилаб силлиқлаб ўрнатиш электродвигатель ишлаганда ажралаётган шовқинни 6-10 дБга камайтиради.

Ўта кучли шовқинда ишловчи қурилмаларни изоляциялашда товуш камайтирувчи экранлар ишлатилади. Ишлаб чиқариш биноларида шовқинни сусайтириш йўлларида яна бир биноларга акустик ишлов бериш, бинолар ва пехларни тўғри жойлаштириш ҳисобланади. Товуш ютувчи материаллар сифатида капрон толалари, поролон ва бошқа говак материаллар ишлатилади.

## OFDM ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

*Султонова М.О. (ТАТУ)*

OFDM (ингл. Orthogonal Frequency Division Multiplexing), ортогонал частотавий мультиплекслаш технологияси - яқин жойлашган кўп сонли ортогонал нимэльтувчилардан фойдаланадиган модуляция ва каналларни ажратишнинг рақамли схемаси ҳисобланади. Ҳар бир нимэльтувчи оддий модуляция схемаси бўйича (масалан QAM – квадратура-амплитудавий модуляция) паст символ тезлигида модуляцияланади, лекин умуман олганда худди шундай ўтказиш полосасида бир нимэльтувчи асосидаги оддий модуляция схемаларига қараганда юқорироқ маълумот узатиш тезлигини таъминлайди. Бу шуни билдирадики, маълумотлар канални ташкил этувчи кўплаб нимэльтувчи частоталар бўйича бир вақтни ўзида узатилади. OFDM сигналлари “Фурье тезкор ўзгартириш” (“Фурье Тез ўзгартириш” схемаси бу “Фурье Дискрет ўзгартириш”ни тез ҳисоблаш алгоритмидир. Баъзан ФТЎ деганда частота/вақт асосида яганалаш алгоритми тушунилади. Умумий ҳолда ФДЎ алгоритми  $S(n)$  ( $n = 0 \dots N-1$ ,  $N$ ) та комплекс сигнал саноғига  $S(k)$  ( $k = 0 \dots N-1$ ,  $N$ ) та комплекс спектр саноғини мослаштиради.) (ингл Fast Fourier Transform) математик механизмини ишлатиш йўли билан олинади.

Бир нимэльтувчили схемаларга қараганда OFDMнинг асосий афзаллиги бу унинг каналдаги мураккаб вазиятларга бардош бериш қобилиятидир. Масалан юқори частоталардаги сўнишлар, радиосигналнинг кўп нурли тарқалиши туфайли келиб чиқувчи тор полосали ҳалақитлар ва айрим-частотавий сўнишлар билан мураккаб фильтр-эквалайзерлардан фойдаланмаган ҳолда қураша олиши ҳисобланади. Сигнални қайта ишлаш

соддалашади, чунки энди битта тез модуляцияланадиган кенг полосали сигнал билан эмас, балки кўплаб секин модуляцияланадиган тор полосали сигналлар билан ишланади. 11аст тезликли символлар орасида ҳимоя интервали (циклик префикс - CP, англ. CyclicPrefix) дан фойдаланиш имкониятини беради, бу вақтли тарқалишларни тўғрилашга ва символлар аро интерференцияни (СаИ) йўқотишга имкон беради.

OFDM сигналларининг ўзига хос хусусиятлари куйидагилардир:

- Тапланган усул асосида (QPSK, 16-QAM, 64-QAM) ахборот символлари билан модуляцияланган нимэлтувчи частоталарни мультиплекслаш;

- Ним элтувчилар ортогонал (ўзаро корреляцион функцияси 0 га тенг) ёки ақалли квазиортогонал (амалда) асосда ажратилади;

- Ҳар бир OFDM-символ СаИ ни йўқотиш учун ҳимоя вақт интервалига эга. Бу ҳимоя интервалининг вақти алоқа линиясининг (радиосигналнинг физик тарқалиш муҳити) импульслии характеристикасини ҳисобга олиб тапланади.

Бундан ташқари, OFDM нинг афзаллиги ҳимоя интервалларининг сонини камайтиришдадир. Кетма-кет сигналда ҳимоя интерваллари ҳар бир символлар орасига бўлиши керак, кўп частотали сигналда эса у фақат символлар гуруҳлари (OFDM символлари) орасида бўлгани кифоя.

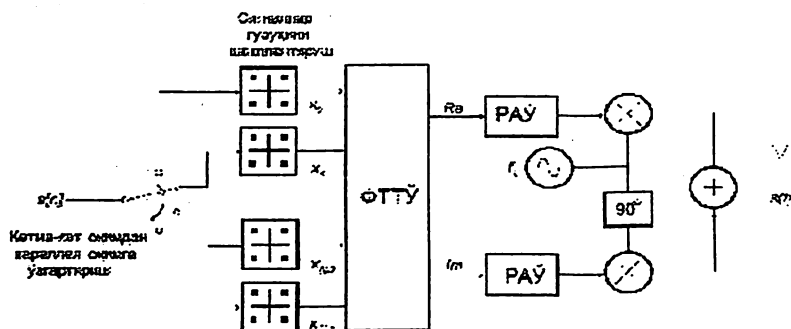
OFDM нинг камчиликларига доплер (Доплер эффеки - бу узаткич ёки қабул қилгичнинг (ёки иккисини ҳам) ҳаракатига боғлиқ радиотўлқин тебранишининг частотасини ўзгариши. Мобил алоқа тизимларида базавий станцияга нисбатан абонент тез ҳаракатланганида сигналнинг бузилишларига олиб келиши мумкин.) бузилишларига сезгирлик, “пси - фактор” (Пси-фактор – бу сигналнинг оний максимал амплитудасини унинг ўртача қийматига нисбати. OFDM модуляторини чиқишидан кучайтиргичга бир неча частотавий нимканаллар келади. Ҳар бир нимканалнинг сигнали фаза ва амплитуда бўйича модуляцияланган. Мос равишда йиғинди OFDM сигнали юқори-чизикли кучайтиргичда кучайтирилиши керак ва умумий сигналнинг максимал ва чўққи қийматлари бузилишларсиз узатилиши керак. OFDM сигналнинг чўққи қиймати сигналнинг ўртача қиймати сатҳидан ўнлаб мартагача юқори. Чиқиш сигнали бузилса барча каналлар сигналлари у ёки бу даражада бузилади. Бундай бузилган сигнал демодуляцияланганда 16-QAM ёки 64-QAM канал детектори сигналнинг амплитуда-фазавий оний ҳолатини аниқлай олмайди, бу чиқиш рақамли оқимда хатоликларни келтириб чиқаради.) деб аталадиган эффекининг мавжудлиги, шунингдек электрон компонентлар сифатига юқори талаблар қўйилишини киритиш мумкин.

Квадратурали символлар амплитудаларини ўртачалаштириш учун меъёрлаштирилган, яъни с коэффициентларга кўпайтирилган Q ва I қийматларидан фойдаланилади (масалан, QPSK учун  $c = 1/\sqrt{2}$ , 16-QAM учун  $c = 1/\sqrt{10}$ , 64-QAM учун  $c = 1/\sqrt{42}$ ). Умумий сигнал “Тескари Фурье

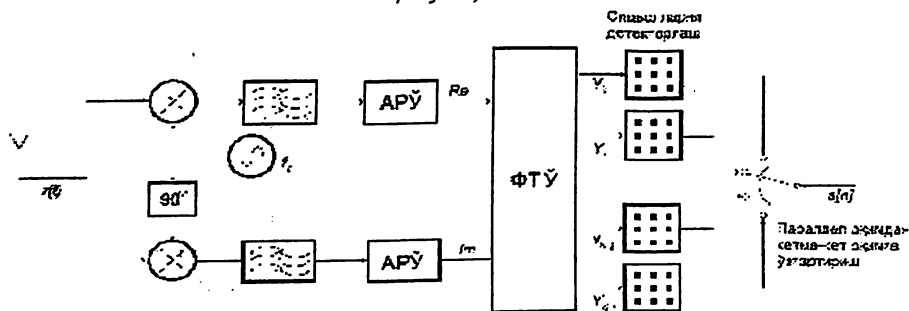


тезкор ўзгартириш” (IФТЎ) усули (ингли. Inverse Fast Fourier Transform, IFFT) ёрдамида ҳисобланади. ТФТЎ орқали модуляцион символлар аниқланганидан кейин радиосигналнинг ўзи ҳисобланади ва узаткичга узатилади. Қабул қилишда барча процедуралар тескари тартибда, фақат тўғри “Фурье тезкор ўзгартириш” (ФТЎ) усули ишлатилиб амалга оширилади (1-расм).

### Узаткич



### Қабул қилғич



1-расм. OFDM сигналининг узаткичда ва қабул қилғичда шаклланиш принципи

Ортогонал элтувчилар орасидаги сурилиш  $\Delta f$  символдаги маълумотларни узатиш давомийлиги (узунлиги)  $T_b$  қиймати билан боғлиқ:

$$\Delta f = 1/T_b.$$

Вақт сатҳида OFDM симболидан олдин  $T_g$  ҳимоя интервали қўшилади, демак бир OFDM кетма-кетлигининг умумий вақти  $T_s = T_b + T_g$  га тенг бўлади. Ҳимоя интервали олдинги символни охириги

фрагментининг нуқсаси ҳисобланади ва унинг вақти  $T_b$  нинг  $1/4$ ,  $1/8$ ,  $1/16$  ва  $1/32$  ни ташкил этиши мумкин. ФТЎ/ТФТЎ алгоритмларининг ишлаши учун нуқталар сони  $2^m$  га мос келиши мақсадга мувофиқ бўлади. Шунинг учун у элтувчилар сони  $N$  дан ортиқ минимал  $N_{FFT} = 2^m$  сонига тенг танланади. OFDM символининг вақти  $-T_b$  канал полосаси кенглиги -  $BW$  (ингл. *bandwidth*) ва тизимнинг такт частотаси (дискретлаш частотаси) -  $F_s$  билан боғлиқ:

$$F_s = N_{FFT} / T_b.$$

Бунда  $n$  муносабати ( $F_s / BW = n$ ) меъёрлаштирилади ва канал полосасининг кенглигига қараб у  $86/75$  ( $1,5$  МГц га қаррали полоса),  $144/125$  ( $1,25$  МГц га қаррали полоса),  $316/275$  ( $2,75$  МГц га қаррали полоса),  $57/50$  ( $2$  МГц га қаррали полоса) ва  $8/7$  ( $1,75$  МГц га қаррали полоса ва барча бошқа ҳолларда) қийматларини қабул қилади.

OFDM технологияси деярли барча замонавий мобил алоқа стандартларида, кенг полосали уланиш ва телерадиоэшиштириш тизимларида қўлланилади.

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ ИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ**

*Р.Р. Ибраимов (ГУИТ)  
М.З. Халбаева (ГУИТ, студентка)*

При развертывании любой беспроводной системы связи, чаще всего ключевым фактором является рельеф и метеоусловия в данной местности, где будет функционировать система. В случае открытых оптических систем передачи (ООСП) существенную роль играют метеоусловия. Поэтому для корректной работы таких систем необходимо иметь статистические данные по метеоусловиям на трассе, которую в свою очередь представляют в виде интегральной функции распределения метеорологической дальности видимости (ИФР-МДВ). Сбор и обработка подобных статистических данных базируются на применении так называемого выборочного метода, в которой измеряемая величина является случайной.

Для последующего использование полученных эмпирических данных, желательно представить их в аналитическом виде. Выбор математической модели для такого представления зависит от целей эксперимента (исследование, управление, контроль). Результаты эксперимента может быть использованы для решения разных задач: для предметно-смыслового анализа объекта или явления, прогнозирования их состояния в разных условиях функционирования, управления ими в

конкретных ситуациях, оптимизации отдельных параметров, а также для решения каких-то других специфичных задач. Таким образом, применение статистических методов обработки экспериментальных данных, критериев достоверности и адекватности моделей, изучаемым процессам или явлениям, оценка точности и надежности результатов эксперимента требует знания основных положений теории вероятностей и математической статистики, умелого использования принципов и приемов программирования.

Изменение фиксируемых значений случайной величины полученных в результате эксперимента, может быть дискретным или непрерывным. Это имеет принципиальное значение, так как для аналитического описания распределение дискретных и непрерывных величин используются различные законы.

Так, дискретное распределение описывается обычно либо гипергеометрическим, биномиальным или пуассоновским законами. Для описания непрерывной величины, могут быть применены, например законы Гаусса (нормальное распределение), Вейбулла и др.

В общем случае при аналитическом представлении экспериментально полученных данных  $f(x)$ , в виде функции  $\varphi(x; \theta)$ , решается задача интерполяции тогда, когда ошибки эксперимента являются настолько малыми, что их можно не учитывать.

Функции  $f(x)$  и  $\varphi(x; \theta)$  считаются «близкими», если:

$$f(x_j) = \varphi(x_j; \theta), \quad j = 1, 2, \dots, N.$$

т.е.  $f(x_j)$  и  $\varphi(x_j; \theta)$  совпадают в точках (узлах) интерполяции  $x_j$ .

В том случае, если ошибки в экспериментально полученных данных являются существенными, то в качестве критерия близости функций берут сумму квадратов:

$$\Phi(\theta) = \sum (y_j - \varphi(x_j; \theta))^2 \Rightarrow \min$$

а соответствующий метод аппроксимации называется методом наименьших квадратов.

Для решения различных практических задач можно также использовать минимаксный критерий, при котором функция  $\square(x_j; \theta)$  выбирается из условия минимума функции:

$$\psi(\theta) = \max |y_j - \varphi(x_j; \theta)|$$

Главными требованиями к обработке данных, полученных в процессе выполнения современных экспериментов, является максимальная скорость вычислений при предельно достижимой их точности и высокая эффективность методов оценки физических параметров, интересующих экспериментаторов. Реализация этих требований при наличии вышперечисленных условий, неизбежно сталкивается на ограниченность традиционно применяемых классических комбинаторных методов, кластерного анализа и подгонки по методу наименьших квадратов,

которые в этих условиях уже не обеспечивают либо требуемую точность, либо скорость вычислений, либо все вместе. Таким образом, потребность в разработке нового математического и алгоритмического аппарата потребовала привлечения новых математических методов, к которым относятся:

- Робастных методов математической статистики;
- Искусственных нейронных сетей (ИНС) и клеточных автоматов, как для проверки физических гипотез, также и для обработки изображений;
- Преобразований Радона – Хафа, а также методов, обеспечивающих «сверхразрешение» перекрывающихся сигналов для вычисления начальных параметров в итерационных процедурах;
- Вейвлет – преобразований (wavelet – transform) для быстрого выделения признаков, разделений близких сигналов и сглаживания данных;
- Быстрых вычислительных алгоритмов поиска глобальных экстремумов нелинейных целевых функционалов, а также комбинированных, гибридных методов, обеспечивающих высокую эффективность процессов обработки.

Одним из современных математических методов обработки данных полученных экспериментально, является использования среды MATLAB. Как показывают результаты проделанной в этой среде обработки экспериментально полученных данных по ИФР-МДВ, обеспечивается высокая точность аппроксимации при относительной простоте вычислений.

## **К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОНЯТИЯ ЖИВУЧЕСТИ СЕТЕЙ СВЯЗИ**

*Д.А.Давронбеков (ГУИТ)*

Современное развитие телекоммуникационных технологий обостряет проблему живучести сетей связи, предъявляя постоянно растущие требования к устойчивости их функционирования. Актуальность данного направления исследований также связана с тем, что в настоящее время нарастает необходимость в совершенствовании методов нейтрализации набирающих силу негативных воздействий на телекоммуникационные сети.

Живучесть сегодня относится к числу важнейших характеристик сетей связи. Существуют различные трактовки определения «живучесть» сети связи.

Под живучестью системы связи понимается свойство программной настройки и организации функционирования таких структурных схем

коммутации, которые в условиях отказа и восстановления отдельных модулей гарантируют производительность в заданных пределах и возможность использования всех исправных модулей при выполнении всех алгоритмов функционирования сети.

Под живучестью сети понимается также свойство адаптироваться к новой ситуации и противостоять негативным воздействиям, выполняя при этом свою целевую функцию за счет соответствующего изменения структуры и работы системы в рамках заданных нормативов, даже при серьезных повреждениях отдельных ее частей.

Под живучестью системы понимается «свойство программной настройки и организации функционирования таких структурных схем, которые в условиях отказа и восстановления модулей гарантируют производительность в заданных пределах при выполнении предписанных алгоритмов и возможность использования всех исправных модулей». Под надежностью понимается «способность программной настройки и организации функционирования таких структурных сетевых схем, которые в условиях отказа и восстановления отдельных модулей системы обеспечивают реализацию параллельных вычислительных алгоритмов, используя оставшиеся исправные модули». Понятие надежность характеризует возможность управляющей системы обрабатывать информацию и выполнять свои функции при наличии фиксированной структурной избыточности (представленной частью модулей сети). Под отказом системы понимается событие, при котором система теряет способность выполнять функции, связанные с реализацией сетевых алгоритмов. Под полным отказом системы понимается событие, состоящее в том, что она теряет возможность выполнять параллельный алгоритм (например, маршрутизации) с переменным числом ветвей (некоторым количеством возможных направлений). Частичным отказом считается событие, при котором происходят отказы элементов (узлов или ветвей), однако сохраняется возможность реализации алгоритма маршрутизации по одной из ветвей. Организация надежного и живучего функционирования управляющей системы связана с контролем правильности ее работы и локализацией неисправностей в ней.

Живучесть определяет работоспособность сети связи под влиянием различных внешних воздействий, способных выводить из строя отдельные ее участки на достаточно длительный срок. То есть живучесть - это свойство сети адаптироваться к новой ситуации и противостоять негативным воздействиям, выполняя при этом свою целевую функцию за счет соответствующего изменения структуры и поведения системы, даже при серьезных повреждениях ее частей.

Поскольку свойства поражающих факторов могут изменяться, при оценке живучести в широком смысле слова целесообразно исходить не только из топологических особенностей каждой отдельной сети. В таком

случае необходимо говорить о структурной надежности сети, которая определяется как свойство, отражающее влияние структурных изменений на работоспособность сети при пассивном поведении в условиях разрушающих воздействий.

А в целом, живучесть - это свойство, отражающее функциональную надежность в условиях активного противодействия разрушениям, это показатель устойчивости, характеризующий эффективность работы системы в условиях нарушения работы ее отдельных элементов. Свойством живучести, в частности, следует считать возможность функционирования сети без определенных участков, а в качестве количественного определения живучести наиболее естественным можно считать среднюю долю сохранившихся связей между уцелевшими узлами после поражения сети по сравнению со всеми возможными связями.

Живучесть системы характеризует ее способность сохранять полную или частичную работоспособность при действии причин, кроющихся за пределами системы и приводящих к разрушениям или значительным повреждениям некоторой части ее элементов. Подобные причины разделяют на стихийные и умышленные. Под живучестью сети чаще всего понимают свойство сети сохранять связность при массовых разрушениях узлов и линий связи сети и обеспечивать при этом связь между всеми или большинством пунктов хотя бы с пониженным качеством.

Живучесть системы имеет ключевой целью своевременное выполнение своей задачи. Согласно одним определениям живучесть может включать полное восстановление системы, в то время как другие исключают такой вариант. Живучесть системы фактически можно обеспечить за три шага: защита, обнаружение и ответные действия наряду с восстановлением.

Концепция живучести применима ко всей системе, предоставляющей определенные сервисы, а не к отдельной ее части или элементам. основополагающей целью является выполнение системой своей задачи, а не полное их восстановление. Живучая система должна, в первую очередь, реагировать на неисправность и пытаться устранить ее негативное воздействие до момента полного отказа. Другими словами, во враждебной обстановке живучая система может или функционировать с ухудшением характеристик или работать так долго, чтобы этого времени было достаточно на выполнение первостепенных задач.

Обеспечение живучести сетей связи в целом и их отдельных критически важных фрагментов становится неотъемлемым для дальнейшего развития безотказного предоставления пользователям широкого спектра услуг.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «МАТЛАВ» ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ШУМА НА КАНАЛ СВЯЗИ, ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ МОДУЛЯЦИИ

Хатамов А.П. (ГУИТ)

В последние годы в научных и инженерно-технических кругах получила широкое распространение система Matlab. Для сотен тысяч специалистов промышленности, правительственных учреждений и учебных заведений, занятых инженерными исследованиями, система Matlab обеспечила превосходную вычислительную среду. Теперь и студенты могут позволить себе использовать данный вычислительный инструмент для выполнения расчетных работ, анализа данных и визуализации в процессе обучения, получая в распоряжение средство, которое будет играть неограниченную роль в течение всей творческой деятельности.

В отличие от большинства математических систем, Matlab является открытой системой: практически все ее процедуры и функции доступны не только для использования, но и для модификации. Почти все вычислительные возможности системы можно применять в режиме мощного научного калькулятора, а также создавать программы, предназначенные для соответствующего применения. По скорости выполнения задач Matlab опережает многие другие подобные системы. Все эти особенности делают ее весьма привлекательной для использования.

Одним из примеров работы на Matlab является визуализация процесса влияния шума на канал связи при различных видах модуляции.

Графическая визуализация процессов представлена на рисунках 1-4. На них наглядно видно фактор влияния уровня шума на принятый сигнал, с соответствующим количеством ошибок на приемной стороне.

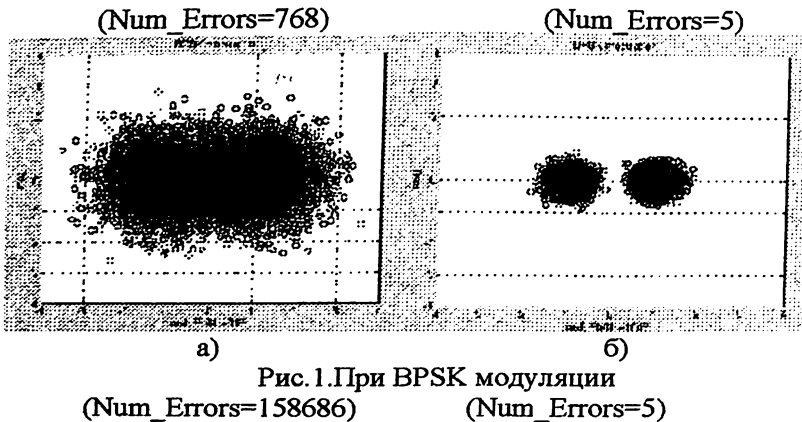


Рис. 1. При BPSK модуляции

(Num\_Errors=158686)

(Num\_Errors=5)

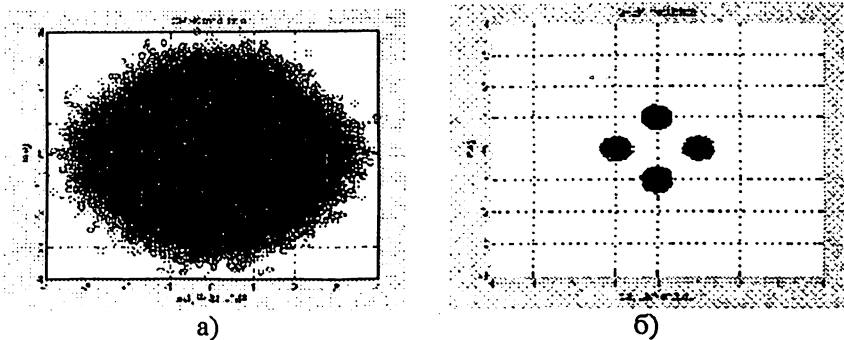


Рис.2. При QPSK модуляции

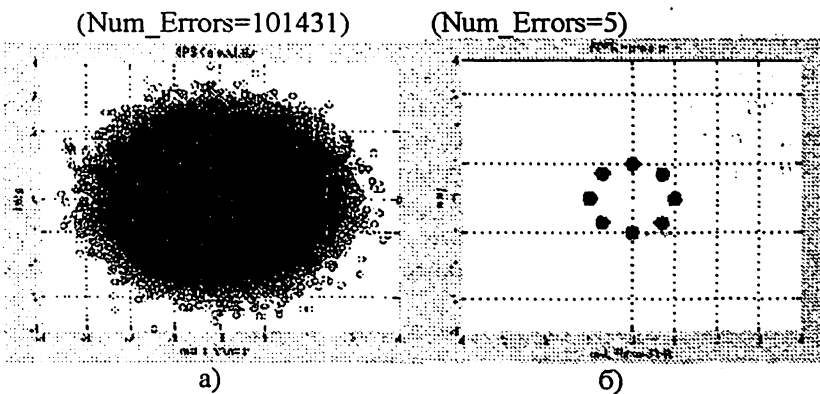


Рис.3. При 8PSK модуляции

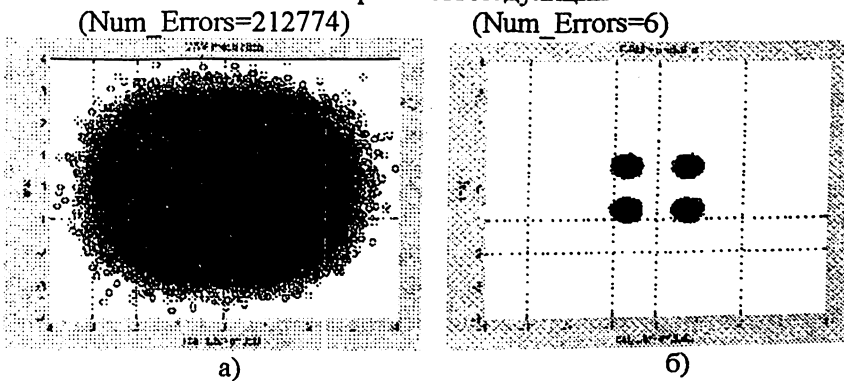


Рис.4. При QAM модуляции



## **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ПОЗИЦИОНЕРА ДЛЯ ПРИЕМНОЙ СПУТНИКОВОЙ АНТЕННЫ**

*Хатамов А.П. (ГУИТ)*

Наступивший XXI век получил определение «Век глобального информационного общества», так как революционизирующая роль информатизации возрастает и уже стала определяющей в развитии общества, в прогрессе, науке и технике.

Конвергенция телекоммуникационных компьютерных технологий стала реальностью в настоящее время, привело к созданию новых систем, которые называются инфокоммуникационными. Следовательно, инфокоммуникация – это современная информационно-телекоммуникационная инфраструктура общества, развивающаяся в соответствии с его технологическими законами эволюции.

Одним из разновидностей систем связи является спутниковая система связи, предоставляющая круг возможностей, как для потребителей, так и для поставщиков телекоммуникационных услуг.

Спутниковое телевизионное вещание является сегодня одним из самых экономичных и надежных способов передачи телевизионных сигналов высокого качества в любую точку обширной территории нашей страны.

К преимуществам спутникового телевизионного вещания относится возможность приема практически неограниченного числа приемных установок, высокая надежность ИСЗ, независимость затрат на приемную установку от расстояния между источником телевизионного сигнала и объектом,

Все большее значение в практике спутникового телевидения приобретает программное обеспечение, которое позволяет более объективно подойти к проблеме установки спутникового оборудования.

Специальные программы позволяют оценить качество приема телевизионных программ с определением спутника при использовании различных параметров.

При настройке спутниковой системы связи, немаловажно обращать внимание на ориентацию антенн на соответствующие спутники. Существуют различные схемные решения, одной из которых является использование электронного позиционирования.

На данный момент существует большой выбор систем спутникового ориентирования и позиционирования, но независимо от этого разрабатывается ряд схемных решений по данному направлению.

Одной из разработок является устройство электронного позиционера для юстировки приемной спутниковой антенны.

Предлагаемый вариант электронного позиционера предназначен для автоматического наведения антенны спутникового ресивера на заранее запрограммированные позиции при переключении каналов.

Уникальность разработки является интегрированность с ресивером, которое позволяет производить более точную настройку на соответствующий спутник, что также дает ряд дополнительных возможностей, таких как:

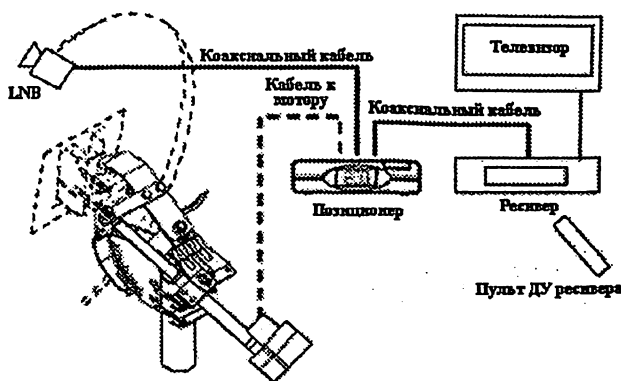
1. Устранение необходимости использования дополнительного источника питания – питание подводится по кабелю.
2. Совместное использование центрального процессора для идентификации уровня и качества сигнала и автоматической калибровки и настройки спутниковой системы.
3. Простота управления.

Принцип действия основан на совместном использовании ресурсов приемного тюнера, сама конструкция которого проста в изготовлении и основана на современной электронной базе.

Для организации запитывания поворотного электродвигателя в схеме используется отдельная проводка. Контакты подключаются непосредственной к рабочему электродвигателю.

Благодаря широким возможностям современных микроконтроллеров данное схемное решение позволяет использовать небольшое количество радиодеталей, что немаловажно на данный момент, а также позволяет разрабатывать размеры печатной платы с расчетом установки в рабочий тюнер. Разработки с использованием микропроцессорных приборов значительно упрощает как схемное решение, так и расширяет возможности с интегрированием готовых изделий в рабочих схемах.

Общая композиция данного схемного решения наглядно представлена на рисунке.



Коммутационная схема электронного позиционера

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭМС РЭС ПРИ ПОМОЩИ ДВУХКАНАЛЬНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ ПОМЕХ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ С ЧМ

*Х.Х.Шоюсупова, (ГУИТ)*

*У.Ш.Собирова (ГУИТ)*

Многоканальный компенсатор помех (КП) (на практике в основном применяют двухканальные КП) можно отнести к двум типам:

- КП с опорным входом, в которых на один из входов поступает ПС и помеха, а на другой только помеха;

- КП в которых ПС и МС поступают на оба входа.

Многоканальные КП первого типа находят применение в спутниковых системах связи для защиты земных станций (ЗС) от помех со стороны радиорелейных систем в диапазонах частот выше 4 ГГц. Они значительно расширяют возможности выбора площадок для расположения ЗС, позволяя во многих случаях размещать, эти станции вблизи городов, что значительно снижает стоимость строительства линий, связывающих ЗС с узлами связи в городе. В КП для ЗС используются дополнительная антенна, ориентированная на источник радиопомехи, и связанный с ней дополнительный приемник.

В направлении на источник ПС коэффициент усиления дополнительной антенны должен быть незначительным, чтобы на этом входе отношение помеха/сигнал было как можно больше (более 50 дБ).

Это обусловлено тем, что значение этого отношения ограничивает возможности компенсации помех в основном тракте. Технически компенсатор помех может быть создан для работы на радио- или промежуточной частоте или при комбинировании обоих вариантов.

На рис.1 показана функциональная схема двухканального КП. Компенсатор помех второго типа может быть использована в частности, на радиорелейной станции (промежуточной или узловой), в которой на одной и той же частоте принимаются разные сигналы, приходящие с разных направлений.

На рис.2 показана схема, поясняющая возникновение помех и данном случае, для приема сигналов, приходящих с разных направлений, используют разные антенны.

Из-за недостаточно высокой пространственной избирательности этих антенн на вход каждого из приемников, установленных на одной станции РРЛ, помимо ПС действует и помеха.

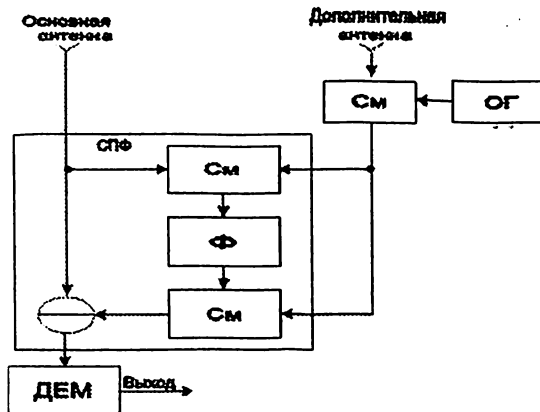


Рис. 1. Блок -схема двухканального КП

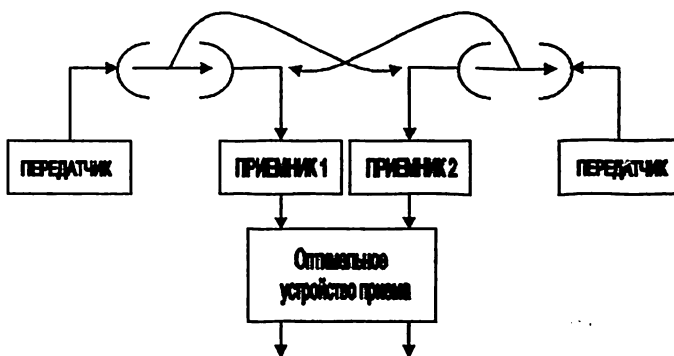


Рис.2. Схема возникновения помех из радиорелейных станциях

В некоторых случаях (например, при использовании перископических антенн) это приводит к необходимости применения на РРЛ четырехчастотного плана. Применение КП на таких линиях позволяет перейти на двухчастотный план, увеличивая таким образом в два раза число радиостволов, по которым в каждом направлении может передаваться полезная информация.

## ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИВУЧЕСТИ СИСТЕМ СВЯЗИ

*Д.А.Давронбеков (ГУИИ)*

Живучесть системы связи, в том числе мобильной, характеризует устойчивость системы связи против действия причин, лежащих вне системы и приводящих к разрушениям, значительным повреждениям или временной потере работоспособности всей сети или некоторой части её элементов — узлов, пунктов, станций и линий связи.

Все причины можно разделить на два класса: случайные (или стихийные) и преднамеренные. К стихийным (случайным) факторам относятся такие, как гроза, землетрясение, оползни, разливы рек, ошибки персонала, пользователей и т. п., а к преднамеренным — все виды разрушающих воздействий с применением человеческого фактора.

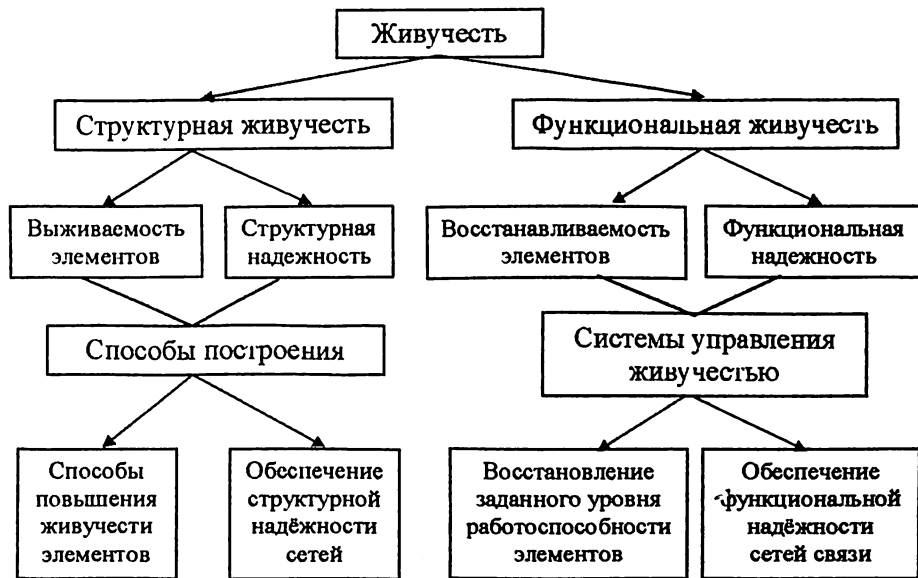
Под устойчивостью понимается свойство системы связи, заключающееся в ее способности осуществлять своевременную передачу информации в необходимом объеме и с качеством не хуже заданного при определенных условиях [Величко В.В., Попков Г.В., Попков В.К. Модели и методы повышения живучести современных систем связи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014.].

Живучесть — устойчивость системы связи к повреждению (полному или частичному) элементов стихийными факторами и преднамеренными воздействиями противника.

Различия в причинах нарушения связи обуславливают существенные отличия в их проявлении, характере и масштабности нарушений связи, их продолжительности, путях и способах их устранения и повышения устойчивости системы. Если поток случайных отказов техники приводит к нарушению лишь отдельных связей и обладает свойством ординарности (вероятность одновременного отказа нескольких связей мала), то нарушения работы системы указанными выше факторами живучести обладают существенно иными свойствами. Особенно это характерно для преднамеренного поражения системы, когда одновременно может выводиться из строя значительная часть или даже вся система связи. Интервалы между воздействиями факторов живучести на систему связи не подчиняются экспоненциальному закону, что характерно для случайных отказов аппаратуры, а преднамеренные воздействия противника, кроме того, не являются случайными. Нарушения работы отдельных связей из-за случайных отказов или ошибок обслуживающего персонала обычно кратковременны, так как они в большинстве случаев быстро устраняются, что же касается нарушений связи из-за разрушения отдельных её элементов — узлов, линий, то они несравненно более продолжительны. Если первые исчисляются обычно минутами или десятками минут, то вторые

часами и сутками, поскольку это связано с большим объёмом восстановительных работ.

Живучесть сети связи включает в себя два основных свойства, каждое из которых разбивается на два частичных (см.рис.).



Основные свойства живучести систем связи

Структурная живучесть — живучесть (выживаемость) системы связи в течение некоторого времени при пассивном противодействии повреждениям (случайным или целенаправленным) элементов сети.

Пассивное противодействие осуществляется при нормальном режиме работы системы связи за счёт защищённости элементов, включённого резерва, структурной организации и принятого алгоритма управления маршрутизацией. Таким образом, данное понятие включает живучесть как элементов, так и сети связи в целом.

Выживаемость элементов — структурная живучесть элементов системы связи.

Структурная надёжность — структурная живучесть системы связи при заданном алгоритме (процессе) разрушения элементов.

Функциональная живучесть — живучесть (выживаемость) системы связи в течение некоторого времени при активном противодействии повреждениям (случайным или целенаправленным) элементов сети.

Активное противодействие в основном осуществляется во время действия разрушающих факторов и определяется системами восстановления элементов и управления на сетях связи.

Таким образом, при исследовании функциональной живучести сеть моделируется динамическими объектами.

Восстанавливаемость элементов — функциональная живучесть элементов системы связи.

Функциональная надёжность — функциональная живучесть системы связи при заданном алгоритме (процессе) разрушения элементов сети.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ

*Х.Х.Шоюсупова, (ТУИТ)*

*У.Ш.Собирова (ГУИТ)*

Основными критериями эффективности различных видов модуляции являются критерии спектральной и энергетической эффективности.

Энергетическая эффективность характеризует энергию, которую необходимо затратить для передачи информации с заданной достоверностью (вероятностью ошибки). Спектральная эффективность характеризует полосу частот, необходимую для того, чтобы передавать информацию с определенной скоростью. Кроме данных критериев, виды модуляции сравниваются по устойчивости к различным типам помех и искажений и сложности аппаратной реализации. Существуют также специфические критерии, существенные для отдельных систем связи, отражающие особенности канала связи.

Показано, что увеличение позиций (уровней) модуляции (модуляции M-ASK, M-PSK и M-QAM) увеличивает спектральную эффективность в  $k = \log_2 M$  раз. Также было отмечено, что MSK (частотная модуляция с минимальным сдвигом) является спектрально в 2.6 раза менее эффективной, чем QPSK (квадратурная модуляция) и в 1.3 раза менее эффективной, чем BPSK (двоичная фазовая модуляция).

Сравним виды модуляции по критерию энергетической эффективности.

Показано, что с увеличением позиционности модуляции, вероятность битовой ошибки увеличивается. Таким образом, как правило, при увеличении спектральной эффективности энергетическая эффективность уменьшается.

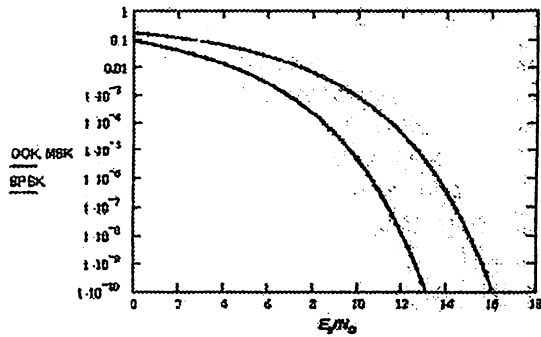


Рис.1. Сравнение энергетической эффективности модуляций OOK, MSK, BPSK

Сравним двухуровневые OOK, BPSK и MSK. Соответствующие графики были получены и показаны на рис.1.

Как видно из рис.1 OOK (бинарная амплитудная манипуляция) и MSK имеют одинаковую эффективность и уступают BPSK (и, соответственно, QPSK) по энергетической эффективности приблизительно 3 дБ.

По результатам приведенного сравнения можно сделать вывод о том, что при числе уровней до 4 включительно QPSK является спектрально и энергетически наиболее эффективным видом модуляции.

Сравним теперь модуляции с числом уровней  $M > 4$ . На рис.2, полученного, изображено сравнение энергетической эффективности для амплитудной, фазовой и амплитудно-фазовой манипуляции при  $M=16$  и  $M=64$ .

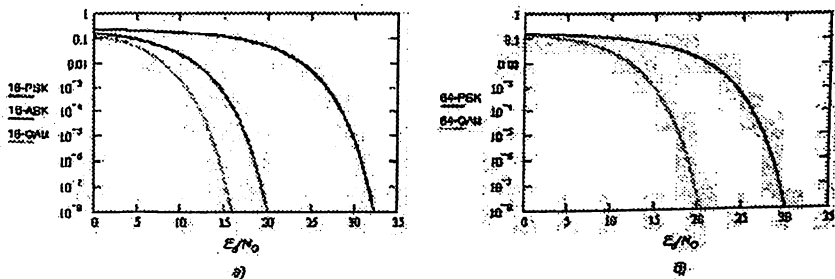


Рис.2. Сравнение энергетической эффективности модуляций M-ASK, M-PSK и M-QAM: а)  $M = 16$ , б)  $M = 64$

Как видно из рис.2 амплитудная модуляция существенно более 10 дБ при  $M=16$  уступает фазовой и амплитудно-фазовой, поэтому при  $M=64$  сравнение с ней не проводится.



При сравнении M-PSK с M-QAM видно, что M-QAM превосходит по эффективности M-PSK, причем энергетический выигрыш M-QAM увеличивается с ростом M. Например, для M=16 выигрыш составляет около 4 дБ, а при M=64 около 10 дБ.

Физически это объясняется тем, что расстояние между соседними точками в сигнальном созвездии M-PSK меньше, чем M-QAM. Сигнальное созвездие M-PSK представляет собой окружность с равномерно распределенными на ней точками, а созвездие M-QAM – квадрат с равномерно распределенными по его площади точками.

Таким образом, при ограниченной полосе, при  $M \leq 4$  наиболее эффективной является модуляция QPSK, а при  $M > 4$  – QAM. QPSK является частным случаем QAM при M=4. Можно считать QAM наиболее эффективным видом модуляции при любом числе уровней.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ**

*Ни Э.В. (ТУИТ)*

С момента появления и до сегодняшнего дня сети мобильной связи прошли большой путь развития; появились новые типы пользовательских устройств – смартфоны и планшеты. Распространение устройств, привело к экспоненциальному росту трафика в сетях по всему миру. Однако это только начало той революции, которой способствует активное развитие технологий, соединяющих общество.

Технологии продолжают свое развитие в направлении к более высокой производительности и всё большему числу возможностей. В дополнение к существующим технологиям радиодоступа, появятся также новые технологии (доселе неизвестные), которые позволят решать те задачи, которые решить с помощью 3G/4G невозможно. Прозрачная интеграция существующих и новых технологий будет способствовать повышению качества пользовательского опыта и появлению целого ряда новых услуг.

В долгосрочной перспективе такого развития появится то, что мы называем 5G, т.е. набор органически интегрированных технологий радиодоступа.

Стандарт 5G –новый этап развития технологий, который обеспечит неограниченный доступ к сети для индивидуальных пользователей и устройств. При разработке стандарта 5G учитываются усовершенствованные возможности LTE и HSPA, а также других технологий радиодоступа, ориентированных на решение конкретных задач.

LTE – это эволюционный шаг в развитии технологий мобильной связи, также как и развитие HSPA и WI-FI доминирующей технологией

во многих уголках земного шара. Поэтому речь идет не о замене существующих технологий на 5G, а, скорее, об их развитии и дополнении новыми технологиями радиодоступа, предназначенными для конкретных сценариев и определенных целей.

Развитие современных сетей стремится к тому, чтобы в будущем доступ к данным осуществлялся мгновенно, надежная связь может стать вопросом жизни и смерти, особенно если речь идет об обеспечении надежного подключения для работы медицинских и спасательных служб.

Стремительно увеличивается количество подключенных устройств. Общая тенденция такова, что в конечном итоге будет подключено всё, что может выиграть от подключения к сети, начиная от светофоров, бытовой техники до автомобилей, медицинского оборудования и систем электроснабжения. Это открывает неограниченные возможности для людей, бизнеса и общества. Обеспечение такого рода подключений – задача, которую предстоит решить технологиям 5G. Эффективные и высокопроизводительные решения, необходимые для обеспечения такого рода подключений, могут быть реализованы на базе стандарта 5G.

Последние несколько лет мобильный трафик демонстрирует устойчивый рост, и эта тенденция продолжится и в будущем. На основании различных прогнозов можно заключить, что емкость систем должна будет обеспечивать обработку трафика, превышающего нынешний в объеме более чем в 1000 раз.

В сетях по всему миру работают более 5 млрд. мобильных устройств, большинство из которых представляют собой мобильные терминалы либо устройства, обеспечивающие мобильный широкополосный доступ и интегрированные в переносные компьютеры и планшеты. В будущем ожидается, что число подключенных устройств, задействованных в умных городах, умных домах и интеллектуальных энергосетях превысит количество пользовательских устройств в 10-100 раз. Вместе с ростом количества подключаемых устройств будут значительно возрастать и требования к сети.

Потоковое видео, файлообменные сети и облачные сервисы по-прежнему будут оставаться наиболее популярными приложениями, требуя все более высоких скоростей. В офисных помещениях и городской среде, где плотность обращений к сети наиболее высокая, необходимо обеспечить скорость передачи данных в несколько Гб/сек. Такая скорость позволит синхронизировать локальные хранилища с облачными и сетевыми дисками, передавать видео сверхвысокой четкости и поддерживать работу приложений виртуальной и дополненной реальности.

В целях обеспечения «гигабитных» скоростей, необходимых для работы приложений виртуальной или дополненной реальности, нужно будет и далее сокращать время отклика до нескольких миллисекунд.

## ТЕХНОЛОГИЯ “MACHINE-TO-MACHINE”

*Р.Р.Ибраимов (ТУИТ)*

Технологию M2M(machine-to-machine)можно представить в виде решений подразделяющихся на две категории:

1.Стационарный M2M– используется для всевозможных приложений с стационарными объектами, например, для охранного мониторинга, дистанционного управления технологическими процессами и т.д;

2. Мобильный M2M –используется для управления парка подвижных средств, например, в автомобильном приложении M2M используется как бортовое устройство осуществляющеемониторинг, диагностику и т.д.

Реализация этих приложений возможно следующими способами:

1.DTMF – здесь от одного устройства к другому посылаются кодированные сообщения по речевым каналам связи. Автоответчик получателя запрашивает у пользователя пароль для допуска в меню. Такая функция M2M является основной и широко используется в большинстве сетей.

2.SMS - сервис коротких сообщений. Представляемый операторами SMS – сервис содержит большое количество информации. Может быть использован, например, в автоматах розничной торговли, платежных терминалах, обслуживании коммунального хозяйства и позиционирования.

3.DATA и "Always on" DATA - пакетная передача информации (GPRS), позволяет осуществлять интерактивные коммуникации в реальном времени. В этом случае возможна телемедицина и всевозможные развлечения.

4. WAP-IP используются в приложениях человек-машина (man-to-machine). Например, для электронных заказов, покупок и платежей, противокражных и антивандальных систем для автоматов розничной торговли.

5.Сотовая связь. Последующие поколения сотовой связи, когда все машины и сетевое оборудование будут соответствовать одному и тому же протоколу, обеспечат неограниченные возможности в телекоммуникационной среде.Увеличение же канальной скорости передачи позволят всем машинам свободно обмениваться огромными массивами информации, такими как живое видео, рентгеновские снимки и т.п.

Следует заметить, что по мере того как мобильные связь будет развиваться и инвестироваться в нее новые технологии, появятся все больше новых приложений для M2M. Вместе с тем, операторы мобильной связи должны продолжить внедрение M2M технологий на основе существующих услуг сотовой связи, планируя переход на новые технологии по мере их появления.

Особенности технологии M2M можно представить следующим образом:

1. Для решений M2M могут использоваться сотовые, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, сетевые кабели и многое другие каналы связи.

2. Большинство решений M2M позволяет значительно снизить потребление энергии и поэтому можно назвать её зеленой технологией.

3. Предприятия желающие сохранить и повысить свою конкурентоспособность непременно должны использовать M2M.

4. Вновь создаваемые технологий, как правило, интегрируют M2M для внедрения новых приложений, которые становятся популярными на потребительском рынке.

5. Некоторые пользователи уже активно используют технологию M2M, при этом сами того не осознавая.

6. Анализ показывает, что современным рычагом продвижения бизнеса постепенно становится применение приложений M2M, оказывая положительное влияние на создании имиджа компаниям путем организации новых рабочих мест, и помогают поднять качество жизни во всем мире на новый уровень.

7. Интеграция M2M решений не занимает много времени (менее 24 часов), что оказывает существенное влияние на внедрение.

8. Наличие у M2M альтернативные привычным SIM картам технологии, удовлетворяют многочисленным экологическим и техническим требованиям, что позволяет расширить возможности некоторых решаемых областей.

9. Бесперебойное функционирование всех решений на базе технологии M2M, возможна при скорости не более чем обеспечиваемая 2G, вместе с тем работа возможна и на 3G и 4G соединениях.

10. Аналитики предполагают, что в скором времени M2M будет самым быстро растущим сегментом ИТ-сектора.

Возможность интеграции различных технологий в современных устройствах, позволяет практически расширить использование M2M, например, в таких областях как:

• *Дистанционный контроль уровня воды:* Если уровень воды достиг критического минимального уровня, подается команда включить насосы для пополнения водного резерва.

• *Дистанционное диагностирование и медицинское сопровождение пациента:* В этом случае пациентам предоставляются беспроводные устройства контроля уровня артериального давления, глюкозы, усугубление сердечных болезней и т.д.

• *Беспилотное управление:* При удаленном расположении обслуживающего персонала от объекта, организуется мониторинг систем безопасности посредством дистанционных решений M2M.

● *Система мониторинга транспорта*: Технология отслеживания передвижениями общественного транспорта, а также транспорта частных компаний, уже используется давно. Следующими решениями будут совершенствование систем безопасности на дорогах.

● *Установка автотрекеров и счётчиков контроля топлива*: Данные решения давно используются в логистических задач автопарков, с целью отслеживания передвижения водителя, контроля топлива и более эффективного использования транспортного средства.

## **РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА АППАРАТУРЫ ВРЕМЕННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ КАНАЛОВ**

*Васильев С.А. (ГУИТ)*

Расширение внедрения и повышения эффективности использования информационных технологий учитывается тот факт, что по мере дальнейшего становления нашего современного государства эта отрасль хозяйства должна осваиваться в надлежащем качестве и соответствовать современным тенденциям развития общества.

За последние десятилетие, в связи с бурным ростом телефонии, мобильной системы связи, интернета, и ряда специфических комбинированных систем общения, наметилась тенденция расширения услуг и предоставления населению практически любых современных средств и возможностей информационных технологий в области телекоммуникационных технологий.

Эти технологии позволяют удовлетворять все возрастающие требования надежности, быстрой и эффективной передачи больших потоков информации по каналам связи. Особая роль здесь отводится радиорелейной связи (РРС), как наиболее надёжной, гибкой, экономически выгодной, учитывающей особенности современного сетевого планирования в целом и как наиболее развитой и технологически согласуемой с современным электронным оборудованием.

Действительно, радиорелейные линии (РРЛ) в настоящее время занимают значительное место не только в междугородних телефонных каналах, но и в каналах для передачи-приема других видов важной в народном хозяйстве информации, например, сигналы телеметрии, управленческие, командные, оперативные потоки данных и др.

Не смотря на разнообразие каналообразующего технологического обеспечения для различных видов линий связи (витая пара, коаксиальный кабель, световод, эфир ВЧ, спутниковый эфир СВЧ), наиболее актуальным с точки зрения передачи остается вопрос подготовки первичной информации для её согласования со входом соответствующего линейного

обработчика – кодера работающего, как правило, в режиме временного разделения каналов (ВРК).

Режим ВРК предусматривает использование синхронизированных дискретных отсчетов группы сигналов с последующим отдельным восстановлением самих сигналов на приемном конце с помощью фильтров. Поэтому подготовка первичной информации обуславливает применение скоростных времязадающих преобразователей, которые изготавливаются на основе быстродействующей элементной базы – микросхемах специального и общего назначения. Использование микросхем, гибридно-интегральных схем, микропроцессоров, и передовых технологий связи, например техники СВЧ, позволяет создавать радиорелейные системы связи (РРС) высокой надежности и с малым энергопотреблением, обуславливающими простоту и автономность источников питания (сотовая связь).

Весьма успешным является опыт применения в современных РРЛ единой цифровой системы обслуживания, единых стандартизированных методов передачи сообщений и коммутации, что обеспечивает перспективность развития цифровых РРС на будущее.

Сказанное выше обуславливает необходимость подготовки специалистов – бакалавров связи с разносторонним, широким техническим кругозором, охватывающим все основные позиции и особенности методов и средств современной радиосвязи.

Данный проект посвящен разработке действующего макета лабораторной установки, предназначенной для изучения и демонстрации процессов преобразования первичных сигналов связи с целью их подготовки к передаче по системе с временным разделением каналов. При этом предусмотрена возможность исследования схем преобразования путём наблюдения и оценки осциллограмм в характерных точках схемы макета.

В работе также учтена возможность стыковки макета с компьютером через порт связи (НЧ вход звуковой карты компьютера), для дальнейшего детального исследования получаемых в процессе модуляции и сложения групповых сигналов с повышенной наглядностью и эффектом обучения.

Основой разрабатываемого устройства является модулятор, позволяющий объединить в себе, с целью эффективной визуализации, три вида модуляции – АИМ, ШИМ, ФИМ, а также получить групповой 4-х канальный сигнал по этим видам с учетом правил ВРК. Возможность наблюдения с помощью осциллографа всех характерных сигналов, учитывается выведение на переднюю панель макета соответствующих контрольных точек.

Внешний вид макета наглядно представлен на рисунке 1.

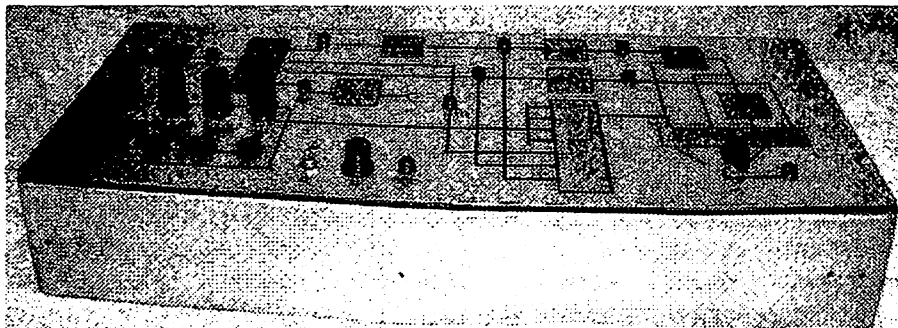


Рис. 1 - Внешний вид макета

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ОПОВЕЩЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

*Халикова М.О. (ТУИТ)*

*Мирхабибова Ж.М. (ТУИТ)*

Анализ литературных данных, показывает, что создание средств своевременной регистрации возможности наступления критических состояний, которые могут привести к возникновению аварийных и чрезвычайных ситуаций имеет большое значение. До сих пор эти вопросы решаются в рамках узковедомственных, а иногда на уровне предприятий, интересов, которые иногда могут противоречить общенациональным интересам.

Существующие или разрабатываемые системы регистрации и оповещения предназначены для регистрации некоторых физических параметров какого-либо технологического процесса, превышение значения которых может привести к возникновению аварийных ситуаций, или же выполняют узкие задачи, например, противопожарной безопасности, охраны территории предприятия и т.д.

Обобщающего системного подхода к решению проблемы создания автоматизированной системы предупреждения и оповещения о возникновении чрезвычайных ситуаций, которая отвечала бы интересам разных министерств и ведомств, до сих пор не существует.

В связи с вышеизложенным, которое носит характер проектной работы, предпринята попытка объединения исследований и разработок в разных областях науки и техники по созданию аппаратуры контроля, регистрации и оповещения о возможности наступления аварийных и чрезвычайной ситуации.

Прежде всего, необходимо отметить, что до сих пор не разработаны общие технические решения по структуре, составу, средствам регистрации физических данных о состоянии потенциально- опасных природных и техногенных объектов, а также по способам и методам передачи достоверной информации. Это обусловлено, во - первых тем, что каждая из разновидностей, какого либо, природного, техногенного или экологического происшествя имеет свои первопричины, физические параметры, и показатели, по значениям которых можно судить о возможности или наступлений аварийных и чрезвычайных ситуаций.

Поэтому как уже указывалось в предыдущем разделе нами в качестве базовых моделей - объектов, состояние которых необходимо контролировать выбраны следующие сооружения:

- плотина водохранилища;
- особо опасные цеха химических заводов;
- селеопасные участки горных рек и дамбы;
- сложные инженерные сооружения, например, тоннели метро .

Основная трудность представляет собой выбор оптимального варианта технического решения, которая с максимальной эффективностью решало бы поставленные задачи исследования. При выборе оптимального варианта, а, следовательно, и его технического решения необходимо учитывать следующие обстоятельства:

- ведомственную принадлежность и тип производства;
- особенности расположения;
- рельеф местности;
- удаленность от населенных пунктов;
- наличие близко расположенных водоемов, рек, озер, розу ветров и

т.д.;

-удаленность от коммуникационных систем, транспортных, линий электроснабжения и т.д.

Следует особенно подчеркнуть, что выбор конкретного технического решения, а, следовательно, его конструктивное и приборное оформление будут зависеть и от многочисленных вторичных факторов, значения которых в некоторых случаях может быть определяющим. В связи с вышеизложенным, в наиболее общем виде, автоматизированная система регистрации, контроля и оповещения ЧС должна включать в себя три основных узла.

1. Система регистрации и предварительной обработки информации (датчики, предусилители, преобразователи сигналов, устройства передачи сигналов, микроконтроллеры и т.д.).

2. Автоматизированная система сбора, обработки и передачи информации (АПК).

3. Информационно-аналитический центр приема, обработки рассылки информации (ИАЦ).



Автоматизированный пункт контроля (АПК) должна включать в свой состав:

- контейнер;
- блок управления (БУ);
- первичные источники питания;
- линии связи датчиков и БУ;
- средства связи (модемы, радио приемопередатчики, средства спутниковой связи).

Контейнер предназначен для размещения в нем аппаратных средств АПК. Так как в большинстве случаев АПК размещается в труднодоступных местностях и может подвергаться воздействию различных природных явлений конструктивно она должна быть выполнена герметически закрытой для обеспечения его защиты от природных явлений и актов вандализма.

Блок управления АПК осуществляет взаимосвязь различных функциональных систем АПК и внешних узлов, формирует команды управления и т.д.

Первичные источники питания (ПИП) - аккумуляторы, батареи необходимы для энергоснабжения аппаратных средств АПК.

Регистрирующие микроконтроллеры и датчики конструктивно не входит в состав контейнера. Они размещаются в различных точках контролируемого объекта и соединяются с БУ, находящемся в контейнере АПК с помощью проводов. В отдельных случаях при очень большой удаленности контролируемых точек, а также при нецелесообразности проводного соединения сигналы от датчиков могут передаваться с помощью радио приёмопередатчиков.

Назначением различных средств связи, применяемой в АПК, является обеспечение надёжной передачи данных от АПК в ИАЦ. Выбор способа связи может быть различным в зависимости от типа контролируемого объекта с учетом технических и экономических аспектов.

ИАЦ обеспечивает сбор, обработку поступающей информации от различных АПК, установленных на разных объектах. Обрабатывает полученные данные в реальном масштабе времени, производит анализ ситуации на контролируемых объектах и на основе модельно – экспертных систем вырабатывает рекомендации для принятия решений по действиям в экстраординарных ситуациях, а также производит оповещение заинтересованных организаций о текущем состоянии объектов контроля.

Система должна функционировать в следующих четырех основных режимах:

- дежурном режиме, при котором производится постоянный контроль заданных пороговых значений контролируемых параметров;

-периодический опрос, при котором производится измерение показаний датчиков по команде оператора ИАЦ или заданной программой АПК и доведение результатов измерений до потребителей;

-критическом режиме, при котором передается оповещение о превышении заданных пороговых значений показаний датчиков и, следовательно, о возможном предаварийном состоянии контролируемых объектов;

-аварийном режиме, при котором передается сообщение о чрезвычайной ситуации стихийного или техногенного характера, возникшей на контролируемых объектах.

Проведенные нами анализы возможности создания автоматизированной системы контроля и оповещения о чрезвычайных ситуациях позволяют сделать следующие основные выводы:

В последние годы количество природных, техногенных и экологических катастроф и чрезвычайных происшествий, приводящих к человеческим жертвам и многочисленным жертвам и многомиллиардными ущербами все возрастает. Это обуславливает актуальность создания автоматизированных систем контроля, предупреждения и оповещения о возможности наступления чрезвычайных ситуаций.

Унифицированная автоматизированная система регистрации и оповещения до сих пор не создана. Существующие и разрабатываемые системы решают частные задачи узковедомственного характера:

Исходя из исследований датчиковых и микроконтроллерных устройств, различных способов регистрации и передачи информации предложен оптимальный вариант автоматизированной системы регистрации и оповещения состоящая из:

-системы регистрации на основе датчиковых и микроконтроллерных устройств;

-автоматизированных пунктов контроля устанавливаемых на объектах контроля;

- информационно – аналитического центра, для регистрации обработки и рассылки информации потребителям;

Система регистрации физических параметров контролируемого объекта должна состоять из датчиков и микроконтроллеров, в которых производится первичная обработка сигналов.

Передача данных от системы регистрации, а АПК может осуществляться как на основе проводных, так и беспроводных систем с использованием радиопередатчиков. Выбор конкретного типа передачи зависит от параметров контролируемого объекта.

Определены основные требования, предъявляемые к АПК и ее аппаратным средствам. Разработана структурная схема базового варианта АПК и конкретные типы используемого в ней оборудования и элементной базы.

Рассмотрены способы передачи информации от АПК к ИАЦ и сделан вывод о перспективности трех методов: передачи информации по радиоканалу, передачи по сети GSM/ GPRS, а также спутниковым каналам связи.

Разработана основные требования, предъявляемые к информационно аналитическому центру в который производится сбор, обработка, хранения и рассылка информации от различных АПК конкретным пользователям.

## **РАЗРАБОТКА И-УСТАНОВКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

*Кадиров А.А. (ГУИ UNICON.UZ)  
Ахмедов И.И. (ТУИТ, магистрант)*

В истории развития человечества XX век останется отсчетной точкой, с которой берет начало массовое использование электричества и электромагнитных излучений для передачи энергии, обмена информацией и т.д. В настоящее время трудно назвать такую область производственной или бытовой деятельности людей, в которой бы не использовались электротехнические и радиоэлектронные технологии. Преимущества энергообмена с помощью электрических сетей и передачи информации через «эфир» ни когоне вызывают сомнений.

К сожалению, при всех своих преимуществах, радиоэлектронные и электротехнические технологии несвободны от недостатков. Главным из них «загрязнение» окружающей среды электромагнитными помехами. «Электромагнитный эфир», как природный ресурс, уже близок к исчерпанию. Обилие используемых технических средств уже привело к тому, что электротехническое и радиоэлектронное оборудование, подключенное к электрическим сетям общего пользования, работает в условиях нежелательных постоянных воздействий в виде провалов, выбросов, прерываний напряжения электропитания, кратковременных импульсов, распространяющихся по сетям. Использование отдельных сетей электропитания или различных приспособлений для подавления указанных воздействий не является решением проблемы, поскольку эти воздействия распространяются не только в электрических сетях, но и по «эфиру» в виде электромагнитных излучений. В связи с этим проблема электромагнитной совместимости становится все более актуальной. Понятие электромагнитной совместимости определено как способность технических средств функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимые электромагнитные помехи другим техническим устройствам.

Более 30 основных параметров радиоэлектронных устройств оказывают влияние на электромагнитную совместимость. Одним из этих параметров является помехоустойчивость магнитного поля.

Отсутствие серийного выпуска испытательных установок, создающих однородное испытательное магнитное поле в полосе частот 0,02-30кГц отвечающее требованиям, возросшие потребности промышленности потребовали исследования и разработки Н-установки. Широкое использование этой установки обусловлено, в первую очередь, возможностью создания с ее помощью однородного магнитного поля в достаточно большой области пространства.

Основная задача при разработке и исследовании Н-установки заключается в том, чтобы однородность магнитного поля, воздействующего на испытуемое радиоэлектронное устройство, была достаточна для обеспечения достоверности результатов испытаний.

В связи с этим особое внимание уделялось обеспечению однородности испытательного магнитного поля на низких частотах.

В процессе испытаний поле должно быть не модулированным, чтобы обеспечить правильные показания при испытаниях.

Излучающая система Н-установки представляет собой конструкцию из шести идентичных излучающих рамок, расположенных на каркасе таким образом, что плоскости рамок образуют грани куба.

Рамки, расположенные на противоположных гранях куба, соединены последовательно и образуют излучающую систему (аналог колец Гельмгольца), создающую магнитное поле, вектор которого направлен перпендикулярно плоскостям данной пары рамок.

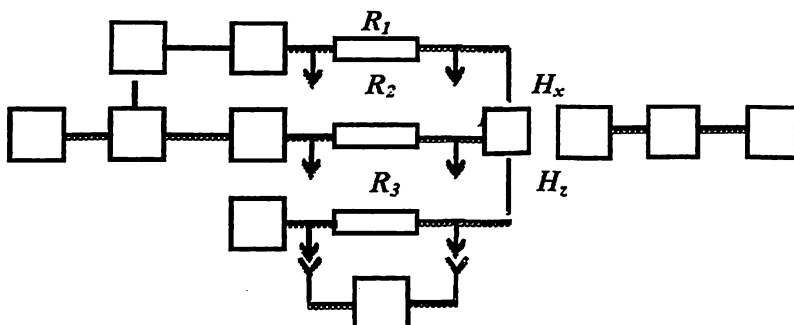
Поочередное включение каждой пары рамок обеспечивает ориентацию вектора испытательного поля по трем взаимно ортогональным направлениям.

Контроль тока излучающих рамок проводят путем измерения напряжения на образцовых резисторах, расположенных во вспомогательном блоке.

Структурная схема измерительной установки приведена на рисунке. Испытательное магнитное поле создается с помощью излучающей системы Н-установки 7.

С генератора мешающих сигналов 1 подают немодулированный сигнал на блок управления 3, который имеет три равнозначных выхода. С каждого выхода сигнал помех через эталонный резистор поступает на пару рамок установки. Уровни мешающих сигналов с помощью усилителей мощности 4, 5 и 6 и вольтметра 8 устанавливаются одинаковыми. Каждая пара рамок установки создает магнитное поле, вектор напряженности которого направлен перпендикулярно их плоскостям. При включении поочередно пары рамок вектор напряженности магнитного поля будет ориентирован по трем ортогональным осям. Такое переключение рамок

производится в блоке управления вектором напряженности магнитного поля 2,3.



Структурная схема установки для испытаний радиоэлектронных устройств на помехозащищенность к магнитному полю: 1 -генератор сигналов; 2,3 - блок управления вектором магнитного поля; 4, 5, 6 -усилители мощности; 7 - Н- установка (излучающая система); 8 - вольтметр; 9 - испытуемая аппаратура; 10 - фильтр; 11 -вольтметр

Испытуемая аппаратура 9 помещается в центре рабочего объема излучающей системы Н-установки и облучается магнитным полем.

Напряженность магнитного поля, создаваемого в Н-установке, определяется:

$$H = U_H - R_n + K_H, \quad (1)$$

где  $U_H$ - напряжение измеряемое вольтметром 8 на эталонных резисторах, дБмкВ;

$R_n$  - сопротивление эталонного резистора, дБОм;  $n=1,2,3$ ;

$K_H$  - коэффициент передачи Н-установки, дБ.

Вольтметром 11 измеряют напряжение на нагрузке испытуемой аппаратуры после фильтра 10.

Коэффициент передачи Н-установки:

$$K_H = 20 \lg H/I, \quad (2)$$

где  $H$ - напряженность магнитного поля в центре установки, А/М;

$I$  - ток на входе установки А.

## ОБЗОР ФОРМАТОВ ВИДЕОЗАПИСИ

*Н.М.Шаринова (Арифджанова) (ТГУ, магистрант)*

В современном мире быстрыми темпами развивается многие отрасли. В области телевидения применяются самые передовые технологии. К таким технологиям относятся цифровые технологии. Просуществовавшие до цифровой технологии аналоговые технологии существенно отстали. Цифровые технологии в телевидении возникли далеко не вчера. К разряду цифрового оборудования относятся большое количество микшеров, транскодеров, корректоров временных изображений, интерфейсов управления. В более позднее время возникли камеры с цифровой обработкой сигнала (DSP). Все эти устройства давно и прочно утвердились как в работе профессиональных вещателей, так и в работе небольших студий и корпоративных пользователей. Но именно появление на мировом рынке новых цифровых форматов видеозаписи, таких, как DVCPRO, DVCAM, Digital-S, Betacam SX, сделало процесс перехода от аналоговой техники к цифровой практически необратимым. Цифровая техника не просто улучшает технические показатели телевизионной аппаратуры. Речь идет о кардинальных изменениях в технологии производства и распределении телевизионных и аудиовизуальных программ. Таким образом, цифровые технологии проникли во все сферы технической базы современного телевидения.

### *Аналоговые форматы видеозаписи*

Первая видеозаписывающая аппаратура была аналоговых форматов. Первым форматом был формат Q (начальная буква слова Quadruplex (четырёхкратная)), в котором использовалась поперечно-строчная запись 4-мя вращающимися магнитными головками. Запись производилась на магнитную ленту шириной 2 дюйма (50.8 мм). В рабочем слое магнитной ленты использовался магнитный порошок из оксида железа. Скорость лента-головка составляла 41.27 м/с, продольная скорость движения ленты - 39.7 см/с.

По примеру цифрового видеозаписи BetacamSX можно наблюдать процессе перехода от аналоговой техники к цифровую технологию.

Betacam SX - видеоформат фирмы Sony, который обеспечивает запись 8-битных компонентных цифровых видеосигналов с соотношением частот дискретизации 4:2:2 для сигналов яркости и цветности. Поддерживает 4 канала цифрового звука (16 бит/48 кГц). Схема сжатия, используемая в Betacam SX, основана на алгоритме 4:2:2 P@ML стандарта MPEG 2 с коэффициентом компрессии 10:1. Поток видеоданных составляет 18 Мбит/с. Запись производится на полудюймовую (12.65 мм) металлопорошковую ленту. Максимальное время записи - 184 минуты на кассету типа L и 60 минут на кассету типа S.

## Цифровые форматы видеозаписи

Оборудование цифровых форматов видеозаписи позволяет получать материалы высокого качества и обладает стабильностью функционирования, большой надежностью и эффективностью. Еще одно немаловажное преимущество цифровой видеозаписи - это возможность многократной перезаписи без потери качества изображения. К цифровым форматам относятся: D1, D2, D3, D5, D6, DigitalBetacam, DVCPRO (D7), Digital-S (D9), Betacam SX, DVCAM, DV.

## ОСОБЕННОСТИ КВАДРАТУРНОЙ ФАЗОВОЙ МОДУЛЯЦИИ

*Н.Тураев, (ИТУ, магистрант)*

Квадратурная фазовая модуляция QPSK является четырехуровневой фазовой модуляцией, при которой значения импульсов модулирующей последовательности, а, значит, и возможные значения фазы несущего колебания могут принимать четыре различных значения, расстояние между которыми равно  $\pi/2$ . Поскольку абсолютные значения фаз не имеют значения, выберем их из ряда  $\pm\pi/4, \pm3\pi/4$ .

Каждому передаваемому символу (значению фазы) соответствует два бита информации. Соответствие между значениями модулирующего сигнала  $\pm\pi/4, \pm3\pi/4$  и передаваемыми битами информационной последовательности 00, 01, 10, 11 устанавливается в соответствии с кодом Грея или каким-либо иным алгоритмом. Очевидно, что длительность каждого символа модулирующего сигнала в два раза больше длительности передаваемого бита в информационной последовательности.

Подставляя возможные значения фазы в функции синус или косинус получим, что комплексная огибающая может принимать значения  $\pm 1/\sqrt{2}$ .

Следовательно, комплексная огибающая  $g(t)$  при квадратурной фазовой модуляции представляет собой двухуровневый полярный baseband сигнал с длительностью символа, равной удвоенному значению тактового интервала в исходном цифровом модулирующем сигнале. Как известно, спектральная плотность мощности многоуровневого сигнала совпадает со спектральной плотностью мощности бинарного сигнала при замене тактового интервала  $T_b$  на символьный интервал  $T_s = T_b \cdot \log_2 M$ . Для четырехуровневой модуляции  $M=4$  и, следовательно,  $T_s = 2 \cdot T_b$ . Соответственно, спектральная плотность мощности QPSK сигнала (для положительных частот) определяется выражением:

$$P(f) = K \cdot \left\{ \frac{\sin[\pi \cdot (f - f_c) \cdot 2 \cdot T_b]}{\pi \cdot (f - f_c) \cdot 2 \cdot T_b} \right\}^2 \quad (1)$$

Как следует из выражения (1) расстояние между первыми нулями в распределении спектра модулированного колебания равно  $\Delta f = 1/T_b$ , что в два раза меньше, чем для модуляции BPSK. Другими словами, квадратурная фазовая модуляция QPSK имеет в два раза большую спектральную эффективность, чем бинарная фазовая модуляция BPSK.

Модулятор QPSK сигнала наиболее просто реализуется в квадратурной схеме, реализующей квадратурную форму записи фазомодулированного сигнала показан на рис. 1

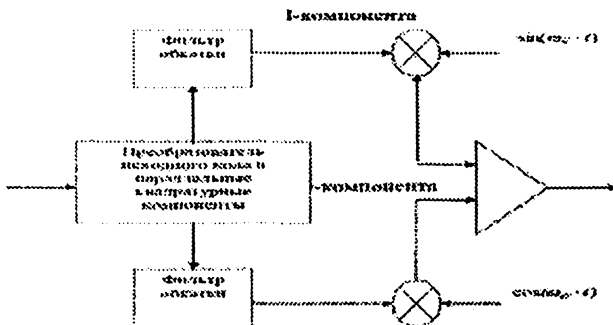


Рис.1.Функциональная схема модулятора QPSK

Преобразователь кода формирует квадратурные I/Q последовательности со вдвое меньшей скоростью в соответствии с принятым кодом. Алгоритм формирования квадратурных компонент соответствует значениям таблицы.

	Фаза $\pi/4$ символ 00	Фаза $3\pi/4$ символ 01	Фаза $-3\pi/4$ символ 11	Фаза $-\pi/4$ символ 10
$\sin[\theta_k]$	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
$\cos[\theta_k]$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
Q - компонента	1	-1	-1	1
I - компонента	1	1	-1	-1

Фильтры обкатки обеспечивают заданную полосу частот модулирующего (и, соответственно, модулированного) сигнала. На выходе сумматора имеется требуемый QPSK сигнал. Квадратурные компоненты несущей частоты поступают от схемы синтезатора частоты.

Сигнал QPSK, также как и сигнал BPSK, может быть принят только с помощью когерентного детектора, который является зеркальным отражением схемы модулятора и показан на рис. 2.



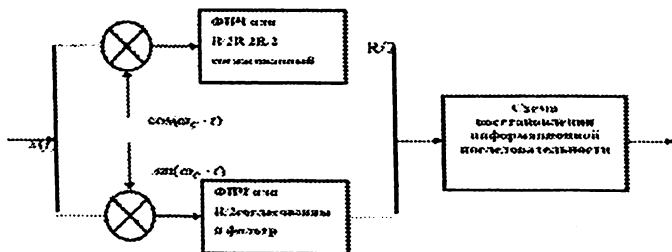


Рис.2 Демодулятор QPSK сигнала

Сигнал QPSK, как и сигнал BPSK, не содержит в своем спектре несущей частоты. Квадратурные компоненты несущей частоты, необходимые для работы когерентного детектора, могут быть получены из параллельно передаваемой несущей или восстановлены из принятого информационного сигнала.

## АКТИВНАЯ КОЛЛЕКТОРНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ РАБОЧИХ РЕЖИМОВ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ

*А.А. Ярмухамедов (ИТТУ)*

*А. Б. Жабборов (ТашГТУ, магистрант)*

Для устранения влияния температуры окружающей среды, детекторного эффекта и других дестабилизирующих факторов на режимы работы транзисторов проектируемых усилителей, а также для линеаризации их амплитудных характеристик используются различные схемы стабилизации режимов.

Наиболее эффективными из них являются схема активной коллекторной стабилизации, применяемая в сверхширокополосных усилителях мощности (СУМ), и схема стабилизации напряжения базового смещения, применяемая в полосовых усилителях мощности (ПУМ).

В высокочастотных СУМ традиционным является использование транзисторов в режиме класса А с фиксированной рабочей точкой (ФРТ). Использование режимов с отсечкой, в таких усилителях, неприемлемо по следующим причинам. В диапазоне частот выше  $0,1 \dots 0,5f_T$  ввиду неминимально-фазового сдвига сигнала в транзисторе и фазового сдвига, обусловленного конечным временем распространения сигнала в цепи обратной связи, нет возможности для построения усилителей с глубокой общей отрицательной обратной связью, обеспечивающей уменьшение искажений формы выходного сигнала.

Реализация глубокой местной отрицательной обратной связи для минимизации искажений невозможна, во-первых, из-за малого коэффициента усиления активного элемента в верхней части рабочего

диапазона частот, а во-вторых, в силу того, что использование отрицательной обратной связи в мощных усилителях связано с поглощением значительной части выходной мощности в резистивных элементах не участвующих в организации отрицательной обратной связи.

Стабилизация рабочей точки мощных транзисторов, работающих в усилительных устройствах, осуществляется благодаря использованию схемы активной коллекторной стабилизации.

Принципиальная схема усилительного каскада с активной коллекторной стабилизацией приведена на рисунке.

Рассмотрим принцип реализации активной коллекторной стабилизации. Напряжение на базе транзистора VT1 зафиксировано базовым делителем на резисторах R1 и R3. Поэтому при увеличении коллекторного тока транзистора VT2, вызванного изменением температуры либо детекторным эффектом, возрастет падение напряжения на резисторе R4 и уменьшится напряжение на переходе база-эмиттер транзистора VT1.

Это ведет к уменьшению его коллекторного тока, который является базовым током транзистора VT2, что, в свою очередь, препятствует дальнейшему росту коллекторного тока транзистора VT2 и, наоборот, при уменьшении коллекторного тока транзистора VT2 транзистор VT1 открывается, увеличивая базовый ток транзистора VT2, при условии

$$U_{R4} \geq 1B,$$

где  $U_{R4}$  — напряжение на резисторе R4, изменение температуры окружающей среды от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  приводит к нестабильности тока покоя транзистора VT2 не превышающий 2%.

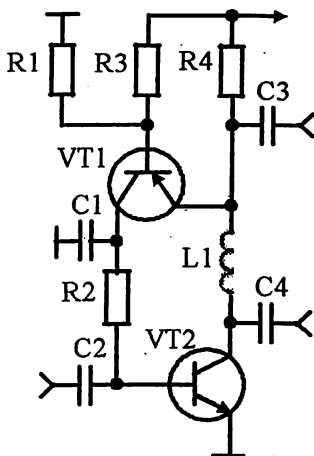


Схема усилительного каскада с активной коллекторной стабилизацией

В высокочастотных ПУМ для стабилизации угла отсечки транзисторов при изменении уровня усиливаемого сигнала и температуры радиатора, на котором устанавливаются транзисторы VT1, VT2, а также для линеаризации начального участка амплитудной характеристики разрабатываемого усилителя, используются стабилизаторы напряжения базового смещения.

Таким образом, для устранения влияния температуры окружающей среды и стабилизация рабочей точки мощных транзисторов, применяются схемы активной коллекторной стабилизации в сверхширокополосных усилителях мощности.

## **СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ЗВУКА С ВЫСОКИМ КАЧЕСТВОМ ПРИ ПОМОЩИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МИКРОСХЕМЫ**

*Гаджиев А.А. (ПТУ)*

*Саттаров А.Р. (ПТУ, магистрант)*

С развитием радиоэлектроники все больше и больше людей хотят заниматься радио. Современная элементная база способна предоставить практически любую деталь или даже целый узел в виде одной микросхемы: начиная от простого генератора импульсов, и заканчивая процессорами. Все чаще возникает желание собрать миниатюрное передающее устройство с хорошими характеристиками. Если раньше этот интерес ограничивался только желанием, так как элементная база в те времена не могла предоставить возможности изготовления простого передатчика, то на сегодняшний день существует множество микросхем-передатчиков с довольно неплохими параметрами.

Одной из таких микросхем является микросхема ВН1417, главное преимущество которой заключается в наличии встроенного синтезатора частоты, с фазовой автоматической подстройкой частоты (АПЧ) стабилизирующей частоту и сводящую к минимуму уход передатчика с настроенной частоты. Синтезатор позволяет выбрать любую из четырнадцати фиксированных частот в диапазоне от 87,7 до 107,9 МГц. Частоты можно выбирать разными способами, - все зависит от схемы управления. В самом простейшем варианте, - перестановкой четырех переключателей или при помощи переключателей. Конструкцию можно дополнить коммутирующим устройством на основе МК. В данном случае на выводы микросхемы 15-18 будет подаваться соответствующая комбинация в виде четырехразрядного кода. Переключение частоты осуществляется с шагом в 200 кГц.

ВН1417 питается напряжением 4 – 6 вольт и потребляет ток 30 мА, при этом обеспечивая выходную мощность порядка 20 милливатт. Микросхема обеспечивает фильтрацию каналов в 40 дБ, что очень хорошо.

Например, аналогичная микросхема ВА1404 обеспечивала фильтрацию чуть более 45dB.

Микросхема состоит из следующих основных блоков: фильтр пред искажений, ограничитель аудио сигнала, стерео кодер (мультиплексор), схема ФАПЧ, генератор и радиочастотный буфер (он же и УВЧ).

Встроенный фильтр предискажений также играет роль амплитудного ограничителя: более громкий сигнал на входе будет звучать с нормальной громкостью на принимающем устройстве. Во избежание искажения радиосигнала на выходе передатчика в микросхеме реализован фильтр нижних частот, который урезает все сигналы выше 15 кГц.

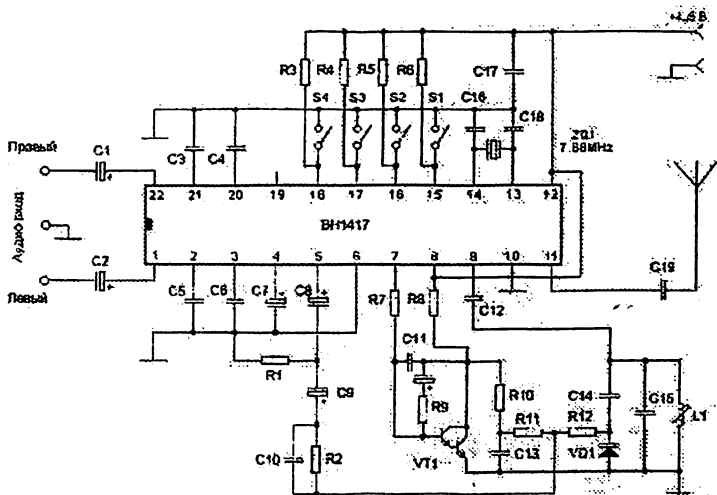


Схема передатчика на микросхеме BH1417

Микросхема BH1417 может быть использована как отдельный стерео кодер. Преимущество этого метода в том, что появляется полная свобода использования передатчика и усилителя по усмотрению конструктора.

Единственным слабым местом конструкции является внешний контур генератора. В конструкции рекомендуется применять катушки, намотанные на пластиковом или керамическом каркасе, с сердечником из латуни или ВЧ феррита. Применение бескаркасных катушек влечет за собой риск отхода генератора от заданной частоты вследствие изменения расстояния между витками.

Проведенные эксперименты показали, что передатчик построенный на данной микросхеме имеет неплохие технические характеристики: звук получаемый на соответствующий приемник со стерео декодером ничем не отличается от оригинала. Радиус действия передатчика при напряжении

питания 5 Вольт и согласованной антенне составляет не менее 25 метров. При этом уход от настроенной частоты практически отсутствует.

## АНАЛИЗ ПОСТРОЕНИЯ КОДЕРА СЖАТИЯ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ, НА ОСНОВЕ ПСИХОАКУСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СЛУХА

*М.Ф. Саматова (ТашГТУ, магистрант)*

В настоящее время широкое распространение для сжатия звукового ряда получают методы, основанные различных психоакустических моделях слуха.

В связи с этим анализируется эффективность применения психоакустических моделей для сжатия сигналов звукового сопровождения ТВ программ.

Обобщенная структурная схема кодера MP-3, представленная на рис.1 (разработанный кодер стандарта MPEG -1, Layer 3) имела плохое качество сжатия, и в 1993 году, с разработкой стандарта MPEG-2, MP-3 был расширен:

- добавлена поддержка до 6 каналов (звук 5.1);
- добавлена поддержка низких частот сэмплирования входных сигналов, что позволило повысить качество на низких битрейтах.

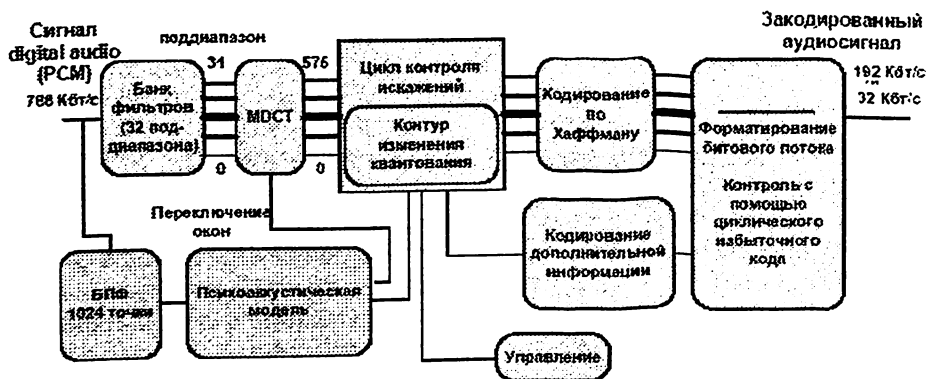


Рис. 1. Общая структурная схема кодера MP-3

Рассмотрим принцип работы составных частей кодера по структурной схеме, представленной на рис. 1.

**Фильтрация сигнала.** Банк фильтров обеспечивает преобразование сигнала в 32 сигнала, соответствующим частотным полосам, с возможностью обратного синтеза исходного сигнала.

Здесь используются наборы фильтров представляющих собой 32-полосный полифазный блок, используемый для всех уровней кодирования. Набор фильтров применяется для разделения широкополосного сигнала с частотой дискретизации  $f_s$  на 32 равных поддиапазона с частотой дискретизации  $f_s/32$  – каждый.

Блок-схема процесса фильтрации представлена на рис.2.

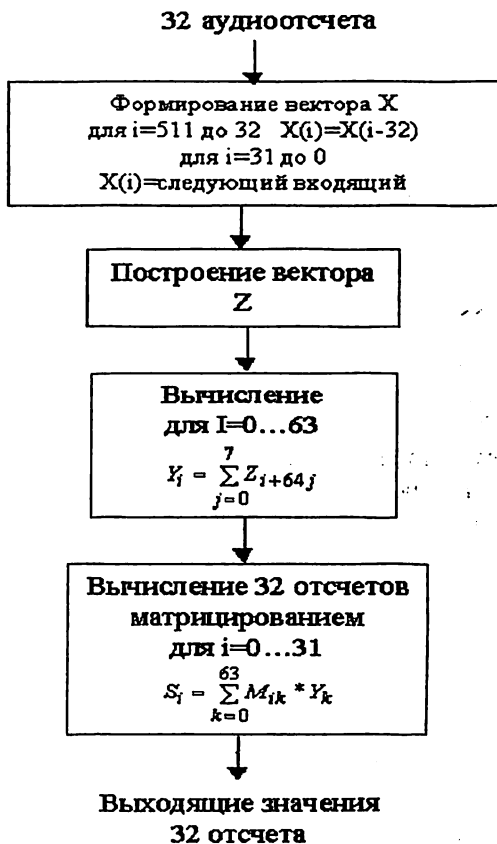


Рис. 2. Блок-схема работы блока фильтров

Фильтрация включает в себя следующие шаги:

- на вход подаются 32 аудио отсчета;
- строится вектор X, состоящий из 512 элементов: самый последний на 512 позиции, самый старый на первой позиции. На следующем шаге

вновь поступивший элемент попадет на 512 позицию, 512 пойдет на 511 позицию, самый старый сдвинется без сохранения;

- обработка вектора  $X$  вектором  $C$ ;
- вычисляются 64 значения  $Y_i$  так, как показано на блок-схеме;
- вычисляются матрицированием 32 отсчета поддиапазонов  $S_i$ .

Таким образом применение новой психоакустической модели для кодека MP-3 позволяет расширить его возможности и улучшить качество на наиболее распространенных скоростях цифрового потока в 128 кбит/с.

## **THE SINGLE FREQUENCY NETWORK IN DIGITAL STANDARD DVB-T2**

*Berdiev A.A. (TUIT)*  
*Rakhmanberdiev R.R. (TUIT)*

Nowadays, the Republic of Uzbekistan, as well as many developed countries of the world, began the transition from terrestrial analogue television to digital terrestrial television standard DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial). In 2011 there was a new version of the standard DVB-T2 ETSI EN 302 755 - the second generation of European standard terrestrial digital broadcasting DVB-T. In 2013, for the first time in Tashkent, created a test zone of digital broadcasting in the new standard DVB-T2.

Standard DVB-T2 is able to broadcast a variety of nature and structure of information flows. In DVB-T2 for the organization of single-frequency networks (Single Frequency Network - SFN) introduced a new mode of MISO (multiple input single output - a lot of input - single output), which can achieve up to 60% gain in the passband. At operation of the single-frequency networks, even when adding the synchronized signals, resulting spectrum of COFDM is subject to distortion (in the form of "failures" envelope bearing COFDM). As a result, to compensate for these distortions, that is, to maintain the desired signal / noise ratio, requires a higher power transmitters. MISO Mode avoids these disadvantages. The transmitters in a single frequency network mode MISO radiate exactly the same signal. This means that when combining the signals from different transmitters are no significant "gaps" envelope, and besides, does not require an increase in transmitter power.

In this case we use several transmitters covering adjacent areas working at the same frequency and transmitting the same program. It uses only one channel transmitters without interference with each other, which in turn leads to a considerable saving of frequency resources. SFN - network with the use of analogue broadcasting is virtually impossible to implement. Reduce interference in analog systems can be using the technology carrier frequency offset, but even this does not eliminate the appearance of areas of significant influence of neighboring channels in which the signal quality is significantly degraded even

in the case of an extremely well-planned coverage and the use of a directional antenna systems.

For a single frequency network broadcast the main advantage of digital modulation COFDM is a successful struggle with echoes that may occur due to reflections from surrounding objects, or when multiple transmitters on the same radio channel. In order to reduce the mutual influence of transmitters in single frequency networks are introduced a guard interval. In DVB-T2 standard there are seven possible options values of guard interval equal to  $1/4$ ,  $19/256$ ,  $1/8$ ,  $19/128$ ,  $1/16$ ,  $1/32$ ,  $1/128$  duration of the active part of the character. The corresponding absolute values are given for different modes 1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k. The choice of the guard interval is determined by the territorial separation of transmitters in a single frequency network. Noiseless coding and guard intervals reduce information transfer rate, and this should be considered when choosing the system parameters.

In DVB-T2 a threefold increase in the number of subcarriers as compared to DVB-T, which enables to extend the guard interval to 532 ms (instead of 224 ms, a DVB-T). And as a result there is an increase, and the maximum distance between adjacent transmitters in a single frequency network, which attain to the level of about 160 km against 67 in the first standard. Also no propagation delay in the network of transmitters for a signal to bind to 1 PPS. The entire system can be synchronized to the global time (GMT), and the delay may be longer.

Additional processing step, known as processing MISO, allows initial coefficients in the frequency domain to be processed encoded modified Alamouti, which divides the signal T2 between the two groups of transmitters on the same frequency so that the two groups do not interfere with each other. All code signal DVB-T2 may be subjected to MISO treatment at the cell level. Amended Alamouti encoding is used to produce two sets of data cells, except that the coding does not support the preamble P1 symbol and signal processing is performed corresponding to the pilots. This signal processing algorithm greatly improves the overlap of the frequency range in small single frequency networks.

## **СПОСОБЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ФОРМИРОВАНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ ТВ-ИЗОБРАЖЕНИЙ**

*Бердиев А.А. (ГУИТ)*

В процессе перехода к цифровому телерадиовещанию сохраняется необходимость контролировать параметры основных звеньев телевизионной системы и оценивать качество воспроизводимых изображений. Более того, подлежат контролю с помощью специализированных анализаторов многочисленные параметры и протоколы служебной информации в транспортном потоке. Полностью



цифровыми становятся лишь технические средства распространения ТВ-программ.

Существующие аналоговые или же аналогово-цифровые технические средства формирования ТВ-программ еще будут в течение ряда лет использоваться на телецентрах и при переходе на цифровые методы распространения программ. В этом случае выходной сигнал аппаратно-студийного комплекса (АСК) для дальнейшей передачи по соединительной линии к центру кодирования и мультиплексирования ТВ-программ преобразуется в цифровой SDI-сигнал.

В аналогово-цифровых ТВ-системах будут применяться как известные, так и вновь разрабатываемые перечни контролируемых параметров, методики и средства их измерений.

Степень совершенства качественных показателей многофункциональных транскодировщиков во многом определяется способом разделения сигналов яркости и цветности при декодировании композитных видеосигналов, наличием гребенчатых фильтров и корректирующих устройств, предназначенных для уменьшения шумов и искажений видеосигнала, возникающих в предшествующих звеньях ТВ-тракта, в том числе и при многократных перезаписях видеосигнала.

Для объективной и субъективной оценки параметров и качества технической базы производства телепродукции разработан целый ряд оригинальных оптических телевизионных таблиц стандартной и высокой четкости (черно-белых и цветных), портативный цифровой генератор телевизионных испытательных сигналов DTG-35D и другие приборы.

Универсальный портативный цифровой генератор телевизионных испытательных сигналов DTG-35D формирует более 100 прецизионных испытательных сигналов для тестирования телевизионных вещательных систем, студий и видеоборудования в форматах SDI, PAL, SECAM, NTSC, RGB, YPrPb. Генерируемые испытательные сигналы полностью соответствуют требованиям стандартов и международных рекомендаций ITU-R BT. 470-4, ITU-R BT. 601-5, ITU-R BT. 801-1, ANSI/SMPTE 259M.

Измерительные сигналы, перечень контролируемых параметров, методы объективных измерений и субъективных оценок качества изображений в цифровых телевизионных системах имеют свои особенности.

Измерения показали, что при снижении скорости цифрового потока на одну ТВ-программу с 15 до 6 Мбит/с субъективная оценка качества воспроизводимого изображения снижается, а испытательные сигналы от генератора DTG-35D не претерпевают изменений. При дальнейшем снижении скорости цифрового потока артефакты сжатия становятся настолько заметными, что в кодере оказывается целесообразным автоматически (или же вручную) уменьшить число элементов дискретизации по горизонтали с 720 до 544, а полосу частот

цветоразностных сигналов уменьшить до 0,5 МГц и тем самым обеспечить качество изображения хотя бы на бытовом уровне. Это обстоятельство сразу же отражается на искажениях испытательных сигналов.

При тестировании устройств компрессии телевизионных сигналов на первый план выдвигаются субъективные испытания. Объективные же измерения с помощью испытательных сигналов важны для оценки предельно достижимых параметров кодера, в частности при передаче неподвижных изображений. Компромиссное решение проблемы применено фирмой Tektronix в анализаторе качества изображения RQA600, который учитывает особенности человеческого зрения и позволяет выполнять целый комплекс воспроизводимых объективных измерений различных параметров качества исходного и воспроизводимого изображений, близко соответствующих субъективному человеческому восприятию.

В настоящее время вопросы оптимизации параметров технических средств формирования, отображения и цифрового распространения ТВ-программ, приобретают особую актуальность, так как должно быть выполнено принятое решение передавать в первом мультиплексе 8–9 ТВ-программ.

Если принять информационную скорость цифрового потока первого мультиплекса равной 22,39 Мбит/с, то с учетом необходимости выделения ресурсов в транспортном потоке на передачу звукового сопровождения, телетекста с субтитрами и служебной информации на передачу видеoinформации одной ТВ-программы останется примерно 2–2,3 Мбит/с. В этом случае качество воспроизводимого изображения будет на грани допустимого, и особенно для спортивных передач.

Поэтому необходимо сравнивать кодеки различных производителей по результатам субъективных и объективных измерений качества изображения и выбирать из них наилучшие для комплектования центров кодирования и мультиплексирования ТВ-программ с учетом перехода на эфирное вещание в стандарте DVB-T2.

Важную роль играет определение возможности и целесообразности применения статистического мультиплексирования, распределение ресурса в транспортном потоке между разными каналами, включая составление согласованных расписаний их передач по информационной насыщенности и т.п.

## FUTURES OF VoLTE TECHNOLOGY

*J.D. Isroilov (TUIT)*

VoLTE technology, which is a mobility-enhanced version of basic Voice-over-IP (VoIP), is still very new, and 4G voice service needs to work as well, if not better, than what consumers are used to. Operators know there is no room for error when it comes to voice calls, and getting VoLTE right required significant development and testing efforts.

As the march toward VoLTE commercialization moves forward, few consumers realize that even as network operators continue to roll out their 4G LTE coverage, the new and blazing fast LTE-enabled smartphones don't inherently support voice calls over the LTE network, and that when a voice call is needed, networks automatically ratchet down to older, circuit-switched 3G or 2G networks to transmit the call. The benefits of VoLTE – the better call quality and lower power consumption – remain elusive for most users.

But why so much talk about using a mobile broadband technology to improve lowly 20th century voice services? The reason is that voice calls remain central to the smartphone and to the service provider business model.

Even if the Internet is never more than a swipe of the finger away, we still make actual phone calls when it matters most – when we need to reach a colleague, friend or family member, for example, or when we need to confirm that our message was received. And although messaging apps like Snapchat and WhatsApp have risen in popularity, as has the constant urge to post status updates, at the end of the day our social world is based on the need for “full-duplex,” and only voice calls are real-time, interactive and instantaneously gratifying.

It provides a range of advantages that includes more spectrally efficient transmission than 3G calls; higher-quality phone calls; lower power consumption; and the enabling of interactive services.

Higher spectral efficiency is OFDMA airlink, LTE networks can transmit voice calls with as little as half the spectrum needed for 3G voice calls. Unlike the WCDMA airlink in 3G networks, an OFDMA airlink only sends and receives traffic when actual voice call packets are being transferred. WCDMA voice networks continuously send and receive airlink signals even if there is no voice traffic.

VoLTE enables what's called high definition (HD) voice calling. It's hard to quantify the higher quality of these calls, but they are a significant improvement over traditional calls made via cellular networks. There is, however, a catch. To make an HD voice call, you need to use a phone that supports VoLTE, in an area with 4G LTE service, and the person on the other end must also meet the same requirements.

LTE networks support Quality-of-Service scheduling that ensures that voice packets are being transmitted with tightly controlled latency and jitter, which allows the voice call quality to approach that of a landline call. VoLTE also supports variable rates for the voice codec, which enables HD Voice services based on greater speech sampling bandwidth and reduced compression.

Lower power consumption: LTE technology enables the phone to dramatically reduce power consumption during inactive periods when the phone is either not receiving or not transmitting voice traffic. This partial shutdown of the transceiver enables power savings of up to 40 % when compared to 3G voice calls.

Interactive services: Because LTE is a network designed to support low-latency IP traffic, voice is handled like just another data application on the network. And since a voice call consumes very little resources, there is ample bandwidth left for a phone to simultaneously send and receive additional data traffic and add messaging or video capabilities to a voice call, anytime and on demand.

The trend is clear. VoLTE enables superior voice calls while using less spectrum to do it, motivating both service providers and users to adopt this new service

## **ТҮСИҚЛАР ВА МУКАММАЛ ЖОЙЛАШГАН БИНОЛАРДА РАДИОТЎЛҚИНЛАР ТАРҚАЛИШИ**

*Ҳ.Х. Мадаминов (ТАТУ)*

Тўртинчи авлод сотали алоқа тизимини амалиётга татбиқ этиш билан боғлиқ масалани ҳал этишда катта тезликдаги ахборот оқимини узатиш ва қабул қилишда гетероген тармоқларни узлуксиз равишда бирлаштириш талаб этилади. Ҳозирда абонентлар WiFi, WiMAX, ZigBee, сотали алоқа ва GPS/LiОНАСС каби технологияларни ўзида бирлаштирувчи ягона телекоммуникацион тармоқда ишлаш билан бирга янги технологияларни ҳам қўллаш имконига эга. Шу ўринда, мазкур технологиялар узатиш ва қабул қилиш қурилмасининг жойлашувидан, хусусан, уларнинг стационар ва мобиль кўринишлари (автомобилда, аэропортнинг кутиш залларида, самолётда ва ҳ.к.)дан қатъий назар, узлуксиз равишда ишлаши талаб этилади.

Тарқалиш шароитларини таҳлилий жиҳатдан ўрганишда, қуйидаги ўлчамларнинг эътиборга олинishi талаб этилади: сўниш хусусиятлари ва унинг ўртача квадратли оғиши, кўп нурли тарқалиш чоғида сигналнинг кечикишли тарқалиши кабилар шулар жумласидандир. Моделлар стационар (статик моделлар – умумий майдоннинг ҳар қандай нуқтасида узатиш қурилмаси билан ўзаро масофага боғлиқ равишда сигнал сўнишининг ўрта ҳисобли параметрларини тавсифловчи) ва импульсли

моделлар (сигналнинг ўзгариш динамикасини, кўп нурли тарқалишдаги кечикишлар, яъни сигналнинг қабул қилгичдаги “келиш бурчаги”ни ўрганувчи)га ажратилади. Стационар моделлар кенгроқ тарқалиш имконига эга бўлиб, сигналнинг бино бўйлаб тарқалиш қувватини баҳолаш ҳамда алоқа тизимларини қуришда минимал ва максимал қувват даражасини башорат қилишда қулай ҳисобланади.

Импульсли моделлардан, одатда, вақтга боғлиқ параметрларни ўрганишда амалий дастурлар йиғиндиси сифатида фойдаланилади. Биноларда қўлланилувчи алоқа тизимлари учун сигнал даражасини моделлаштириш (башорат қилиш) муаммоси нисбатан мураккаб жараён саналади. Зеро мазкур биноларда қуйидаги қўшимча (белгиланганлардан ташқари) “тасодифий” омиллар юзага келади: сигналларнинг (OLOS, obstructed line-of-sight) қурилмалар, мебель (фиксирланган тўсиқ) ёки одамлар (мобилли тўсиқ) томонидан тўсиб қўйилиши (соясини остида қолиши). Халқаро электроалоқа иттифоқи тавсиялари асосида бинолардаги модель қўшлаб қўшимча омилларни эътиборга олиши даркор, булар: девор ва шифтдаги тарқалиш ва тасвирларнинг йўқолиши, бинодаги тарқалишларнинг йўқолиши, тўсиқлар дифракцияси, абонентнинг тўсиб қўйилиши ва кўчиши, поляризациянинг номувофиқлиги, кечикишли тарқалишлар, антенналарнинг жойлашуви ва ҳоказолар.

Радиотўлқинларнинг бино бўйлаб тарқалишини моделлаштиришнинг ўзига хос хусусиятларини тадқиқ қилиш жараёнида, уларнинг чекланмаган ҳудуд – бино ташқарисида тарқалишидан фарqli равишда, қўшлаб қизиқарли фактларга эга эканлиги аниқланган. Бино бўйлаб тарқалувчи радиотўлқинларни тавсифловчи моделлар, одатда, очик майдондаги сигнал моделларидан нисбатан мураккаблиги билан ажралиб туради. Мавжуд ҳолат узатиш ва қабул қилиш қурилмалари ўргасидаги майдоннинг чекланганлиги ҳамда унинг мураккаб конфигурацияси (йўлаклар, бурилишлар, ўтиш жойлари, кўп қаватли бинолар) билан характерланади. Шунингдек, бунда кўпнурланишлар (сигналлар қабул қилгичларга юза бўйлаб акс этувчи тасвирлар натижасида, шунингдек, дифракция ҳисобига ҳамда тўсиқлар (девор)ни енгиб ўтиш ҳисобига кириб боради) эффекини ҳисобга олиш талаб этилади. Одатда моделлар икки йирик гуруҳга ажратилади: эмпирик ва бинолар конфигурациясини ҳисобга олувчи моделлар.

Халқаро электроалоқа иттифоқи (ITU) томонидан бино бўйлаб тарқалувчи радиотўлқинларни таҳлил қилиб бориш имконини берувчи стационар моделларни қуриш юзасидан амалий тавсиялар ишлаб чиқилган бўлиб, улар орасида ITU-R P.1238 (indoor) ва COST 231 (indoor) материаллари хусусида тўхталиб ўтиш мақсадга мувофиқ. Тавсия характериға эға бўлган ҳар иккала ёндашув Зейдель-Раппопорт моделиға асосланган. Шунингдек, бино конфигурацияси, нур тарқатувчи юзалар миқдори (шунингдек, мазкур юзалар материали) ва бино қаватлари билан

боғлик ҳисоблар экспериментал тарзда аниқланган рақамли коэффициентлар ёрдамида юритилган ҳолларда улар эмпирик моделлар гуруҳига ҳам киритилади.

Мазкур моделлардаги аниқлик фойдаланилувчи коэффициентлар (ITU моделларидаги маълумотлар базаси кўп маротаба қайта текширилган) маълумотлар базасининг тўғрилиги ҳамда эмпирик коэффициентларнинг реал бинонинг конфигурациясига мос равишда қўлланилишига боғлиқ. Замонавий мобиль алоқа тизимларида абонентларнинг тахминан 2/3 биноларда жойлашган. Шу боисдан ҳам, сигналларнинг бино ичкарасидаги ихтиёрлик конфигурациялиёпик ҳудудларини қўшимча омилар билан бир биргаликда тўлақонли таҳлил қилиш муҳим аҳамият касб этади, булар: сигналнинг тўсилиши ва абонентларнинг ҳаракатланиши. Юқорида келтирилган тавсияларда мазкур икки омил ҳисобга олинмаган. Шундан келиб чиққан ҳолда, куйидаги вазифаларнинг бажарилиши долзарб аҳамият касб этади: мураккаб шаклга эга бўлган бинолар бўйлаб тарқалувчи сигналларнинг стационар гибридли моделини қуриш ва унинг экспериментал верификацияси, бунда:

- юза қисмида акс этувчи сигналларнинг параметрлари бинонинг конфигурацион (ҳажми) тавсифи ва фойдаланилувчи материаллари хусусияти асосида ҳисобга олинади;

- сигналнинг сўнишини баҳолашда сигналнинг фиксирланган ва мобилли объектлар томонидан экспериментал тузатиш коэффициентлари шаклида тўсиб қўйилганлиги ҳисобга олинади.

Модель учун танланган “гибридди” номи унда моделлаштиришнинг икки асосий йўналиши, яъни бинонинг конфигурациясига оид маълумотларга асосланган эмпирик ва ҳисобли йўналишларнинг ўзаро бирлашганлигини англатади.

Хулоса ўрнида таъкидлаш жоизки, бино бўйлаб фаолият юритувчи алоқа тизимлар ва ахборот узатиш жараёни жадал суръатлар билан ривожланиб бормоқда. Бино ва хоналар бўйлаб тарқалувчи сигналлар очик майдон бўйлаб тарқалувчи сигналлардан кескин фарқ қилиб, унинг тарқалиши чекланганлик ва ҳажмлар конфигурациясининг мураккаблиги, юзаси акс эттирувчи материалларнинг хилма-хиллиги, тўсувчи (соя солувчи) фиксирланган ва ҳаракатдаги объектларнинг мавжудлиги, сигналнинг бино ташқарисига кўчиш чоғидаги сўнишларни ҳисобга олиш зарурати қабилар ҳисобига янада мураккаблашиб боради. Ҳозирда, фактик жиҳатдан юқорида келтирилган омиларнинг барини ўзида жамлаган универсал модель ишлаб чиқилмаган.

Шу боис, радиотўлқинларни акс эттириш коэффициенти ҳисобини юритувчи соддалаштирилган моделни амалда қўллаш мақсадга мувофиқ бўлар эди. Зеро, мазкур моделнинг параметрлари биноларнинг конфигурацияси ҳамда юзани акс эттирувчи материалларнинг диэлектрик хусусиятлари ҳисобига аниқланади. Модель сигнал поляризациясининг

хоҳ горизонтал, хоҳ нормал оғиш бурчақларининг муайян диапазонлари учун мос келади. Мазкур соддалаштирилган модель асосида сигналнинг мураккаб тузилишга эга бўлган ихтиёрий бино бўйлаб “беш нузли” тарқалиш модели ишлаб чиқилган. Ушбу модель эмпирик коэффициентларни ҳисобга олувчи бошқа моделлардан фарқли равишда сигнал қувватининг стационар сўнишини ҳисобга олиш имконини беради. Модель бино учун муҳим бўлган омил, яъни узатувчи ва қабул қилувчи антенналарнинг жойлашиш баландлигини аниқ белгилаш имконини беради. Таклиф этилган моделлар ҳамда ҳаракатдаги тўсувчи объектлар, эшик ва дераза ўрнидаги сўнишларга оид экспериментал маълумотларасосида сигналларнинг бино бўйлаб тарқалишининг гибридли модели ишлаб чиқилган. Кўплаб ҳолларда, таклиф этилган моделнинг машҳур моделлардан фарқли ўлароқ, ўтказилган эксперимент билан ўзаро мувофиқлиги кўзга ташланади. Юқоридаги фикрларга асосланган ҳолда, келгусида кенг полосали сигналлар алоқа тизимларида ҳам мазкур моделларни такомиллаштириш юзасидан услубий тавсияларнинг ишлаб чиқилиши мақсадга мувофиқ бўлар эди.

## ОСОБЕННОСТИ ГИБРИДНОГО СИНТЕЗА ЧАСТОТ

*Залов Н. (магистрант ТУИТ)*

Процесс получения одного или нескольких колебаний требуемых номиналов путем преобразования опорных частот называется обычно синтезом частот. Для этого используются операции сложения, вычитания, деления и умножения частот. Эти операции производят соответственно с помощью делителей частоты, умножителей частоты и сумматоров частот. Очень часто умножение частоты осуществляют с помощью петель автоподстройки частоты (*Phase-Locked Loop, PLL*), состоящих из управляемого напряжением генератора (*Voltage Controlled Crystal Oscillator, VCCO*), фазового или частотного детекторов и делителя частоты на  $N$ . Если устройство синтеза частот выполняется в виде функционально законченного блока или прибора, его называют синтезатором частот (*Frequency Synthesiser*). В радиочастотных блоках устройств подвижной связи, как правило, используется один, общий для всех синтезаторов частоты системный высококачественный опорный сигнал (*Clock*), получаемый от стабилизированного кварцевым резонатором опорного генератора (*Reference oscillator*). В таких генераторах, особенно в стационарных радиоблоках больших систем, часто используется кварцевые генераторы, управляемые напряжением или высокостабильные термокомпенсированные кварцевые генераторы (*Temperature-compensated Crystal Oscillator, TCCO*). Все системы синтеза частот можно разделить на следующие группы:

- системы прямого аналогового синтеза (*Direct Analog Synthesis, DAS*) на основе структуры смеситель/фильтр/делитель, при котором выходная частота получается непосредственно из опорной частоты посредством операций смешения, фильтрации, умножения и деления;
- системы косвенного синтеза на основе фазовой автоматической подстройки частоты (*Phase-Locked Loop, PLL*), в которых выходная частота формируется с помощью дополнительного генератора (чаще всего это генератор, управляемый напряжением), охваченного петлей фазовой автоподстройки частоты;
- системы прямого цифрового синтеза (*Direct Digital Synthesis, DDS*), в которых выходной сигнал синтезируется цифровыми методами;
- системы гибридного синтеза, который представляет собой комбинацию нескольких методов, описанных выше.

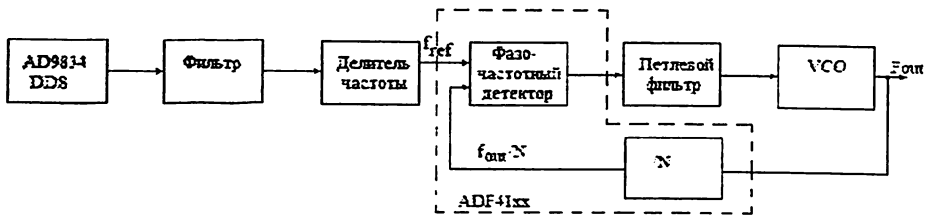
Каждый из этих методов синтеза частот имеет преимущества и недостатки, следовательно, для каждого конкретного приложения нужно делать выбор, основанный на наиболее приемлемой комбинации компромиссов.

Обычно для создания генератора высоко частотного сигнала применяется два подхода: генераторы с петлей ФАПЧ (PLL) и синтезаторы DDS. Выбор между этими двумя вариантами не всегда прост, часто разработчик вынужден идти на некоторые компромиссы или усложнять схему, чтобы компенсировать недостатки того или иного подхода. Однако сейчас, так как PLL и DDS стали доступны в виде весьма недорогих микросхем, стало вполне практичным совмещение этих двух подходов, что позволяет избежать недостатков, присущих схемам PLL и DDS по отдельности. Такое совмещение позволяет получить более высокие характеристики, чем обеспечивает каждый из этих подходов. Рассмотрим более подробно преимущества «гибридных» генераторов DDS/PLL :

- высочайшее разрешение по частоте;
- быстрая перестройка по частоте;
- малое время установления;
- широкая полоса;
- низкое энергопотребление;
- низкий уровень шума и гармоник в спектре сигнала.

Рассмотрим «гибридную» схему совмещения PLL и DDS - схему, в которой синтезатор DDS обеспечивает опорный сигнал с высоким разрешением по частоте для PLL. На рисунке показан синтезатор с фазовой автоподстройкой частоты (PLL), где в качестве опорного источника применен синтезатор DDS с фильтром на выходе.





Синтезатор с фазовой автоподстройкой частоты

За счет использования гибридного решения высокая разрешающая способность по частоте обеспечивает высокую разрешающую способность системы в целом, чего невозможно достичь при применении одной только PLL. В этом примере петля PLL состоит из синтезатора DDS ADF4106, внешнего фильтра и генератора, управляемого напряжением (ГУН). Такой подход позволяет разработчику выбрать ГУН, а также конфигурацию и параметры фильтра в соответствии с конкретными требованиями разрабатываемой схемы. Опорный сигнал для PLL генерируется синтезатором AD9834, к которому подключен фильтр и делитель, предназначенные для уменьшения уровня шумов и гармоник. Синтезатор DDS, обладая 28-разрядным разрешением по частоте, позволяет очень точно устанавливать значение опорной частоты для петли PLL и, соответственно, частоты выходного сигнала. Это гораздо удобнее, чем применять с этой целью синтезатор PLL с дробным делителем частоты в петле обратной связи. В такой схеме можно обеспечить очень высокое разрешение по частоте всей гибридной системы в целом. Идеальный источник опорного сигнала должен иметь низкий уровень фазового шума и гармоник. Выходной сигнал DDS действительно обладает низким уровнем фазовых шумов, но в спектре выходного сигнала присутствуют максимумы на некоторых частотах. Эти побочные максимумы возникают на определенных частотах в результате округления значения кода, находящегося в регистре - аккумуляторе фазы. Они могут быть значительно подавлены с помощью дополнительной фильтрации и при тщательном выборе параметров дискретизации. Если скорость перестройки частоты не играет большой роли, то ширина полосы пропускания петли  $PLL$  может быть очень узкой. Это уменьшит уровень побочных максимумов в спектре сигнала. Тогда величина фазового шума и гармоник будет зависеть практически только от ГУН. Если применить хороший ГУН, обеспечивающий чистый сигнал, то такая схема будет самым простым решением, позволяющим построить синтезатор частот с широкой полосой, высоким разрешением по частоте, низким уровнем побочных максимумов в спектре, малыми размерами и энергопотреблением. Хотя время перестройки частоты будет довольно

большим. Чтобы воспользоваться таким преимуществом DDS, как высокая скорость переключения частоты, необходимо обеспечить более широкую полосу в петле PLL, и здесь характеристики фильтра будут в значительной степени определять уровень шумов и побочных максимумов. Обратите внимание, что после PLL амплитуда побочных максимумов увеличивается, но их смещение по частоте относительно основного сигнала не меняется. Таким образом, фильтр на рисунке 12 необходим для ограничения генерируемых синтезатором DDS побочных максимумов и шумов за счет узкой полосы пропускания. После умножения частоты на  $N$  уровни шумов и побочных максимумов увеличатся на  $20 \lg N$  но только в пределах полосы пропускания фильтра. В конечном счете, выбор ширины полосы пропускания фильтра и центральной частоты определяется компромиссом между требуемой скоростью перестройки частоты, уровнем шумов и помех и разрешением по частоте.

## **ОЦЕНОЧНЫЙ ВЫБОР СПОСОБОВ ОХЛАЖДЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

*И.Р. Фазилжанов (ГУИТ)*

*Р.М. Ибраимова (ГУИТ, студентка)*

Тепловой режим радиоэлектронных средств (РЭС) характеризуется совокупностью температур всех его элементов. Основные тенденции эволюции современных РЭС в микроэлектронном исполнении:

- увеличение сложности и уменьшение габаритов;
- повышение требований к стабильности параметров.

Эти тенденции противоречивы, так как первая увеличивает напряженность теплового режима, а для выполнения второй надо его облегчать.

В процессе производства, хранения и эксплуатации РЭС могут подвергаться воздействию положительных и отрицательных температур, обусловленных влиянием окружающей среды, объекта установки и тепловыделением самого РЭС. Например, на наземных подвижных объектах диапазон изменения температуры, где могут быть установлены РЭС  $-60 \dots +60$  °C. Само РЭС является источником теплоты, так как его КПД менее 100 % (например, для усилителя на транзисторах 50...60 %). Если эту энергию не рассеивать в элементах конструкции или окружающем пространстве, то повышается температура РЭС, нарушается его нормальный режим функционирования или наступает отказ. Температура влияет на многие параметры материалов, электро и радиодеталей (ЭРЭ), полупроводниковых приборов, ИМС.

Настоящее и будущее аппаратуры связано с использованием достаточно больших мощностей в сравнительно малых объемах. Это

приводит к резкому увеличению плотности мощности рассеяния, а, следовательно, и плотности рассеиваемой теплоты. Поэтому при конструировании аппаратуры особое значение приобретает разработка методов отвода теплоты, регулирования и контроля температуры.

Если температура в любой из точек блока не выходит за допускаемые пределы, то такой тепловой режим называется нормальным.

При выборе способа охлаждения РЭА учитываются ее режим работы, конструктивное исполнение, величина рассеиваемой мощности, объект установки, окружающая среда.

Режим работы аппаратуры характеризуется длительностями включенного и выключенного состояний и бывает длительным, кратковременным, кратковременно-повторным. Длительный режим свойственен стационарной аппаратуре, которая находится во включенном состоянии в продолжение многих часов и дней, кратковременный - бортовой, время непрерывной работы, которой исчисляется несколькими часами.

При проектировании сложной аппаратуры с длительным временем включенного состояния, как правило, возникнет необходимость в разработке принудительной системы охлаждения (СО). Решение о разработке СО для аппаратуры кратковременноповторного режима работы принимается лишь после анализа режима работы аппаратуры. Переносная РЭА в силу малых рассеиваемых мощностей принудительной СО не снабжается.

Современные блоки РЭС представляют собой сложную систему элементов с множеством внутренних источников теплоты. Точное аналитическое описание таких объектов невозможно из-за громоздкости задачи и неточности исходных данных: мощности тепловых источников, теплофизических свойств материалов, их сложной геометрии и т.д. В связи с этими обстоятельствами на практике используются:

1) ориентировочный выбор способа охлаждения на ранней стадии проектирования РЭС;

2) приближенные методы анализа и расчета теплового режима модуля РЭС.

Выбор способа охлаждения РЭС на ранней стадии проектирования целесообразно выполнить с помощью специальных графиков, характеризующих области целесообразного применения различных способов охлаждения (рис. 1).

Различают два типа областей (рис. 1):

1. Области, в которых можно рекомендовать применение определенного способа охлаждения.

2. Области, в которых можно применять (по выбору) два или даже три способа охлаждения.

Области первого типа не заштрихованы и относятся к следующим способам охлаждения: 1 – естественное воздушное; 3– принудительное воздушное; 5 – принудительное жидкостное; 9 – принудительное испарительное.

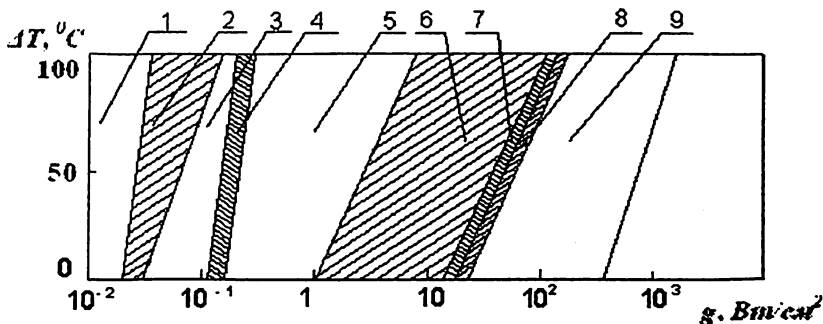


Рис. 1. Способы конвективного охлаждения в зависимости от плотности теплового потока ( $g$ ) и перегрева ( $\Delta T$ )

Области второго типа заштрихованы: 2 – естественное и принудительное воздушное; 4 – принудительно воздушное и жидкостное; 6 – принудительное жидкостное и естественное испарительное; 7 – принудительное жидкостное, принудительное и естественное испарительное; 8 – естественное и принудительное испарительное.

Основным показателем, определяющим область целесообразного применения способа охлаждения, принимается значение плотности теплового потока, проходящего через поверхность теплообмена:

$$g = \frac{P}{S_n}, \quad (1)$$

где  $P$  – суммарная мощность, рассеиваемая РЭС с поверхности теплообмена;  $S_n$  – поверхность теплообмена РЭС.

Для блока прямоугольной формы

$$S_n = 2[L_1 \cdot L_2 + (L_1 + L_2) \cdot L_3] \cdot K_s, \quad (2)$$

где  $K_s$  – коэффициент заполнения объема блока РЭС.

$$K_s = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{V} \quad (3)$$

где  $V_i$  – объем  $i$ -го компонента РЭС;

$n$  – число компонентов;

$V$  – общий объем РЭС;

$L_1, L_2, L_3$  – размеры сторон корпуса РЭС.

Вторым показателем является минимально допустимый перегрев компонентов в блоке РЭС:

$$\Delta T = T_{\min} - T_c \quad (4)$$

где  $T_{\min}$  – допустимая температура поверхности наименее теплостойкого элемента;

$T_c$  – температура окружающей среды.

Для естественного охлаждения  $T_c = T_{\max}$ , т.е. соответствует максимальной температуре окружающей среды. Для принудительного охлаждения  $T_c = T_{\text{вх}}$ , т.е. соответствует температуре охлаждающего воздуха (или жидкости), используемого в системе охлаждения РЭС.

Данная методика выбора способа охлаждения РЭС целесообразно на ранней стадии проектирования, которая позволяет в достаточно короткий срок спроектировать систему охлаждения РЭС и уточнить его на стадии испытания макета разрабатываемого РЭС.

## **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕЧАТНЫМ УЗЛАМ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ, С ПОВЫШЕННЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ**

*И.Р. Фазилжанов (ГУИТ)*

*В.А. Ким (ГУИТ, студент)*

Компоновка радиоэлектронных устройств (РЭУ) осуществляется пространственным размещением компонентов по уровням конструкторской иерархии. Отдельные компоненты РЭУ – электро и радиодетали (ЭРЭ), интегральные микросхемы (ИМС) и другие элементы конструкторской иерархии должны быть электрически соединены между собой. Электрические соединения – часть конструкции, предназначенная для обеспечения электрически неразрывных связей элементов и составных частей РЭУ между собой в соответствии с принципиальной или монтажной схемой. Качество выполнения электрических соединений и его конструктивное и технологическое исполнение в значительной степени определяют эффективность и качество конструкции всего РЭУ. Электрические соединения могут вносить искажения, затухание и задержку непрерывного или дискретного сигнала при распространении в электрической линии связи, а возникающие в ней паразитные связи и помехи могут нарушить нормальное функционирование РЭУ.

Печатные платы (ПП) – основа печатного монтажа любого РЭУ, при котором ИМС, полупроводниковые приборы, ЭРЭ и элементы коммутации устанавливаются на изоляционное основание с системой токопроводящих полосок металла (проводников), которыми они электрически соединяются между собой в соответствии с электрической принципиальной схемой. Они

получили широкое распространение в производстве модулей, ячеек и блоков РЭУ благодаря следующим преимуществам по сравнению с традиционным объемным монтажом проводниками и кабелями:

- повышение плотности размещения компонентов и плотности монтажных соединений, возможность существенного уменьшения габаритов и веса изделий;
- получение печатных проводников, экранирующих поверхностей и ЭРЭ в одном технологическом цикле;
- гарантированная стабильность и повторяемость электрических характеристик (проводимости, паразитных емкости и индуктивности);
- повышение быстродействия и помехозащищенности схем;
- повышенная стойкость к климатическим и механическим воздействиям;
- унификация и стандартизация конструктивных и технологических решений;
- увеличение надежности узлов, блоков и устройства в целом;
- улучшение технологичности за счет комплексной автоматизации монтажно-сборочных и контрольно-регулирующих работ;
- снижение трудоемкости, материалоемкости и себестоимости.

К недостаткам следует отнести сложность внесения изменений в конструкцию и ограниченную ремонтпригодность. Элементами ПП являются диэлектрическое основание, металлическое покрытие в виде рисунка печатных проводников и контактных площадок, монтажные и фиксирующие отверстия.

В РЭУ применяют ПП практически на всех уровнях конструктивной иерархии:

- на нулевом – в качестве основания гибридной интегральной схемы (ГИС) и микросборок;

- на первом и последующих – в качестве основания, механически и электрически объединяющего все элементы, входящие в схему электрическую принципиальную РЭУ.

В производстве РЭУ широко используются следующие типы ПП:

- односторонняя печатная плата (ОПП) – ПП, на одной стороне которой выполнен проводящий рисунок;

- двусторонняя печатная плата (ДПП) – ПП, на обеих сторонах которой выполнены проводящие рисунки и все требуемые соединения;

- многослойная печатная плата (МПП) – ПП, состоящая из чередующихся слоев изоляционного материала с проводящими рисунками на двух или более слоях, между которыми выполнены требуемые соединения;

- гибкая печатная плата (ГПП) – ПП, имеющая гибкое основание;

- гибкий печатный кабель (ГПК) – система параллельных печатных проводников, размещенных на гибком основании.

На основании преимуществ печатных плат к ним предъявляется ряд требований, которые должны соблюдаться в обязательном порядке при проектировании печатной платы. При выполнении работы над размещением компонентов и трассировке проводников печатной платы для прибора с повышенными требованиями должны быть соблюдены требования национальных стандартов и стандартов предприятия, распространяемых на двусторонние печатные платы. Рассмотрим некоторые из них. В зависимости от условий эксплуатации в соответствии с требованиями стандартов определяют группу жесткости, предъявляющую соответствующие требования к конструкции печатной платы, к используемому материалу основания и необходимости применения дополнительной защиты от климатических, механических и других видов воздействий. На основании этих требований печатная плата должна обеспечивать свою работоспособность при воздействии на нее климатических факторов одной из четырех групп жесткости.

После изготовления плата должна пройти испытание на проверку устойчивости к кратковременному воздействию повышенной температуры (термоудар), которое проводится в кремнийорганической жидкости. После проведения испытания на плате должны отсутствовать набухание, отслоение и растрескивание покрытия. Согласно требованиям монтажные и фиксирующие отверстия расположены в соответствии с требованиями чертежа и имеют допустимые отклонения, определяемые классом точности печатной платы. Для повышения надежности паяных соединений рекомендуется покрыть внутреннюю поверхность монтажных отверстий слоем меди толщиной не менее 25 мкм. Покрытие должно быть сплошным, без включений, пластичным, с мелко кристаллической структурой и прочно сцепленным с диэлектрическим основанием. После циклического воздействия изменения температур сопротивление перехода металлизированного отверстия не должно отличаться более чем на 20% от значения сопротивления в нормальных климатических условиях.

Следующее ограничение, определяемое требованиями прочности и плотности монтажа, – максимальный размер стороны ПП не превышает 500 мм. Выбор материала ПП, способ ее изготовления, класс плотности монтажа осуществлены на стадии эскизного проектирования, так как эти характеристики определяют многие электрические параметры устройства. По краям платы должны быть предусмотрены технологическая зона шириной не менее 1 мм. Размещение установочных и других отверстий, а также печатных проводников в этой зоне недопускается.

Оптимальная трассировка межсоединений в печатной плате заключается в том, чтобы, добиваясь максимальной плотности их размещения, стремиться сделать сигнальные связи как можно

короче, особенно те цепи, которые в большой степени отвечают за скорость распространения сигналов, а значит, за быстродействие и надежность изделия. При трассировке платы следует добиваться минимизации длины межсоединений, сокращая количество межслойных переходов (металлизированных отверстий), что уменьшает паразитные связи, емкостные и индуктивные потери и другие негативные факторы при передаче сигналов. На основании практических методов, применяемых при трассировке и компоновке элементов, следует применять резервирование на печатной плате. В частности, должны быть определены позиции для дополнительных металлизированных отверстий в случае повреждения рядом расположенного отверстия. Для повышения механической прочности следует увеличить количество крепежных точек на печатной плате. Также при расположении элементов следует соблюдать равномерное распределение элементов по поверхности платы, что обеспечивает равномерное распределение массы на печатной плате.

Приведенные данные полезны при проектировании печатных плат РЭУ с повышенными эксплуатационными требованиями. Указанные стандартные требования должны соблюдаться при проектировании любой печатной платы.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «ADISIMPL» ПРИ РАСЧЕТЕ СИНТЕЗАТОРОВ С ФАПЧ**

*Ш.А. Фазилжанова (ТНКС)*

*Х.И. Фозилжонов (ГУИТ, магистрант)*

Синтезатор частоты — устройство для генерации электрических гармонических колебаний с помощью линейных повторений (умножением, суммированием, разностью) на основе одного или нескольких опорных генераторов. Синтезаторы частот служат источниками стабильных (по частоте) колебаний в радиоприемниках, радиопередатчиках, частотомерах, испытательных генераторах сигналов и других устройствах, в которых требуется настройка на разные частоты в широком диапазоне и высокая стабильность выбранной частоты. Стабильность обычно достигается применением фазовой автоподстройки частоты или прямого цифрового синтеза (DDS) с использованием опорного генератора с кварцевой стабилизацией. Синтез частот обеспечивает намного более высокую точность и стабильность, чем традиционные электронные генераторы с перестройкой изменением индуктивности или емкости, очень широкий диапазон перестройки без каких-либо коммутаций и практически мгновенное переключение на любую заданную частоту.

Рассмотрим основные блоки, входящие в структурную схему синтезатора частоты с фазовой автоматической подстройкой частоты



(ФАПЧ). Структурная схема цифрового синтезатора с ФАПЧ приведена на рис.1.

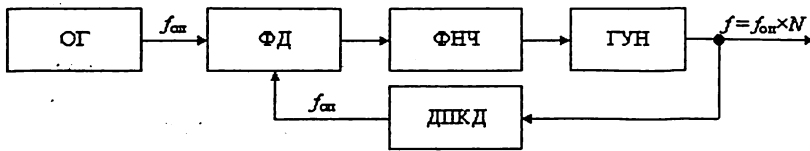


Рис.1. Структурная схема цифрового синтезатора частоты с ФАПЧ

В состав структурной схемы входит фазовый детектор (ФД), формирующий сигнал ошибки формируемого колебания. Выходное колебание вырабатывается генератором, управляемым напряжением (ГУН). Образцовое колебание в этой схеме формирует опорный генератор (ОГ). Еще одним неотъемлемым звеном цепи фазовой автоподстройки частоты является фильтр нижних частот (ФНЧ), позволяющий избежать самовозбуждения всей схемы в целом. В структурной схеме, приведенной на рис.1, использован делитель с переменным коэффициентом деления (ДПКД). Изменяя коэффициент деления  $N$  делителя ДПКД, можно перестраивать выходную частоту генератора. В этой схеме в качестве фазового детектора может быть применен как цифровой фазовый детектор, так и фазовый компаратор. Применение фазового компаратора позволяет расширить частотный диапазон захвата петли фазовой автоматической подстройки частоты синтезатора частот.

В виду крайней необходимости применения синтезаторов во многих радиоэлектронных устройствах, необходимо ускорить процесс их проектирования. Для облегчения расчета параметров элементов синтезаторов компания Analog Devices выпустила программу моделирования ADIsimPLL, которую можно свободно загрузить с веб-сайта: [www.analog.com](http://www.analog.com), заполнив анкету.

Программа позволяет существенно упростить и ускорить процедуру проектирования и анализ характеристик синтезатора в переходном и установившемся режимах.

Теоретические основы проектирования синтезаторов с импульсной ФАПЧ (ИФАПЧ) базируются на ряде положений теории автоматического регулирования. Среди них частотные методы анализа, устанавливающие связь между параметрами частотных характеристик разомкнутого кольца и характеристики кольца ИФАПЧ. К числу таких параметров относятся частота единичного усиления разомкнутого кольца, запас устойчивости по фазе, с которыми напрямую связаны длительность переходного процесса и величина колебательности переходной характеристики. Применение логарифмических частотных характеристик позволяет установить

механизм преобразования спектральной плотности мощности различных помех внутри кольца в спектральную плотность фазовых флуктуаций синтезируемого сигнала и выполнить ее необходимый расчет.

Проектирование синтезатора на основе ИФАПЧ заключается в выполнении следующих шагов:

- определение частотных требований к синтезируемым сигналам и выходным узлам синтезатора;
- выбор цифровой микросхемы серии ADF (*chip*);
- выбор перестраиваемого генератора (*VCO*);
- выбор опорного кварцевого генератора (*Reference*);
- выбор типа петлевого фильтра (*loopfilter*);
- моделирование, анализ характеристик кольца, коррекция параметров отдельных звеньев.

Выбор цифрового модуля, перестраиваемого генератора и опорного генератора и режимов их работы связана в первую очередь с динамическими характеристиками синтезатора. Выбор петлевого фильтра является заключительным этапом и во многом определяется требованиями к спектральным характеристикам синтезируемого сигнала. К числу их относятся: уровень дискретных паразитных составляющих, спектральная плотность мощности фазовых флуктуаций при заданных отстройках по частоте, паразитное отклонение частоты в заданной полосе частот (ПЧ), паразитное отклонение фазы в заданной полосе частот (ПФ).

Программа автоматически строит характеристики синтезатора и фильтра, а именно: частотные, временные и шумовые характеристики отдельных компонентов и всей системы ФАПЧ. По окончании процесса моделирования создается принципиальная схема устройства. Для примера рассмотрим расчет синтезатора ADF4110 с диапазоном частот от 100 – 200 МГц и шагом в 25 кГц. В качестве фильтра используем пропорционально-интегрирующий фильтр 2-го порядка. Результаты расчета приведены на рис.2,3,4,5,6.

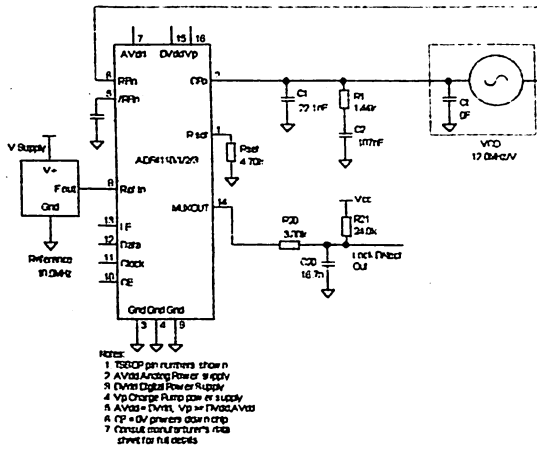


Рис. 2. Принципиальная синтезатора частоты

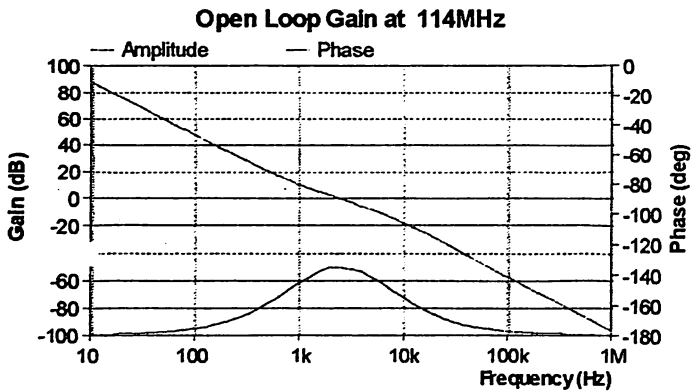


Рис. 3. Частотная характеристика разомкнутойпетли ФАПЧ

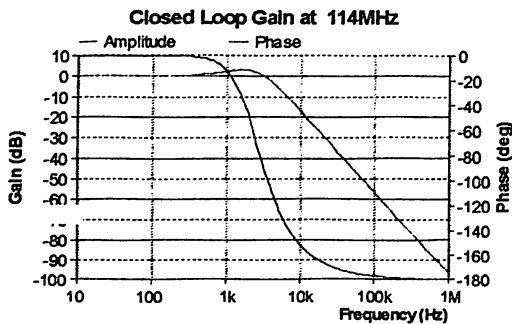


Рис.4. Частотная характеристика замкнутойпетли ФАПЧ

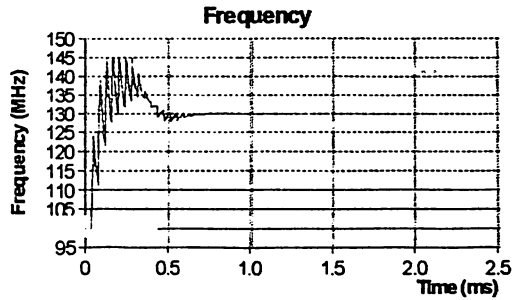


Рис. 5. Переходной процесс установления выходной частоты

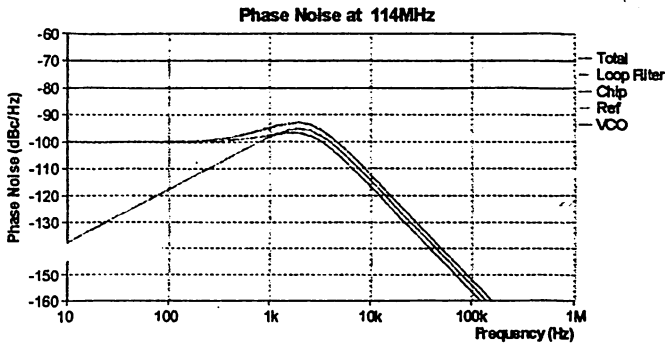


Рис. 6. Спектральная плотность мощности фазовых шумов

Таким образом, программа ADIsimPLL позволяет в достаточно короткий срок проектировать синтезатор частот на ФАПЧ с необходимыми параметрами и подобрать для него оптимальный фильтр, а также исследовать частотные, временные и шумовые характеристики системы ФАПЧ.

## РАДИОБЛОКИРАТОРЫ СРЕДСТВ СОТОВОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА GSM

*Н.А. Ядгарова (ГУИТ)*

*Х.И. Фозилжонов (ГУИТ, магистрант)*

Стремительное развитие сотовой связи и устройств передачи информации с помощью встроенных миниатюрных микрофонов породило серьезную проблему, относящуюся к информационной безопасности. Это

связано, прежде всего, с тем, что такие устройства по своим размерам и другим характеристикам приблизились к специальным техническим средствам и обнаружить их при укрытии и нелегальном применении крайне сложно. С точки зрения тактических возможностей сотовый телефон может приобрести свойства прослушивающего устройства. Наиболее характерные тактические возможности сотового телефона - сотовый телефон можно рассматривать как миниатюрное высококачественное подслушивающее радиоустройство, способное, во-первых, передавать акустическую информацию на сколь угодно большое расстояние по каналу сотовой связи. В этом случае телефон переводится в режим передачи по инициативе его владельца. Во-вторых, сотовый телефон может быть удаленно активирован без какой-либо индикации и без согласия владельца, даже в выключенном состоянии. Для специалиста в области информационной безопасности эта характеристика означает наличие у сотового телефона возможности дистанционного управления и соответственно приведение в действие функции подслушивания в любой момент времени.

Существует немало компаний, выпускающих мобильные телефоны с модифицированными шпионскими функциями. Например, английская фирма GSM Spy специализируется на модификации сотовых телефонов компании Siemens, а итальянская Endoacustica - на модификации сотовых телефонов Nokia. Первый наиболее дешевый тип модифицированного телефона носит название «switched off» (выключенный). Специальная программа изменяет режим работы мобильного телефона при приеме входящих звонков.

При установке самого простого варианта такой программы мобильный телефон при приеме входящего звонка переходит в режим автоответа без видимых признаков входящего звонка (телефон не «издает» световых, звуковых или вибрационных сигналов). При установке более сложной программы мобильный телефон переходит в режим автоответа без видимых признаков входящего звонка только при приеме входящего звонка с определенного «контрольного телефона», при этом прием входящих звонков с номеров других телефонов осуществляется в обычном порядке.

Более дорогой тип исполнения модифицированного телефона - «spy-phone» (шпионский телефон). В этом аппарате «вшиты» два номера. Входящие и исходящие звонки с первого (известного) номера осуществляются как в обычном телефоне. Входящие звонки на второй (тайный) номер принимаются скрытно, без видимых признаков входящего звонка.

В отличие от «обычных» сотовых телефонов, закладочные устройства, построенные на их базе, имеют значительно меньшие размеры и могут скрытно устанавливаться не только в интерьерах контролируемого

помещения, но и встраиваться в сетевые удлинители, настольные электрические лампы, электробытовые и радиоприборы и их блоки питания. Такие устройства часто называют GSM-закладками.

Включение типовой GSM-закладки, как правило, осуществляется или передачей SMS-сообщения, или звонком на телефонный номер, записанный в ее SIM-карте.

При получении SMS-сообщения устройство производит набор номера телефона, который заранее записан в памяти SIM-карты или указан в SMS-сообщении. После установления связи осуществляется перехват разговоров, ведущихся в радиусе 5-7 м от места установки устройства, и их передача на приемный пункт по каналу сотовой связи.

На профессиональном уровне задача борьбы с подслушиванием на основе использования сотовых телефонов решается достаточно успешно, но является весьма дорогостоящим мероприятием и требует привлечения специалистов и широкого круга технических средств.

Решение проблемы предотвращения подслушивания с помощью сотовых телефонов - защита с помощью блокирования или подавления нормальной работы сотовых телефонов.

Сферы применения таких устройств различны:

1. Они нужны в различных ведущих компаниях, которые занимаются различными разработками, находящимися в строгом секрете. Поскольку если конкуренты украдут эту информацию, то они смогут отлично заработать на этом. Для этого в таких компаниях во время совещаний или обсуждения таких новых идей и разработок зачастую используют такие глушители сигналов.

2. Все чаще блокираторы применяются в образовательных учреждениях. Подавитель GSM не позволит школьникам и студентам в процессе учебы отвлекаться на игры и разговоры. Глушитель GSM также не позволит выдать за свои знания информацию, полученную по каналам связи.

3. GSM подавитель имеет и другие возможности применения. Незаменим глушитель сотовых аппаратов, схема которых позволяет противодействовать радиоуправляемым бомбам.

Существует несколько принципов работы блокираторов телефонов.

1. Самый простой – это глушитель телефонов, схема которых не требует особых затрат. При этом на стены устанавливаются специальные панели, пассивно блокирующие сигналы.

2. Существует и другой путь – это использование активных способов глушения посредством постановки радиопомех с помощью специальных генераторов.

Рассмотрим активные способы глушения средств сотовой связи стандарта GSM.

Одним из способов является использование генератора радиопомех типа «белого шума», который генерирует помеху в очень широкой полосе частот и надежно блокирует работу сотового телефона. Но данный способ имеет ограниченный радиус действия, в виду того что вся мощность генератора как бы «размазывается» в очень широкой полосе частот и имеет низкую спектральную плотность мощности помехи. Кроме того данный генератор создает помехи и другим радиоэлектронным устройствам подавляя их работу.

Другим способом защиты выделенных помещений от перехвата речевой информации техническими средствами, построенными на базе средств сотовой связи, является использование блокираторов (подавителей) сотовой связи представляющие собой генераторы радиопомех, обеспечивающие постановку заградительной шумовой помехи в диапазоне частот работы базовых станций стандарта GSM, то есть на частотах приема мобильных телефонов сотовой связи. Постановка такой помехи приводит к срыву управления мобильного телефона базовой станцией сотовой связи (происходит потеря сети мобильным телефоном), и следовательно, - к невозможности передачи информации. При этом на экране телефона значок уровня сигнала пропадает и появляется сообщение «Поиск сети». Наиболее широко в таких блокираторах используются генераторы помех с пилообразной перестройкой несущей частоты. Упрощенная схема такого генератора представлена на рис. 1.

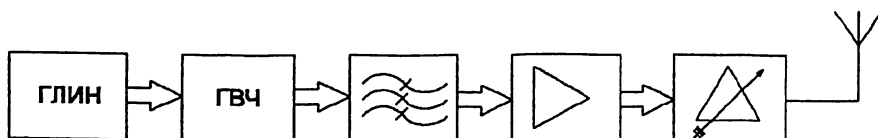


Рис. 1. Структурная схема блокиратора средств сотовой связи, построенного на базе генератора линейно изменяющегося (пилообразного) напряжения

Блокиратор сотовой связи включает: высокочастотный генератор (ГВЧ) на базе управляемого напряжением генератора, генератор линейно изменяющегося (пилообразного) напряжения (ГЛИН), полосовой фильтр, усилитель мощности, согласующие устройство и антенну. Частота излучения высокочастотного генератора изменяется при подаче управляющего напряжения в пределах заданной полосы частот  $\Delta F = F_2 - F_1$  (частотного диапазона соответствующего стандарта сотовой связи). Управляющее напряжение представляет собой последовательность пилообразных импульсов. Сигнал с выхода генератора поступает на полосовой фильтр с полосой пропускания  $\Delta F$ , где осуществляется

подавление внеполосных излучений, усиливается и через согласующее устройство подается в антенну. Таким образом, генератор излучает шумовую заградительную помеху в заданной полосе частот  $\Delta F$ . Для обеспечения требуемой эффективности работы подавителя скорость изменения управляющего пилообразного напряжения должна быть довольно высокой. Например, у подавителя сотовых телефонов «Аллигатор» частота следования пилообразных импульсов составляет около 275 кГц.

Эффективность помехового сигнала можно резко улучшить, если дополнительно промодулировать низкочастотным шумом высокочастотный сигнал блокиратора. Структурная схема такого генератора приведена на рис.2, который содержит дополнительно сумматор низкочастотный полосовой фильтр и источник низкочастотного шума (ИНШ).

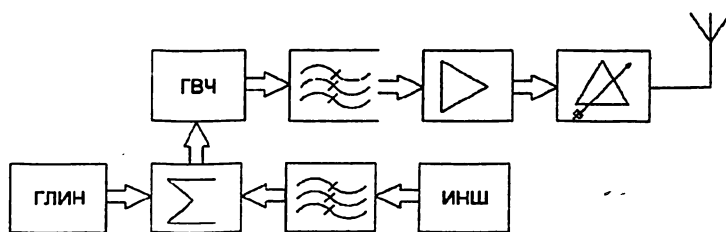


Рис.2. Структурная схема подавителя средств сотовой связи с шумовой частотной модуляцией

У наиболее простых блокираторов вместо источников низкочастотного шумового сигнала могут использоваться генераторы низкочастотного синусоидального напряжения, а также могут отсутствовать полосовые фильтры. Однако у таких подавителей наблюдается высокий уровень внеполосных излучений и их эффективность по сравнению с вышерассмотренными подавителями значительно ниже.

В более сложных блокираторах управляющее напряжение, подаваемое на генератор, представляет собой аддитивную смесь последовательности пилообразных импульсов и низкочастотного «белого шума», поэтому меняется не только частота излучения, но и происходит его модуляция низкочастотным шумовым сигналом. В данном случае также мощность высокочастотной помехи «размазывается» в относительно небольшой полосе частот и спектральная плотность мощности помехи оказывается сравнительно не большой.

В работе предлагается вместо источника низкочастотного шума использовать второй генератор линейно изменяющегося (пилообразного)



напряжения, представляющий собой последовательность пилообразных импульсов порядка  $2 \div 3$  МГц с уровнем сигнала не менее 20 раз меньше чем уровень сигнала на выходе первого генератора линейно изменяющегося (пилообразного) напряжения. В этом случае нет необходимости использования полосового фильтра перед сумматором. Кроме того уровень внеполосных излучений гораздо меньше чем при использовании синусоидального напряжения в качестве низкочастотного шумового сигнала.

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ЭМС РЭС ЦИФРОВОГО ВЕЩАНИЯ И МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ**

*Р.Г. Зокиров (ТашГТУ, магистрант)*

В Республике Узбекистан полоса частот 470-862 МГц используется РЭС ВРНС, а также в соответствии с Соглашением Женева-06 указанная полоса планируется для использования цифровым телевизионным вещанием. Особую актуальность приобретает оценка ЭМС РС и ПС в данной полосе частот, тем более в обеих службах появляются и развиваются новые стандарты, такие как цифровые телевизионные стандарты DVB-T и DVB-T2, стандарты системы IMT-TCDDMA и LTE.

Для исследования возможности совместного использования РЭС стандарта DVB-T и систем IMT проводились различные эксперименты.

Измерения проводились для гауссовского, статического райсовского и изменяющегося рэлеевского каналов. В DVB-T использовался режим 16QAM, 2/3, GI 1/4, и частоты 470- 858 МГц. В качестве мешающего сигнала исследовался сигнал от абонентского терминала системы LTE (LTE UE) в канале 5 МГц. В целом измерения показали схожесть влияния сигналов LTE UE и UMTS UE на прием DVB-T. Несмотря на это, для сигнала LTE UE были получены немного более высокие защитные отношения для соседних каналов диапазона  $N+4 \dots N+8$ .

Оценку обеспечения ЭМС при совместном использовании РЭС РС и систем IMT в полосе 470-862 МГц можно проводить двумя путями - детерминированная оценка и статистическая оценка ЭМС. На основе детерминированной оценки ЭМС разрабатываются соответствующие нормы частотнотерриториального разнеса (ЧТР) РЭС.

Статистический подход к оценке ЭМС основан на задании статистических распределений параметров РЭС (координаты, частоты, мощности излучений и др.), расчете статистических характеристик ЭМО и статистической оценке воздействия ЭМО на РЭС.

Для статистической оценки ЭМС для сетей IMT наиболее приемлемым становится метод статистического моделирования, получивший название метода Монте-Карло. Метод Монте-Карло - это

численный метод решения математических задач при помощи моделирования случайных чисел. Результат моделирования носит случайный характер и выражается в виде вероятности влияния помехи.

Практическая реализация алгоритмов статистической оценки ЭМС сотовых систем связи, методом Монте-Карло представлена в рекомендованных МСЭ пакетах программ SEAMCAT (SpectrumEngineeringAdvancedMonte-CarloAnalysisTool) разработанным ECO (EuropeanCommunicationsOffice).

При статистической оценке ЭМС в SEAMCAT методом Монте-Карло делаются следующие допущения:

- сеть загружена на 100% и каждому пользователю распределено установленное число блоков ресурса;
- при сценариях, когда мешающим является «линия вниз» системы LTE, определяется только позиция базовой станции, так как принимается, что базовая станция работает в полную мощность;
- для других сценариев требуется полное сетевое моделирование OFDMA.

С помощью программного продукта SEAMCAT были получены вероятностные характеристики мешающего сигнала (см.рис.) от базовой станции системы CDMA (источник помех) к приемнику DVB-T (пораженный приемник) относительно территориального разнота в городских, пригородных и сельских условиях.



Зависимость вероятности помехи от расстояния

На сегодняшний день вопросы ЭМС между системами DVB-T и LTE мало изучены. Необходимо учитывать перспективу развития систем

развития радиовещательных технологий, сопровождающий внедрением стандарта DVB-T2. Необходимо продолжить исследования для более точной оценки возможностей совместной работы подвижной службы системы LTE с радиовещательной службой в полосе 470-862 МГц.

Показано, что вопросы ЭМС между системами DVB-T и LTE мало изучены. Необходимо учитывать перспективу развития систем развития радиовещательных технологий, сопровождающий внедрением стандарта DVB-T2. Необходимо продолжить исследования для более точной оценки возможностей совместной работы подвижной службы системы LTE с радиовещательной службой в полосе 470-862 МГц.

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ LTE И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ OFDM**

*М.О. Муминова (ТашГТУ, магистрант)*

В статье рассмотрены причины возникновения технологий четвертого поколения, основные требования к ним, особенности построения технологии Long Term Evolution (LTE). Приведена частотно-временное представление OFDM сигнала, а также график, показывающий зависимости отношения сигнал-шум при разных видах модуляции.

Для развертывания сетей стандарта LTE выделено две полосы частот: одна из них расположена в диапазоне 700 МГц, а вторая — 2,1 ГГц. Радиоинтерфейс LTE поддерживает оба метода дуплексного разделения каналов: частотный Frequency Duplex Division (FDD) и временной Time Duplex (TDD).

Особенностью радиоинтерфейса в линии «вниз» сети LTE является использование технологии множественного доступа Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA). Интервал времени передачи (TTI) в линии «вниз» соответствует длительности подкадра и равен 0,5 мс. В линии «вниз» поддерживаются следующие виды модуляции: Qu-adrature Phase Shift Keying (QPSK), 16QAM (Qu-adrature Amplitude Modulation) и 64QAM. Также используется технология Multi-Input Multi-Output (MIMO).

Частотно-временное представление OFDM сигнала представлено на рис.1. Преобразование сигнала из временной в частотную область обеспечивается дискретным преобразованием Фурье (DFT - DiscreteFourierTransform).

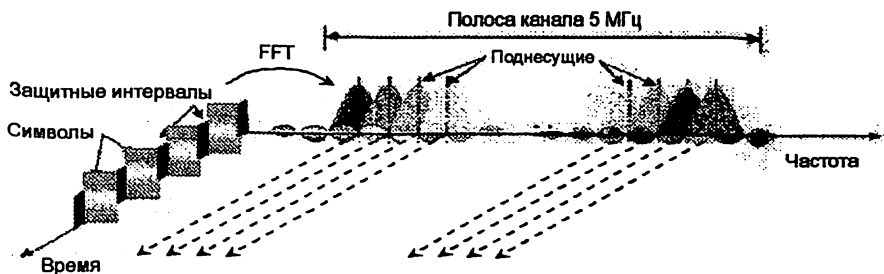


Рис. 1. Частотно-временное представление OFDM сигнала при ширине спектра 5 МГц

Приведены пиковые значения скорости передачи данных в линиях «вниз» в условиях благоприятной помеховой обстановки ( $C/I > 20$  dB), когда можно использовать многопозиционные виды модуляции 16QAM, 64QAM. Ухудшение отношения  $C/I$  приводит к уменьшению скорости передачи для линии «вниз» (рис. 2).

Как показано на рис.2 скорость передачи данных зависит от характеристик помехоустойчивости алгоритма приема и обработки сигнала. На рисунке обозначено:

- MMSE (Minimum Mean Square dError) – линейное детектирование сигналов MIMO по критерию минимума среднеквадратической ошибки;
- QRM-MLDc использованием ASESS (Adaptive Selection of the Surviving Symbol Replica Candidates) – адаптивное нелинейное детектирование QRM (QR decomposition and the M-algorithm) сигналов MIMO по критерию максимума функционала правдоподобия MLD (Maximum Likelihood Detection).

Зная требуемое отношение сигнал шум и мощность передачи можно определить возможные скорости передачи данных на разных удалениях от базовой станции.

Показано, что при проектировании сетей технологи LTE недостаточно только проанализировать покрытие и оценить взаимовлияние базовых станций. Важной частью расчета является моделирование параметров трафика и анализ распределения абонентов. Была исследована схема приемопередатчика для линии «вниз» частотного разделения каналов с замираниями. В результате были получены зависимости отношения сигнал-шум при разных видах модуляции.

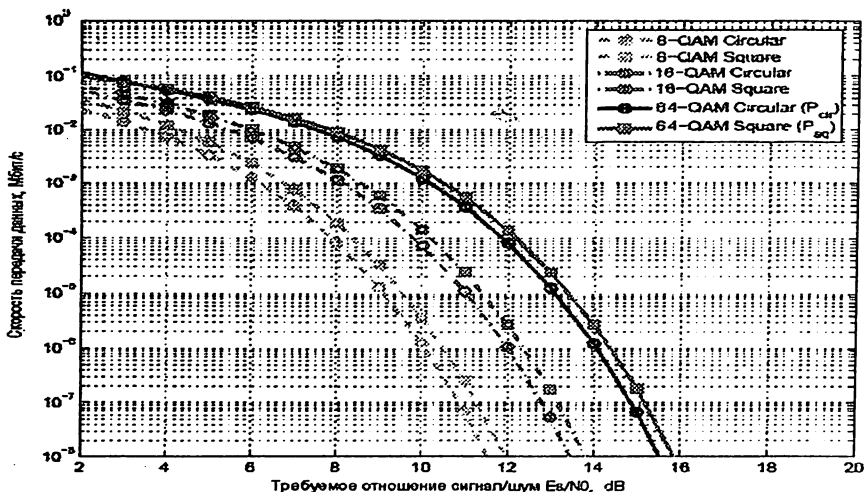


Рис.2. Зависимость скорости передачи данных от отношения сигнал-шум в линии «вниз»

## МЕТОДЫ ОБЪЕКТИВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

*Х.И. Шарипов (ТашГУ, магистрант)*

Любая видеосистема, аналоговая или цифровая, в конечном счете оценивается по степени удовлетворенности зрителя даваемым ею изображением. За многие годы ученые и инженеры разработали целый ряд методов оценки различных характеристик качества видеосигнала и качества изображения в целом.

В аналоговых видеосистемах и системах с некомпьютеризованным сигналом статические тест-сигналы позволяют измерять искажения и оценивать такие параметры, как отношение сигнал/шум. С помощью вектроскопов, осциллографов и других подобных им измерительных устройств вы подаете в свою видеосистему тестовый сигнал, и устройство показывает, как этот сигнал искажился в видеосистеме. В аналоговых видеосистемах и цифровых системах без компрессии между результатами измерения тест-сигнала и зрительской субъективной оценкой качества изображения существует сильная корреляция.

Но стандартные тест-сигналы не позволяют измерить все параметры компрессированного цифрового видео. В системе с компрессированным цифровым видео точность представления изображения постоянно

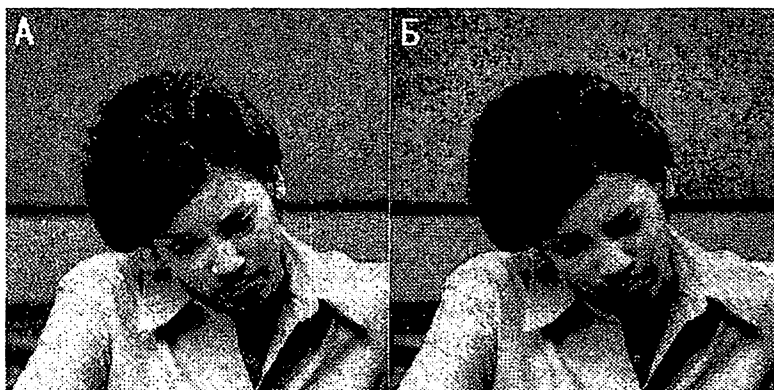
изменяется в зависимости от визуальной сложности изображения, доступной скорости передачи и даже метода компрессии. Инженеры стремятся к тому, чтобы эти изменения сказывались на качестве изображения как можно меньше при заданных технических характеристиках и стоимости разрабатываемой аппаратуры. Компрессированное цифровое видео предъявляет новые требования к оборудованию для оценки качества видеосистем.

С появлением мощных компьютеров ученые и инженеры стали искать пути использования этой мощности в автоматизированных тестовых системах.

Компьютеры хорошо справляются с вычислениями и дают один и тот же результат при их повторении. Такие прикладные программы, как Photoshop, могут вычислять разность между исходным неkomпрессированным изображением и его компрессированной копией.

Они берут исходное изображение, сравнивают его с компрессированной копией и определяют, сколько пикселей в копии отличается от соответствующих им пикселей в оригинале.

Один из объективных способов измерения визуальных искажений состоит в оценке среднего квадрата ошибки (MSE) или среднеквадратического отклонения (RMSE) между оригиналом изображения и его обработанным вариантом. Параметры MSE и RMSE совершенно объективны и повторяемы. Однако объективных оценок недостаточно. Значения MSE и RMSE не показывают, какие ошибки зритель заметит в первую очередь. На самом деле, изображение с более высоким значением MSE или RMSE может даже казаться менее искаженным (рис. 1).



### Рис.1. Изображение с более высоким значением MSE и RSME

Если просто измерять разность между исходным и обработанным изображениями, можно получить результаты, вводящие в заблуждение. Измерение среднего квадрата ошибки (MSE) для этих двух компрессированных изображений показывает, что А искажено сильнее, чем Б, но Б выглядит лучше. Алгоритм Just Noticeable Difference (JND), разработанный Samoff Corporation, основан на модели зрительной системы человека и взвешивает искажения в соответствии с тем, насколько они будут заметны для наблюдателя.

Заветная мечта тех, кто занимается оценкой качества изображений, - объективный метод определения качества, метод, учитывающий работу зрительной системы человека, но позволяющий избежать тех материальных затрат, трудоемкости и факторов неопределенности, которые сопряжены с субъективным тестированием. Такой метод должен быть применим для множества различных видов изделий и технологий компрессии.

Измерения качества видеосигналов позволяют нам оценить искажения, вносимые нашими производственными средствами и процедурами. С появлением компрессированного цифрового видео оказалось, что одних только тест-сигналов недостаточно для полного измерения качества изображения. Гораздо более полными тестами для систем кодирования являются реальные видеопоследовательности. В конце концов о качестве изображения судит не машина, а вы сами, ваши клиенты, ваша аудитория. Как и во многих других задачах, связанных с цифровым видео, компьютер, по-видимому, может облегчить проблему измерения качества видео.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ В СЕТЯХ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ С ИНФОРМАЦИОННЫМ СЖАТИЕМ

*И.И. Виноградов (ТашТТУ, магистрант)*

В настоящее время в нашей стране динамично развиваются сети кабельного телевидения (СКТВ). В связи с тем, что действующие в настоящее время отечественные ГОСТ морально устарели, весьма актуальны вопросы разработки норм на характеристики элементов сетей кабельного ТВ и методов контроля качества ТВ изображения в данных сетях.

В настоящее время для кодирования изображений с информационным сжатием широко используются стандарты MPEG, JPEG. Особенность данных алгоритмов в том, что здесь производится переход из

временной области в спектральную и обратно с нелинейным усечением числа компонентов в спектральной области с появлением сопутствующих искажений. Сопоставительный анализ и сравнительная оценка качества изображения при использовании этих методов весьма затруднены, измерительная аппаратура для численной оценки искажений, возникающих в процессе кодирования, например, по стандарту MPEG-4, ведущих зарубежных фирм-производителей является дорогостоящей.

Существующие в настоящее время программные методы оценки качества кодеков MPEG-4 предназначены для субъективной экспресс-оценки качества декодированного изображения и не позволяют получить параметры, объективно характеризующие качество декодированного изображения.

Испытания могут проводиться как в ходе эксплуатации, на реальном программном материале, так и вне эксплуатации, с помощью специально подобранных тестовых сигналов и сцен. Возможные сочетания различных методов и режимов испытаний показаны в таблице.

Методы и режимы испытаний ТВ систем

Метод испытаний	Вид тестового материала	
	в процессе эксплуатации	вне эксплуатации
Метод субъективных экспертиз (качество изображения)	Программный материал	Тестовые кадры или сцены
Метод приборной оценки качества изображения (качество изображения)	Программный материал	Тестовые кадры или сцены
Объективные измерения параметров сигнала (качество сигнала)	Тестовый сигнал в интервале кадрового гашения	Полномерный тестовый сигнал

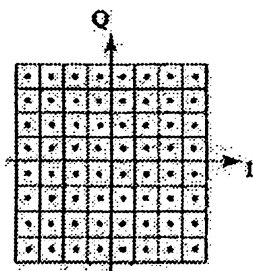
Ввиду отсутствия стандартизованных методов контроля в основу большинства методов и критериев оценки качества компрессированного цифрового ТВ изображения и звукового сопровождения положен непривычный для большинства практических ТВ инженеров принцип: «если система хороша для пользователя, то она хорошая». Этот принцип нашел свое отражение в концепции «качества обслуживания QoS» (Quality of Service).



Важным видом испытаний каналов спутниковых и кабельных систем ТВ, наземных станций и сетей распределения является анализ протоколов и инструкций для декодеров, периодически передаваемых в виде таблиц в составе транспортного потока данных. В системах на основе стандарта MPEG-2 передаются, например, таблицы PSI (специфическая программная информация), PAT (информация, связанная с программой вещания), PMT (таблица карты программ), CAT (таблица ограниченного доступа) и другие.

Кроме того, контроль и измерения в процессе передачи можно осуществлять, используя некоторые особенности цифровой модуляции сигналов. Для сокращения занимаемой полосы частот применяют многоуровневую или многопозиционную модуляцию, например, типа QAM (квадратурная АМ) либо QPSK (квадратурная фазовая манипуляция). При этом сигнал на выходе демодулятора приемника можно представить в виде сигнального созвездия, т.е. диаграммы дискретных значений цифрового сигнала.

Созвездие для конкретного типа модуляции 64-QAM представлено на рисунке.



Созвездие для типа модуляции 64-QAM

Оси координат соответствуют синфазной  $I$  и квадратурной  $Q$  составляющим сигнала. Шумы и помехи трансформируют сигнальные точки в «облака». Центром «облака» остается сигнальная точка, а его «размытость» характеризует остаточный уровень несущей, нарушение баланса уровней сигналов  $I$  и  $Q$ , коэффициент модуляционных ошибок и другие параметры. Можно измерить также квадратурные искажения, возникающие вследствие неортогональности сигналов  $I$  и  $Q$ . Этот параметр оценивается по угловому смещению созвездия на приеме.

# СИСТЕМА ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ВИХРЕВОГО ДАТЧИКА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО УГЛА И ВОЗДУШНОЙ СКОРОСТИ

*Н.Б. Хамидханова (ТашГТУ, магистрант)*

При решении задач пилотирования и обеспечения безопасности полета самолета широко используется информация о величине и составляющих вектора истинной воздушной скорости, аэродинамических углах атаки и скольжения, барометрической высоте и приборной скорости, определяющих динамику движения самолета относительно окружающей среды.

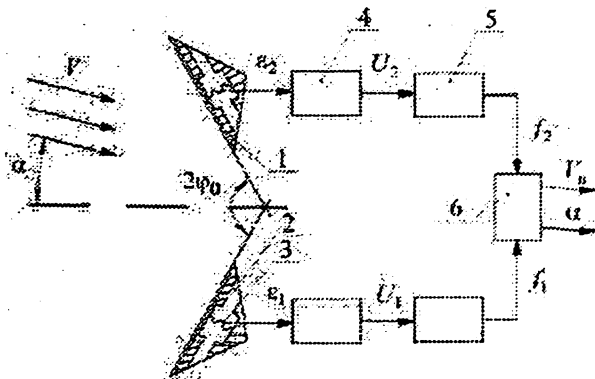
Несмотря на достигнутые успехи, современные средства измерения указанных высотно-скоростных параметров полета самолета построены на основе нескольких разнесенных датчиков и приемников первичной информации (датчика аэродинамических углов, приемники воздушных давлений, приемники температуры торможения), установленных в набегающем воздушном потоке. При этом восприятие, передача, преобразование амплитудных информативных сигналов связаны с появлением дополнительных инструментальных погрешностей.

Принципиальная возможность достижения меньших потерь информации при выделении, преобразовании и обработке частотно-временных первичных информативных сигналов, а также естественная возможность получения выходных сигналов непосредственно в цифровой форме определяют перспективность комбинированного вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости.

На рисунке представлена функциональная схема вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости.

Датчик включает два идентичных тела торможения 1, выполненные в виде клиновидных пирамид, на поверхности которых размещены приемники 2 для забора пульсаций давлений вблизи тел. При обтекании клинообразных пирамид набегающим воздушным потоком, скорость и направление которого определяется вектором  $\vec{V}$ , равным по величине и обратным по знаку вектору  $\vec{V}_B$  истинной воздушной скорости самолета, на их поверхности происходит периодический срыв вихрей, который порождает периодические импульсы давлений вблизи обтекаемых тел и распространяются вдоль от тела, образуя так называемые вихревые дорожки Кармана. Частота  $f$  периодического образования и срыва вихрей зависит от скорости  $V$  набегающего воздушного потока, характерного размера  $l$  основания клиновидных тел и углового положения  $\Phi$  основания клиновидных пирамид относительно направления набегающего воздушного потока. При этом при измерении аэродинамического угла  $\alpha$

основания клиновидных пирамид будут находиться к направлению набегающего воздушного потока под разными углами  $\varphi_1 = \varphi_0 + \alpha$  и  $\varphi_2 = \varphi_0 - \alpha$ . Частоты  $f_1$  и  $f_2$  вихреобразования за клиновидными пирамидами также будут разными.



Функциональная схема вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости

Приемники 2 связаны с преобразователями давлений или перепада давлений 3, частоты выходных сигналов  $e_1$  и  $e_2$  которых равны частотам  $f_1$  и  $f_2$  соответствующих вихревых дорожек Кармана. Электроизмерительные схемы 4, обрабатывая сигналы  $e_1$  и  $e_2$ , формируют выходные электрические сигналы  $U_1$  и  $U_2$ . Последние с помощью триггеров Шмидта 5 преобразуются в последовательности импульсов с частотами  $f_1$  и  $f_2$ , которые поступают в устройство обработки 6, на выходе которого формируются выходные сигналы  $\alpha$  и  $V_B$  по измеряемым аэродинамическому углу и истинной воздушной скорости, в соответствии с соотношениями:

$$\alpha = \arctg \frac{f_2 - f_1}{f_1 + f_2}, \quad (1)$$

$$V_B = \frac{1}{\sqrt{2Sh}} \frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}}, \quad (2)$$

где  $Sh$  – число Струхала клиновидной пирамиды.

Таким образом, восприятие с помощью вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости абсолютного

давления на данной высоте позволяет вычислить все высотно-скоростные параметры полета самолета по информации, воспринимаемой одним многофункциональным датчиком. При этом отсутствие подвижных элементов в набегающем воздушном потоке обеспечивает высокую надежность работы датчика в условиях реальной эксплуатации, что определяет перспективы применения вихревой системы воздушных сигналов на дозвуковых самолетах различного класса и назначения, а также на малоразмерных летательных аппаратах и других объектах малой авиации.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ МОДУЛЯТОРОВ И ДЕМОДУЛЯТОРОВ В ПРОГРАММЕ «NI MULTISIM»**

*Н.А. Ядгарова (ГУИТ)*

*Л.И. Фозилжсонова (ГУИТ, студентка)*

Анализ компонентов библиотек программы NI MULTISIM показывает, что в ней вполне возможно проведение моделирования фрагментов высокочастотных устройств, которое позволяет провести исследование особенностей функционирования высокочастотных устройств в широком диапазоне частот схем, построенных на разных принципах.

Возможности программы для анализа характеристик активных цепей высокочастотного диапазона практически определяются наличием элементов в библиотеках компонентов. Если транзисторы и диоды для использования в ВЧ-диапазоне представлены в библиотеках достаточно широко, то число имеющихся в них ИМС для этого диапазона частот значительно меньше и реально моделирование можно проводить в диапазоне до 300 МГц. Однако использование виртуальных элементов позволяет проводить проверку функционирования схем на уровне идей в более широком диапазоне частот. Например, виртуальная модель аналогового множителя (Multiplier) из библиотеки Sources/Control\_Function\_Blocs позволяет создать на ее основе амплитудный модулятор, синхронный демодулятор, преобразователь частоты, аналоговый высокочастотный коммутатор и пр.

Модель амплитудного модулятора, построенного на базе виртуального множителя, приведена на рис.1. На ОУ AD647KH собран инвертирующий сумматор, на выходе которого формируется модулирующее напряжение, представляющее собой сумму переменного напряжения частотой 10 кГц и постоянного напряжения отрицательной полярности, величина которого регулируется потенциометром R1 в диапазоне от 0 до 5 В.

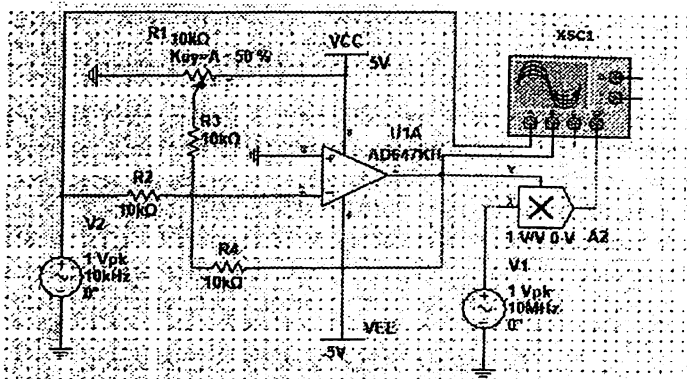


Рис.1. Модель амплитудного модулятора, построенного с использованием виртуального перемножителя

Выходное напряжение усилителя подается на вход X перемножителя, а на вход Y подается напряжение несущего колебания частотой 10 МГц. При отсутствии постоянной составляющей в выходном сигнале усилителя U1A на выходе перемножителя формируется сигнал балансной амплитудной модуляции (при отсутствии модулирующего сигнала на выходе перемножителя подавляется сигнал несущей частоты). При наличии постоянной составляющей – формируется обычный АМ сигнал (рис.2). Изменяя величину постоянной составляющей модулирующего колебания и амплитуду его переменной составляющей, можно изменять глубину модуляции в широких пределах.

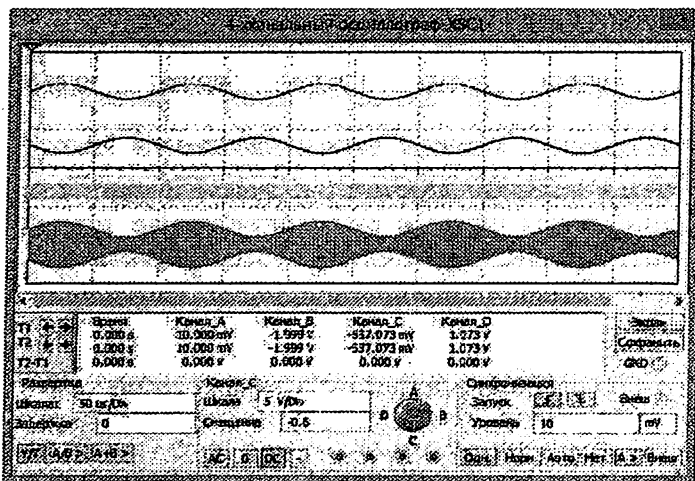


Рис. 2. Сигналы на входах и выходе исследуемого амплитудного модулятора

Используя модель амплитудного модулятора, можно рассмотреть принципы построения и особенности работы синхронных демодуляторов, которые широко используются не только в радиотехнических устройствах.

Для построения синхронного демодулятора достаточно в схему, показанную на рис. 1, ввести еще один перемножитель и генератор сигналов с частотой, равной частоте несущего колебания АМ сигнала. При этом следует учесть, что начальные фазы сигналов всех генераторов, размещенных на рабочем листе NI Multisim, совпадают и равны нулю. Вводя различные значения начальной фазы в одном из генераторов (несущего колебания или управляющего работой синхронного демодулятора) можно исследовать зависимость эффективности работы демодулятора. На рис. 3 приведена схема, содержащая синхронный модулятор, собранный на перемножителе А2 и генераторе гармонического сигнала частотой 10 МГц (гетеродине), и амплитудный модулятор, рассмотренный выше.

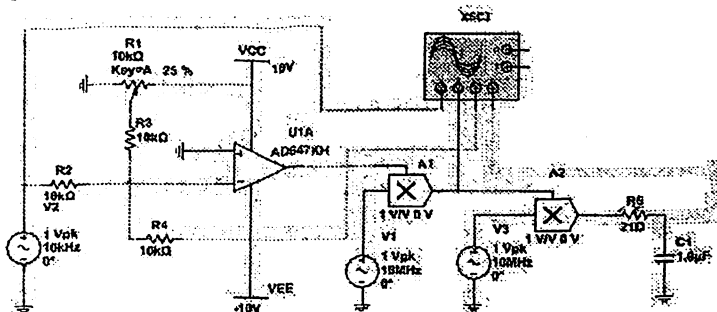


Рис. 3. Модели амплитудного модулятора и синхронного демодулятора, построенные на базе виртуального перемножителя.

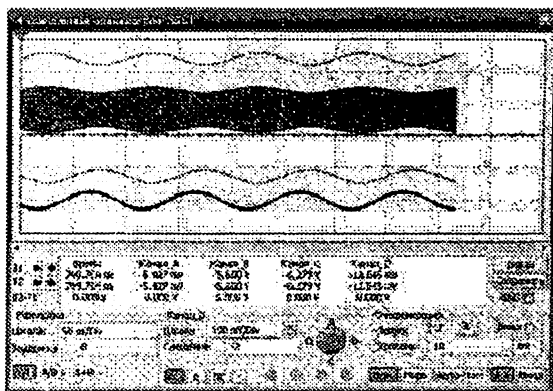


Рис.4. Сигналы на входе и выходе синхронного демодулятора при совпадении фаз генератора несущего колебания и гетеродина

Сигнал на выходе синхронного демодулятора при начальной фазе сигнала гетеродина 0 градусов приведен на рис.4. Как видно при совпадении фаз генератора несущего колебания и гетеродина сигнал на входе амплитудного модулятора и на выходе синхронного демодулятора совпадают по фазе.

Сигнал на выходе синхронного демодулятора при начальной фазе сигнала гетеродина 90 градусов приведен на рис.5. Как видно при фазовом сдвиге между сигналами этих генераторов, равном 90 градусов сигнал на выходе синхронного демодулятора отсутствует.

Сигнал на выходе синхронного демодулятора при начальной фазе сигнала гетеродина 180 градусов приведен на рис.6.

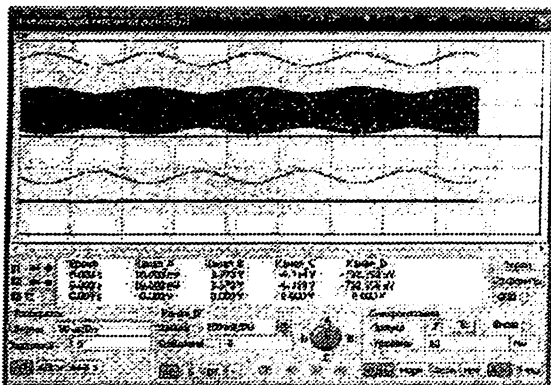


Рис. 5. Сигналы на входе и выходе синхронного демодулятора при фазовом сдвиге между сигналами этих генераторов, равном 90 градусов

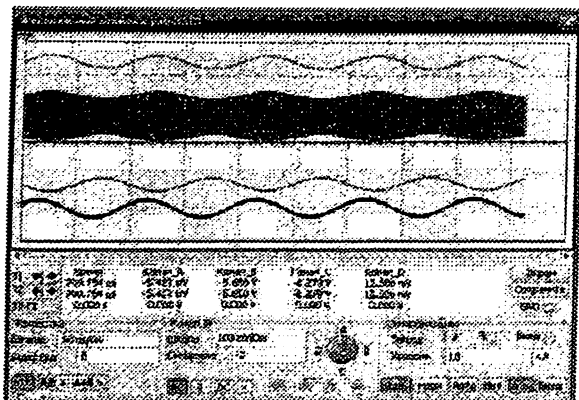


Рис. 6. Сигналы на входе и выходе синхронного демодулятора при фазовом сдвиге между сигналами этих генераторов, равном 180 градусов

Как видно при фазовом сдвиге между сигналами этих генераторов, равном 180 градусов сигнал на входе амплитудного модулятора и на выходе синхронного демодулятора противоположны по фазе. Все полученные результаты соответствуют теории. Таким образом, программа моделирования NI MULTISIM позволяет провести анализ характеристик и исследование особенностей функционирования высокочастотных устройств в широком диапазоне частот.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИКЛАДНЫХ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ УЗБЕКИСТАНА**

*Абдукадиров А.Х. (ТУИТ)*

Доклад посвящен представлению первичных результатов исследования по разработке адаптированных под условия Узбекистана методик расчета распространения радиоволн в различных морфоструктурах и диапазонах частот.

Моделирование условий распространения радиоволн является краеугольным камнем системы планирования сетей радиосвязи. От точности моделирования напрямую зависят расчеты радиопокрытия и все последующие результаты анализа сети. В мобильной радиосвязи условия распространения радиоволн могут варьироваться от простейшей ситуации однолучевого распространения радиоволн между приемником и передатчиком в условиях прямой видимости до многолучевого распространения при многократных отражениях от искусственных сооружений и складок местности в условиях доплеровского изменения частоты при движении объекта и/или препятствий. В отличие от проводных линий связи радиоканал является статистической системой, свойства которой определяются только с некоторой вероятностью. Результаты расчета параметров радиоканала в значительной степени зависят от выбранной модели канала.

Существует большое количество моделей расчета радиопокрытия. По сути это различные математические описания распространения и затухания радиосигнала в пространстве. Наиболее известными моделями распространения радиоволн являются модели Окумура-Хата, Уолфиш-Икегами, Ли, Рекомендация МСЭ-Р Р.1546 и др. В основе своей все эти методики расчета отличаются друг от друга только способом введения коэффициентов коррекции (так называемых, поправочных коэффициентов), отражающих реальные условия распространения, в формулы распространения радиосигнала в свободном пространстве. Сколько-нибудь серьезного теоретического обоснования того или иного способа введения поправочных коэффициентов не существует. Все



варианты определения поправочных коэффициентов к скорости уменьшения поля с расстоянием, а также дисперсии случайного отклонения напряженности поля от среднего значения опираются на экспериментальные данные, полученные в различных странах, на разных частотных диапазонах, в различных географических условиях, в разное время суток и т. д.

Наиболее достоверные модели распространения радиоволн включены в большинство систем радиопланирования, реализованных в виде программных продуктов, основанных на использовании геоинформационных систем (ГИС). Хотя точность расчетов этих систем может отличаться от значений реальных замеров, все же она оказывается достаточной для расчета современных беспроводных сетей. К числу наиболее точных систем радиопланирования относятся: Asset – продукт компании AircomInternational (Великобритания); система Atoll от компании Forsk (Франция); программы семейства Mentum компании InfoVista (США); ICSTelecom – продукт компании ATDI (Франция).

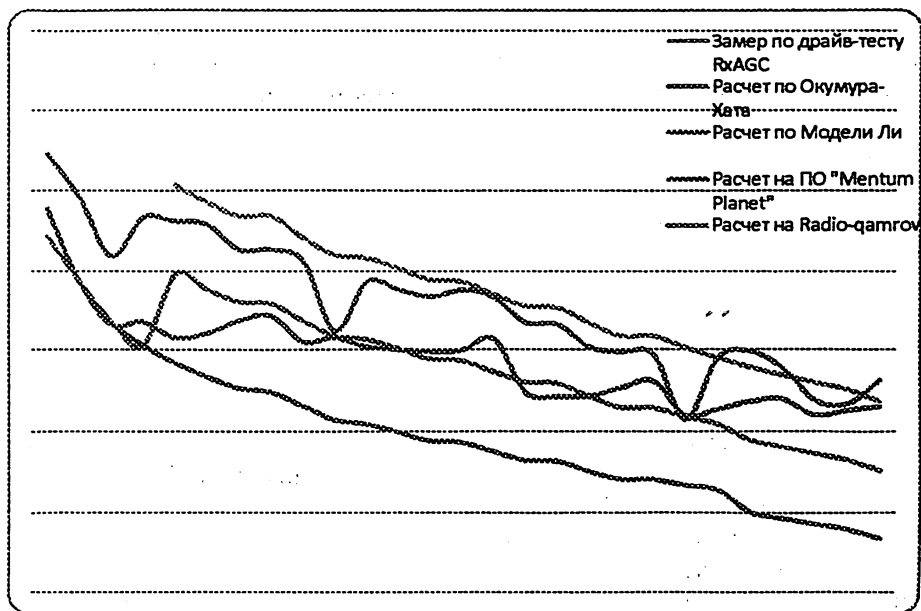
При проведении исследования в качестве моделей для сравнения результатов расчетов использовались три модели: Окумура-Хата, Ли, так как дают лучшие показатели для сельских равнинных местностей, а также программный комплекс MentumPlanet. В дополнение к «академическим» моделям распространения радиоволн, Mentum Planet имеет также модели, специально адаптированные для планирования сетей мобильной связи и распределённых сетей. К примеру, модель «Mentum Planet General Model» является статистической моделью, основанной на алгоритме Окамура-Хата, но при этом в ней используется ряд поправочных коэффициентов, позволяющих достаточно точно настроить ее для того или иного сегмента сети на основе измеренных уровней сигналов.

На первом этапе исследования был проведен анализ распространения радиоволн в диапазоне 450МГц для равнинной местности. В качестве опытной зоны был выбран Бузгонский район Республики Каракалпакстан, а в качестве технологии мобильной связи - CDMA-2000. Расчеты уровня сигнала в различных точках отдаления от базовой станции (от 0,2 до 35 км), сделанные с использованием вышеуказанных моделей, сравнивались с показателями драйв-тестов (полевых измерений) в этих же точках. При этом, для большей достоверности, учитывались значения драйв-тестов с определенной дисперсией по времени и площади, и для расчетов принимались медианные значения уровня сигнала.

Сравнение достаточно большого числа расчетов и измерений выявило определенные закономерности, которые оказалось возможным формализовать и представить в виде математических решений. Так обнаружилось, что модель Ли дает очень близкие к полевым измерениям результаты на расстояниях от 20 до 35 км. с ухудшением достоверности на коротких дистанциях (до 50%). Модель Окумура-Хата, напротив, дала

более точные результаты на близких расстояниях (от 0,2 до 10 км) и стала ухудшаться на дальних дистанциях. Что касается MentumPlanet, то его расчеты оказались наиболее близкими к значениям драйв-тестов практически по всей протяженности трассы измерений. На основе проведенного исследования была предложена новая адаптированная методика расчета распространения радиосигнала для равнинной местности, основанная на применении моделей Ли и Окумура-Хата. С применением адаптированной методики были сделаны соответствующие расчеты по контрольным точкам, и полученные результаты подтвердили наибольшую достоверность новой методики (среди исследованных моделей).

Результаты исследования вкратце представлены на рисунке.



Графики измеренных и расчетных уровней радиосигнала в различных точках отдаления от базовой станции

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЕЛИЧИНУ РАЗНЕСЕНИЯ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ НА ОДНОЙ ОПОРЕ**

*Абдукадыров А.Х. (ГУИТ)*

*Ликонцев А.Н. (СПБГУТ)*

*Хакимов З.Т. (ГУИТ)*

*Ликонцев Д.Н. (ГУИТ)*

Современное быстрое развитие систем мобильной (сотовой) связи, привнося в нашу жизнь много новых удобств, требует в то же время проведения больших работ по планированию, организации и эксплуатации сетей сотовой связи. В частности, вопросы размещения базовых станций (БС) сетей мобильной (сотовой) связи (особенно в урбанизированных районах) с каждым годом обретают всё большую актуальность в связи с ростом числа самих базовых станций, обострением экологических и электромагнитных ограничений, усложнением конструкций антенно-мачтовых сооружений и т.д.

Провайдеры сотовой связи размещают свои базовые станции, согласно разработанному частотно-территориальному плану и, соответственно, строят антенно-мачтовые сооружения, которые, как правило, имеют аналогичные конструкции и схему построения. Рост числа абонентов и, как следствие, необходимость увеличения числа базовых станций приводит к тому, что на одних и тех же зданиях и сооружениях устанавливается по несколько антенно-мачтовых сооружений разных провайдеров мобильной (сотовой) связи.

В ряде мест, имеющих важное, архитектурное и историческое значение, установка антенно-мачтовых сооружений мобильной (сотовой) связи не совсем желательна. В связи с этим возникает необходимость в минимизации ущерба от их установки.

Для организации мобильной связи в городах, в основном, используются панельные антенны, представляющие собой антенные решетки поперечного излучения из симметричных вибраторов, снабженные рефлектором.

В нашей задаче – разработке технологии совместной установки антенн мобильной связи на одной опоре одним из важнейших факторов будет минимизация взаимного влияния этих антенн друг на друга.

В первую очередь такое влияние возможно через наведенные сопротивления, которые меняют входные сопротивления антенн, что приводит к рассогласованию антенно-фидерного тракта базовых станций.

Вибраторы, находящиеся на небольшом расстоянии друг от друга называются связанными. Взаимодействие связанных вибраторов аналогично взаимодействию связанных колебательных контуров с сосредоточенными постоянными. Поле, создаваемое системой вибраторов,

является результатом сложения полей, создаваемых отдельными вибраторами, с учетом фаз этих полей, определяемых как разностью хода лучей, так и разностью фаз токов в излучателях.

В частном случае, когда вибраторы идентичны, параллельны и запитываются одинаково наведенное сопротивление называется взаимным. Оно является функцией величин  $l/\lambda$ ,  $d/\lambda$  и  $h/\lambda$ , т.е. определяется исключительно геометрическими размерами системы. Здесь  $l$  - длина плеча вибратора,  $d$  - расстояние между вибраторами антенны,  $\lambda$  - длина волны,  $h$  - разнос между панельными антеннами. Активная и реактивная составляющие взаимного сопротивления в зависимости от относительного расстояния между вибраторами  $d/\lambda$  принимают как положительные, так и отрицательные значения и при некоторых значениях  $d/\lambda$  проходят через нуль. Аналогичная зависимость наблюдается и при изменении  $h/\lambda$ . Соответственно, активная составляющая наведенного сопротивления может быть положительной или отрицательной.

На распространение радиоволн и, следовательно, на величину наведенного сопротивления влияют препятствия расположенные между антеннами. Поэтому можно предполагать, что препятствие, расположенное между панельными антеннами мобильной связи, позволит уменьшить вертикальное расстояние между антеннами без ухудшения качества связи.

Встает вопрос о форме препятствия. Ведь препятствие в форме, например, клина может не уменьшить, а увеличить взаимное влияние антенн. Поэтому для дальнейшего исследования были выбраны препятствия с плавно изменяющейся формой, при дифракции на которой волны будут испытывать значительное ослабление, например, на препятствии в форме цилиндра или эллипсоида вращения. Для этих целей была создана экспериментальная установка. Передающая часть установки состояла из СВЧ генератора 1'4-83 к которому с помощью коаксиального кабеля и коаксиально-волноводного перехода была подключена рупорная антенна. Приемная часть состояла из рупорной антенны, к которой через волноводно-коаксиальный переход и коаксиальный кабель был подключен анализатор спектра AgilentE4407B. Между приемной и передающей частью размещалось препятствие (экран). Частота генератора была выбрана равной 10 ГГц ( $\lambda = 3$  см) и коэффициент моделирования - 11. Эксперименты показали, что уровень мощности на входе приемника уменьшается при установке препятствия в среднем на двадцать и более дБ, т.е. в 100 раз и больше. Следовательно, препятствие в виде сферы дает увеличение развязки между антеннами более чем в 100 раз.

Для нас также большой интерес представляет влияние величины относительного разноса  $h/\lambda$  между антенной и препятствием, а также между антеннами на величину наведенного сопротивления, т.е. на величину коэффициента стоячей волны (КСВ) в фидере питания панельной

антенны. Для проведения данного исследования были использованы панельная антенна сотовой связи, препятствие (экран), изготовленное в натуральную величину из металлической сетки с ячейками в 35 мм и анализатора спектра FSH-6. Анализатор спектра имеет встроенный генератор, который подключается к антенне и на дисплее анализатора отображается зависимость КСВ от частоты. В ходе эксперимента изменялось расстояние между антенной и препятствием (экраном). Установлено, что наличие препятствия (экрана) дает увеличение значения КСВ в фидере с 1,20 до 1,21. При увеличении диаметра препятствия с 40 см до 75 см значение КСВ увеличивалось всего на 0,05. То есть, наблюдалась крайне слабая зависимость степени согласования антенны от величины  $h/\lambda$  и размера препятствия.

Также, одним из факторов, влияющих на величину разноса антенн, также является пространственная избирательность антенн. Но поскольку, антенны мобильных терминалов имеют широкую диаграмму направленности, то этим фактором можно пренебречь.

Таким образом, использование препятствия (экрана) между панельными антеннами сотовой связи позволит значительно уменьшить расстояние между ними на одной опоре.

Схема одного из вариантов такого размещения антенн различных провайдеров на одной мачте с экраном шарообразной формы приведена на рис. 1.

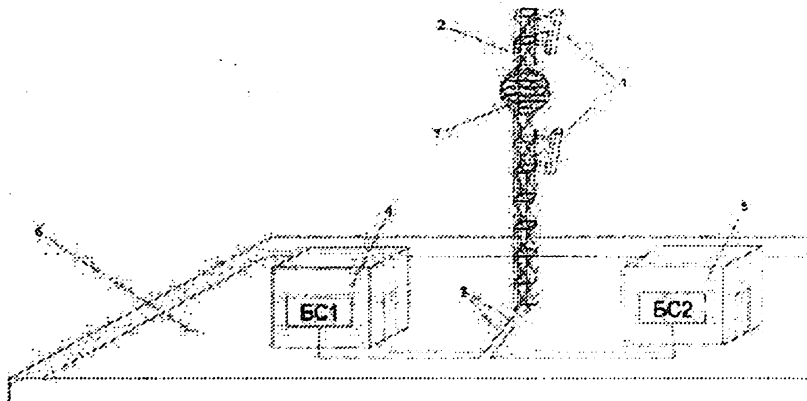


Схема размещения антенн базовых станций различных провайдеров на одной мачте с использованием шарообразного препятствия-экрана (1 - панельные антенны, 2 - мачта, 3 - фидерные тракты, 4 и 5 - приемопередающее оборудование базовых станций, 6 - крыша здания, 7 - препятствие-экран)

Таким образом, использование препятствия-экрана между панельными антеннами мобильной связи различных провайдеров GSM диапазона позволит значительно уменьшить расстояние между ними на

одной опоре и сократит количество антенных опор, что улучшит городскую архитектуру.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

*Мавлонов Ш.А. (ТГТУ),  
Мусаджанова Н.А. (ТГТУ, магистрантка)*

Все ИП можно разделить на две группы: источники первичного электропитания и источники вторичного электропитания. Любая радиоэлектронная аппаратура (РЭА) может иметь в своем составе: ИП первой группы; ИП второй группы; ИП первой и второй групп одновременно.

*Источники первичного электропитания.* К данной группе ИП относятся:

*1. Химические источники тока* (ХИТ) гальванические элементы, батареи и аккумуляторы) широко используются для питания маломощных устройств и аппаратуры, требующей автономного питания. Батареи и аккумуляторы являются также вспомогательными и (или) резервными источниками энергии в устройствах, питающихся от сети переменного тока.

*2. Термобатареи* состоят из последовательно соединенных термопар. Термобатареи используются в качестве ИП малой мощности, например для питания радиоприемников.

*3. Термоэлектронные преобразователи* представляют собой вакуумные или газовые приборы с твердыми нагреваемыми катодами. Преобразование тепловой энергии в электрическую осуществляется за счет использования термоэлектронной эмиссии нагретых тел. Эмитированные катодом электроны движутся к аноду под действием разности температур. Для обеспечения этой разности температур необходимо охлаждение анода.

*4. Фотозлектрические преобразователи* (солнечные батареи) осуществляют преобразование тепловой и световой энергии солнечных лучей в электрическую. Солнечные батареи представляют собой ряд фотоэлементов, соединенных между собой определенным образом. Солнечные батареи просты, имеют очень большой срок службы и работают в большом диапазоне изменения температур.

*5. Топливные элементы* осуществляют непосредственное преобразование энергии химических реакций в электрическую энергию. Действие таких элементов основано на электрическом окислении вещества (топлива), которое подобно реакции горения топлива. Однако в отличие от горения в этих элементах окисление топлива и восстановление кислорода

происходит на разных электродах. Поэтому энергия выделяется в нагрузке без промежуточного преобразования в энергию иного вида, что обеспечивает высокий КПД преобразователя.

*6. Биохимические источники* тока можно рассматривать как разновидность топливных элементов, так как в них протекают подобные окислительно-восстановительные процессы. Отличие биохимических элементов от топливных состоит в том, что активные вещества (или одно из них) создаются с помощью бактерий или ферментов из различных углеводов и углеродов.

*7. Атомные элементы* применяются для питания маломощных устройств. Конструкция таких ИП различна в зависимости от принципа их действия. В элементах, использующих  $\beta$ -излучение, на внутреннем электроде размещается радиоактивный изотоп стронция 90. Недостатком является малый срок службы вследствие разрушения полупроводника под действием радиации.

*8. Электромашинные генераторы* преобразуют механическую энергию в электрическую. Они делятся на генераторы постоянного и переменного тока. Машины переменного тока могут быть как однофазными, так и многофазными. Наиболее широкое применение нашли трехфазные синхронные и асинхронные генераторы, действие которых основано на использовании вращающегося магнитного поля.

*Источники вторичного электропитания.* Они представляют собой функциональные узлы РЭА или законченные устройства, использующие энергию, получаемую от системы электроснабжения или источника первичного электропитания и предназначенные для организации вторичного электропитания радиоаппаратуры.

Классификация источников вторичного электропитания можно классифицировать по следующим параметрам:

*1. По типу питающей цепи:*

- ИП, использующие электрическую энергию, получаемую от однофазной сети переменного тока;
- ИП, использующие электрическую энергию, получаемую от трехфазной сети переменного тока;
- ИП, использующие электрическую энергию автономного источника постоянного тока.

*2. По напряжению на нагрузке:*

- ИП низкого (до 100 В) напряжения;
- ИП среднего (от 100 до 1000 В) напряжения;
- ИП высокого (свыше 1000 В) напряжения.

*3. По мощности нагрузки:*

- ИП малой мощности (до 100 Вт);
- ИП средней мощности (от 100 до 1000 Вт);
- ИП большой мощности (свыше 1000 Вт).

#### 4. По роду тока нагрузки:

- ИП с выходом на переменном токе;
- ИП с выходом на постоянном токе;
- ИП с выходом на переменном и постоянном токе.

#### 5. По числу выходов:

- одноканальные ИП, имеющие один выход постоянного или переменного тока;
- многоканальные ИП, имеющие два или более выходных напряжений.

#### 6. По стабильности напряжения на нагрузке:

- стабилизированные ИП;
- нестабилизированные ИП.

Стабилизированные источники питания имеют в своем составе, по крайней мере, один стабилизатор напряжения (тока) и могут быть разделены:

##### а) по характеру стабилизации напряжения:

- ИП с непрерывным регулированием;
- ИП с импульсным регулированием.

##### б) по характеру обратной связи:

- параметрические;
- компенсационные;
- комбинированные;

##### в) по точности стабилизации выходного напряжения:

- ИП с низкой стабильностью выходного напряжения (суммарная нестабильность выходного напряжения более 2 – 5%);
- ИП со средней стабильностью выходного напряжения (суммарная нестабильность не более 0,5 – 2%);
- ИП с высокой нестабильностью выходного напряжения (суммарная нестабильность до 0,1 – 0,5%);
- прецизионные ИП (суммарная нестабильность менее 0,1%).

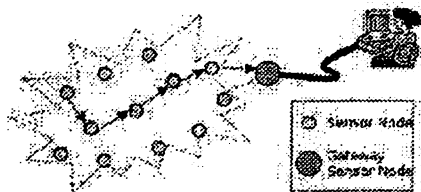
## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ**

*Ф.Юсупов (ГУИТ, магистрант)*

Беспроводная сенсорная сеть — распределённая, самоорганизующаяся сеть множества датчиков(сенсоров) и исполнительных устройств, объединённых между собой посредством радиоканала. Область покрытия подобной сети может составлять от нескольких метров до нескольких километров за счёт способности ретрансляции сообщений от одного элемента к другому.



Беспроводные сенсорные сети (англ. *WSN — Wireless Sensor Network*) состоят из миниатюрных вычислительных устройств — *мотов*, снабжённых сенсорами (датчиками температуры, давления, освещенности, уровня вибрации, местоположения и т. п.) и трансиверами, работающими в заданном радиодиапазоне (см. рисунок). Гибкая архитектура, снижение затрат при монтаже выделяют беспроводные сети интеллектуальных датчиков среди других беспроводных и проводных интерфейсов передачи данных, особенно когда речь идет о большом количестве соединенных между собой устройств, сенсорная сеть позволяет подключать до 65 000 устройств. Постоянное снижение стоимости беспроводных решений, повышение их эксплуатационных параметров позволяют постепенно переориентироваться с проводных решений в системах сбора телеметрических данных, средств дистанционной диагностики, обмена информацией. «Сенсорная сеть» является сегодня устоявшимся термином (англ. *Sensor Networks*), обозначающим распределенную, самоорганизующуюся, устойчивую к отказу отдельных элементов сеть из необслуживаемых и не требующих специальной установки устройств. Каждый узел сенсорной сети может содержать различные датчики для контроля внешней среды, микрокомпьютер и радиоприемопередатчик. Это позволяет устройству проводить измерения, самостоятельно проводить начальную обработку данных и поддерживать связь с внешней информационной системой.



Архитектура типичной беспроводной сенсорной сети

Основная функциональная обработка данных, собираемых мотами, осуществляется на узле, или шлюзе, который представляет собой достаточно мощный компьютер. Но для того, чтобы обработать данные, их нужно сначала получить. Для этой цели узел обязательно оснащается антенной. Но в любом случае доступными для узла оказываются только моты, находящиеся достаточно близко от него; другими словами, узел не получает информацию непосредственно от каждого мота. Проблема получения сенсорной информации, собираемой мотами, решается следующим образом. Моты могут обмениваться между собой информацией с помощью приемопередатчиков, работающих в радиодиапазоне. Это, во-первых, сенсорная информация, считываемая с датчиков, а во-вторых, информация о состоянии устройств и результатах процесса передачи данных. Информация передается от одних мотов

другим по цепочке, и в итоге ближайшие к шлюзу моты сбрасывают ему всю аккумулированную информацию. Если часть мотов выходит из строя, работа сенсорной сети после реконфигурации должна продолжаться. Но в этом случае, естественно, уменьшается число источников информации.

Для выполнения функций на каждый мот устанавливается специализированная операционная система. В настоящее время в большинстве беспроводных сенсорных сетей используется TinyOS — операционная система разработанная в Университете Беркли. TinyOS относится к программному обеспечению с открытым кодом; оно доступно по адресу: [www.tinyos.net](http://www.tinyos.net). TinyOS — это управляемая событиями операционная система реального времени, рассчитанная на работу в условиях ограниченных вычислительных ресурсов. Эта ОС позволяет мотам автоматически устанавливать связи с соседями и формировать сенсорную сеть заданной топологии.

Важнейшим фактором при работе беспроводных сенсорных сетей является ограниченная емкость батарей, устанавливаемых на моты. Следует учитывать, что заменить батареи чаще всего невозможно. В связи с этим необходимо выполнять на мотах только простейшую первичную обработку, ориентированную на уменьшение объема передаваемой информации, и, что самое главное, минимизировать число циклов приема и передачи данных. Для решения этой задачи разработаны специальные коммуникационные протоколы, наиболее известными из которых являются протоколы альянса ZigBee.

Для выработки стандарта, в том числе стека протоколов для беспроводных сенсорных сетей, ZigBee использовал разработанный ранее стандарт IEEE 802.15.4, который описывает физический уровень и уровень доступа к среде для беспроводных сетей передачи данных на небольшие расстояния (до 75 м) с низким энергопотреблением, но с высокой степенью надежности.

## **ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТА МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ «LTEADVANCED»**

*Х.К. Абдуллаева (ТУИТ, студентка)*

LTEAdvanced — стандарт мобильной связи. LTEAdvanced стандартизирован 3GPP как главное улучшение стандарта LongTermEvolution (LTE). Официально представлен в конце 2009 года сектору стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи в качестве кандидата на систему 4G. LTE Advanced был утверждён ИТУ и завершён 3GPP в марте 2011 года. Технология LTE-Advanced вместе с WiMAX 2 была официально признана беспроводным стандартом связи четвертого поколения 4G Международным союзом электросвязи на

конференции в Женеве в 2012 году. LTE-Advanced — это название спецификации 3GPP 10 версии, которым Международный союз электросвязи присвоил сертификат «IMT-Advanced» — официальный статус сетей четвертого поколения. Предыдущие версии LTE не являются технологией 4G. Технология LTE пережила целый ряд этапов развития с момента выхода первоначального стандарта, принятого консорциумом 3GPP — так называемого 3GPP Релиза 8. Для дальнейшего улучшения эксплуатационных характеристик и расширения возможностей технологии в апреле 2008 года консорциум 3GPP начал работу над Релизом 10. Одной из задач было достижение полного соответствия технологии LTE требованиям стандарта IMT-Advanced, установленного для 4G Международным союзом электросвязи, что позволило бы с полным правом называть LTE технологией 4G. LTE-Advanced предусматривает расширение полосы частот, агрегацию (нескольких полос, в т.ч. не соседних) спектра, имеет расширенные возможности многоантенной передачи данных MIMO, поддерживает функции ретрансляции сигнала LTE, а также развертывание гетерогенных сетей (HetNet). 9 октября 2012 года Yota первой в мире запустила технологию мобильной связи LTE-Advanced на коммерческой сети. В запуске участвуют 11 базовых станций. 25 февраля 2014 Мегафон запустил в пределах Садового кольца Москвы сеть LTE-Advanced с максимальной скоростью до 300 Мбит/с на загрузку к абоненту и 50 Мбит/с от абонента. 5 августа 2014 Билайн запустил в Москве сеть LTE, объединяющую 2 диапазона Band 7 (2,6 ГГц) и Band 20 (800 МГц) с максимальной скоростью до 115 Мбит/с на загрузку к абоненту. Кроме того, было установлено, что спецификация LTE 3GPP, версия 8, может соответствовать большинству требований 4G за исключением спектральной эффективности восходящего канала и пиковой скорости передачи данных. Такие повышенные требования связаны со следующими особенностями LTE-Advanced:

- расширенные полосы пропускания, полученные за счет объединения нескольких несущих;
- более высокая эффективность, полученная за счет расширенного множественного доступа к восходящему каналу и использования нескольких антенн (передовые технологии MIMO).

В настоящее время рассматриваются другие расширения для версии 10 и последующих релизов, хотя они не являются критическими для соответствия требованиям 4G:

- координация многоточечных передачи и приема (CoMP);
- ретрансляция;
- поддержка гетерогенных сетей;
- усовершенствование самооптимизирующейся сети (SON);
- усовершенствование мобильности базовых станций HeNB (Home enhanced-node-B);

– ВЧ-требования к абонентскому базовому оборудованию (CPE) фиксированной беспроводной связи.

Требования к характеристикам системы LTE-Advanced в большинстве случаев будут превышать требования к системам IMT-Advanced. Выполнение требования МСЭ к пиковой скорости передачи данных 1 Гбит/с будет реализовано в LTE-Advanced за счет устройств 4×4 MIMO в полосе частот передачи шире 70 МГц. Относительно спектральной эффективности сегодняшний стандарт LTE (выпуск 8) удовлетворяет требованиям 4G к нисходящему, но не к восходящему каналу.

В таблице 1 приведены данные сравнения характеристик спектральной эффективности для стандартов LTE, LTE-Advanced и IMT-Advanced. Отметим, что пиковая скорость в LTE-Advanced существенно выше, чем требуется для 4G, что подчеркивает желание реализовать пиковые характеристики в 4G LTE, хотя ожидаемые усредненные характеристики ближе к требованиям МСЭ. Стоит отметить, что пиковые ожидаемые характеристики за счет их выполнения в идеальных условиях часто легче продемонстрировать, чем усредненные. Однако в ITU-R 36.913 заявлено, что целевые показатели для средней спектральной эффективности и для пропускной способности на границе соты должны иметь больший приоритет, чем целевые показатели пиковой спектральной эффективности и других функций, таких как VoIP sparsity<sup>5</sup>. Таким образом, при разработке LTE-Advanced необходимо сосредоточиться на решении реальных проблем повышения характеристик связи в середине и на границе соты.

Таблица 1  
Характеристики стандартов LTE, Advanced LTE и IMT Advanced

Характеристика	Подкатегория	Целевые показатели LTE <sup>1</sup>	Целевые показатели LTE-Advanced <sup>2</sup>	Целевые показатели IMT-Advanced (4G) <sup>3</sup>
Пиковая спектральная эффективность, бит/с/Гц	Нисходящий канал	16,3 (4×4 MIMO)	30 (до 8×8 MIMO)	15 (4×4 MIMO)
	Восходящий канал	4,32 (64 QAM SISO)	15 (до 4×4 MIMO)	6,75 (2×4 MIMO)
Спектральная эффективность нисходящего канала соты, бит/с/Гц, 3 км/ч,	2×2 MIMO	1,69	2,4	
	4×2 MIMO	1,87	2,6	2,6
	4×4 MIMO	2,67	3,7	

расстояние между станциями — 500 м				
Спектральная эффективность нисходящего канала на границе соты, бит/с/Гц, 5%, 10 пользователей, расстояние между станциями — 500 м	2×2 MIMO	0,05	0,07	
	4×2 MIMO	0,06	0,09	0,075
	4×4 MIMO	0,08	0,12	

В таблице 2 приводится сравнение требований IMT-Advanced, LTE Rel.8 и LTE-Advanced.

Таблица 2

Сравнение IMT-A, LTE Rel.8 и LTE-A

Параметр	Требования IMT-A	LTE Rel.8	LTE-A (Rel.10)
Ширина канала	минимум 40 МГц	до 20 МГц	до 100 МГц
Пиковая спектральная эффективность: - нисходящий канал - восходящий канал	15 бит/с/Гц 6,75 бит/с/Гц	16 бит/с/Гц 4 бит/с/Гц	16 (30)* бит/с/Гц 8,1 (16,1)** бит/с/Гц
Задержка: - сигнальные данные - пользовательские данные	<100 мс <10 мс	50 мс 4,9 мс	50 мс 4,9 мс

\* значения приведены для конфигурации 4x4, а в скобках – 8x8;

\*\* значения приведены для конфигурации 2x2, а в скобках – 4x4.

LTE поддерживает ширину полосы канала 20 МГц и маловероятно, что спектральную эффективность можно значительно улучшить относительно текущих целевых показателей LTE. Следовательно, имеется только один путь существенно повысить скорость передачи данных — расширить полосу пропускания канала. LTE-Advanced может работать с различной шириной спектра, в т.ч. с полосой частот более 20 МГц в версии 8, за счет чего достигается более высокая производительность и целевая скорость передачи данных. Хотя желательно иметь каналы шириной более 20 МГц, расположенные на смежных частотах, ограниченная доступность частотного ресурса означает, что необходимо объединение каналов из разных диапазонов для удовлетворения повышенных требований к пропускной способности. Этот вариант был разрешен в спецификации IMT-Advanced. Для достижения целевой пиковой скорости передачи

данных 1 Гбит/с в нисходящем канале системы 4G потребуется более широкая полоса пропускания, чем в настоящее время указана в версии 8 LTE. В IMT-Advanced установлен верхний предел 100 МГц относительно предполагаемого значения 40 МГц для получения минимальных показателей.

Поскольку большинство диапазонов занято и смежные каналы с полосой 100 МГц недоступны для большинства операторов, МСЭ позволил создать более широкополосные каналы через объединение смежных и несмежных компонентных несущих. Таким образом, спектр одного диапазона может быть добавлен к спектру другого диапазона в абонентском оборудовании, которое поддерживает несколько трансиверов.

## **ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТА БЕСПРОВОДНОЙ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СВЯЗИ IEEE 802.11ac**

*Х.К.Абдуллаева (ГУИТ, студентка)*

IEEE 802.11ac — стандарт беспроводных локальных сетей, работающий в диапазоне частот 5 ГГц. В названии стандарта 802.11ac прослеживается тенденция рабочей группы IEEE 802.11 называть свои документы очередной буквой в алфавитном порядке. Появление «двухбуквенного индекса» в названиях IEEE 802.11ac, 802.11ad и и т. д. вызвано тем, что одиночные буквы алфавита «закончились» и пришло время для перехода к «двухбуквенным индексам» разрабатываемых документов.

20 января 2011 года была принята первая черновая редакция версии 0.1 IEEE 802.11ac. 1 февраля 2013 года принята черновая редакция версии 5.0 (завершено на 95 %). 4 апреля 2013 года обновлена черновая редакция версии 5.0 (завершено на 96 %). На апрель 2013 года некоторыми производителями (Quantenna, Broadcom, Buffalo, D-Link, Cisco) уже представлены чипы, поддерживающие работу по стандарту IEEE 802.11ac Draft 0.1, а также выпущены на рынок устройства, поддерживающие черновой вариант данного стандарта. Принятие финальной версии спецификации 802.11ac состоялось в январе 2014 года.

Сейчас Wi-Fi используется для организаций высокоскоростных беспроводных локальных сетей, работающих в диапазонах частот 2,4 ГГц и 5 ГГц, сетей доступа в Интернет, беспроводной передачи аудио- и видеoinформации, промышленной телеметрии, транспортных локальных беспроводных сетей. Самой распространенной в настоящее время версии стандарта IEEE 802.11n понадобилось семь лет, чтобы пройти путь от проекта (Draft N status) до статуса утвержденного стандарта.

В последнем стандарте IEEE 802.11n теоретическая скорость передачи данных достигла 600 Мбит/с, реальная — 450 Мбит/с.

Следующая версия — IEEE 802.11ac вполне способна повторить успех предшественницы, обеспечивая еще более высокие скорости передачи — до 1300 Мбит/с.

В ходе работ над проектом стандарта IEEE 802.11ac увеличения пропускной способности удалось достичь, в основном, благодаря использованию MU-MIMO (многопользовательского режима разнесенного приема при помощи множественных антенн), увеличению полосы пропускания канала связи с 40 до 80/160 МГц, а также применению 256-уровневой квадратурной амплитудной модуляции (256-QAM).

### Сравнительные характеристики стандартов IEEE 802.11

Стандарт IEEE	Год принятия	Диапазон (ГГц)	Ширина канала (МГц)	Модуляция	Антенная технология	Мак скорость передачи
802.11b	1999	2,4	20 МГц	ССК	-	11 Мбит/с
802.11g	1999	5	20 МГц	OFDM	-	54 Мбит/с
802.11a	2003	2,4	20 МГц	ССК, OFDM	-	54 Мбит/с
802.11n	2009	2,4;5	20,40	OFDM (до 64 QAM)	MIMO, MU-MIMO, до 4 потоков	600 Мбит/с
802.11ac	Янв. 2014	5	40,80,160	OFDM (до 256 QAM)	MIMO, до 8 потоков, Beamforming	6,93 Гбит/с
802.11ad	-	60	2160	SC/OFDM	Beamforming	6,76 Гбит/с

Максимальная теоретическая пропускная способность в IEEE 802.11ac составляет 6933,3 Мбит/с и обеспечивается при ширине канала 160 МГц и условии использования 8 антенн, работающих в режиме пространственного мультиплексирования, что эквивалентно разделению потока данных на несколько пространственных потоков и передачи их одновременно при помощи нескольких антенн. Более высокие значения пропускной способности и скорости передачи данных в IEEE 802.11ac применяются для обеспечения работы для ряда приложений, таких как:

- беспроводные дисплеи;
- распространение контента (например, телевидения высокой четкости) в домашней среде;
- быстрый обмен данными с сервером (скачивание/загрузка больших файлов);

- транзитная передача данных (сеть, точка-точка и т.д.);
- различные приложения в аудиториях и университетских городках;
- автоматизация на производственном участке.

Технология IEEE 802.11ac становится всё более известной. Чаще всего устройства с поддержкой этого стандарта обозначаются как «5G WiFi™ 802.11ac», то есть версия стандарта IEEE 802.11ac в диапазоне 5 ГГц, в названии также содержится намек на принадлежность этой технологии к 5 поколению беспроводных телекоммуникационных систем. Новый стандарт IEEE 802.11ac для диапазона частот 5 ГГц является следующим шагом в развитии серии стандартов Wi-Fi. Он призван обеспечить пропускную способность беспроводных локальных сетей выше 1 Гбит/с и предоставить пользователям больше возможностей по сравнению с IEEE 802.11n, благодаря тому, что ширина каналов увеличилась с 40 до 80/160 МГц, а пространственных потоков — с 4 до 8; применению MU-MIMO, модуляции 256-QAM и «beamforming» (динамического изменения диаграммы направленности антенн).

## **АНТЕННО-МАЧТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ СИСТЕМ СОТОВОЙ СВЯЗИ**

*Мирзохидов У.М. (ГУИ ЦЭМС)*

Строительство и развитие современных беспроводных сетей, в частности сетей сотовой связи, требует наличия антенно-мачтовых сооружений (АМС). Основное назначение АМС — создание максимальной зоны покрытия и создание на них транспортных узлов.

Покрываемые сети сотовой связи состоят из ячеек, так называемых сот. В зависимости от плотности застройки соты могут сильно различаться в размере от нескольких десятков метров до нескольких десятков километров. Сигнал в область действия каждой из сот излучается с помощью специальных антенн базовой станции (БС). Они называются секторными или панельными. Иногда используются всенаправленные антенны, которые имеют круговую диаграмму направленности и излучают сигнал во все стороны от БС. Наиболее привычным способом размещения секторных антенн сотовой связи является специально построенная башня или мачта. В настоящее время существует десятки, и даже сотни различных конструкций. Они различаются по высоте, форме, типу и многим другим показателям. Выбор той или иной конструкции определяется многими факторами, задаваемыми, как правило, еще на этапе проектирования. Они обусловлены требованиями по широте покрытия, конфигурации базовой станции, типу транспорта для контроллера и другими составляющими:



1) высота подвеса секторных антенн – это основное условие определяющее высоту конструкции;

2) весовая нагрузочная способность, которая зависит от веса всего оборудования, размещаемого на конструкции: секторные антенны, фидеры, малошумящий усилитель (МШУ), антенны радио релейной линии (РРЛ) и т.д.;

3) ветровая нагрузка – определяется районом, где размещается сооружение, а также типом и количеством устанавливаемого оборудования;

4) занимаемая площадь – этот фактор также может стать существенным, если БС размещается на территории с высокой стоимостью или есть другие ограничения по площади основания сооружения;

5) прочие факторы: экологичность, энергетическая эффективность, удобство обслуживания и т.п. также учитываются при выборе сооружения.

Высотные сооружения для размещения оборудования можно разделить на две большие группы: башни и мачты. Башни, как правило, предоставляют максимальную нагрузочную способность и обладают максимальной ветровой устойчивостью. Мачты, в свою очередь, обычно более быстро возводимы и требуют меньших вложений. Причем высота обоих типов сооружений может достигать 100 метров и более, чего вполне достаточно для нужд сотовой связи.

Башня для сотовой связи – это четырех или трехгранное высотное сооружение, стороны которой сходятся от основания к вершине. Между гранями обычно достаточно места для размещения лестницы и площадок, с которых может осуществляться монтаж и обслуживание оборудования. Наиболее типичной высотой для башни связи является 70 метров. Также бывают усеченные варианты 50, 40 и 30 метров. Существует множество способов монтажа башен связи.

Мачта представляет собой четырех или трехгранное сооружение, грани которого идут параллельно от земли к вершине. Устойчивость сооружению придают специальные тросы, расходящиеся от мачты в четырех или трех направлениях (по числу граней) и закрепляемых на земле с помощью бетонных блоков или фундамента. Мачта опирается своим основанием на бетонный блок или залитый фундамент. Между гранями мачты места хватает лишь только на лестницу, и в ней нет площадок для обслуживания. Монтаж мачты, обычно, осуществляется на земле, в лежачем положении. После монтажа основной конструкции мачта поднимается в вертикальное положение и закрепляется одним или двумя ярусами растяжек. Высота мачты может достигать 100 метров и более, но для сотовой связи обычно выбирают высоту 70-90 метров.

Также, в последнее время, для размещения антенн сотовой связи активно применяются бетонные столбы высотой до 30 метров. Главные их преимущества заключается в низкой стоимости и скорости постройки.

Однако они не обладают такой же нагрузочной способностью, как и обычные башни сотовой связи. Обычно они несут вес 2-3 секторных антенн и 1 небольшую (до 1 м. в диаметре) антенну РРЛ. Такие столбы часто применяют в пригородной и сельской местности для закрытия теневых зон.

Выше описаны основные типы башенно/мачтовых сооружений, но в некоторых случаях применяются конструкции смешанного типа. Например, основание сооружения может иметь признаки башни, а верхняя часть выглядеть как мачта. Также небольшие мачты, высотой до 30 метров, не редко устанавливают на зданиях для увеличения зоны покрытия и устранения теневых зон, создаваемых соседними строениями.

Не смотря на то, что сети сотовой связи уже эксплуатируются около 30 лет, до сих пор еще не найдено универсальной конструкции. В каждом конкретном случае выбор сооружения зависит от множества факторов, определяемых не только требованиями оператора, но и целым рядом внешних обстоятельств. Поэтому разработка новых видов башенно/мачтовых сооружений не только не остановлена, но и будет продолжаться в будущем.

## **ВАЖНЕЙШИЕ КРИТЕРИИ И ПАРАМЕТРЫ ПРИЁМА СИГНАЛА НАЗЕМНОГО ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

*А.А.Низманов (к.т.н.)*

*Ж.И. Шерматов (ГУИТ, магистрант)*

В настоящее время телевизионное и звуковое вещание является наиболее массовым средством донесения информации до потребителя, а цифровое телевидение представляет динамично развивающейся частью в сфере передачи информации. В частности взаимосвязь фундаментальных и прикладных исследований в этой области нацелена эффективному решению проблем экономии частотных ресурсов и повышению качества передачи.

Слияние средств вещания, телекоммуникаций и компьютерных технологий в целях интеграции служб в глобальном информационном пространстве, существенно повысило требование к таким параметрам как помехоустойчивость и зона покрытия.

В определении зона покрытия для каждого из случаев приема, применяется трех уровневый подход:

### **1. Расположение точки приема:**

- самой маленькой точкой является точка приема размером 0,5 х 0,5 м. В случае приема на перемещаемую антенну оптимальное условие приема может быть найдено путем перемещения антенны в любом направлении не более чем на 0,5 м.

- такие точки приема определяются как покрытые сигналом если достигнуты требуемые значения коэффициента несущая-помеха в 99% времени.

## 2. Покрытие малой области

- вторым уровнем является «малая область» (100 x 100 м).

- в этой малой области указывается процент покрытия точек приема.

- покрытие «малой области» классифицируется следующим образом:

«ХОРОШЕЕ» если, по крайней мере 95% точек приема в данной области покрываются;

«ДОПУСТИМОЕ» если, по крайней мере 70% точек приема в данной области покрываются.

## 3. Зона покрытия

- зона покрытия является третьим уровнем

- зона покрытия передатчика, или группы передатчиков, образуется суммой отдельных малых областей, в которых обеспечен определенный класс покрытия.

Немало важную роль играет неискаженный и качественный прием информации. Чтобы сигналы ТВ и ЗВ вещания принимались качественно и без искажений прием должен быть помехоустойчивым. Помехоустойчивость приема в свою очередь зависит от защитных отношений. Защитное отношение является одной из основных технических характеристик аппаратуры связи, характеризующей ее помехоустойчивость. Достижения высоких значений помехоустойчивости, связаны с конструированием аппаратуры и использованием помехоустойчивых методов кодирования.

При аналоговой передаче изображений минимально допустимое отношение сигнал/шум в полосе ЧМ-приемника составляет 25 - 30 дБ для обеспечения требуемого качества изображения.

Переход к цифровой передаче изображения обеспечивает энергетический выигрыш на 10 дБ за счет сокращения полосы частот и примерно на 15 дБ за счет более высокой помехоустойчивости цифровых методов передачи.

Платой за получение энергетического выигрыша является расширение полосы частот. Для помехоустойчивого кода вводится понятие относительной скорости кода:

$$R = k/n,$$

где  $k$  - число информационных символов на входе кодера,

$n$  - число соответствующих им символов на выходе кодера.

Величина  $1/R$  характеризует необходимое расширение полосы канала за счет введения избыточных символов.

Достижимый энергетический выигрыш можно использовать или для уменьшения мощности передатчика, что позволит в свою очередь

уменьшить его габариты и потребляемую энергию или для увеличения зоны покрытия.

На физическом уровне мешающие сигналы передатчика DVB-T действуют на антенны приемников, расположенных на одном объекте, в широкой полосе частот и могут создавать помехи:

- по основному и соседним каналам приема,
- по побочным каналам приема,
- гармонические,
- блокирования,
- интермодуляции.

Помехи по основному и соседним каналам приема образуются в результате воздействия основного и внеполосного излучений передатчика DVB-T и величину защитного отношения рекомендуется принимать 40 дБ. Помехи блокирования образуются при действии интенсивного мешающего сигнала, уровень которого на 60-70 дБ превышает полезный сигнал, и частота которого находится вне основного канала приема.

Таким образом в системах цифрового телевидения расчет зоны уверенного приёма в пределах которой при определенных технических условиях обеспечивается прием ТВ программ с заданным качеством учитывает все рассмотренные факторы, также может изменяться от погодных и различных пространственных помех.

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЕНСАЦИИ ДВИЖЕНИЯ**

*Х.Г. Газиев (ГУИТ)*

Компенсация движения телевизионных сигналов основана на использовании ряда сложных алгоритмов. Сфера, где данная технология сжатия эффективна, как правило, сводится к видео ряду, в котором объект изменяет свое местоположение относительно неподвижного фона. При этом существуют ряд методов:

**Пиксельный метод** - один из наиболее ранних методов компенсации движения. Компенсация производится отдельно для каждого пикселя кадра, рассматриваемый класс преобразований - линейные сдвиги.

Данный подход основан на предположении, что яркость можно приблизить линейной функцией от положения точки в кадре. Это предположение оправданно только для сравнительно небольшой окрестности этой точки, что существенно снижает область применимости данного метода и позволяет ему корректно оценивать лишь небольшие сдвиги.

Это ограничение можно преодолеть, оценивая не сам вектор сдвига, а его разность с некоторым вектором предсказания, который с большой вероятностью расположен ближе к искомому вектору, чем нулевой.

Этот метод имеет ряд серьезных недостатков, вследствие чего в настоящее время он представляет чисто теоретический интерес и практически нигде не используется. Основные его недостатки - высокая сложность (движение оценивается для каждого пикселя в отдельности), низкая точность (в силу несостоятельности основного предположения метода) и большой объем метаинформации, описывающей движение (для каждого пикселя задается вектор смещения в виде пары целых чисел).

**Метод сопоставление блоков.** Этот метод, точнее, класс методов, является логическим следствием предыдущего, устраняющим большую часть его недостатков, так как единицей компенсации в нем принят прямоугольный блок (обычно квадрат  $16 \times 16$  пикселей или меньшего размера). Движение также ищется в классе линейных смещений, поэтому описывается такое движение двумерным вектором смещения для каждого блока.

Основное предположение метода - за время, проходящее между двумя последовательными кадрами, объекты в сцене и их местоположение изменяются незначительно. Тогда в окрестности любой точки кадра это изменение с достаточно высокой степенью точности можно приблизить параллельным переносом этой окрестности на некоторый вектор. На самом деле, подавляющее большинство обычных видеопоследовательностей удовлетворяют этому ограничению, за исключением участков резкой смены сцены, то есть характер движения объектов можно считать почти всюду непрерывным.

Принцип работы данного метода заключается в том, что текущий кадр разбивается на непересекающиеся блоки (макро блоки) одного размера, для которых ищется максимальное соответствие в следующем кадре. Если соответствие достигнуто, то макро блок не передается, т.к. он уже существует. Если такое соответствие не найдено, то проверяется возможность такого соответствия в некоторой области предполагаемого смещения макро блока (влево, вправо, вверх, вниз). При обнаружении такого макро блока в другой позиции декодеру передается значение его новых координат (вектор перемещения). В случае же ненайденного соответствия будет передаваться блока полностью.

Различные модификации этого подхода различаются тем, каким образом находится минимум функции ошибки компенсации во всей области поиска.

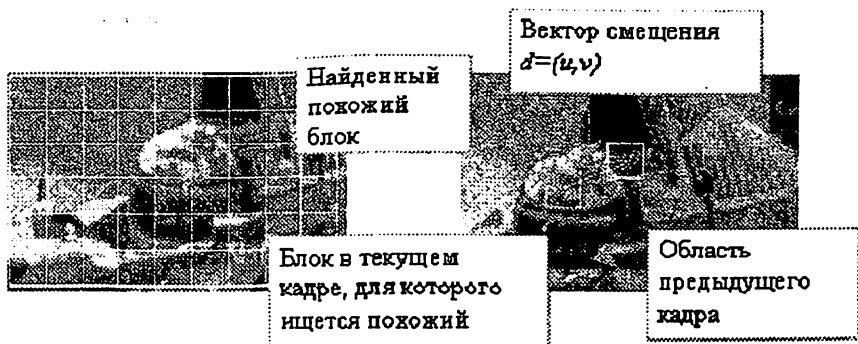


Схема работы алгоритма сопоставления блоков

Наилучшего качества приближения, то есть минимальной ошибки компенсации, может гарантировать полный перебор всех возможных значений векторов смещения из допустимой области с подсчетом ошибки компенсации для них и выбор того вектора, на котором достигается минимум ошибки. Этот подход считается эталонным, и сравнение с ним является неотъемлемой частью любой работы, посвященной разработке нового алгоритма компенсации движения. Однако практическое его применение в потребительских продуктах не представляется возможным ввиду слишком большой вычислительной сложности.

Существуют способы ускорения полного перебора, позволяющие существенно сократить число операций за счет оптимизации вычисления самой функции ошибки, либо за счет вычисления некоторых оценок сверху для этой функции, что позволяет сократить количество векторов, для которых вычисляется функция ошибки. Но количество операций на один пиксель размера кадра по-прежнему слишком велико для работы алгоритма в реальном времени. Желательно иметь метод, позволяющий добиться близких результатов, но существенно меньшими затратами.

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ВЕЩАНИЯ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

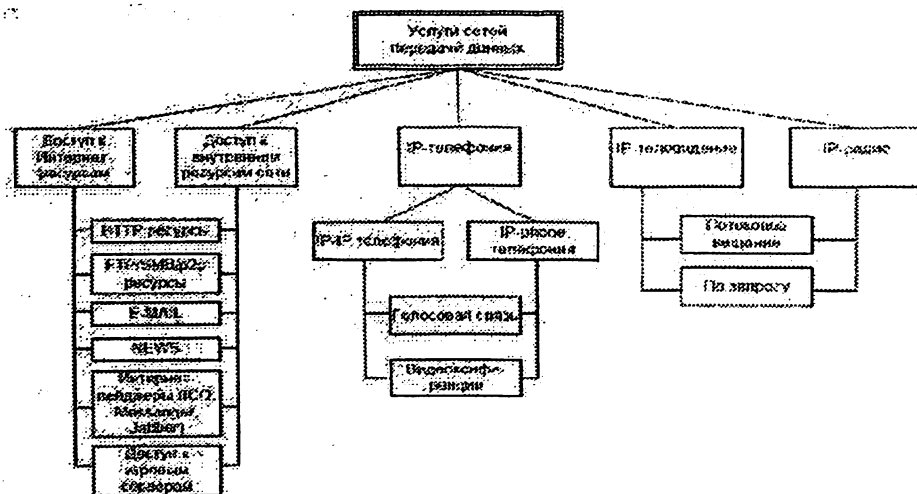
*Х.Г. Газиев (ГУИТ)*

*С.А. Собирова (ГУИТ, магистрант)*

Сети мультимедийного вещания, представляют собой сети передачи данных от некоторого центрального узла (иначе сервера вещания) информационного потока, включающего в себя аудио и визуальные данные, а также некоторый объем служебной информации для возможности получения передаваемой информации и ее воспроизведение клиентом (клиентским программным обеспечением). Под сетями передачи

данных подразумеваются информационные сетизразличной структуры и топологии, поддерживающие работу по протоколу TCP/IP.

Постоянное усовершенствование технологий сетей передачи данных с одновременнымудешевлением оборудования привело к стремительному росту числа высокоскоростныхсетей передачи данных и все большему числу пользователей услуг, предоставляемых этимисетями. Классификация услуг, которые могут предоставляться абонентам, представлена нарисунке.



Классификация услуг сетей передачи данных

Как видно из рисунка услуги сетей передачи данных можно разделить на четырекатегории: доступ к Интернет ресурсам, доступ к внутренним ресурсам, IP-телефония и IP-телевидение. Различия Интернет-ресурсов и внутренних заключается в различныхскоростных возможностях, а также затрат на организацию информационного обмена. Сточки зрения оператора желательно, чтобы максимальный информационный поток (игровые сервера, обмен данными и проч.) находились внутри сети, не затрачивая дорогой каналдоступа к сети Интернет. IP-телефония стала уже достаточно популярной. Условно ее можноразделить на телефонию только в рамках сетей передачи данных (IP-IP), а также телефонию,связывающую сеть передачи данных с обычной телефонной сетью (IP-phone).

Наименее распространенными и наиболее перспективными услугами являются IP-телевидение и IP-радио. Предоставление этих услуг возможно только в сетях со скоростьюпередачи данных более 100 Мбит/с. Обе услуги могут быть реализованы как в видеопотокового вещания –

практически полный аналог существующего телевидения и радио с отличием только в среде и форме передачи сигнала от источника к потребителю, так и в виде телевидения и радио по запросу, когда абоненты запрашивают и просматривают только необходимые им в определенный момент времени фильмы, информационные и развлекательные передачи. Радио и видеоданные возможно объединить единым термином – мультимедиа данные или мультимедийный контент.

В таблице представлены сравнительные характеристики требований мультимедийному вещанию в сетях передачи данных.

### Сравнительные характеристики требований к мультимедийному вещанию

Наименование сервиса	Протокол	Средняя емкость ресурса (бит/с)	Назначение	Аппаратные средства	Примечание
Потоковое вещание видео (multicast)	MPEG-2 MPEG-4 (UDP, RTP)	4-6М 2-4М	Потоковое вещание при использовании специализированного каналообразующего оборудования	SkyStar3 (PCI плата) SkyStar1	Телевизионное качество (540x768)
Потоковое вещание аудио (multicast)	MPEG-1 Layer3 (UDP, RTP)	128к			Стереозвук
Потоковое вещание видео (unicast)	MPEG-2 MPEG-4 (UDP, RTP)	4-6М 2-4М	Потоковое вещание без использования специализированного каналообразующего оборудования		Телевизионное качество (540x768)
Потоковое вещание аудио (unicast)	MPEG-1 Layer3 (UDP, RTP)	128к	Стереозвук		
IP-телефония	H.323	6к-64к	Местная телефонная связь, доступ к международной и международной телефонной сети	IP-Phone, шлюзы IP-телефонии	Интерактивный режим
Видеоконференц-связь	H.323	64к-256к	Видеотелефония	WEB-камеры	Интерактивный режим

В статье рассмотрена классификация услуг, которые потенциально могут предоставляться в сетях передачи данных: доступ к Интернет-ресурсам, доступ к внутренним ресурсам сети, IP-телефония, IP-телевидение и IP-радио.



## POWER THEORY FOR NONSINUSOIDAL CONDITIONS

*I.X. Siddikov (TUIT)*

*F.M. Qodirov (TUIT)*

The increased application of power electronics and other non-linear loads makes it necessary to re-evaluate the measuring techniques used in the power system, and the measuring problems these loads cause. The Digital Sampling Watt Meter (DSWM) is based on standard laboratory equipment: digital multimeters, voltage dividers, shunt resistors and a PC. The DSWM is versatile and can be used for calibrations of many quantities. The most basic ones are the (total) active power and the amplitude and phase angle of individual harmonics of non-sinusoidal voltages and currents.

Some AC quantities, as the reactive power, are not properly defined for non-sinusoidal situations. Efforts are made in this work to understand and explain the problems of extending the reactive power definition to cover non-sinusoidal conditions. The main conclusion is that reactive power is used to obtain information on more than one property of the power transmission mechanism, e. g. phase angle, transmission efficiency and line voltage drop. No single power definition can alone provide information on all these properties in a non-sinusoidal situation. Moreover, instrument designs may not comply with any of the extended definitions and these meters exhibit extra errors due to this non-compliance for non-sinusoidal conditions.

Some conclusions on future demands on energy meters can be drawn, based on the error analysis of these meters and an analysis on how the responsibility for the harmonic currents and voltages in the power system can be determined and shared. One conclusion is that it is not possible to make a precise determination of the responsibility for harmonics based on any power measurement alone.

The verification of a power measuring system, and making precise measurements in non-sinusoidal situations, requires an understanding of the error mechanisms. Therefore effort have been made to understand and explain these mechanisms, both for standard measuring equipment and for instrumentation dedicated to measurements at non-sinusoidal conditions.

A serious problem with measurements at non-sinusoidal conditions is that quite a few of the measured quantities do have more than one possible definition. Even worse, standard measuring equipment such as ampere meters or reactive power meters may use measuring algorithms which do not comply with any valid definition in the non-sinusoidal situation, and may therefore exhibit large errors. These problems are investigated, starting with the definition of the quantities related to power measurement.

**Mathematical notations.** This survey of proposed definitions of power in case of nonsinusoidal signals covers many papers by authors from different parts of the world and of different times. Therefore, the denominations of various quantities and the mathematical notations differ much from each other. This paper partly uses the notations of the authors but most often more uniform notations are used in order to enhance the readability. Instantaneous values and functions of time are denoted by lower-case letters while rms-values and mean values are denoted by upper-case letters. No distinction is made between scalars and complex numbers.

**General definitions of power.** For the general case the active (mean) electrical power is

$$P = \frac{1}{T} \int_T u \cdot idt, \quad (1)$$

where T is the time of interest or the observation time, or for periodic signals, the period time.

In an ideal power system, the voltages and currents are (purely) sinusoidal with a frequency of 50 Hz or 60 Hz. However, non-ideal characteristics of real-life power system components and non-ideal loads will cause distortion. Currents and voltages will be nonsinusoidal and will contain harmonics. In most cases, the currents and the voltages will still be (approximately) periodic with a fundamental frequency of 50 Hz or 60 Hz. If the voltage and current both are periodic functions of time with the same period T, the voltage and current can both be expressed as a Fourier series and the power can be defined as

$$P = \sum_n U_n I_n \cos \Phi_n, \quad (2)$$

where  $n$  is an order for which both the voltage and current harmonics exist, and  $\Phi_n$  is the phase angle difference between  $U_n$  and  $I_n$ . Further, for the special case where both the voltage and the current are sinusoidal the active power can be expressed by the familiar equation

$$PUI = \cos \Phi, \quad (3)$$

These definitions are based on the physical phenomena of electrical power and energy; this power or energy can be transferred to for instance thermal power and energy, and can be measured as thermal or mechanical properties. Therefore, there are no controversies about Equation (1) to Equation (3), neither in the general case nor in the special cases of sinusoidal signals and nonsinusoidal, periodic signals.

Apparent and reactive powers, on the other hand, are not based on a single, well defined, physical phenomenon as the active power is. They are conventionally defined quantities that are useful in sinusoidal or near-sinusoidal situations. For sinusoidal voltages and currents reactive power is defined as

$$Q = UI \sin \Phi = \sqrt{S^2 - P^2}, \quad (4)$$

and apparent power is defined as

$$S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (5)$$

At nonsinusoidal conditions there is, more or less, a general agreement on using

$$S = UI, \quad (6)$$

as the apparent power definition, where  $U$  and  $I$  are the root-mean-square values of the voltage and current. For a periodic nonsinusoidal signal, the apparent power will then be equal to

$$S = \sqrt{\sum_n U_n^2 \sum_n I_n^2}. \quad (7)$$

There are quite a few proposals on how to extend the definition of reactive power to cover nonsinusoidal situations. The definition that is most widely spread, and is also approved of by ANSI/IEEE as standard, has been given by Budeanu:

$$Q = \sum_n U_n I_n \sin \Phi_n, \quad (8)$$

It is usual to denote this expression of reactive power by  $Q_B$ . The power triangle is generally not satisfied by this definition so another quantity  $D$  power and active power:

$$D^2 = S^2 + P^2 - Q^2, \quad (9)$$

However, the definition according to Budeanu is not considered useful for any practical applications. Furthermore, as stated earlier, reactive power is not a quantity defined by any single physical phenomenon but a mathematically defined quantity that has some very useful characteristics and physical interpretations at *sinusoidal* conditions.

The most important characteristics of reactive power at *sinusoidal* conditions are as follows:

1. The reactive power is equal to the magnitude (peak value) of the purely bidirectionally pulsating instantaneous power through a point in a power system.
2. The reactive power is proportional to (the mean of) the difference between the electric energy stored in inductors and the energy stored in capacitors.
3. If the reactive power is reduced to zero, the power factor will be unity.
4. The reactive power completes the power triangle,  $Q^2 + P^2 = S^2$ .
5. The sum of all reactive powers in a node of a power system is zero.
6. Reactive power can be expressed by the terms  $U$ ,  $I$  and  $\sin \Phi$ .
7. Reactive power can be positive or negative (the sign specifies whether a load is of inductive or capacitive type).
8. Reactive power can be reduced to zero by inserting inductive or capacitive components.
9. The voltage drop of power system transmission lines is approximately proportional to the reactive power.

All these characteristics are tightly related in the sinusoidal case and depend directly on the phase angle between the voltage and the current, being the only degree of freedom given for a specified voltage and power. All the above characteristics are valid for the expression  $Q = UI \sin \Phi$ , in sinusoidal

situations. For nonsinusoidal signals, the Budeanu definition does not always agree with the characteristics 3, 4, 8.

It can be further shown that the apparent power as defined by  $U_{\text{rms}} \cdot I_{\text{rms}}$ , see Equation (6) and Equation (7), contains cross-products between current and voltage harmonics of different orders, while active power does not. Therefore, the characteristic 4 requires that the reactive power does contain cross-products, which contradicts characteristic 6. Consequently, a nonsinusoidal definition of reactive power that agrees with both characteristics 4 and 6 is impossible.

Due to the problems of extending the reactive power concept as described above, there is no obvious principle on which to base a general definition of reactive power. From the debate on how to define reactive power it is evident that the different approaches at least partly are due to the application the suggested reactive power is aimed at. In the near future, we either have to try to find and agree upon the most practical of the theoretically acceptable definitions or we will have to live with different concepts aimed at different applications.

**Orthogonality.** The term orthogonality is a central issue for most of the reasoning behind the suggested definitions. In this context, it means that if two functions, e.g. two currents  $i_a$  and  $i_b$ , have a common period time  $T$  and are orthogonal, then

$$\frac{1}{T} \int_T i_a i_b dt = 0, \quad (10)$$

Further, if  $i = i_a + i_b$  then the square of the rms-value of  $i$  will be

$$I^2 = \frac{1}{T} \int_T (i_a + i_b)^2 dt = \frac{1}{T} \int_T i_a^2 dt + \frac{1}{T} \int_T 2i_a i_b dt + \frac{1}{T} \int_T i_b^2 dt = I_a^2 + I_b^2, \quad (11)$$

That is, the rms-value of a sum of two orthogonal currents or voltages contains no cross-products and the squared total rms-value is equal to the sum of the squared rms-values. Thus, when a division in orthogonal current components is made, it is easy to define apparent power components from these currents by multiplying them with the squared rms-voltage:

$$S^2 = U^2(I_a^2 + I_b^2) = S_a^2 + S_b^2, \quad (12)$$

The Fourier series, and each sine and cosine term in such series, are orthogonal by nature, which is one reason why they are so useful. There are, however, many other possibilities of dividing the voltage and current into orthogonal components, as shown by the different authors in the following.

In a concept as described above the apparent power is derived from a number of rms-values. A quantity defined by the multiplication of rms-values does not have any sign. As will be seen in this survey, only a few power components will be defined as signed quantities.

## **УПРАВЛЯЕМЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ФИЛЬТРОКОМПЕНСИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

*Ф.М.Қодиров (ТУИТ)  
Д.Н.Астанов (ТУИТ, студент)*

В статье рассматривается проблема фильтрации высших гармоник и реактивной мощности в электрических сетях энергосистем. Изменение конфигурации питающей энергосистемы приводит к появлению дополнительных требований к подстанции и необходимости улучшения компенсации реактивной мощности (КРМ).

Увеличение количества нелинейных нагрузок и генерирующего гармоник, а также количества распределенных генерирующих мощностей привело к появлению потребности в компенсации обусловленных ими возмущений. Искажения напряжения, связанные с несинусоидальностью токов, стали наиболее серьезной проблемой для электрических сетей. Последние часто сталкиваются с такими последствиями наличия гармоник как увеличение потерь в трансформаторах и линии электропередач (ЛЭП), проблемы, связанные с реактивной мощностью и резонансными явлениями, снижение номинальных параметров оборудования, взаимовлияние между источниками и нагрузками, снижение общей стабильности энергосистемы и сужение области устойчивой работы энергосистемы.

Использование традиционных способов компенсации, основанных на использовании конденсаторных батарей и пассивных фильтров (ПФ) приводит лишь к дальнейшему распространению гармоник, например из-за возникновения резонанса, между индуктивностью линий и параллельными конденсаторами. Последние годы большое внимание уделялось специальным устройствам подавления гармоник. Одним из наиболее популярных решений для борьбы с гармониками является шунтовой активный фильтр. Его действие основано на генерации гармоник и/или реактивных токов в определенной точке энергосистемы. Для устройства было предложено несколько алгоритмов управления, при этом наиболее популярным является алгоритм, основанный на обобщенной теории активной и реактивной мощности.

Изменение конфигурации системы приводит к новым ограничивающим факторам на распределительных подстанциях (РП). Соответственно исследование гармоник производилось исходя из конфигурации системы в будущем. Искажения напряжения в различных точках системы при различных условиях работы конденсаторных батарей проверялись методом потоков мощности гармоник. Первое предложение заключалось в увеличении существующей пассивной компенсации, однако

такое решение приводило к появлению резонансов в области пятой и седьмой гармоники неприемлемым уровням искажений. Более тщательное изучение системы привело к новым данным об уровнях мощностей, подлежащих компенсации, и показало, что в системе отсутствует компонент нулевой последовательности, а величина основной гармоники токов обратной последовательности незначительна. При этом в питающей подстанции системе с напряжением в 220 кВ гармоники и асимметрия фаз практически отсутствовали. Как следствие, данный случай представляется идеальным с точки зрения компенсации при помощи шунтовых (включенных параллельно с сетью) активных или комбинированных фильтров. Возможный вариант комбинированного активного фильтра предложен в данной статье. Указанный фильтр тщательно исследован путем моделирования его поведения как в установившихся, так и переходных режимах.

На рис.1 показана однолинейная схема модели системы, принятой для исследуемой подстанции. Трехфазная модель сети была реализована в среде MATLAB/SimulinkPowerSystemBlockset (PSB).

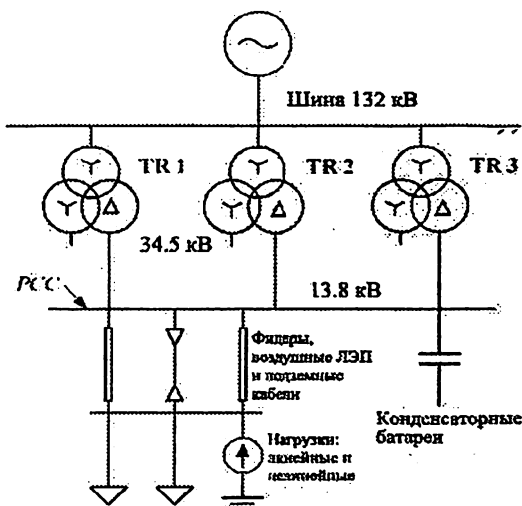


Рис. 1. Однолинейная схема модели системы

Система (высшего напряжения. – *прим перев.*) представляется идеализированным источником напряжения 220 кВ, подключённым к трем трансформаторам со сходными характеристиками – 220/35/6(10) кВ и 15/10/15 МВА. Моделирование системы производится с использованием эквивалентного импеданса, связанного с мощностью короткого замыкания на напряжении 13.8 кВ, которая составляет приблизительно 200 МВА. Нагрузки на уровне 34.5 кВ, отсутствуют. Все трансформаторы

подключены в параллель к шине 13.8 кВ, туда же подключены конденсаторные батареи и нагрузки. Поскольку обмотки трансформаторов соединены по схеме звезда/звезда/треугольник (Y/Y/D), токи нулевой последовательности на уровне 13.8 кВ отсутствуют. Кроме того, измерения, выполненные в сети, показали, что при имеющихся нагрузках отсутствуют токи обратной последовательности на частоте основной гармоники. Соответственно, для рассматриваемой подстанции была построена симметричная модель сети. Фидеры, подземные кабели и наземные ЛЭП рассматриваются со стороны подключения нагрузки.

Активная и реактивная потребляемые мощности на частоте основной гармоники представляются в виде цепи с постоянным полным сопротивлением и нелинейной нагрузки, соответствующей гармоникам, в форме синусоидальных источников тока. Амплитуда и частота каждого источника характеризуют соответствующую гармонику.

В соответствии с исследованиями мощности и гармоник, выполненных в этой системе, полное потребление по шине 13.8 кВ составляет 29.3 МВА при  $\cos \varphi = 0.8$ . Пиковые токи гармоник и  $\text{TND}_T$  показаны в таблице 1.

Таблица 1

Токи гармоник

$i_h$	$i_2$ (A)	$i_{11}$ (A)	$i_{11}$ (A)	$i_{13}$ (A)	$\text{TND}_T$ (%)
Пиковые значения	74.9	54	24.5	18.7	5.4

Компенсация реактивной мощности в 9.6 МВар приведет к  $\cos \varphi = 0.94$  на уровне 13.8 кВ, что является задачей предлагаемого компенсатора.

Компенсация реактивных составляющих токов с помощью конденсаторной батареи мощностью 4.8 МВар приводит к возникновению параллельных резонансов, следствием чего являлось неприемлемое повышение уровня гармоник. Результаты, реактивная мощность, генерируемая конденсаторной батареей, и величины искажений тока и напряжения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты измерений мощности и коэффициента мощности

$Q_c$ (МВар)	P (МВт)	Q (МВар)	$V_1$ фазн. (кВ, д.з.)	$\text{TND}_v$ (%)	$I_{1\text{лин}}$ (А, д.з.)	$\text{TND}_T$ (%)	$\cos \varphi$	$Q_{Ac}$ (МВар)
0	23.4	17.7	7696	5.66	1269	5.43	0.8	---
4.8	24.4	13.7	7865	9.65	1188	10.7	0.86	4.78
9.6	25.5	9.7	8040	9.64	1129	13.8	0.92	9.62

Таблица 3

Значения напряжений гармоник и их сопоставление с требуемыми величинами

Напряжения гармоник	$Q_c$ (0 МВар)	$Q_c$ (4.8 МВар)	$Q_c$ (9.6 МВар)	Пределы IEEE
$V_5$ (%)	<b>3.29</b>	<b>5.47</b>	<b>8.88</b>	3
$V_7$ (%)	<b>3.32</b>	<b>7.48</b>	<b>3.61</b>	3
$V_{11}$ (%)	2.37	2.30	0.86	3
$V_{13}$ (%)	2.14	1.42	0.56	3
$THD_V$ (%)	<b>5.66</b>	<b>9.65</b>	<b>9.64</b>	5

В таблице 3 показаны напряжения гармоник и  $THD_V$  для всех случаев, а также пределы, устанавливаемые IEEE. Для случаев  $Q_c=4.8$  МВар и  $Q_c=9.6$  МВар напряжения пятой и седьмой гармоник, а также уровень  $THD_V$  превышают допустимые значения, из чего следует, что необходимо использовать иной способ компенсации.

Рассматриваемая система является трехпроводной, в ней можно пренебречь мощностью нулевой последовательности и далее рассматривать только компоненты  $p$  и  $q$ . В случае нелинейных нагрузок  $p$  и  $q$  содержат как постоянную, так и переменную составляющие. Среднее значение мгновенной активной мощности ( $p_{DC}$ ) равно утроенному значению активной мощности в каждой из фаз. Аналогично, среднее значение мгновенной реактивной мощности ( $q_{DC}$ ) равно утроенному значению реактивной мощности в каждой из фаз.

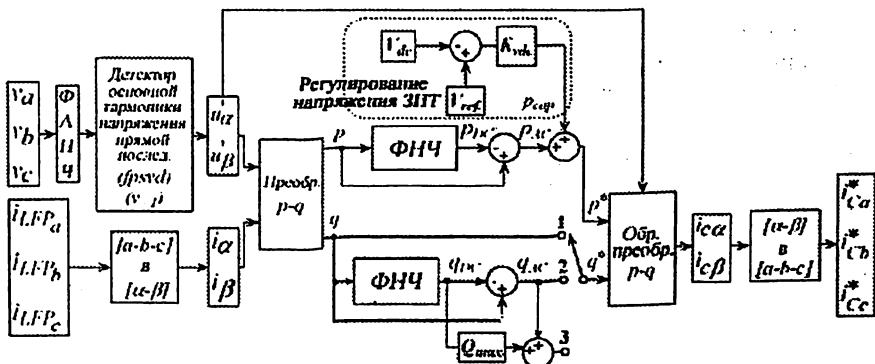


Рис. 2. Структурная схема системы управления силовой частью SAPF

Переменные составляющие обеих мгновенных мощностей ( $p_{AC}$ ) и ( $q_{AC}$ ) соответствуют вкладу гармоник и небалансов. В рассматриваемом случае переменные составляющие обусловлены лишь гармониками, поскольку



нагрузки симметричны, а составляющие нулевой последовательности отсутствуют благодаря соответствующему соединению обмоток трансформатора.

В целом, сеть «поставляет» постоянную составляющую активной (действительной) мощности, а переменная составляющая, как и вся мнимая мощность, должна генерироваться SAPF. Соответственно сигнал мгновенной активной мощности подвергается фильтрации с целью разделения её двух компонентов и вычисления значений задания  $p^*$  и  $q^*$ . Предлагаемый SAPF является отличным решением для систем электроснабжения с близким к идеальным генерирующими мощностями и нагрузками с малой асимметрией. Решение задач компенсации в системах с большими искажениями формы и небалансами требует применения более сложных устройств компенсации, например, универсального контроллера качества энергии.

## **АНАЛИЗ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО МАСШТАБИРОВАНИЯ**

*Ташманов Е.Б. (ГУИТ)*

С развитием цифровых технологий масштабирование становится все более актуально. Все большей популярностью пользуются мобильные устройства, такие как телефоны, кпк, планшеты и т.д. Экраны этих мобильных устройств довольно малы по сравнению с размерами изображений. В других случаях из маленького изображения необходимо получить большое. Вот здесь и приходят на помощь алгоритмы масштабирования.

Масштабирование изображений – важный этап любой цепочки обработки изображений, содержащей сенсор камеры и дисплей. Хотя разрешения современных мобильных дисплеев с развитием технологий увеличились до приемлемого для отображения качественных фотографий уровня, разрешения самих фотографий намного превосходит разрешения экранов мобильных устройств. В этой статье рассмотрены типы алгоритмов интерполяции быстрого и качественного масштабирования изображений, пригодный для реализации на мобильных устройствах. Ниже будет приведено подробное описание алгоритма

Эффективность применения предварительного масштабирования зависит от выбора алгоритма интерполяции.

Общепринятые алгоритмы интерполяции можно поделить на две категории: адаптивные и неадаптивные. Адаптивные методы изменяются в зависимости от предмета интерполяции (резкие границы, гладкая текстура), тогда как неадаптивные методы обрабатывают все пиксели одинаково.

Неадаптивные алгоритмы включают: метод ближайшего соседа, билинейный, бикубический, сплайны, функция кардинального синуса (sinc), метод Ланцоша и другие. В зависимости от сложности, они используют от 0 до 256 (или более) смежных пикселей для интерполяции. Чем более смежных пикселей они включают, тем более точными могут оказаться, но это достигается за счёт значительного прироста времени обработки. Эти алгоритмы могут использоваться как для развёртки, так и для масштабирования изображения.

Адаптивные алгоритмы включают в себя многие коммерческие алгоритмы в лицензированных программах, таких как Qimage, PhotoZoom Pro, Genuine Fractals и другие. Многие из них применяют различные версии своих алгоритмов (на основе попиксельного анализа), когда обнаруживают наличие границы — с целью минимизировать неприглядные дефекты интерполяции в местах, где они наиболее видны. Эти алгоритмы в первую очередь разработаны для максимизации бездефектной детальности увеличенных изображений, так что некоторые из них для вращения или изменения перспективы изображения непригодны.

#### **Метод ближайшего соседа**

Это наиболее базовый из всех алгоритмов интерполяции, который требует наименьшего времени обработки, поскольку учитывает только один пиксель — ближайший к точке интерполяции. В результате каждый пиксель просто становится больше.

#### **Билинейная интерполяция**

Билинейная интерполяция рассматривает квадрат  $2 \times 2$  известных пикселей, окружающих неизвестный. В качестве интерполированного значения используется взвешенное усреднение этих четырёх пикселей. В результате изображения выглядят значительно более гладко, чем результат работы метода ближайшего соседа.

Диаграмма относится к случаю, когда все известные пиксели равны, так что интерполированное значение просто является их суммой, поделенной на 4.

#### **Бикубическая интерполяция**

Бикубическая интерполяция идёт на один шаг дальше билинейной, рассматривая массив из  $4 \times 4$  окружающих пикселей — всего 16. Поскольку они находятся на разных расстояниях от неизвестного пикселя, ближайшие пиксели получают при расчёте больший вес. Бикубическая интерполяция производит значительно более резкие изображения, чем предыдущие два метода, и возможно, является оптимальной по соотношению времени обработки и качества на выходе. По этой причине она стала стандартной для многих программ редактирования изображений (включая Adobe Photoshop), драйверов принтеров и встроенной интерполяции камер.

#### **Интерполяция высшего порядка: сплайны и sinc**

Есть много других интерполяторов, которые принимают во внимание больше окружающих пикселей и таким образом требуют более интенсивных вычислений. Эти алгоритмы включают в себя сплайны и кардинальный синус (sinc), и они сохраняют большинство информации об изображении после интерполяции. Как следствие, они являются исключительно полезными, когда изображение требует нескольких поворотов или изменений перспективы за отдельные шаги. Однако, для однократных увеличений или поворотов такие алгоритмы высшего порядка дают незначительное визуальное улучшение при существенном увеличении времени обработки. Более того, в некоторых случаях алгоритм кардинального синуса на гладком участке обрабатывает хуже, чем бикубическая интерполяция.

Проведенные эксперименты подтверждают целесообразность использования предварительного масштабирования изображения перед компрессией для повышения качества восстановленного изображения. По соотношению качество восстановления время обработки для этой задачи наиболее подходит алгоритм масштабирования Bilinear.

## ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ДЕЛИТЕЛЕЙ СИГНАЛОВ

*Х.С. Соатов (ГУИТ)*

При реализации схем получения частотно-модулированных сигналов с постоянной амплитудой используется наряду с амплитудными ограничителями и делители сигналов. Особенностью делителей сигналов являются минимальный уровень паразитной фазовой модуляции и возможность уменьшения минимального значения «порогового» ограничения входного сигнала.

При делении сигналов возникает вопрос определения амплитудной погрешности операции деления.

Ответ на этот вопрос можно получить, используя обратные статистические характеристики «идеального» и реального делителей сигналов.

В качестве реального делителя сигналов можно взять однозвенный варикапный делитель с коэффициентом степени  $n = 0,5$ .

Для идеального делителя, обратная зависимость гиперболы выражается как:

$$y_1 = \frac{1}{K_n}$$

где,  $K_n$  - коэффициент передачи идеального делителя сигналов; а для варикапного делителя нелинейная и имеет вид:

$$y_2 = \frac{1}{K_{п1}}$$

где,  $K_{п1}$ -коэффициент передачи реального делителя сигналов.

В таблице 1 приведены нормированные значения обратных статистических коэффициентов передачи реального и идеального делителей сигналов.

Из этих выражений определяется максимальная погрешность операции деления сигналов как:

$$П_1 = \{\max|y_2 - y_1|\} * 100\%$$

где,  $П_1$  – амплитудная погрешность операции деления, определяемая в процентах.

Таблица 1.

Нормированные значения обратных статистических коэффициентов передачи идеального и реального делителей сигналов

$u_{вх}/u_{вх, \max}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$y_1$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$y_2$	0,28	0,32	0,34	0,38	0,41	0,44	0,48	0,54	0,61	0,73	1,0

Исходя из полученных результатов, можно сказать максимальная амплитудная погрешность не превышать 28 %.

Если использовать вместо однозвенного варикапа, двухзвенный варикап тогда амплитудная погрешность делителя сигналов не превышает 10 %.

В том случае если после делителей сигналов используются ключевые генераторы этими амплитудными погрешностями можно пренебречь.

С другой стороны изменения амплитуды порядка 10 % приводит к появлению паразитной модуляции порядка 1,5 градусов. В определенных практических реализациях этими небольшими градусами можно пренебречь.

Для уменьшения амплитудной погрешности можно изменить следующие параметры:

Первым параметром является управляющий сигнал, который произвольно менять невозможно. Следовательно, этот фактор не может быть использован как регулирующий фактор.

Вторым параметром, который в определенных пределах можно менять, является напряжение смещения, с помощью которого выбирается необходимая рабочая точка. Другими словами это нужно понимать так:

если управляющий сигнал изменяется по определенному закону, то всегда можно найти такое изменение напряжения смещения, при котором выходной сигнал делителя сигналов максимально приближается к операции «идеального» ограничения.

Один из способов минимизации амплитудной погрешности является метода предсказаний управляющего сигнала, при котором коэффициент реального делителя сигналов максимально приближается к идеальному.

Еще одним способом минимизации амплитудной погрешности делителя сигналов является использование варикапов с различной крутизной характеристик.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИПРОЦЕССОРНОГО МОДУЛЯ CUDA ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И СКОРОСТИ КОДИРОВАНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ**

*Д.Б. Ибрагимов (ГУИТ)*

*С.А. Рахмонов (ГУИТ)*

Рассматривается проблема повышения качества и скорости кодирования телевизионных (ТВ) сигналов. Приводятся структурная схема архитектуры Compute Unified Device Architecture (CUDA) и результаты тестирования.

В настоящее время кодирование ТВ-сигналов по стандарту H.264 реализуется программным путем, что требует значительных затрат процессорного времени. Однако технология вычислений на основе графических процессоров CUDA позволяет снять часть нагрузки с центрального процессора для высокопроизводительной обработки массивов данных больших объемов.

CUDA даёт возможность организовывать доступ к набору инструкций и памяти графического ускорителя, используя его для сложных параллельных вычислений. Графический ускоритель, поддерживающий технологию CUDA, имеет программируемую открытую архитектуру, по возможностям приближающуюся к центральным процессорам.

Общая структурная схема взаимодействия центрального двухядерного процессора (Host) и графического процессора (Device) по технологии CUDA представлена на рис. 1.

Графический процессор (Device) является многоядерным (число ядер может быть до нескольких сотен). В приведенном примере этот процессор состоит из двух гридов (Grid 1 и Grid 2), содержащих несколько блоков (Block), которые, в свою очередь, содержат определенное количество тредов (Thread). Здесь:

- тред – наименьший элемент, выполняющий инструкцию;

- блок – объединение нескольких тредов;
- грид – объединение нескольких блоков;
- ядро (Kernel) – приложение или программа, выполняемые графическим процессором.

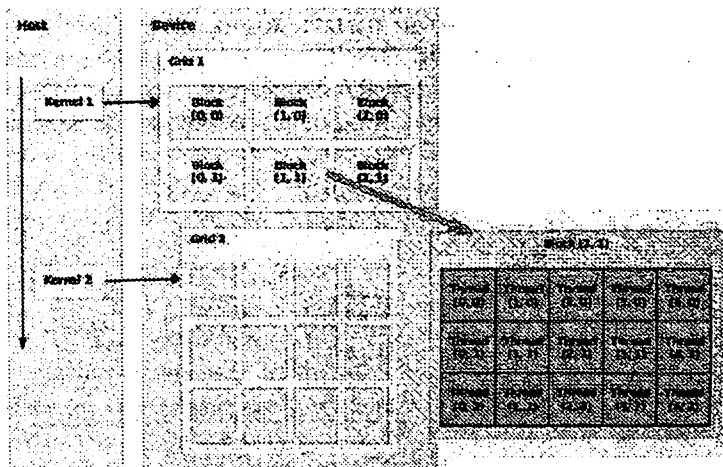


Рис. 1. Структурная схема взаимодействия центрального двухядерного и графического процессоров по технологии CUDA

Устройство обладает общей памятью порядка 1 Гбайт и более, доступной всем блокам, а также разделяемой памятью от 16 Кбайт на каждый блок, за счет которой можно повысить быстродействие программы, поскольку использование разделяемой памяти уменьшает число конкурентных запросов к общей памяти.

Устройства с CUDA классифицируются по версиям «вычислительных возможностей» (compute capability). Compute capability v 2.1 – максимальная из возможных.

Самые последние аппаратные решения из серии Quadro и Tesla позволяют достигать максимального быстродействия с использованием CUDA.

Технология CUDA имеет некоторые недостатки. Во-первых, ее поддерживает и развивает только производитель NVidia. Во-вторых, все функции, выполняемые на устройстве, не поддерживают рекурсии и имеют некоторые другие ограничения:

Одной из задач обработки, которую можно решать с использованием платы CUDA, является реализация кодера сжатия по стандарту H.264 для телевидения высокой четкости (1920×1080 пикселей), когда скорость цифрового потока по интерфейсу 3Gb SDI от источника видеoinформации (камеры ТВЧ) достигает значения 3 Гбит/с.

Представляется, что ускорение обработки, достигаемое с помощью платы CUDA, позволит реализовать кодек H.264 для ТВЧ в реальном времени. Предлагается следующая структурная схема вычислительной системы на основе архитектуры CUDA (рис. 2).

Здесь входной поток видео от камеры телевидения высокой чёткости (ТВЧ) поступает в оперативную память компьютера (ОЗУ) через модуль видео захвата и контроллер USB 3.0. Затем этот поток кодируется в модуле GPU CUDA и записывается на RAID-систему. При этом в процессе кодирования ресурсы центрального процессора не задействованы.

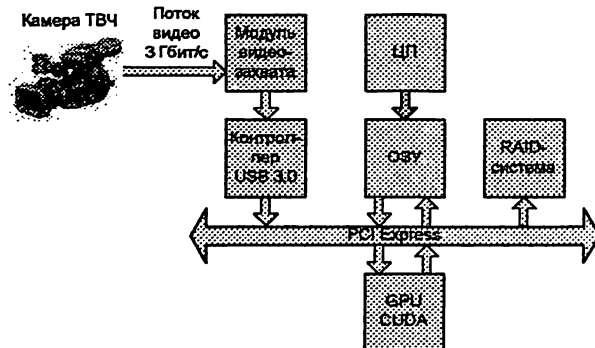


Рис.2. Структурная схема архитектуры CUDA

В проводимых тестах скорости потока несжатого видео составляли менее 3 Гбит/с ввиду отсутствия ТВЧ камеры.

При тестировании формат исходного видео – mpeg2 с параметрами 720x576p25; формат результирующего видео – H.264 с параметрами 720x576p25. Результаты тестирования двух кодеков приведены в таблице.

Результаты тестирования

Кодек	Параметры кодирования	Средняя скорость кодирования, fps	Загрузка ЦП, %	Метрика SSIM, среднее значение по всем кадрам	Размер закодированного файла, байт
x264	Заданные по умолчанию	645,0	47	0,50171	431 160 699
	Заданные по умолчанию с включенным по-deblock	730,0	44	0,49848	431 429 438
cudaH2	Заданные по	144,6	93	0,50252	453 559

64enc	умолчанию				160
	Заданные по умолчанию с включенным по-deblock	145,4	93	0,49751	453 553 834

Из таблицы видно, что скорость кодирования с применением кодека cudaH264enc примерно в 5 раз больше скорости кодирования кодека X264, при этом загрузка центрального процессора составляет не более 50%. Метрика SSIM показывает незначительной разницу между качествами изображения для обоих кодеков. Размер закодированного файла показывает небольшую разницу в эффективности сжатия.

Кодек x264 на основе центрального процессора также может обрабатывать видео с большей скоростью, однако при этом эффективность сжатия и качество изображения значительно снижаются.

Таким образом, реализация процесса кодирования ТВ-сигналов по стандарту H.264 на основе мультипроцессорного модуля CUDA дает значительный выигрыш в скорости кодирования при незначительной загрузке центрального процессора. Такую систему можно реализовать на основе рядового ноутбука с графическим процессором nvidia.

## **GSM ТАРМОҒИНИНГ КОММУТАЦИЯ ВА ТАЯНЧ СТАНЦИЯЛАР ТИЗИМИНИНГ ТАРКИБИ**

*Б.К. Турумбетов (ТАТУНФ)*

*Е.Н. Рейтназаров (ТАТУНФ талабаси)*

GSM сотали алоқа тармоғи асосан 2 тизимдан иборат, яъни коммутация ва таянч станциялар тизими. Коммутация тизими (SS) коммутация маркази (MSC), уй абонентларнинг регистри (HLR), MSC/VLR зонасидаги абонентларнинг регистри (VLR), аутентификация маркази (AUC) ва абонент қурималарининг регистридан (EIR) иборат бўлса, таянч станциялар тизимига таянч станциялар контроллери (BSC) ва таянч станцияси (BTS) киради.

Коммутация маркази мобил алоқа учун коммутация вазифасини бажаради. Бу марказ бошқа телефон тармоқлари ҳамда маълумотлар узатиш тармоқларидан қирувчи ва чиқувчи қақирқиқларни назоратлайди. Бундай тармоқларга умумий фойдаланишдаги маълумотларни узатиш тармоқларини, корпоратив тармоқларни ҳамда бошқа мобил алоқа операторларининг тармоқларини киритиш мумкин. Абонентларнинг ҳақиқийлигини текшириш вазифаси коммутация марказида амалга оширилади. Коммутация маркази қақирқиқларнинг маршрутизациясини



таъминлайди, чақириқларни бошқаради, тармоқ томонидан кўрсатилаётган алоқа хизматларининг тарификацияси учун керакли бўлган маълумотларни, яъни амалга оширилган сўзлашувларни йиғиб боради, уларни ҳисоб-китоб марказига (биллинг-марказ) узатади, тармоқнинг ишлашини ва оптимизациясини назоратлаш учун керакли статистик маълумотларни тузади. Коммутация маркази фақатгина чақириқларни бошқаришда қатнашиб қўймасдан, балки жойлашиш манзилларини ҳисобга олиш ва бошқаришни узатиш жараёнларини бошқаради.

HLR регистри маълум бир оператор тармоғида логик томондан битта ҳисобланади, лекин физик томондан улар кўп, сабаби бу маълумотлар базаси тақсимланган. Абонент ҳисобга олинган вақтда абонент ҳақидаги маълумотлар HLR регистрга киргизилади ҳамда бу маълумотлар абонент шартномани бекор этмагунча ва HLR регистрдан ҳисобдан чиқарилмагунча сақланиб туради. HLR регистрида сақланадиган маълумотлар қуйидагиларни ўз ичига олади:

- абонент (рақам) идентификаторларини;
- абонентга бириктирилган қўшимча хизматларни;
- MSC/VLR рақамигача аниқликдаги абонентнинг жойлашиш жойи ҳақидаги маълумотни;
- абонентнинг аутентификация маълумотларини (тришлетлар).

HLR функцияси MSC/VLR ичидаги функция сифатида ҳамда ажралган ҳолда қўлланилиши мумкин. Агар HLR сизими ошган (тўлган) ҳолатда, қўшимча HLR қўшилиши мумкин ҳамда бир неча HLR қўлланилганда маълумотлар базаси ягона (битта) тақсимланган ҳолда қолади. Абонент ҳақида киритилган маълумотлар ҳамма вақт ягона (битта) бўлади. Абонентларнинг тармоқлараро роумингини таъминлаш мақсадида HLR регистрида сақланаётган маълумотларга бошқа тармоқларга тегишли MSC ва VLR регистри киришга ҳуқуқ олиши мумкин.

VLR регистри шу вақтда MSC хизмат кўрсатаётган зонада жойлашган барча мобил алоқа абонентлари ҳақидаги маълумотларни сақлайди. Демак, тармоқдаги ҳар бир MSC ўзининг VLR базасига эга. VLR регистрида хизматлар ҳақидаги маълумотлар вақтинча сақланади ҳамда шу сабабли унинг билан боғланган MSC ўзининг хизмат кўрсатиш зонасида жойлашган барча абонентларга хизмат кўрсатиши мумкин. HLR ва VLR регистрларида абонент ҳақидаги бир-бирига ўхшаш маълумотлар сақланади, лекин бир қанча фарқлари бор. Абонент янги (бошқа) MSC нинг хизмат кўрсатиш зонасига кўчган вақтда, бу MSC га уланган VLR регистри абонент ҳақидаги маълумотларни шу абонентнинг маълумотлари сақланадиган HLR регистрдан сўрайди. HLR регистри маълумотларнинг нусхасини VLR регистрга юборади ҳамда абонентнинг жойлашиш жойи ҳақидаги маълумотни қайта ўзгартиради. Маълумот қайта ўзлаштирилгандан сўнг мобил станция кириш ва чиқиш алоқаларини амалга ошириши мумкин.

Алоқа тизимининг ресурсларини рухсатсиз фойдаланишининг олдини олиш мақсадида абонентнинг ҳақиқийлигини текшириш учун аутентификация механизмлари қўлланилади. Абонентнинг ҳақиқийлигини текшириш маркази бир неча блоклардан иборат бўлиб, аутентификация ва шифрлаш калитларининг қўлланилишини назоратлайди (паролларнинг генерацияси амалга оширилади). Унинг ёрдамида MSC абонентнинг ҳақиқийлигини текширади ва радиоинтерфейста алоқа ўрнатилган вақтда узатилаётган маълумотларнинг шифрланиши амалга оширилади.

Мобил терминалларнинг идентификация рақами ҳақидаги маълумотлар EIR регистрида сақланади. Бу маълумот йўқолган телефонларнинг блокировкасини амалга ошириш учун керак. EIR регистри операторларга қўшимча опция сифатида тақдим қилинади.

GSM тармоғида радиоканалларнинг ишлаши билан боғлиқ бўлган барча функцияларни BSC бошқаради. У мобил станция хэндовери, радиоканалларни белгилаш ва соталарнинг тузилиши ҳақидаги маълумотларни йиғиш функцияларини таъминловчи коммутатор ҳисобланади. Ҳар бир MSC бир қанча BSC ларни бошқариши мумкин.

Мобил станция билан радиоинтерфейсни BTS бошқаради. BTS тармоқдаги ҳар бир сотага хизмат кўрсатиш учун керакли бўлган қабуллагич-узатгич ва антенналар каби радиоқурилмалардан иборат. BSC контроллери бир қанча BTS ларни бошқаради.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ НА ГОМОСОСТАВНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ, РАБОТАЮЩЕГО В РЕЖИМЕ В**

*А.А. Ярмухамедов (ПТУ)*

На рис.1. представлена электрическая схема выходного каскада усилителя мощности на гомосоставных транзисторах, работающего в классе усиления В.

В усилителе мощности используются источники питания на напряжение  $\pm 30$  В. Ток покоя отсутствует. Усилитель мощности создан для двух стандартных значений сопротивления нагрузки  $R_H$ . Выходная мощность усилителя составляла 30 Вт при  $R_H=8$  Ом и 60 Вт при  $R_H=4$  Ом.

Составные биполярные транзисторы в одном плече усилителя мощности образованы соединением трех гомосоставных транзисторов, каждый из которых состоит из дискретных транзисторов n-p-n типа 2N3707, BD139 и ZTX851. В другом плече усилителя мощности составные биполярные транзисторы образованы соединением трех гомосоставных транзисторов, каждый из которых состоит из дискретных транзисторов типа n-p-n ZTX851, BD139 и типа p-n-p 2N3703. Таким образом, в каждом

плече усилителя мощности содержится 9 соединенных биполярных транзисторов.

Изменение входного и выходного напряжений во времени показаны на рис.2. Форма выходного напряжения (кривая 2) сильно искажается по сравнению с входным напряжением (кривая 1) и наблюдаются переходные искажения.

Зависимость THD от входного напряжения показана на рис.3. Изменение THD при изменении входного напряжения от 2 В до 20 В составляет от 100 % до 5% соответственно, что объясняется переходными искажениями.

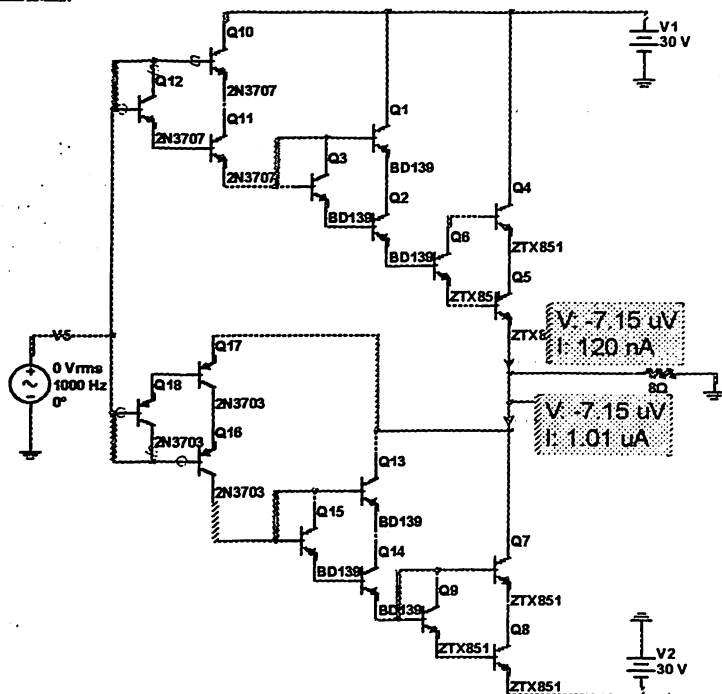


Рис. 1. Электрическая схема выходного каскада усилителя мощности на гомосоставных транзисторах, работающего в классе усиления В

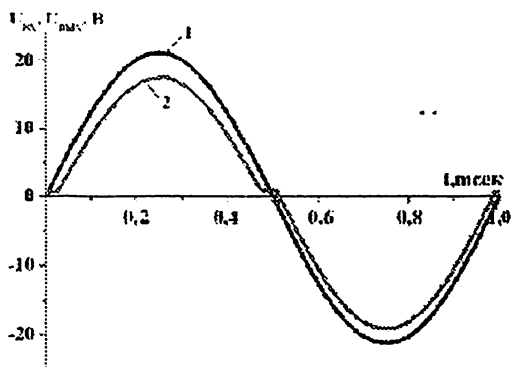


Рис.2. Изменение входного (кривая 1) и выходного (кривая 2) напряжения усилителя мощности во времени

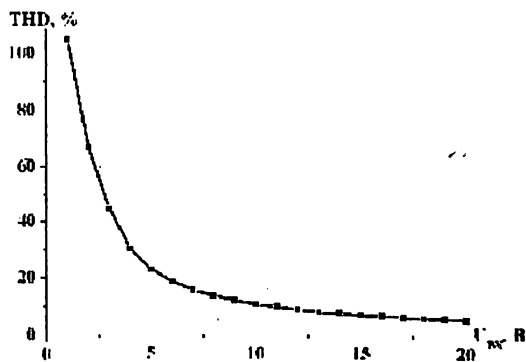


Рис.3. Зависимость общего коэффициента нелинейных искажений (THD) в процентах от изменения амплитуды входного напряжения

## ЛАЗЕРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ

*Н.Б. Хамидханова (ТашТУ, магистрант)*

Радионавигация летательных аппаратов, методы навигации летательных аппаратов осуществляется с использованием радиотехнических средств. Эти средства могут быть автономными, работающими из радиолокационном принципе (радиовысотомер, доплеровский измеритель скорости и угла сноса, бортовая радиолокационная станция), и неавтономными, представляющими собой совокупность радиомаяков и бортовых радиотехнических устройств или

систем (радиотехнические системы дальней и ближней навигации, спутниковая навигационная система, автоматический радиоконпас, система предупреждения столкновений).

По способу определения текущего местоположения летательные аппараты различают три группы метода радионавигации: счисления пути, позиционные и обзорно-сравнительные.

Методы счисления пути основаны на измерении составляющих вектора путевой скорости с помощью доплеровского измерителя скорости и угла сноса и интегрировании их по времени с использованием информации о курсе.

Позиционные методы заключаются в измерении навигационных параметров, характеризующих положение летательного аппарата относительно известных радиомаяков или ориентиров.

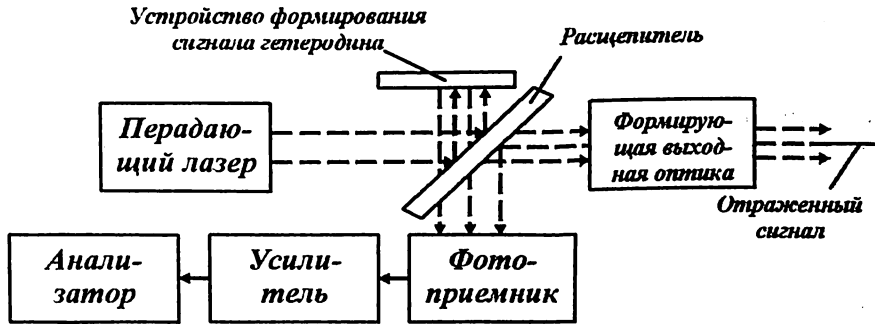
Обзорно-сравнительные методы основаны сравнении измеренных радиотехнической системой каких-либо параметров (например, рельефа пролетаемой местности) с аналогичными параметрами, заложенными в память ЭВМ.

Измерение скорости летательного аппарата является одной из важнейших проблем при решении задачи навигации. Успешное решение этой задачи во многом определяется теми возможностями, которые имеют бортовые измерители скорости. В настоящее время на борту летательного аппарата, как правило, устанавливаются датчики воздушной и путевой скоростей. Для измерителей путевой скорости характерным является использование радиочастотного диапазона электромагнитного излучения, а для датчиков воздушной скорости обычно используются измерители давления. В принципе обе эти задачи могут быть решены с помощью лазерных датчиков.

Сообщения о работах в области лазерных доплеровских измерителей скорости (ЛДИС) начали появляться буквально вместе с рождением первых лазеров. Интерес к ЛДИС был обусловлен возможностями увеличения точности доплеровских измерителей, прежде всего за счет сужения диаграммы направленности, а, следовательно, и сужения спектра отражающего сигнала. Особое внимание ЛДИС обращают на себя как устройства, позволяющие с высокой точностью измерять малое значение скоростей и способные работать над спокойными водными и другими, хорошо отражающими электромагнитные колебания СВЧ диапазона поверхностями. Это достоинство определяется высокой частотой излучения лазеров.

Принцип работы ЛДИС, по существу, ничем не отличается от принципа работы ДИС радиодиапазона, т. е. в ЛДИС также используется метод когерентной обработки отраженного от подстилающей поверхности сигнала (используется метод оптического гетеродинамирования).

Метод оптического гетеродинамирования определяет облик ЛДИС. Какие бы особенности конструкции ни использовались (однолучевой, многолучевой, с отдельным гетеродином и с частичным отбором мощности от передатчика и т. д.), в основе всегда лежит схема, изображенная на рисунке.



#### Структурная схема ЛДИС

Структурная схема ЛДИС состоит из следующих частей: передающий лазер, устройство формирования сигнала гетеродина, расщепитель, формирователь, фотоприемник, усилитель и анализатор.

Принцип действия, которой заключается в следующем. Пучок излучения лазера через расщепитель попадает на выходную формирующую оптику и направляется на подстилающую поверхность. Отраженная энергия, собираемая этой же оптикой, с помощью расщепителя направляется на фотодетектор, туда же направляется часть энергии излучения лазерного передатчика, которая используется в качестве гетеродинной.

Если частота отраженных от подстилающей поверхности колебаний не равна частоте колебаний гетеродина, на входе фотодетектора возникают биения, которые затем с его помощью преобразуются в электрический сигнал. Этот сигнал усиливается и поступает на анализатор, в качестве которого, как правило, используют следящие за частотой (а значит, и за скоростью) фильтры.

# ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЖИВУЧЕСТИ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ, В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

*М.М.Назаров (ГУИТ)*

Любая система беспроводной связи представляет собой многоуровневую иерархическую структуру, включающую в себя множество узлов, связанных между собою определенным образом. Такой конструкции присуще свойство уязвимости, которая определяется тем, что за счет многочисленных узлов и связей между ними (учитывая, что нормальное функционирование нескольких узлов иерархической сети возможно только при нормальном функционировании одного основного узла, называемого управляющим) нередко проявляется «каскадный эффект», когда сбой в одном каком-либо месте провоцирует перегрузки и выход из строя многих других элементов.

Исследование устойчивости подвижной сети связи к разрушающим воздействиям невозможно без анализа влияния компонентов сети на живучесть, поэтому возникает необходимость детального рассмотрения конкретной технологии мобильной связи. Деление системы на домены (структурные подсистемы) позволяет выделить важнейшие компоненты сети, обеспечивающие устойчивость к разрушающим воздействиям, а также проанализировать последствия их выхода из строя.

Характерной особенностью природной или техногенной катастрофы является плохая ее предсказуемость, внезапность, молниеносное распространение, случайность поражения объектов в очаге ЧС, низкая вероятность выхода из строя оборудования мобильной связи вне зоны очага поражения. Восстановительные и спасательные работы, как правило, начинаются уже после активной фазы распространения последствий катастрофы. Основной задачей системы связи является преодоление чрезвычайной ситуации и организация оповещения населения, следовательно, критерий живучести определяется оценкой вероятности блокировки вызова  $E$  (или интенсивностью отказов).

Введем следующие обозначения:

$N$  - общее количество базовых станций в зоне чрезвычайной ситуации, образующих кластер;

$k$  - случайное число базовых станций, сохранивших работоспособность;

$m$  - число каналов базовой станции;

$\lambda$  - интенсивность поступления вызова;

$\mu$  - интенсивность обслуживания запроса.

Возможны два вида чрезвычайной ситуации:

природная или техногенная катастрофы;

преднамеренная атака.

Предположим, что вероятность выживания всех базовых станций одинакова. Например, это предположение верно, когда все станции находятся в очаге поражения. Абоненты, подключенные к пораженным станциям, захватываются оставшимися базовыми станциями либо абоненты сами переходят в соты выживших базовых станций. Интенсивность вызовов или средняя продолжительность сеансов в этом случае может зависеть от числа выбывших станций.

Критерий живучести определяется оценкой вероятности блокировки вызова  $E$ :

$$E = \sum_{k=0}^N P(n = k) = P_{\text{блок}}(k) = \sum_{k=1}^N C_N^k p^k (1 - \rho)^{N-k} \frac{\rho^{mk} / (mk)!}{\sum_{i=0}^{mk} \rho^i / i} + (1 + \rho)^N.$$

Формула блокировки  $E$  может быть записана в виде двух слагаемых, первое из которых характеризует вероятность блокировки вызова при наличии выживших базовых станций, второе слагаемое - это вероятность уничтожения всех базовых станций. В этом случае отказа всех базовых станций все вызовы блокируются со стопроцентной вероятностью.

$$E = \sum_{k=1}^N C_N^k p^k (1 - \rho)^{N-k} \frac{\rho^{mk} / (mk)!}{\sum_{i=0}^{mk} \rho^i / i}.$$

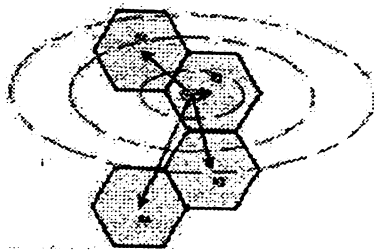
Формула оценки живучести:

$$Sur = 1 - \sum_{k=1}^N C_N^k p^k (1 - \rho)^{N-k} \frac{\rho^{mk} / (mk)!}{\sum_{i=0}^{mk} \rho^i / i}.$$

Заметим, что интенсивность вызовов или средняя длительность сеанса может зависеть от числа выбывших станций, например, увеличивается потребность в связи у абонентов пораженных сот. соответственно увеличивается объем получаемой абонентом информации и время сеанса. В данном случае формула остается верной, заменяется лишь  $\rho$  на  $\rho^k$ .

Теперь предположим, что вероятность выживания базовой станции возрастает с увеличением расстояния от источника поражения (рис.).





### Разбиение сети подвижной связи на соты

Упорядочим вероятности выживания станции по возрастанию и пронумеруем:

Затем, что вероятность равенства  $R_i = R_j$ ,  $i$  не равно  $j$  равна нулю. Введем обозначение множества индексов:

Формула оценки живучести в этом случае будет иметь вид:

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТАЦИОНАРНЫХ И ПОДВИЖНЫХ РАДИОСЕТЯХ ОБМЕНА ДАННЫМИ

*М.М. Назаров (ГУИТ)*

Безопасность данных в стационарных и подвижных технологических радиосетях является одним из ключевых условий их использования, а строительство таких радиосетей осуществляется с учетом необходимости полного исключения или максимального затруднения искажения передаваемой по ним информации. Степень защиты данных оказывает непосредственное влияние на надежность радиосети и ее живучесть, поскольку постороннее вмешательство в работу может существенно снизить эти параметры. В радиосетях обмена данными широко применяются различные методы и способы защиты информации. Ниже представлена информация о возможностях данных радиосетей противостоять основным угрозам: перехвату данных, несанкционированной работе в составе радиосети и радиоэлектронным

помехам (вопросы противодействия профессиональным средствам радиоэлектронной борьбы и радиоэлектронного подавления в настоящей статье не рассматриваются).

Одним из наиболее важных требований к технологическим радиосетям обмена данными является обеспечение их безопасности. Следует отметить, что защита данных в любой системе представляет собой комплекс непрерывных организационно-технических и специальных мероприятий, ни одно из которых в отдельности не позволяет добиться поставленной задачи. Тем не менее, рассматриваемые средства обмена данными обладают возможностями, позволяющими существенно снизить существующие угрозы, главными из которых являются перехват и несанкционированный доступ к работе в радиосети, что обусловлено уже самой средой передачи.

На первый взгляд, перехват данных в проводных технологических сетях связи сопряжен с серьезными трудностями. Однако эта задача не так сложна для специалиста, имеющего соответствующую подготовку (подтверждением этому являются многочисленные успешные атаки хакеров на информационные системы): кабельная сеть прокладывается внутри здания или комплекса зданий, при этом отдельные сегменты могут укладываться в подвалах зданий, коллекторах, патернах и т.п., то есть в местах, не контролируемых службами безопасности и представляющих собой, таким образом, потенциальные точки для несанкционированного подключения. Теоретически любой человек, знающий структуру кабельной системы, может получить доступ к ней в этих точках. После подключения к проводной системе связи получение доступа к информации является делом техники, поскольку во всех открытых проводных сетях используются стандартные протоколы связи и обмена данными, а также серийно выпускаемые и общедоступные программно-технические средства.

Средой передачи данных в радиосетях являются радиоволны, которые могут приниматься любым приемником на относительно большом расстоянии от передатчика. Однако радиосигналы, передаваемые в системах обмена данными с использованием современных радиомодемов, не так доступны, как это может показаться на первый взгляд. Во-первых, для организации перехвата необходимо точно знать номинал рабочей частоты, используемой для обмена данными. При соблюдении пользователями минимальных правил безопасности получение этой информации крайне затруднено. Поскольку передаваемые данные не могут восприниматься на слух, то при использовании для определения номинала рабочей частоты доступных средств перехвата, например частотных сканеров, фиксируется только факт передачи сигналов на определенной частоте, которые представляются как набор шумов. Определение принадлежности этих сигналов тому объекту, поиск которого ведется, без

доступа к передаваемой информации оказывается практически невозможным.

Во-вторых, оборудование использует специальные схемы модуляции сигнала и собственные преамбулы (структуру пакета данных). На практике это выливается в невозможность получения доступа к собственно передаваемой информации при отсутствии соответствующего радиомодема или специального оборудования для анализа сигналов. В отличие от проводных модемов распространение радиотехнического оборудования имеет известные ограничения, а все его пользователи регистрируются. В связи с этим вероятность легального приобретения оборудования, которое может использоваться для обеспечения доступа к передаваемой в технологических радиосетях информации, практически равна нулю.

В-третьих, в большинстве радиосетей, особенно имеющих топологию типа "звезда", в которых обмен данными производится через базовую станцию, в отдельно взятой точке могут приниматься только данные, передаваемые в одном направлении (от базовой станции к удаленному объекту). Это связано с принципами построения сети, в которой базовая станция разворачивается на возвышенности и имеет высоко подвешенную приемо-передающую антенну, что обеспечивает возможность организации связи со всеми удаленными станциями сети. Для организации перехвата используемое для него оборудование необходимо разместить на такой же выгодной позиции, что в большинстве случаев оказывается невозможным. В противном случае обеспечивается перехват только данных от базовой станции, которые в большинстве стационарных технологических радиосетей представляют наименьший с точки зрения перехвата интерес (например запросы, которые дают минимальное представление о работе информационной системы).

И наконец, в отличие от проводных сетей обмена данными, где кабельная инфраструктура и аппаратура для ретрансляции сигналов распределены на больших территориях, радиооборудование передачи данных может быть полностью развернуто в охраняемых помещениях, физический доступ в которые строго ограничен.

Совокупность всех перечисленных выше качеств делает радиосети обмена данными более безопасными по сравнению с технологическими проводными сетями связи и обмена данными в части перехвата данных.

## ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИДА РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕНИ РИВОЖЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

*Р.А.Рахманбердиев (ТАТУ).*

Бугунги кунда телевидение ва радиоузатиш оммавий ахборот воситаларининг аҳамиятли бир қисмидир. Телевидение ва радио узатишлар фуқароларнинг энг тезкор ва ишончли ахборот воситаларидан биридир. Шунингдек, мамлакатнинг иқтисодий ривожланишига ҳамда жамиятнинг манавий ўсишига ўз ҳиссасини қўшиб келмоқда.

Ўзбекистон Республикасида рақамли телевидения узатишнинг истиқболи технологияларини жорий этилиши радиочастота спекторидан самарали фойдаланиш имконини яратади. Янги узатиш каналарининг, телевидения қўшимча хизматларининг ва янги технологик тизимларнинг жорий этилиши ўз навбатида теле ва радио дастурлар контентини ишлаб чиқарувчиларнинг тубдан янги ва технологик даражаси юқори бўлган корхоналарини ва турли янги ишжойларини яратилишига туртки бўлиб хизмат қилиши мумкин.

Шу билан бирга, янги технологик қурилмаларнинг жорий этилиши абонентлардаги аналог қабул қилиш қурилмаларининг рақамли қабул қилиш қурилмаларига алмаштирилишини талаб қилади. Мазкур жараён амалга оширилиши бир мунча вақт талаб қилишини ҳисобга олганда рақамли телевиденияни жорий этишнинг бошланғич даврида аналог ва рақамли телевидение узатиш қурилмаларининг ишлаши параллел ҳолда амалга оширилади.

Рақамли телевиденияни жорий этишнинг узок муддатли истиқболларида қуйидаги масалалар ўз ечимини топиши керак:

- Катта ҳажмдаги контентни тезкор қайта ишлаш алгоритмларини ва усулларини, маълумотларни самарали зичлаш (сиқиш) алгоритмларини такомиллаштириш;
- Узатишнинг турли муҳитларида рақамли телевидение сигналларини узатиш ва қабул қилиш қурилмаларига бўлган техник талабларни ишлаб чиқиш;
- Интернет тармоғи ва мобил алоқа тизимларида рақамли телевидение сигналларини етказиб беришнинг конвергент тизимлари ва усулларини ишлаб чиқиш;
- Телевидениянинг истиқболли турларини, шу жумладан HD ва UHD турларини, 3D, мобил телевидение ва интерактив телевидение хизматларини жорий этиш.

HD (High Definition - юқори сифатли телевидение) — бу пикселлар сони 1920x1080 га тенг бўлган юқори сифатли тасвирга эга бўлган телевидение узатишнинг рақамли технологиялари мажмуаси. Хозирда HD телевидениени тез суратларда ривожланишида янги авлод

телевизорларнинг сонини ўсиши, абонентгача етказиб бериш тезлиги 100 Мбит/с симли ва симсиз кенг полосали Интернет тизимларининг тез ривожланиши, йўлдошли ва кабел операторларининг дастурлари сеткасида HD каналларининг сонини ўсиб бориши сабаб бўлмоқда.

UHD (Ultra High Definition – ўта юқори сифатли телевидение) – 2012 йил 24 май куни Халқаро Электралоқа Иттифоқи телевидение узатиш тизимида янги ривожланиш тавсиясини тақдим этди. Мазкур тақдимотда телевидениени янги авлоди UHD ишлаб чиқилгани ва синовлардан муваффақиятли ўтганлиги элон қилинди

UHD авлоди икки форматдан ташкил топган:

- 4K — 3840 x 2160 пикселлар;
- 8K — 7680 x 4320 пикселлар.

ТВ қабул қилиш қурилмаларини ишлаб чиқарувчилар томонидан дисплейларнинг ўлчамлари табора катталаштирилмоқда, тасвир сифати ва техник характеристикалари яхшиланиб бормоқда.

OLED-технологиясининг ривожланиши яқин келажақда жуда катта экранларни ишлаб чиқариш имконини беради, бу эса ўз навбатида бундай экранларнинг ишлаши учун тегишли дастурий таминоларни ишлаб чиқилишини, юқори сифатли тасвирга эга контент, катта ҳажмдаги малумотлар узатиш ва сақлаш тизимларини жорий этишни талаб қилади.

Янги рақамли технологияларнинг ва хизматларнинг жорий этилиши рақамли каналларнинг ўтказувчанлик имкониятларига бўлган талабни ортиб боришига ва бу ўз навбатида частота ресурсининг сиғимига бўлган талабларни ошиб боришига олиб келади.

Рақамли телевидение узатишнинг иккинчи авлоди DVB-T2 стандартини жорий этилиши ер устки рақамли телевидение узатишда юқори сифатли HD форматдаги каналларини эфирга узатиш имконини беради. DVB-T2 стандартининг малумотлар узатиш тезлиги 33 Мбит/с гача бўлиши мумкин, бу эса бир мултиплекс ичида бир нечта (тўртта ва ундан ортик) HD форматдаги каналларни ташкил этиш имконини яратади.

Рақамли телевидениени жорий этишнинг халқаро тажрибасини инобатга олган ҳолда келажақда барча рақамли телевидение узатиш тизимлари HD, UHD ва 3D форматларида ишлайдилар деб айтиш мумкин.

Ер устки рақамли телевидениени жорий этишда видеокомпрессиянинг янги стандарти H.265 ишлатилиши HD ва UHD форматигадаги видеооқимларни 50%гача самаралироқ сиқиш имконини беради.

Ер устки рақамли телевидениени жорий этишда видеотасвирни сиқиш, қайта ишлаш ва узатиш технологияларининг такомиллашуви стандарт телевидение каналида (8 МГц) бир нечта дастурлардан иборат юқори сифатли мултиплексларни ташкил этиш имконини яратади. Турли тоифадаги фойдаланувчиларнинг талабларини қондириш мақсадида тематик дастурларнинг сонини ошириш

учун янги мултишлекслардан ташкил этилган каналларни эфирга узатишда фойдаланиладиган радиочастота каналларининг сонини ошириш керак бўлади.

HD, UHD ва 3D форматларидаги юқори сифатли узатишларни ва рақамли телевидение қўшимча мултимедия хизматларининг жорий этилиши частота спекторига бўлган эhtiёжларни ошишига, рақамли телевидение учун қўшимча радиоканалларни ишлатилишига олиб келиши мумкин.

Келажакда аналог телевидение узатгичларнинг ўчирилиши муносабати билан бўшаган радиочастоталарда ер устки рақамли телевидениеси асосида янги мултимедия хизматларини жорий этиш техник имконияти пайдо бўлади.

## **ПРОЦЕСС МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНЗИСТОРНОГО УМНОЖИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ**

*Жураева Г. Х. (ТУИТ)*

На сегодняшний день в радиоэлектронике невозможно работать без макетирования и моделирования. Так как оборудование, имеющееся в ВУЗе не всегда, отвечает запрашиваемым требованиям. Работа с макетами даёт очень точные и надежные результаты, но не всегда возможны. ЭТО обуславливается тем, что макеты очень дороги, времени на их проектирование очень мало, очень большие сроки на поставку компонентов и т.д. На сегодняшний день эта проблема легко решается с помощью систем моделирование.

В радиотехнических дисциплинах, где много различных электрических схем и узлов, компьютерное моделирование присутствует на всех этапах проектирования, моделирование и изготовления изделия, то есть от идеи до ввода в эксплуатацию. Наиболее востребованной в радиотехническом направлении является моделирование электрических схем.

Сегодня на рынке инфокоммуникационных технологий очень большой спектр, различных программ схемотехнического моделирования, которые имеют различные возможности.

В моделировании данной работы используются система компьютерного моделирования MULTISIM 11.

Исходные данные для моделирования в данной работе является принципиальная схема макета, приведенная на рис. 1.

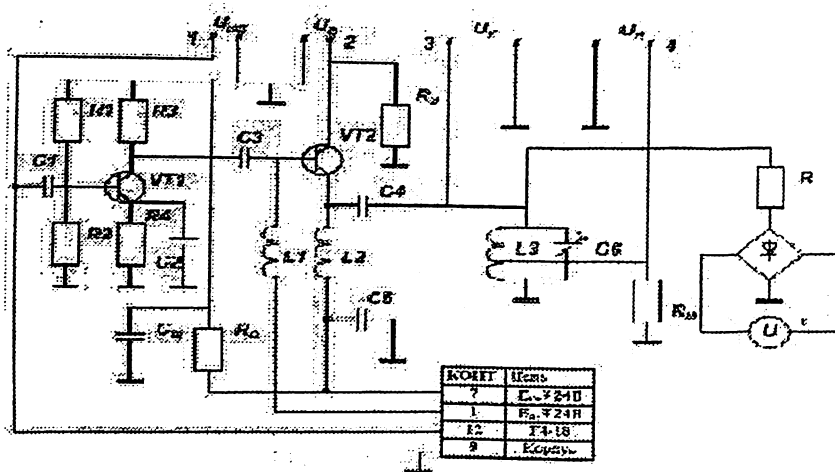


Рис.1. Принципиальная схема макета

При начале моделирования было решено исключить из схемы буферный усилитель на транзисторе VT1, этот усилительный каскад осуществляет функцию усиления слабого сигнала от источника возбуждения умножителя частоты, а в виртуальной модели возможно задать в генераторе необходимую амплитуду сигнала, не используя буферный усилитель.

В результате моделирования была получена данная модель умножителя, представленная на рис.2.

При работе над виртуальной моделью были некоторые трудности, так как в среде кроме основных параметров элемента, моделируются также паразитные свойства.

Выяснилось, что при создании не были учтены и взяты во внимание паразитные параметры схемы, это привело к несоответствию реальной и виртуальной схем.

Все ошибки были учтены и исправлены, на сегодняшний день компьютерная модель полностью отвечает всем требованиям реальной схемы, результаты абсолютно точные.

Эта работа наглядно показывает, что создание компьютерных моделей экономит время и ресурсы. Обучает студентов технических ВУЗов навыкам владения современными инструментами проектирования и компьютерного моделирования.

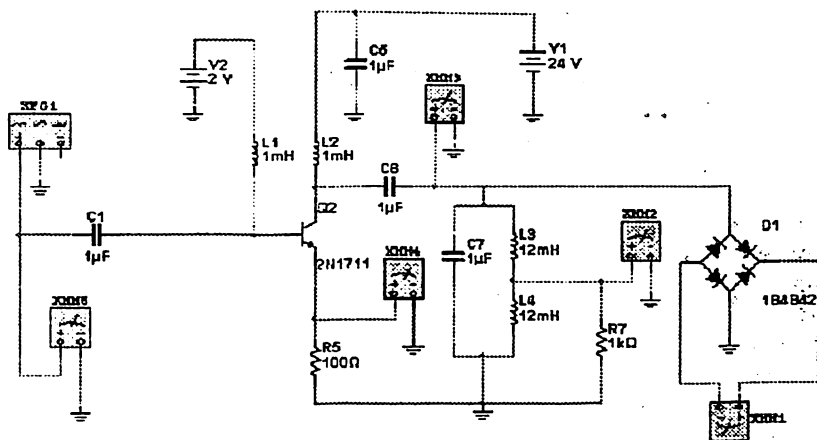


Рис.2. Схема модели умножителя частоты

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛЬНЫХ СХЕМ ТРАНЗИСТОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ АМПЛИТУДНО-МОДУЛИРОВАННЫХ КОЛЕБАНИЙ С БАЗОВОЙ, КОЛЛЕКТОРНОЙ И ЭМИТТЕРНОЙ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ NI MULTISIM 11

*Жураева Г. Х. (ГУИТ)*

В данной работе рассмотрены выполнения самостоятельных и лабораторных работ по дисциплинам электроника, схемотехника, теория электрических цепей и др. На сегодняшний день техническое оборудование морально устарело. В виду этого для проведения лабораторного практикума и самостоятельных работ возникает потребность в усовершенствовании процесса изучения учебного материала.

Применение современных систем моделирование дает возможность реализовать принцип компьютерного проектирования изделий, начиная с создания электрической схемы и заканчивая технологической подготовкой производства. Системы моделирования позволяют избавить проектировщика от многих аспектов, таких как:

- рутинной работы по оформлению документации;
- ускорить поиск необходимой информации;
- значительно уменьшить время завершения новых разработок;



Проектировщик, занимаясь схемотехническим проектированием с помощью системы моделирования, может легко и быстро ее создать и внести в нее изменения, смоделировать работу этой схемы, учитывая характеристики реальных элементов и внешние условия.

Разработка и создание печатной платы проводится на основе спроектированной схемы с помощью функций автоматического размещения элементов и автогассировки проводников. В этот же момент возможно моделирование работоспособности устройства уже с учетом реальной конструкции печатной платы, а также исследование ее температурного режима и механических характеристик.

В данной работе представлена модель макета для исследования генератора с базовой, эмиттерной и коллекторной амплитудной модуляцией и внедрить ее в процесс обучения. Схема генератора с базовой, эмиттерной и коллекторной амплитудной модуляцией представлена на рис. 1

Для наглядности и упрощения схема была разбита на три модели с базовой, коллекторной и эмиттерной модуляцией. До сегодняшнего дня смоделированы только схемы с базовой и коллекторной модуляцией. Эмиттерная модуляция планируется на более поздний период.

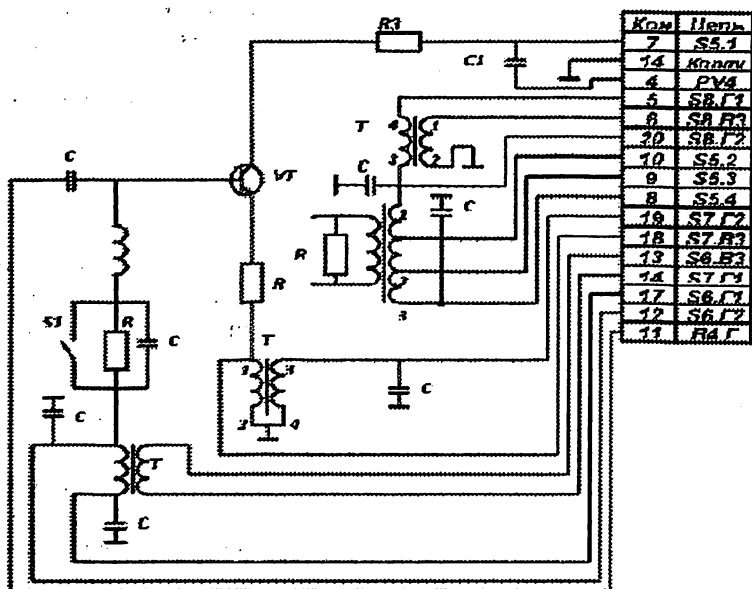


Рис. 1. Схема генератора с базовой, эмиттерной и коллекторной амплитудной модуляцией

Схемы с базовой и коллекторной модуляцией представлены на рис. 2 и рис. 3.

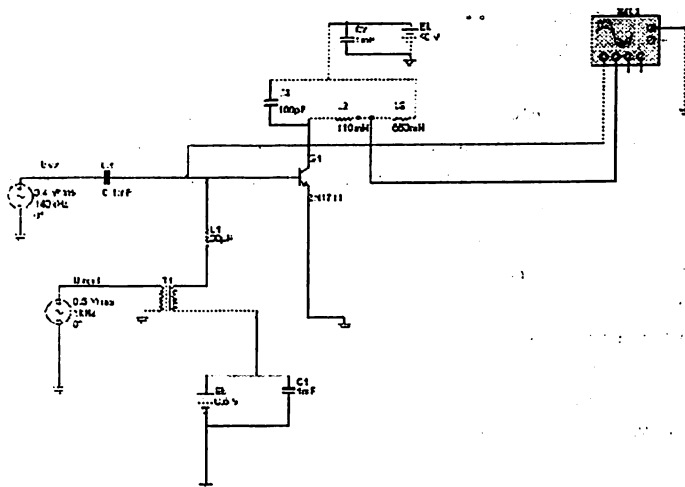


Рис. 2. Схема с базовой модуляцией

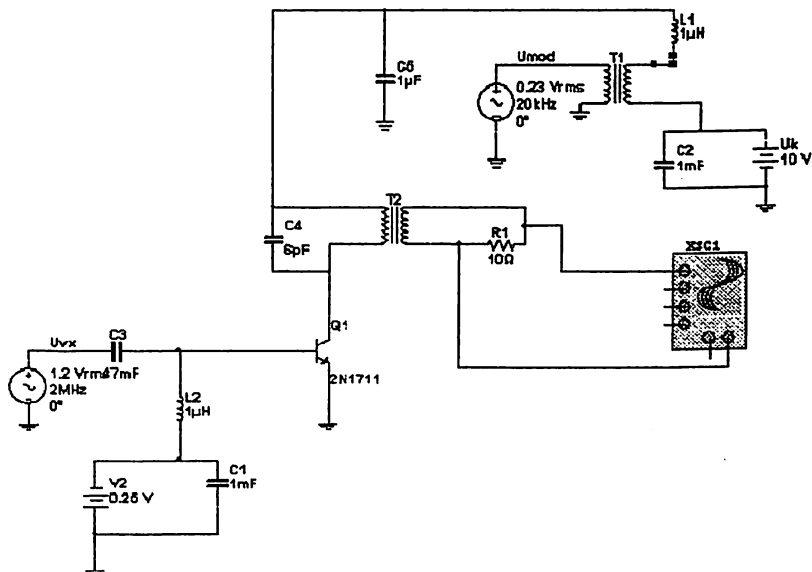


Рис. 3. Схема с коллекторной модуляцией

Для создания данной имитации электротехнической модели потребовалось детальное изучение алгоритма и операций, выполняемых компьютерной программой. Для уточнения всех параметров элементов пришлось детально изучить текст модели. Данная работа помогает глубже понять моделирование в системе САПР и развивать навыки моделирования радиоэлектронных элементов и узлов. Она облегчит выполнение самостоятельных работ для студентов технических вузов. Также она наглядно показывает, что создание компьютерных моделей экономит время и ресурсы. Обучать студентов технических вузов навыкам владения современными инструментами проектирования и моделирования.

В заключение можно отметить, что в настоящее время на передовых предприятиях используются программные и аппаратные комплексы, основанные на последних достижениях науки. Системы проектирования и моделирования позволяют проектировщику, практически исключить такой этап, как макетирование схемы для проверки ее работоспособности. Проектировщик может сосредоточить свои усилия на самых важных вопросах проектирования.

## **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

*Д.А. Давронбеков (ГУИТ)  
Т.А. Уразов (ПГТУ, магистр)*

В наше время, происходит активное развитие технологий в различных сферах деятельности. Большое внимание уделяется развитию сферы телекоммуникационных систем, в том числе радиотехнических систем (РТС). В настоящее время по различным линиям связи, будь то радиосвязь или проводная, оптическая, передаются сигналы от постоянного тока и радиоволн, до оптического диапазона частот, а рабочая дальность передачи простирается от нескольких десятков метров до сотен километров.

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) представляют собой системы для передачи световых сигналов микроволнового или инфракрасного диапазона от 850 до 1650 нм по оптическим кабелям. Этот вид линий связи рассматривается как наиболее перспективный. Достоинствами ВОЛС являются низкие потери силы сигнала, большая пропускная способность сигналов при отсутствии излучения собственного электромагнитного шума, малые масса и габаритные размеры, экономия дорогостоящих цветных металлов, высокая степень защищенности от внешних и взаимных помех. Волоконно-оптические линии связи находят

также широкое применение и в мобильных системах связи, для организации внутрисистемных соединений.

В связи с вышесказанным, возрастающий объём передаваемой информации, протяженностей кабелей и количества систем передачи данных, требует своевременного и качественного обслуживания. Главной проблемой в процессе эксплуатации оптических кабелей, является не правильная его эксплуатация, что зачастую приводит к повреждению оптической жилы внутри кабеля и к ухудшению качества передачи информации.

Для предотвращения эксплуатации повреждённой линии связи, необходимо регулярно проводить её тестирование на возможные дефекты и диагностировать всю систему в целом. Существуют различные методы тестирования оптического кабеля, которые отличаются сложностью и типом получаемых данных о состоянии оптического кабеля.

Широкое применение заслужила методика проверки оптического волокна на затухание. Эта величина позволяет проверить большинство элементов спроектированной системы.

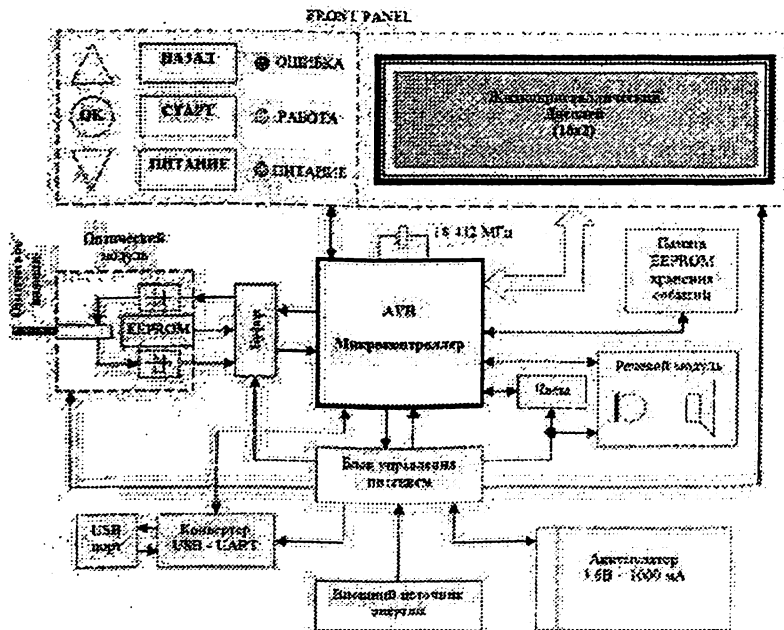
В большинстве случаев измерение вносимых потерь проводится с источником и измерителем мощности. Сначала измеритель мощности калибруется с источником посредством соединения обоих приборов коротким отрезком оптического волокна примерно 1-2 м длиной. Обычно источник устанавливают на уровень передаваемой мощности  $-10$  дБм, затем показания измерителя подгоняют под соответствующее значение  $-10$  дБм. Нужно убедиться, что используемый для калибровки измеритель мощности уровень находится в пределах его динамического диапазона, иначе существует риск получения неверных данных или же повреждение оптического приёмника.

После калибровки измерителя мощности он с источником доставляется на место и подключается к установленной линии связи. Полученное измерителем значение уровня может использоваться для вычисления вносимых на участке тестируемой линии связи потерь. Сюда входят потери, вызванные оптическим волокном, соединениями и коннекторами.

Структурная схема устройства, которое способно выполнить данную методику проверки, показана на рисунке.

Устройство состоит из нескольких блоков. Основную функциональную роль выполняет 8-битный микроконтроллер (МК) AVR от фирмы Atmel, который также является главным управляющим элементом всей схемы. Устройство включает в себя жидкокристаллический дисплей, задача которого отобразить всю необходимую информацию, связанную с данными тестирования оптического кабеля, которые получает МК от оптического модуля. Сам оптический модуль включает в себя совмещённый оптический передатчик

и приёмник. В дополнении к функциональной части устройства, на структурной схеме видно присутствие блока часов и внешней, энергонезависимой памяти EEPROM (англ. Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory). Данные модули позволяют вести наблюдение за состоянием волокна в течение долгого времени и сохранять историю результатов полученных измерений оптического волокна, с целью последующего сохранения на персональный компьютер (ПК) для дальнейшей диагностики или ведения статистики. Измерения проводятся в обе стороны, для вычисления средней величины затухания на линии, т.к. существует вероятность разности величин затухания световой энергии в одну и в другую сторону.



Структурная схема устройства тестирования ВОЛС

Связь между ПК и устройством осуществляется с помощью специализированной интегральной микросхемы FT232. Её основная задача, преобразовать протокол передачи данных, на котором работает МК, в тот вид данных, который будет понятен ПК. На ПК данное устройство определится как виртуальный СОМ-порт, с которым можно производить обмен данными, используя любую программу терминал.

В устройстве реализована поддержка организации речевой связи между двумя точками оптического кабеля. Данная функция будет полезна в случае, если длина уже установленного кабеля достигает длины в

несколько сотен и более метров, а для связи между двумя концами кабеля нельзя использовать телефон, тем самым, оба оператора смогут дать вердикт о том, в каком состоянии находится тестируемый кабель.

Таким образом, используя достаточно доступные компоненты радиотехнических систем, становится возможным сконструировать устройство, способное проводить проверку оптического кабеля на затухания сигнала и в дальнейшем сравнивать полученные величины, с целью выявления возможных ухудшений качества передачи данных ВОЛС.

## **КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД СЖАТИЯ ВЕЩАТЕЛЬНОЙ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ**

*Х.Х.Носиров (ГУИТ)*

*Т.Г.Рахимов (ГУИТ)*

В телерадиовещании сжатие медиа информации дает возможность эффективно использовать ограниченные частотные ресурсы, уменьшая объем данных, появляется пространство для внедрения новых сервисных услуг. Поэтому разработка более эффективных систем сжатия медиа контента ТВ программ является актуальным на сегодняшний день.

Алгоритмы сжатия данных также разнообразны, как и отрасли применения этих данных. Все алгоритмы строятся на основе возможности конечного пользователя, т.е. насколько нужно сохранить исходное качество. Например, если речь идет о сжатии звуковых данных - мелодий, то ограничения идут исходя от слуховых характеристик человеческого уха - что мы не слышим, можно не передавать, если же это текстовые данные, то исходный код должен сохраниться. Видео можно сжимать исходя от восприятия человеческим глазом, какой контраст мы различаем, какой диапазон для сигналов цветности, эти и другие факторы определяют стандарты и алгоритмы сжатия вещательных сигналов.

Существует различные алгоритмы сжатия видео изображений, которые имеют различные степени сжатия и различные качественные показатели. Исследования показали, что применение только одного из алгоритмов для получения больших коэффициентов сжатия не дает ожидаемый результат, т.к. у каждого алгоритма есть свой предел получения хорошего соотношения «коэффициент сжатия/качество».

Предлагается метод обработки видео, который уменьшает размеры картинки (например, в 2 раза) до применения вейвлет преобразований, достигая 4 кратное уменьшение размера каждого исходного изображения. Пример масштабирования изображения показан на рисунке 1.

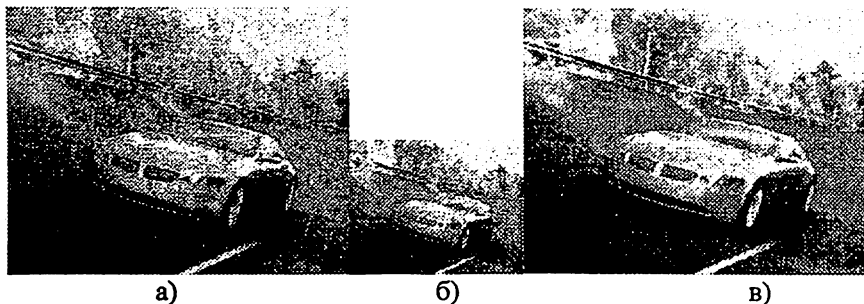


Рис. 1. Сжатие изображений при помощи масштабирования, где а) исходное изображение, б) уменьшенное изображение, в) восстановленное изображение.

При правильном выборе метода интерполяции для масштабирования можно получить хорошее качество изображений при восстановлении. На практике большое применение получили билинейная и бикубическая интерполяции. Билинейная интерполяция – в вычислительной математике расширение линейной интерполяции для функций двух переменных. Ключевая идея заключается в том, чтобы провести обычную линейную интерполяцию сначала в одном направлении, затем в перпендикулярном. Формула билинейной интерполяции интерполирует значения функции в произвольном прямоугольнике по четырем её значениям в вершинах прямоугольника и экстраполирует функцию на всю остальную плоскость. Бикубическая интерполяция – в вычислительной математике расширение кубической интерполяции на случай функции двух переменных, значения которой заданы на двумерной регулярной сетке. Поверхность, полученная в результате бикубической интерполяции является гладкой функцией, в отличие от поверхностей, полученных в результате билинейной интерполяции или интерполяции методом ближайшего соседа. Также бикубическая интерполяция часто используется в обработке изображений, давая более качественное изображение по сравнению с билинейной интерполяцией. В случае бикубической интерполяции значение функции в искомой точке вычисляется через её значения в 16 соседних точках.

Для получения большого значения коэффициента сжатия после применения масштабирования предлагается обработать изображение вейвлет-преобразованием.

Анализ комбинированного метода использующая масштабирование и вейвлет-преобразование заключается в экспериментальном исследовании, и для это цели было взято BMP изображение вещательного размера 720x576. Чтобы можно было сравнить с самим вейвлет преобразованием, вначале кодировали вейвлет-преобразованием, выбрали вейвлет LeGall(5,3). Коэффициент сжатия при качестве 7 из 10 получается

больше 24 раз, при качестве 10 примерно 10 раз. При этом исходное изображение было преобразовано в YUV 420 формат дискретизации для получения идентичного вещательного формата. Это же изображение масштабировали, получая четырех кратное уменьшение исходного размера. Затем чтобы сохранить максимально исходное изображение качество для обработки вейвлет-преобразованием выбрали 10, получилось коэффициент сжатия больше 8 раз.

Учитывая, первоначальное уменьшение размера в 4 раза и полученное после вейвлет преобразования коэффициент сжатия больше 8 раз в итоге мы получаем коэффициент сжатия изображения больше 32 раз.

Предложенный метод имеет недостатки, которые необходимо доработать – время обработки, нужно достичь обработки 25 кадров в секунду, провести больше испытаний для выявления визуально - качественных особенностей, создание единой платформы обработки. В материалах доклада приводятся экспериментальные результаты и полученные после обработок изображения.

## **АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕТЕЙ ПИТАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ**

*Е.А.Борисова (ГУИТ)*

Причиной появления несимметрии напряжения является использование однофазных или несимметричных электроприемников. Последствия несимметрии напряжения электрических сетей устройств связи и телекоммуникации это дополнительный нагрев токопроводов; увеличение суммарных потерь; перегрев проводников нейтрали, возможен пожар; увеличение сопротивлений заземлителей; увеличение пульсаций выпрямленных напряжений; нарушение управления тиристорных преобразователей; некачественная компенсация реактивной мощности конденсаторными установками.

Наиболее распространенными источниками несимметрии напряжений в системах электроснабжения устройств связи и телекоммуникации являются такие потребители электроэнергии, симметричное многофазное исполнение которых или невозможно, или нецелесообразно по технико – экономическим соображениям. К таким устройствам связи и телекоммуникации относятся специальные однофазные нагрузки, осветительные установки и др.

Несимметричные режимы напряжений в электрических сетях устройств связи и телекоммуникации имеют место также в аварийных ситуациях – при обрыве фазы или несимметричных коротких замыканиях.



Несимметрия напряжений характеризуется наличием в трехфазной электрической сети напряжений обратной или нулевой последовательностей, значительно меньших по величине соответствующих составляющих напряжения прямой (основной) последовательности.

Существующие способы, направленные на симметрирование фазных токов в распределительной электрической сети 0,38 кВ устройства связи и телекоммуникации, ведущие к снижению дополнительных потерь и улучшению качества электрической энергии, можно разделить на следующие группы:

1) Периодическое выравнивание по фазам трёхфазной сети однофазных нагрузок (перераспределение однофазных нагрузок - устройств связи и телекоммуникации).

2) Уменьшение сопротивления нулевой последовательности отдельных элементов питающей электрической сети (трансформаторов и линий электропередачи).

3) Применение замкнутых и полузамкнутых схем.

4) Поперечная компенсация реактивной мощности.

Рассмотрим эти способы более подробно.

*1. Перераспределение однофазных нагрузок устройств связи и телекоммуникации*

Это наиболее простой, доступный в условиях эксплуатации электрических сетей устройств связи и телекоммуникации, способ, не требующий капитальных затрат. Его применение позволяет существенно уменьшить несимметрию напряжений и токов (ННТ) в электрических сетях с смешанной нагрузками – устройствами связи и телекоммуникации.

*2. Снижение сопротивления нулевой последовательности элементов электрической сети устройств связи и телекоммуникации*

Минимизация дополнительных потерь мощности, обусловленных несимметрией токов в сети 0,38 кВ возможна при уменьшении сопротивления нулевой последовательности её отдельных элементов.

*3. Применение замкнутых и полузамкнутых схем электрической сети 0,38 кВ устройств связи и телекоммуникации*

Снижение несимметрии токов за счёт дополнительного эффекта выравнивания нагрузок фаз может быть получено при переводе электрической сети 0,38 кВ устройства связи и телекоммуникации в режим полузамкнутой или замкнутой сети. Замыкания электрической сети благоприятно сказывается на выравнивании нагрузок фаз и перераспределении симметричных нагрузок между участками электрической сети устройств связи и телекоммуникации.

*4. Поперечная компенсация реактивной мощности*

Использование конденсаторных установок поперечной компенсации реактивной мощности электрических сетей для снижения несимметрии токов достаточно полно рассмотрено во многих источниках.

Пути несимметричного распределения по фазам мощностей конденсаторных батарей, предназначенных для компенсации реактивной мощности в электрической сети устройств связи и телекоммуникации, можно одновременно с повышением коэффициента мощности добиться компенсации токов обратной последовательности в линии и трансформаторе.

На основе вышеприведенных материалов исследования электрических сетей устройств связи и телекоммуникации можно сделать вывод о том, что наиболее приемлемым в настоящее время является комбинированное применение положительных факторов всех вышеперечисленных способов, направленные на симметрирование фазных токов в распределительных электрических сетях 0,38 кВ, позволяющие обеспечить необходимое качество электрической энергии.

Разработка комплексного подхода, обеспечивающего высокую точность и эффективность комбинированного управления источниками реактивной мощности, расширение функциональных возможностей, упрощение конструкции, уменьшение весогабаритных показателей, улучшение технологии изготовления, обеспечение бесконтактности измерительных процессов, являются актуальными задачами управления энергосистемами.

## **СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ НЕСИММЕТРИЧНОСТИ НАГРУЗКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

*Н.Ю.Амурова (ГУИТ)*

Одним из факторов увеличивающих потери электроэнергии в электrorаспределительных сетях является несимметрия токов в ее элементах. Существующие способы снижения потерь электроэнергии не обеспечивают достижения максимально возможных энергетических показателей. Требуется разработка новых способов снижения несимметрии напряжений и токов и связанная с ним потеря электроэнергии. Один из способов симметрирования токов и напряжений приведен в данной работе.

Широкое применение различных однофазных электроустановок значительной мощности (до 10 МВт) привело к значительному увеличению доли несимметричных нагрузок на предприятиях связи и телекоммуникации. В системах энергоснабжения различают кратковременные (аварийные) и длительные (эксплуатационные) несимметричные режимы.

В нормальном режиме работы электрических сетей значения качества электроэнергии не должны быть выходить за пределы нормальных значений, в ПАР ПКЭ (Показатель автоматического регулирования и

Показатели качества электроэнергии), не должны превышать максимальных значений.

Несимметрия напряжения и токов трехфазной системы является одним из важнейших показателей качества электроэнергии. Причиной появления несимметрии напряжения и токов являются различные несимметричные режимы нагрузок системы энергоснабжения. Кратковременные несимметричные режимы обычно связаны с различными аварийными процессами, например, несимметричное к.з., обрыв одного или двух проводов линии с замыканием на землю, отключение одной фазы при однофазном автоматическом повторном включении и т.п. Длительные несимметричные режимы обычно обусловлены наличием несимметрии в элементах электрических сетей (продольная несимметрия) или при подключении к систем энергоснабжения несимметричных (одно-, двух-, трехфазных) нагрузок (поперечная несимметрия).

Несимметрия междуфазных напряжений вызывается наличием составляющих обратной последовательности, а несимметрия фазных еще и наличием составляющих нулевой последовательности.

Нормально допустимые и предельно допустимые значения коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности в точках общего присоединения к электрическим сетям равны 2,0 и 4,0 % соответственно.

Нормально допустимые и предельно допустимые значения коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности в точках общего присоединения к четырехпроводным электрическим сетям с номинальным напряжением 0,38 кВ равны 2,0 и 4,0 % соответственно.

Качество электрической энергии по коэффициенту обратной последовательности в точке общего присоединения считают соответствующим требованиям настоящего стандарта, если наибольшее из всех измеренных в течение 24 ч значений коэффициентов несимметрии напряжений по обратной последовательности не превышает предельно допустимого значения, а значение коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности, соответствующее вероятности 95%, за установленный период времени не превышает нормально допустимого значения.

Допускается определять соответствие нормам стандарта по суммарной продолжительности времени выхода за нормально и предельно допустимые значения.

Качество электрической энергии по коэффициенту обратной последовательности считают соответствующим требованиям настоящего стандарта, если суммарная продолжительность времени выхода за нормально допустимые значения составляет не более 5% от установленного периода времени, т.е. 1 ч 12 мин, а за предельно допустимые значения - 0 % от этого периода времени.

Качество электрической энергии по коэффициенту несимметрии напряжений по нулевой последовательности в точке общего присоединения считают соответствующим требованиям настоящего стандарта, если наибольшее из всех измеренных в течение 24 ч значений коэффициентов несимметрии напряжений по нулевой последовательности не превышает предельно допустимого значения, а значение коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности, соответствующее вероятности 95% за установленный период времени, не превышает нормально допустимого значения.

Допускается определять соответствие нормам стандарта по суммарной продолжительности времени выхода за нормально и предельно допустимые значения.

Качество электрической энергии по коэффициенту несимметрии напряжений по нулевой последовательности считают соответствующим требованиям настоящего стандарта, если суммарная продолжительность времени выхода за нормально допустимые значения составляет не более 5% от установленного периода времени, т.е. 1 ч 12 мин, а за предельно допустимые значения - 0 % от этого периода времени.

Несимметрия напряжения в СЭС оказывает значительное влияние на работу отдельных элементов сети и ЭП.

Системы электроснабжения и электрические сети устройств связи и телекоммуникации из-за однофазности основных электрических нагрузок обязательно имеют несимметрию по току и напряжению. Для уменьшения отрицательного влияния несимметрии токов и напряжений в системах электроснабжения и электрических сетях устройств связи и телекоммуникации необходимо применять фильтрующие и компенсирующие устройства с автоматически управляемыми значениями и параметрами реактивной мощности.

## THE ONE METHOD CALCULATION OF SATELLITE POSITION

*Aliboyev O.A. (TUIT, master)  
Radjabov T.D(TUIT)*

Most of the equations used to find the satellite positions. In order to refer to these equations easily, they will be listed here again.

Let us use the obtained data to calculate the mean motion as shown in Equation(1):

$$n = \sqrt{\frac{\mu}{a_s^3} + \Delta n} \quad (1)$$

where  $\mu = 9386005 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$  is the earth's universal gravitational parameter,  $a_s$  is the semi-major axis of the satellite orbit obtained from

subframe 2 in bits 227-234 and 241-264, and  $A_n$  is the mean motion difference obtained from subframe 2 in bits 91-106.

The correction of GPS time at time of transmission ( $t_c$ ) must be performed first. The correction can be made Equation as follows:

$$\begin{aligned} \text{if } t_c - t_{oe} > 302400 \text{ then } t_c &=> t_c - 604800 \\ \text{if } t_c - t_{oe} < -302400 \text{ then } t_c &=> t_c + 604800 \end{aligned} \quad (2)$$

where  $t_c$  is obtained from Equation

$$t_c = TOW - \text{relative transit time} = TOW - \text{diff of dat} \times 200 \times 10^{-9} \quad (3)$$

In this equation the subtracting implies that the time of transmission is before the receiving time. The relative transit time is the same as the difference in digitized data points (*diff of dat*). The factor  $200 \times 10^{-9}$  is the time between digitized points. time of the week -TOW

and  $t_{oe}$  (subframe 2, bits 271-286) is the reference time ephemeris obtained from navigation data.

Once the GPS system time at time of transmission ( $t_c$ ) is found, the mean anomaly can be found from Equation

$$M = M_0 + n (t_c - t_{oe}) \quad (4)$$

where  $M_0$  is the mean anomaly at reference time obtained from subframe 2 bits 107-114, 121-144. The eccentric anomaly  $E$  can be found from Equation

$$E = M + e_s \sin E \quad (5)$$

where  $e_s$  is the eccentricity of satellite orbit obtained from subframe 2 bits 167-174 and 181-204. Since this equation is nonlinear, the iteration method will be used to obtain  $E$ .

The relativistic correction term can be obtained from Equation

$$\Delta tr = F e_s \sqrt{a_s} \sin E \quad (6)$$

where  $F = -4.442807633 \times 10^{-10} \text{ sec} / \text{m}^{1/2}$  is a constant,  $e_s$ ,  $a_s$ , and  $E$  are mentioned in Equations (1) and (5). The overall time correction term is shown in Equation as

$$\Delta t = a_{f0} + a_{f1}(t_c - t_{oc}) + a_{f2}(t_c - t_{oc}) + \Delta tr - T_{GD} \quad (7)$$

where  $a_{f0}$  (271-292),  $a_{f1}$  (249-264),  $a_{f2}$  (241-248),  $t_{oc}$  (219-234) are satellite clock corrections,  $T_{GD}$  (197-204) is the estimated group delay differential, and all are obtained from subframe 1.

The GPS time at time of transmission can be corrected again from Equation as

$$t = t_c - \Delta t \quad (8)$$

The true anomaly can be found from Equation as

$$\begin{aligned} v_1 &= \cos^{-1} \left( \frac{\cos E - e_s}{1 - e_s^2 \cos E} \right) \\ v_2 &= \sin^{-1} \left( \frac{\sqrt{1 - e_s^2} \sin E}{1 - e_s \cos E} \right) \end{aligned} \quad (9)$$

$$v = v_1 \text{sign}(v_2)$$

and angle  $\phi$  can be found from Equation as

$$\pi \approx v + \omega \quad (10)$$

where  $\omega$  is the argument of perigee (subframe 3, bits 197–204 and 211–234) obtained from navigation data.

The following correction terms are needed as shown in Equation:

$$\begin{aligned} \delta\phi &= C_{us} \sin 2\phi + C_{uc} \cos 2\phi \\ \delta r &= C_{rs} \sin 2\phi + C_{rc} \cos 2\phi \\ \delta i &= C_{is} \sin 2\phi + C_{ic} \cos 2\phi \end{aligned} \quad (11)$$

where  $C_{us}$  (subframe 2, bits 211–226),  $C_{uc}$  (subframe 2, bits 151–166),  $C_{rs}$  (subframe 2, bits 69–84),  $C_{rc}$  (subframe 3, bits 181–196),  $C_{is}$  (subframe 3, bits 121–126), and  $C_{ic}$  (subframe 3, bits 61–76) are obtained from navigation data.

These three terms are used to correct the following terms as shown in Equations:

$$\begin{aligned} \phi &= \phi + \delta\phi \\ r &= r + \delta r \\ i &= i + \delta i + \text{idot}(t - t_{oe}) \end{aligned} \quad (12)$$

where  $\text{idot}$  (subframe 3, bits 279–292) is the rate of inclination angle and is obtained from the navigation data,  $t$  is obtained from Equation (8).

The angle between the ascending node and the Greenwich meridian  $\Omega_{er}$  can be found from Equation as

$$\Omega_{er} = \Omega_e + \Omega'(t - t_{oe}) - \Omega'_{ie}t \quad (13)$$

The final two steps are to find the position of the satellite from Equation adjust the pseudorange by the overall clock correction term as

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r \cos \Omega_{er} \cos \phi - r \sin \Omega_{er} \cos i \sin \phi \\ r \sin \Omega_{er} \cos \phi - r \cos \Omega_{er} \cos i \sin \phi \\ r \sin i \sin \phi \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$\rho_i = \rho_i + c\Delta t$$

where  $\Delta t$  is obtained from Equation (7) and  $\rho_i$  is the pseudorange to satellite  $i$ . A C++ program is listed at "Listing C++." to illustrate the calculation of the satellite positions.

Listing C++.

```

float function(float outp[])=p(inpdat);
float tc=inpdat(1);
float toe=inpdat(2);
float deln=inpdat(3);
float asq=inpdat(4);
float ra=inpdat(5);
float i=inpdat(6);
float w=inpdat(7);
float delra=inpdat(8);
float M=inpdat(9);
float idot=inpdat(10);
float e=inpdat(11);
float crs=inpdat(12);
float cuc=inpdat(13);
float cus=inpdat(14);
float cic=inpdat(15);
float cis=inpdat(16);
float crc=inpdat(17);
float af0=inpdat(18);
float af1=inpdat(19);
float af2=inpdat(20);
float toc=inpdat(21);
float tgd=inpdat(22);
float PRc=inpdat(23);
float wer=7.2921151467e-5;
float GM=3986005e8;
float a=asq^2;
float mu=GM;
float n=(mu/(a^3))^0.5+deln;
if (tc-toe>302400) tc=tc-604800;
else if (tc-toe< -302400) tc=tc+604800;
M=M+n*(tc-toe);
float Eold=M;
int error=1;
while error>1e-12{ E=M+e*sin(Eold);
error=abs(E-Eold); Eold=E;}
float F=-4.442807633e-10;
float deltr=F*e*asq*sin(E);
float delt=af0+af1*(tc-toc)+af2*(tc-toc)^2+deltr-tgd;
float t=tc-delt;
float v1=acos((cos(E)-e)/(1-e*cos(E)));
float v2=asin(((1-e^2)^0.5)*sin(E)/(1-e*cos(E)));
float v=v1*sign(v2);
float r=a*(1-e^2)/(1+e*cos(v));

```

```

float phi=v+w;
float delphi=cus*sin(2*phi)+cuc*cos(2*phi);
float delr=crc*cos(2*phi)+crs*sin(2*phi);
float deli=cic*cos(2*phi)+cis*sin(2*phi);
phi=phi+delphi;
r=a*(1-e*cos(E));
r=r+delr;
i=i+deli+idot*(t-toe);
float omeger=ra+delra*(t-toe)-wer*t;
float x=r*cos(phi)*cos(omeger)-
r*sin(phi)*cos(i)*sin(omeger);
float
y=r*cos(phi)*sin(omeger)+r*sin(phi)*cos(i)*cos(omeger);
float z=r*sin(phi)*sin(i);
PRf=PRc+delt*299792458;
tf=t;
outp[]={x; y; z; PRf; tf};
void returning()
{while(i<=outp.length){outp[i];i++}};
return returning();

```

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПРИЕМНИКОВ ПО ПОБОЧНЫМ КАНАЛАМ ПРИЕМА**

*Атаниязов А.К. (ГУИИ)*

Радиоприемные устройства (РПУ) предназначены для выделения сигналов из радиоизлучений. Идеальный с точки зрения электромагнитной совместимости РПУ должен иметь только один основной канал приема (рис. 1) – полосу частот, находящуюся в полосе пропускания приемника и предназначенную для приема основного излучения нужной радиостанции. В реальных приемниках, кроме основного, имеются также нежелательные неосновные каналы приема, расположенные за пределами полосы основного канала в широком диапазоне частот (2...5 на рис. 1).

Через основной и неосновные каналы на выход приемника могут поступать помехи, ухудшающие электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. Восприимчивость приемника к радиопомехам оценивается по отношению к излучаемым помехам, воздействующим через антенну РПУ, а также помимо нее, например, через корпус по цепям питания, управления и др.

Восприимчивость приемника к радиопомехам оценивается по отношению к излучаемым помехам, воздействующим через антенну РПУ, а также помимо нее, например, через корпус по цепям питания, управления и др. Восприимчивость РПУ реагировать на непреднамеренные помехи



зависит от его чувствительности и избирательности по основному и неосновным каналам приема.

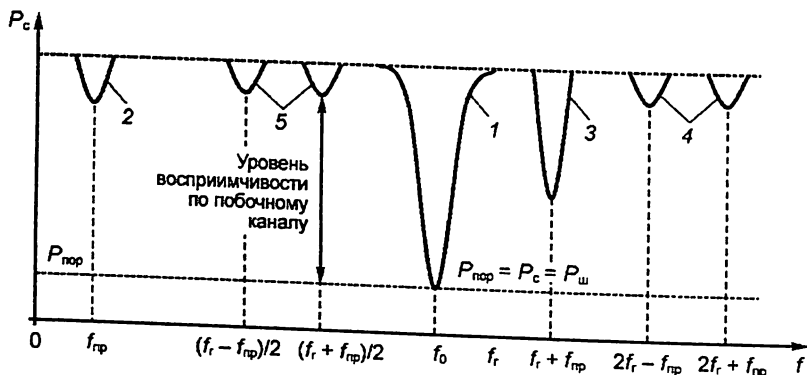


Рис. 1-Характеристика восприимчивости к помехам супергетеродинного приемника

- 1 – основной канал приема на частоте настройки  $f_0 = f_r - f_{гр}$ ;
- 2 – побочный канал приема на частоте настройки  $f_0 = f_r - f_{гр}$ ;
- 3 – побочный канал приема на промежуточной частоте  $f_{гр}$ ;
- 4 – побочные каналы приема на зеркальной частоте  $f_r + f_{гр}$ ;
- 5 – побочные каналы приема на комбинационных частотах  $0,5(f_r \pm f_{гр})$  и  $f_r \pm f_{гр}$ ;
- 5 – побочные каналы приема на субгармониках частоты настройки приемника  $0,5 f_0 = 0,5(f_r - f_{гр})$  и зеркальной частоты  $0,5(f_r + f_{гр})$

Восприимчивость РПУ по побочным каналам приема выражают в децибелах относительно чувствительности основного канала (рис. 1).

Этот параметр показывает, насколько чувствительность РПУ по побочному каналу хуже её чувствительности по основному. Измерение ослабления чувствительности по побочным каналам обычно канал производится односигнальным методом (в отсутствии полезного сигнала).

Восприимчивость РПУ по побочным каналам зависит от ослабления мешающего сигнала в преселекторе приемника и от вида нелинейности характеристики смесителя. С ростом порядка  $N$  побочного канала ( $N = |p| + |m|$ ) его восприимчивость падает. Наиболее опасны помехи по побочным каналам, имеющим сравнительно небольшую расстройку по отношению к частоте настройки приемника, так как эти сигналы недостаточно ослабляются преселектором, или в тракте усиление сигналов промежуточной частоты РПУ.

Чувствительность приемника определяется следующим образом (применительно к приемнику цифровых радиорелейных систем):

$$P_{Ap} = kT_0 B_{ш} N_{ш} h_C^2 \quad (1)$$

где,  $k=1,38 \cdot 10^{-23}$  W/Hz·grad – постоянная Больцмана;

$T_0=293$ К;

$B_{\text{ш}}$  – шумовая полоса (определяется в диапазоне от 2 до 8);

$N_{\text{ш}}$  – коэффициент шума приемника (для расчетов  $k_C^2 = 26 \text{ dB}$ ,  $N_{\text{ш}} = 3$ ).

Методика расчета частот побочных каналов приема для преобразования помехи определяется следующим образом:

$$qf_{\text{п}} + pf_{\text{г}} = f_{\text{пч}} \pm B_{\text{ш}}/2 \quad (2)$$

где,  $q, p$  – положительные и отрицательные целые числа,  $f_{\text{п}}, f_{\text{г}}$  – частоты помехи и гетеродина приемника.

Для данной задачи выбираем:

$$q = -p = 1, -1; 2, -2; 3, -3; 4, -4 \quad (3)$$

Из (2) при условии (3) получаем:

$$qf_{\text{п}} - qf_{\text{г}} = f_{\text{пч}} \pm B_{\text{ш}}/2 \quad (4)$$

Из (4) получаем частоты побочных каналов приема:

$$f_{\text{п}} = f_{\text{г}} + (f_{\text{пч}} \pm B_{\text{ш}}/2)/q \quad (5)$$

Результаты расчета частот побочных каналов приема приведено на рис. 2.

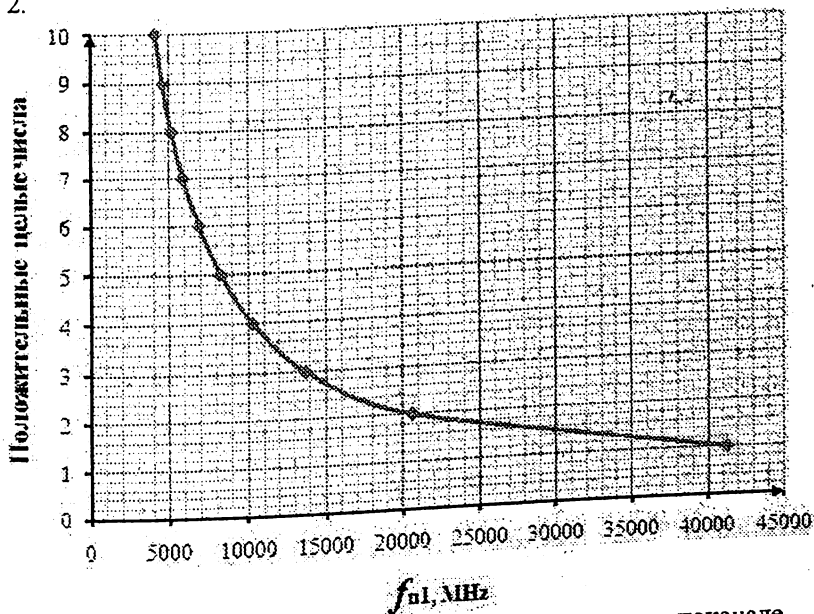


Рис. 2 - Панорама побочных каналов приема в радиоканале

Средние значения восприимчивости для значений частот побочных каналов приема, вычисленных при использовании аппроксимации:

$$W_B = P_0(f_C) + V_B \lg \left( \frac{f}{f_C} \right) + A_0 \quad (5.6)$$

где  $P_0(f_C) = P_{Ap}$  – реальная чувствительность приемника на частоте  $f_C$ ,  $\text{dBmW}$ ;  $V_B$  – коэффициент, характеризующий скорость убывания

восприимчивости по мере удаления побочных каналов приема от частоты настройки  $f_c$ , dB/dek:

$$V_B[\text{dB/dek}] = \begin{cases} -20, f < f_c \\ 20, f > f_c \end{cases} \quad (5.7)$$

Значение восприимчивости побочных каналов приема определяется видом нелинейности преобразователя частоты и типом преобразователя частоты.

## **ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРАКТИВНОГО ИНТЕРНЕТ ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

*Ш. А. Муталова (Г'УИТ', студентка)*

Каждый пользователь Интернета имеет возможности создания интерактивного телевизионного канала. Интерактивное интернет-телевидение – положительный инструмент для бизнеса и учебы, а также связующее звено для миллионов людей.

На сегодняшний день телевидение – это не обязательно пассивное зрелище, передаваемое телекомпанией сразу всем зрителям. Существует еще и интерактивное интернет-телевидение, участником которого может стать любой человек. То есть каждый пользователь Интернета имеет право и возможность создать личный видео канал, построенный по принципам интерактивного телевидения и транслировать придуманные самостоятельно репортажи. Причем трансляция возможна как в прямом эфире, так и из записи, сделанной заранее. Для этого достаточно иметь веб-камеру, ТВ-тюнер и зарегистрироваться на специализированном сайте. Основное отличие интерактивного интернет-телевидения от обычного в том, что последнее давно является исключительно развлекательным, в то время как первое – сопутствующий инструмент для учебы и бизнеса. Интерактивное телевидение позволяет проводить онлайн уроки, контрольные работы, деловые переговоры, собеседования и так далее.

Также важное отличие интерактивного телевидения – возможность активного участия зрителя в творческом процессе. С помощью веб-камеры зритель может выйти в видео-чат и принять участие в непосредственном обсуждении транслирующейся передачи. Либо обратиться к главным героям трансляции, вступив с ними в дискуссию. Фактически, это - то же самое, как если бы был оборудован видео зал на миллионы людей, только гораздо удобнее. Разговоры соседей не отвлекают от передачи, ехать для просмотра никуда не надо, а живость обсуждения приветствуется.

На обычном телевидении или радио иногда выходят в эфир обучающие передачи. Интерактивное телевидение предоставляет ту же услугу, только в гораздо большем объеме. Прежде всего, через Интернет можно учиться чему угодно, главное выбрать подходящего преподавателя или специалиста-практика. В отличие от обучающих программ на обычном телевидении, интернет вариант обучения гарантирует индивидуальный

подход и высокое качество результата. Ведь образование с камерой предполагает обратную связь — вы можете высказать преподавателю свое отношение к качеству предлагаемых им лекций, попросить еще раз объяснить непонятный момент или пропустить то, что вы уже знаете.

В последнее время часто путается с технологией OTT (Over the Top), которая, в свою очередь является подклассом IPTV в области распространения видео контента.

Архитектура комплекса IPTV, как правило, включает в себя следующие составляющие:

- Подсистема управления комплексом и услугами, которую ещё называют «Промежуточное программное обеспечение» или «IPTV Middleware»
- Подсистема приёма и обработки контента
- Подсистема защиты контента
- Подсистема видео серверов
- Подсистема мониторинга качества потоков и клиентского оборудования.

В качестве клиентского оборудования могут выступать все компьютеры (соответствующие системным требованиям), специализированные ТВ приставки, медиа-плееры, телевизоры с технологией SMART TV, мобильные устройства. На программном уровне доступ к ресурсам IPTV может осуществляться как при помощи специальных приложений (программ), так и при помощи обычного интернет-браузера, встроенного в устройство.

Доставка контента до клиентского оборудования осуществляется либо по управляемой IP-сети оператора связи с использованием технологии multicast или unicast (в зависимости от топологии сети), либо без привязки в сетях операторов связи.

Главным достоинством IPTV является интерактивность и возможность предоставления пользователям широкого набора дополнительных услуг, связанных с потреблением контента (Video on Demand (VoD), TVoIP, Time Shifted TV, Network Personal Video Recorder, Electronic Program Guide, Near Video on Demand). Возможности протокола IP позволяют предоставлять не только видеослужбы, но и гораздо более широкий пакет услуг, в том числе интерактивных и интегрированных.

Помимо базовых услуг, IPTV может включать ряд дополнительных сервисов (Video Telephony, Voting, Information Portals, Web, Games, MOD KOD). Это возможно на основе унификации и стандартизации различных оконечных устройств, интеграции звука, видео и данных на основе IP-протокола и предоставления услуг на единой технологической платформе. В IPTV есть возможность использовать для одного видеоряда двух и более каналов звукового сопровождения, например на узбекском и русском языках.

## ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОТКРЫТЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

*М.З. Халбаева (ГУИТ, студентка)*

Планирование эксперимента в современных телекоммуникационных системах осуществляется на уровне существенно превышающий уровень математической теории планирования. Задачи, для решения которых может использоваться планирование эксперимента, чрезвычайно разнообразны. Поиск оптимальных условий, построение интерполяционных формул, выбор существенных факторов, оценка и уточнение констант теоретических моделей и т.д. – вот примеры задач, при решении которых применяется планирование.

Для повышения уровня точности целесообразно одновременно варьировать всеми факторами в отличие от широко известного и распространенного однофакторного эксперимента. При многофакторном эксперименте, при постановки небольших серий опытов, они должны организовываться таким образом, чтобы после ее математической обработки можно было выбрать условия проведения (т.е. спланировать) следующего эксперимента. Такая последовательность опытов позволяет достичь области оптимума.

Большинство научных исследований требуют экспериментального подтверждения. Однако в некоторых случаях условия, необходимые для проведения не всегда можно или трудно создать, поэтому требуется очень тщательно планировать эксперимент.

Методы планирования эксперимента позволяют установить рациональный порядок и условия проведения исследований в зависимости от их вида и требуемой точности результатов. При этом существенно следующее:

- стремление к минимизации общего числа опытов;
- одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам - алгоритмам;
- использование математического аппарата, формализующего многие действия экспериментатора;
- выбор четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованные решения после каждой серии - экспериментов.

Одним из возможных путей является применение математических методов, построение математической теории планирования эксперимента. При решении подобных задач будут использоваться математические модели объекта исследования. В последнее время наряду с физическими моделями все большее распространение получают абстрактные математические модели (например, созданные с помощью программы MATLAB). Можно получать новые сведения об объекте, экспериментируя на модели, если она достаточно точно описывает объект.

Планирование эксперимента включает ряд этапов:

- Установление цели эксперимента (определение характеристик, свойств его вида (определяющие, контрольные, сравнительные, исследовательские)).
- Уточнение условий проведения эксперимента (в условиях лаборатории, на стенде, полигонные, натурные или эксплуатационные).
- Выявление и выбор входных и выходных параметров на основе сбора и анализа предварительной (априорной) информации.
- Установление требуемой точности результатов измерений (выходных параметров), области возможного изменения входных параметров, уточнение видов воздействий.
- Составление плана и проведение эксперимента — количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных.
- Статистическая обработка результатов эксперимента, построение математической модели поведения исследуемых характеристик.
- Объяснение полученных результатов и формулирование рекомендаций по их использованию, уточнению методики, проведения эксперимента.

Однако нужно иметь в виду, что при планировании эксперимента не безразлично, какими свойствами обладает объект исследования. Существенно, воспроизводятся ли на объекте результаты эксперимента.

В области связи рассмотрим, к примеру, открытые оптические системы передачи (ООСП), проектирование атмосферного канала связи требует наличия статистических данных о метеорологических условиях региона, где эта система будет эксплуатироваться. Эти данные являются экспериментальными и ведутся на территории местного аэропорта. Метеорологические измерения ведутся на  $\lambda=0,55$  мкм. По результатам этих измерений составляются статистические данные о погодных условиях местности, также определяется интегральная функция распределения метеорологической дальности видимости (ИФР – МДВ). Он является основой для пересчета его в километрическое затухание. Также важно иметь в виду что, оборудование ООСП работает на длинах волн, «лежащих» в диапазоне «окон прозрачности» атмосферы, поэтому становится актуальным процесс пересчета километрического затухания на ту длину волны, на которой оборудование работает. Естественно, точность выше описанных величин была бы больше, если бы вместо пересчета имелась возможность провести измерения погонного ослабления на требуемых длинах волн. В соответствии с результатом, для корректной работы ООСП, подбиралась бы аппаратура с требуемым энергетическим ресурсом.

Применения планирования эксперимента делает поведение экспериментатора целенаправленным и организованным, что в итоге

способствует повышению производительности труда и достоверности полученных результатов.

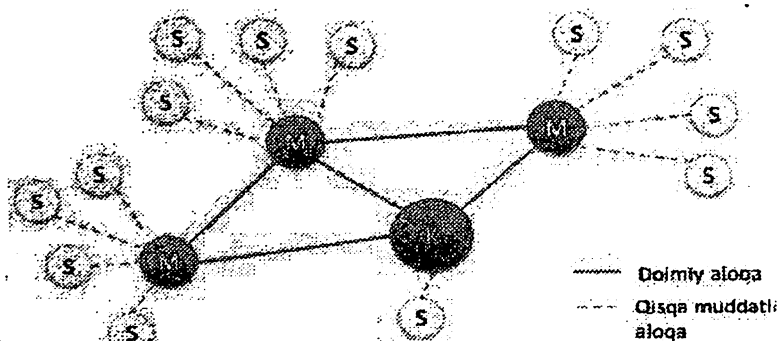
## SIMSIZ SENSOR TARMOQLAR UCHUN MARSHRUTIZATSIIYALASH PROTOKOLI

*Aripov H.K (TATU)*

*Ibragimov I.I (TATU magistranti)*

Tizim qurilmalarining arzon narxi, kichik o'lchami, ekspluatatsiya va xizmat ko'rsatish jarayoning jo'nligi, katta aloqa masofasi va yuqori energiya tejamkorlik xususiyatlari bilan simsiz sensor tarmoqlar (SST) tobora hayotimizga kirib bormoqda.

Avtonom energiya manbasi orqali ta'minlanuvchi tarmoq qurilmalarida yuqori energiya tejamkorlikka avvalam bor, radiouzatgich quvvatini pasaytirish orqali erishiladi. Bu kabi uskunalar 100 metr masofagacha axborot uzatish imkoniga ega. Bundan tashqari, qurilma faoliyatining katta qismida "uyqu" rejimida bo'ladi va davriy ravishda qisqa vaqtga aktiv holatga o'tadi. Bugungi kunda SST qurilmalarining ko'plab turlari va ma'lumot almashinish usullari mavjud. Aksariyat hollarda tarmoq qurilmalariga mesh topologiyasi tadbir qilinadi. Bu orqali axborot uzatish kafolatlanib, aloqa masofasi yetarlicha katta hududni qoplaydi.



1-rasm. Mesh topologiya asosida qurilgan SST.

Odatda SST so'ngi qurilma, marshrutizator va kordinator kabi uch xil ob'jekt asosida yaratiladi. Kordinator – tarmoqni hosil qilish, boshqarish hamda ma'lumotlarni to'plash, saqlash, boshqa tizimga uzatish funksiyalarini bajaradi. So'ngi qurilma (SQ) datchiklar yoki boshqariluvchi mexanizmlarga ulanib, axborot manbasi yoki axborot iste'molchisi vazifasini bajaradi. Marshrutizator doimiy ravishda aloqa kanalini tinglab, paketlarni kerakli qurilmaga yo'naltirish imkoni beradi.

1-rasmda tasvirlangandek uch xil qurilma asosida tamoqni shakllantirish bir qator noqulayliklarni olib keladi. Marshrutizator doimiy va tashqi energiya manbayini talab qiladi. Bunga uning uzluksiz efini tinglashi va marshrutizatsiyalash jarayonlarini boshqarishi sabab. Misol tariqasida nRF24101+ radiomoduli qabul rejimida 13 mA, boshqaruvchi mikrokontroller esa 2 mA tok is'temol qilishini hisobga olsak, AA tipdagi 1000 mA\*soat hajmli batareykalar 66 soatga yetgan bo'lar edi. Har 2-3 kunda batareykalarni yangilash nafaqat iqtisodiy balki, texnik xizmat ko'rsatish jihatdan ham noqulay. Bunday qurilmalar soni 100 dan ortiq bo'lishi mumkinligi yangicha usullar, tamoq protokollarini ishlab chiqishga undamoqda.

Mana shunday izlanishlardan biri sifatida muallif tomonidan loyihalashtirilayotgan SST uchun marshrutizatsiyalash protokoli keltirish mumkin. Ushbu tizim tarmoqda faqatgina ikki xil ob'yekt, ya'ni, kordinator va so'ngi qurilma asosida shakllantiriladi. SQ asosiy vazifasidan tashqari marshrutizatsiyalash funksiyasini ham bajaradi. Agar qurilma har 2 daqiqada 50 millisekund efini tinglasa, kutish rejimida AA tipdagi 1000 mA\*soat hajmli batareykalar 1-formulaga asosan 2697 soat xizmat qiladi.

$$t = E_n / \frac{86400}{(t_{uyqu} + t_{aktiv})} \cdot (t_{aktiv} \cdot I_{aktiv} + t_{uyqu} \cdot I_{uyqu}) [kun] \quad (1)$$

Uyqu rejimi davomiyligining oshishi va aktiv rejimda kamroq qolish ma'lumot uzatishda kechikishlarni olib kelishi mumkin. Tarmoqda qurilmalar soning ko'pligi bu kamchilikni kompensatsiyalashdan tashqari energiya tejamkorlikni yanada oshirish imkonini beradi. Maxsus belgilangan interval davomida datchik ko'rsatgichlarini uzatishga mo'ljallangan tizim uchun  $t_{uyqu}$  ni oshirish va  $t_{aktiv}$  ni qisqartirish yaxshi natija beradi. To'rt daqiqalik tanafus va 32 millisekundlik aktiv ish jarayonida SQ 8064 soat ya'ni, 336 kun kutish rejimida ishlashi mumkin.

Ayrim hollarda axborot uzatishga tasodifiy vaqtda zarurat tug'uladi. Masalan, tugmaning bosilishi, o'lchanadigan fizik kattalik chegaraviy qiymatga yetishi yoki signalizatsiya ishga tushish hollari. Bu kabi sharoitda doimiy energiya manbaa bilan ta'minlanuvchi marshrutizatorlar eng ishonchli aloqani ta'minlaydi. Ammo yuqorida bayon qilingan kamchiliklarni unutmazlik zarur. Taklif qilinayotgan marshrutizatsiyalash protokolini ushbu tizim uchun ham qo'llash yaxshi natija beradi. O'ndan ortiq SQ lar birin kefin uyqu rejimidan aktiv holatga o'tib axborotning kechikish davrini qisqartiradi. Agar SQ 100 metr masofagacha signal uzatish imkoniga ega bo'lsa, nazariy jihatdan informatsiyaning 1 km uzoqlikda joylashgan monitoring markaziga yetib borishi 0,5 – 20 sekund oraliqdagi vaqtni talab qiladi.

SST ga qo'yiladigan muhim talablardan biri o'z-o'zidan qurilish va tiklana olish imkoniyatining mavjudligi. SST lar erkin masshtablanuvchi va bunda texnik jihatdan o'zgartirishlarga zarurat sezmasligi kerak. SST qurilmalari mobil xususiyatga ega, demak, tarmoq topologiyasi avtomotik ravishda shakllanishi, bir qurilma faoliyatining to'xtashi ma'lumot uzatishga ta'sir qilmasligi kerak. Bu



kabi sharoitda har bir SQ tarmoqda mavjud bo'lgan "qo'shnilari" haqida ma'lumotga ega bo'lib, o'zaro "kelishuv" asosida ishlashi zarur. Xulosa qilib aytganda, muallif tomonidan loyihalashtirilib, sinov jarayonlari olib borilayotgan yangi marshrutizatsiyalash protokoli intellektual SST ni optimallashtirish va moslashuvchanlik xususiyatlarini shakllantirishga yo'naltirilgan.

## СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

*Азимов М.Р. («УзМобайл» АК «Узбектелеком»)*

Успех и в развитии мобильных сетей связи и показатели рынка мобильных услуг не дают ученым и разработчикам останавливаться на достигнутом в ходе эволюции технологий 4G. Естественно, перед телекоммуникационным сообществом встает вопрос: что за пределами 4G. Какими характеристиками должны обладать технологии 5G? Когда можно ожидать их появления на рынке и как при этом изменится мобильный мир?

В текущем году ряд ведущих мировых производителей телекоммуникационного оборудования и операторов мобильной связи (Ericsson, Samsung, Huawei, Vodafone и др.) на всемирных форумах (MWC-13, LTE World Summit) анонсировали начало исследовательских работ по созданию технологии 5G. Европейское сообщество в рамках начатых исследований по 5G стремится решить задачу технологического лидерства и создания новых рабочих мест в индустрии ИКТ.

В настоящее время в Европе на концепции создания 5G специализируются два центра компетенции на базе проектов Еврокомиссии в рамках программ FP7 METIS (координатор — компания Ericsson) и 5GIC при Университете Суррея (The University of Surrey, Великобритания). По своим целям и задачам, а также по объемам финансирования проекты близки, следовательно, их можно считать конкурентными (табл. 1).




Проект METIS направлен на формирование фундаментальных основ 5G и гарантий глобального объединения усилий для достижения мирового технологического консенсуса при создании пятого поколения мобильной и беспроводной связи. Основными целями проекта 5GIC являются создание новой технологии мобильной и беспроводной связи, стратегии переиспользования частот и развития, обеспечивающего увеличение пропускной способности в условиях ограничения доступа к спектру.

Американский проект ISRA, координируемый компанией Intel, с учетом целей, объемов финансирования и состава участников

можно считать скорее имиджевым, обозначающим американское присутствие на поле 5G.

Таблица 1

Проекты развития 5G ..

Характеристики проектов	 METIS	 UNIVERSITY OF SURREY 5GIC	 ISRA
Инвесторы	Еврокомиссия	EKCRPIE, Samsung, Huawei, Telefonica, Europe, Fujitsu Laboratories of Europe, Robde & Schwarz, AIRCOM International	Intel
Объем инвестиций	50 млн. евро	35 млн. фунтов	\$3 млн. (начальные инвестиции)
Участники проекта	29 партнеров (8 рабочих групп)	Сотрудники университета и CCSR	Verizon, научно-исследовательские институты США, Испании, Австралии, Индии
Штат сотрудников и сроки работ	80 человек в режиме полного рабочего дня в течение 30 месяцев	150 сотрудников CCSR, включая 100 докторов наук, и 70 студентов-магистров	Более 100 специалистов
Координатор	Ericsson	CCSR	Intel Labs

**Проект METIS.** Европейская комиссия в 2012 г. анонсировала этот научно-исследовательский проект, направленный на создание мобильных и беспроводных систем связи следующего поколения (до 2020 г. и далее). Первое организационное собрание участников проекта состоялось в ноябре 2012 г. в Стокгольме. Проект

реализует консорциум партнеров, в который входят пять ведущих мировых вендоров (Alcatel-Lucent, Ericsson, Huawei, Nokia, NSN), пять крупнейших операторов мобильной связи (Deutsche Telekom, NTT DoCoMo, Orange, Telecom Italia, Telefonica) и ряд академических институтов. Финансирование осуществляется в рамках FP7 (7th Framework Programme — 7-я рамочная программа Евросоюза по прикладным исследованиям).

Проект METIS должен заложить фундаментальную основу для будущего поколения (5G) мобильных и беспроводных систем связи, в том числе речь идет об эволюции существующих в настоящее время мобильных технологий и разработке новых технологий беспроводной связи. Предполагается сформулировать концепцию системы 5G, которая обеспечит необходимую эффективность, универсальность и масштабируемость, изучить ключевые технологические компоненты поддержки системы, а также оценить и продемонстрировать ее ключевые функциональные характеристики.

По завершении исследований, наряду с задачами распространения их результатов, стандартизации и внедрения в регуляторную базу, предполагается:

- начиная с 2020 г. и далее принять участие или внести вклады в программу развития мобильных и беспроводных сетей 5G; представлять как минимум на двух важнейших конференциях по 5G;
- организовать по меньшей мере один технический семинар на важных конференциях и принять участие не менее чем в двух глобальных семинарах с неевропейским участием и представительством региональных регулирующих органов;
- распространить результаты научных исследований и связанные с ними технологические компоненты путем публикации не менее 40 научных статей;
- внести вклады на европейском уровне в СЕРТ и при подготовке к ВРК-15. Цель вкладов — достичь согласия по проекту METIS на уровне стран участников СЕРТ и обеспечить гармонизацию полученных результатов на европейском уровне;
- вывести результаты научных исследований по проекту METIS на глобальный уровень регулирования путем участия и представления вкладов напрямую в ИТУ во время подготовительного процесса к ВРК-15.

*Проект 5GIC* стартовать в октябре 2012г., когда британский фонд UK RPIF (UK Research Partnership Investment Fund) выделил Университету Суррея 11,6 млн. фунтов государственных средств на исследования по 5G. Усилия фонда поддержали компании-производители (Huawei, Samsung, Telefonica Europe, Fujitsu Laboratories of Europe, Rohde &

Schwarz и AIRCOM International), которые инвестировали в проект еще 24 млн. фунтов.

- Проект 5GIC предполагает развивать концепцию 5G по трем ключевым направлениям:
- повышение скорости передачи данных до 10 Гбит/с на соту. Таким образом, пользователям в среднем будет доступна скорость передачи данных 200 Мбит/с;
- использование радиочастотного спектра (РЧС) в диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ), что обусловлено нехваткой спектра в диапазоне ультравысоких частот (УВЧ) и постоянно растущей потребностью в увеличении пропускной способности;
- повышение энергоэффективности сети для снижения операционных затрат на содержание огромного количества малых сот.

**Проект ISRA.** В июле 2013 г. Intel Labs объявила о создании Альянса стратегических исследований (Intel Strategic Research Alliance, ISRA). Он объединил усилия научных лабораторий и мобильных операторов в целях разработки технологий 5G, которые должны значительно улучшить качество обслуживания пользователей в условиях быстро растущего объема передаваемых данных в мобильных сетях, а также количества беспроводных устройств и разнообразия предоставляемых услуг.

Основной задачей проекта ISRA является создание технологии 5G, обеспечивающей:

- многократное увеличение пропускной способности сети для удовлетворения растущего спроса на объем передаваемых мультимедийный данных, возможность дополнительных подключений миллиардов новых устройств;
- достижение высокого качества обслуживания во всей сети независимо от местоположения пользователя и помех, создаваемых другими пользователями;
- адаптацию качества услуг к используемым потребителями приложениям, чтобы обеспечить тем самым максимальную эффективность передачи информации в сети.

Прежде чем формулировать технические требования к сетям 5G, разработчикам и будущим потребителям услуг следует наметить параметры их технологического облика. Как считают ведущие мировые вендоры, сети 5G должны обеспечивать:

- возможность роста объема передаваемых данных более чем в 1000 раз в каждой области обслуживания за счет повышения спектральной эффективности, использования новых радиочастотных диапазонов и гетерогенных сетей (удельная пропускная способность на единицу площади покрытия ASE = 1,5... 60 Гбит/с/км<sup>2</sup>);
- увеличение от 10 до 100 раз количества присоединенных абонентских устройств (до 300 тыс. на узел доступа; в настоящее

время технология LTE обеспечивает работу до 200 абонентов в соте со скоростями 100/50 кбит/с в линиях вниз/вверх соответственно);

- увеличение от 10 до 100 раз типовых скоростей передачи данных на стороне пользователя;
- удлинение в 10 раз срока службы батарей для абонентских устройств с низкой мощностью;
- снижение в 10 раз задержки в цепочке «end-to-end» (менее 1 мс. против 10 мс. в LTE).

**Использование спектра сетями 5G.** Реализация приведенных выше технических условий, особенно к повышению скоростей передачи данных, потребует существенного расширения доступа к РЧС операторов 5G и определения новых полос частот для развития сетей радиодоступа.

Программа работ проекта METIS по поиску новых принципов модуляции сигналов и диапазонов частот для 5G синхронизирована с планами исследований Международного союза электросвязи (МСЭ) и Партнерского проекта 3GPP (рис. 1).

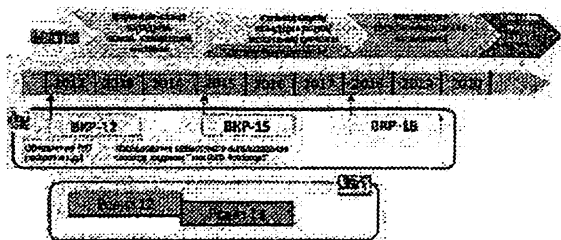


Рис. 1. Координация проекта METIS с планами МСЭ и 3GPP

Проект METIS предполагается завершить в рамках исследовательского периода МСЭ к WCP-15: он позволит наметить планы по расширению спектра в интересах 5G на исследовательский период до WCP-18.

При реализации концепции эволюции задача расширения используемого спектра может быть решена за счет увеличения ширины полосы и количества агрегируемых частотных каналов технологии LTE без изменения спектральной эффективности, а в случае революционного подхода — путем перехода к использованию новой технологии модуляции, повышающей спектральную эффективность в несколько раз.

Как заявляет компания Orange, технология 5G должна представлять собой эволюцию технологии LTE в диапазонах ниже 6 ГГц, дополненную прорывом в более высокие частотные диапазоны — от 6 до 60 ГГц.

Samsung в своих взглядах на перспективы использования спектра и частотные назначения для технологии обращает внимание на Кадиапазон, который, как предполагают в компании, может стать основным для развития 5G. В ходе тестирования элементов мобильной сети на частоте 28 ГГц с использованием 64-элементной антенной решетки были достигнуты скорость передачи данных 1,056 Гбит/с и дальность связи 2 км, несмотря на жесткие условия распространения радиоволн в миллиметровом диапазоне.

Еще одна кандидатная полоса для внедрения 5G — диапазон 11 ГГц, в котором в рамках работ над 5G японский мобильный оператор NTT DoCoMo совместно с Токийским технологическим институтом исследовал возможности передачи данных со скоростью 10 Гбит/с в полосе шириной 400 МГц.

Расширение полосы частотных каналов, используемых в 5G, и повышение спектральной эффективности технологий позволят на порядок увеличить скорости передачи данных в сети. Как следует из табл. 3, сети 5G будут использовать частотные каналы с шириной более 100 МГц и спектральная эффективность сетей 5G за счет использования нового вида модуляции будет в несколько раз превышать достижимую в сетях 4G.

Таблица 2

От 3G к 5G: основные системные характеристики технологий, существующие и планируемая полосы пропускания частотных каналов (источник: проект 5GIC)

Параметр	3G	4G	4G+	5G	5G+
Ширина полосы, МГц	5	5	20	100	100+
Спектральная эффективность соты, бит/с/Гц/сота.	0,5	2	4	8	10+
Пиковая скорость, Мбит/с	2	Вниз: 42, вверх: 11	Вниз: 326, вверх: 86	Вниз: 1000, вверх: 375	Вниз: 10 000+, вверх: 5 000+
Удельная пропускная способность на единицу площади покрытия, Гбит/с/км <sup>2</sup>	50	20	10	10	50

Таким образом, ценность проекта по созданию нового поколения мобильной связи 5G состоит в реализации масштабного национального проекта в области ИКТ, имеющего важное народно-хозяйственное и социальное значение, способствующего ускорению экономического развития страны и повышению эффективности электронного государственного управления.

## **УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В 3-Х ФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

*С.М. Абдуллаева (ГУИИ)*

Развитие новых производств, применение новых электротехнологических установок, широкое распространение несимметричных, нелинейных и быстроизменяющихся нагрузок оказывает существенное влияние на качество электрической энергии.

Качество электроэнергии определяется совокупностью её характеристик, при которых электроприёмники могут нормально работать и выполнять заложенные в них функции. Особенность электрической энергии заключается в том, что её качество на месте производства не гарантирует качества на месте потребления. Качество электроэнергии до и после включения электроприемника к сети также может быть различно. Поэтому надлежащее качество электрической энергии - это один из её главных показателей эффективности производства, передачи, распределения и потребления.

Отклонение показателей качества электроэнергии от регламентируемых приводит к снижению эффективности процессов во всех звеньях системы электроснабжения, усилению взаимного отрицательного влияния нагрузок, т.е. к нарушению электромагнитной совместимости электрической сети и потребителей.

Для обеспечения эффективного электроснабжения потребителей в таких условиях необходимы разработка и осуществление методов и технических средств, характер которых определяется происходящими в системе энергетическими процессами.

Большой практический интерес представляют вопросы повышения эффективности и качества электроснабжения при наличии несимметрии напряжений и токов. Это обусловлено тем, что во-первых, указанная несимметрия отрицательно влияет на все остальные показатели качества электроэнергии и, во-вторых, энергетические процессы в системе в этом случае, характеризуются наличием пульсирующей мощности, обуславливающей неуравновешенность режимов сети.

Снижение качества электроэнергии может привести к следующим последствиям:

- увеличение потерь активной мощности и электроэнергии;
- сокращение срока службы электрооборудования и преждевременный выход его из строя;
- нарушение нормального хода технологического процесса производства потребителей, что приводит к снижению качества производимой продукции и к увеличению энергозатрат на производство и др.

Требования качества электроэнергии в электрических сетях энергоснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединены электрические сети потребителей или приемники электрической энергии.

Значения показателей качества электроэнергии, характеризующие свойства электрической энергии, не должны выходить за нормальные допустимые в течение 95% времени каждых суток и не должны выходить за предельно допустимые значения в течение 5% времени суток. Основными показателями качества электроэнергии являются:

Причина отклонения напряжения - суточные, сезонные, технологические изменения нагрузки.

Последствия низкого уровня напряжения - ухудшение пуска и увеличение токов электродвигателей, нарушение изоляции; перегрузка регулируемых выпрямителей, преобразователей и стабилизаторов.

Последствия перенапряжения - перерасход электроэнергии; повышение реактивной мощности двигателей, выпрямителей с фазовым регулированием, пробой регулируемых выпрямителей, преобразователей и стабилизаторов.

Причина колебания напряжения – потребители с быстропеременными режимами работы нагрузки.

Последствия колебания напряжения – увеличение потерь в сети; утомление зрения, снижение производительности, травматизм; снижение срока службы электронной аппаратуры; выход из строя конденсаторных батарей; неустойчивая работа систем возбуждения синхронных генераторов и двигателей; вибрации аппаратуры; возможны отпадания контактов.

Колебания напряжения вызываются резким изменением нагрузки на рассматриваемом участке электрической сети, например, включением асинхронного двигателя с большой кратностью пускового тока, технологическими установками с быстропеременным режимом работы, сопровождающимися толчками активной и реактивной мощности – такими как, привод реверсивных прокатных станов, дуговые сталеплавильные печи, сварочные аппараты и т.п.

Для улучшения показателей качества электрической энергии необходимо:



- разрабатывать устройства, позволяющие с высокой точностью получить информацию о качественных показателях электрической энергии.

- необходимо разработать единый математический аппарат для исследования показателей качества электрической энергии и проанализировать функционирование устройства приема и обработки информации.

Таким образом, актуальным является проведение комплексных исследований по выявлению реальных значений несимметрии токов в элементах систем электроснабжения, длительности несимметричных режимов, факторов оказывающих наиболее существенное влияние на потери энергии в элементах электрораспределительных сетей при несимметричных режимах работы и разработке способов снижения несимметрии токов в элементах электрораспределительных сетей и связанным с этим потерь энергии.

## **МУЛЬТИКООРДИНАТНЫЕ МЕХАТРОННЫЕ МОДУЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ**

*Х.Н. Назаров (ТГТУ)*

*Т.О. Рахимов (ИТТУ)*

Одной из основных особенностей систем радиуправления роботами в настоящее время является прогресс в области создания мехатронных модулей, элементов силовой электроники и особенно микропроцессорной техники, которая является доминантой развития информационных управляющих технологий. Создание оригинальных модулей позволяет по-иному взглянуть на формирование требуемого сервисного пространства объектов радиуправления.

Главной задачей при создании радиоуправляемых роботов является постоянное повышение требования к простоте кинематики манипулятора, надежности, управляемости, быстродействию и точности функционирования его приводов. Эти требования могут быть обеспечены использованием мультикоординатных мехатронных модулей без кинематических преобразователей вида движения, например, планарных и линейно-поворотных.

Работа посвящена принципам построения мультикоординатных мехатронных модулей интеллектуальных радиоуправляемых роботов.

В большинстве современных интеллектуальных радиоуправляемых роботов исполнительные системы построены таким образом, что для каждой степени подвижности манипулятора робота используются отдельные исполнительные модули. Общими недостатками таких конструктивных решений при построении исполнительных систем роботов

являются большие габариты подвижных звеньев, сложность конструкции и худшие динамические характеристики робота.

Применение мультикоординатных мехатронных модулей (МММ) в интеллектуальных радиоуправляемых роботах, позволяет улучшить, прежде всего, габаритные и динамические характеристики робота. При этом с помощью одного МММ обеспечивается движение всех подвижных звеньев робота, как вращательных  $B$ , так и поступательных  $И$ .

На базе МММ можно построить различные варианты роботов, работающих в декартовой, цилиндрической, сферической и угловой системах координат. Для получения декартовой системы координат, необходимо использовать модуль, имеющий три выхода с поступательным движением, то для цилиндрической системы координат используется модуль с одним вращательным и двумя поступательными выходами и т.д. В табл. 1 приведены все возможные структуры МММ интеллектуальных роботов, которые обеспечивают пространственные движения конечной точки манипулятора.

Таблица 1

Система координат	Выходы МММ	Примеры структурных кинематических схем
Декартовая	$\{И_x, И_y, И_z\}$ $\{П_x, П_y, П_z\}$ $\{И_y, И_x, И_z\}$ $\{П_x, П_y, П_y\}$	
Цилиндрическая	$\{П_x, B_\omega, П_z\}$ $\{B_\phi, П_x, П_y\}$ $\{И_x, И_z, B_y\}$	
Сферическая	$\{B_\omega, П_x, B_y\}$	
Ангулярная	$\{B_\omega, B_\alpha, B_\beta\}$ $\{B_\alpha, B_\gamma, B_\phi\}$	

# **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВЕЩАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН**

*Б.К. Абидов (ГУП ЦРРТ)*

## **1. Современное состояние цифрового телевидения в Республике Узбекистан**

В период 2000-2007 годы под руководством Государственного комитета связи, информатизации и телекоммуникационных технологий (Госкомсвязи Республики Узбекистан) в отрасли телерадиовещания Республики Узбекистан проведена серьезная модернизация телерадиовещательного оборудования, на базе зарубежных инвестиций, направленная на замену старых ламповых телерадиовещательных передатчиков на современные полупроводниково – микросхемные известных иностранных производителей, таких как Toshiba и NEC (Япония), Rode&Shwarz (Германия) для обеспечения качественной и надежной трансляции государственных телерадиопрограмм, а начиная с 2007 года осуществляются комплекс мероприятий по внедрению цифрового телевидения.

Предпосылкой явились Правительственные решения, мероприятия, определенные Госкомсвязи Республики Узбекистан, а также следующие международные и государственные нормативные акты:

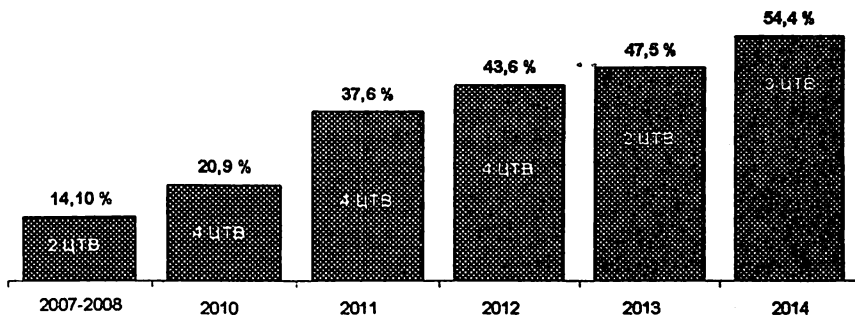
1. Решение Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) Республики Узбекистан «О закреплении полос радиочастот для развития цифрового телевизионного и радиовещания» и использования в Республике Узбекистан стандарта цифрового телевидения DVB-T.

2. «Концепция развития цифрового телерадиовещания в Республике Узбекистан» в котором определены аспекты перехода с аналогового телевидения на цифровой.

3. Заключительные акты Всемирной радиоконференции 2007 года, отражающие переход на цифровое телевидение, включая распределение частотного ресурса между различными странами с учетом количества пакетом телепрограмм сети цифрового телевидения и этапы отключения эфирного аналогового телевидения.

В 2007 – 2014 годы в Республике Узбекистан была создана сеть цифрового телевидения из 20 цифровых телепередатчиков различной мощности с трансляцией социального пакета цифровых телепрограмм из 12 государственных, распространяемых в стандарте DVB-T с сжатием видеотелевизионного сигнала в формате MPEG-4.

Ниже приведен график ввода в действие новых цифровых телепередатчиков по годам и увеличения процента охвата населения республики за период 2007 – 2014 годы



В результате к началу 2015 года процент охвата составлял 54,4 %.

## **2. Перспективы развития цифрового телевидения Республики Узбекистан**

В соответствии с Постановлением Президента Республики Узбекистана № 111-1741 от 17 апреля 2012 года утверждена «Государственная программа по техническому и технологическому переходу на цифровое телевидение в Республике Узбекистан», в которой определено создание сети наземного цифрового телевидения для трансляции социального пакета телепрограмм из 12 государственных телеканалов в формате SD, широкополосного телеканала «UzHD», в формате HD, а также региональные областные телеканалы Национальной телерадиокомпании Узбекистана с полной загрузкой первого мультиплекса сети цифрового телевидения Республики Узбекистан и обеспечением охвата 99 % населения.

Этим Постановлением определены два этапа реализации проекта «Развитие сети цифрового телевидения Республики Узбекистан»:

**На I этапе** до 2016 года – реализация проекта «Развитие сети наземного цифрового телевидения Республики Узбекистан», предусматривающую установку 84 цифровых телевизионных передатчиков в 57 мощных радиотелевизионных станциях.

**На II этапе** до 2017 года – реализация проекта «Развитие сети цифрового вещания в удаленных и труднодоступных населенных пунктах Республики Узбекистан», предусматривающую установку более 380 маломощных цифровых телевизионных передатчиков с спутниковым приемным устройством ТВ сигнала в удаленных и труднодоступных населенных пунктах республики и установку одной спутниковой наземной передающей станции с доведением охвата населения республики цифровым телевидением до 100 %.

Реализация этапов будет осуществлено за счет иностранного кредита в соответствии с Постановлением Президента Республики Узбекистан от 03.04.2014 г. №111-2157 «О мерах по привлечению льготного кредита

Японского банка международного сотрудничества JBIC и коммерческих банков Японии для развития сети наземного цифрового телевидения Республики Узбекистан». Общий объем инвестиций для завершения построения сети наземного цифрового телевидения Республики Узбекистан составляет более 8,7 млрд. японских йен (около 80,7 млн. долларов США).

### **3. Выводы**

Таким образом, в течение 2015 – 2017 годы в Республике Узбекистан будет завершено создание сети цифрового телевидения с эфирным распространением пакета из 12 - 15 телепрограмм в стандарте DVB-T2, в том числе с подачей этого цифрового потока на арендуемый спутник связи.

Основные проблемы, которые необходимо при этом решить следующие:

1. Отключение телепередатчиков существующей сети аналогового телевидения Республики Узбекистан в целях высвобождения частотного ресурса и организация на сети 2-го и 3-го мультиплексов.

2. Создание сети контроля и управления технологического оборудования мощных станций цифрового телевидения, включая контроль и управление цифровых телепередатчиков, систем формирования телесигналов, дизель – генераторов и другое.

3. Обеспечение всех слоев населения современными цифровыми тюнерами для качественного приема телепрограмм социального пакета в стандарте DVB-T2.

4. Организация предоставления на сети цифрового телевидения дополнительных услуг, в том числе интерактивные.

## **CHALLENGES FACED BY OPERATORS IN 4G LTE DEPLOYMENT**

*Saidov J.R. (student TUIT)*

*Shodiev B.V. (student TUIT)*

4G Long Term Evolution (LTE) technology is often thought to be as the magic pill for operators to increase the data traffic on their capacity limited mobile networks.

As the next generation mobile network, LTE promises significant advantages over the current 3G technology such as higher spectral efficiency, lower cost of data transmission, faster speeds and lower latencies. However, as with any new technology, there are several challenges ahead for global operators in deploying 4G LTE networks which I will list below.

1. Building a New or Converged Network

Another challenge is how operators build up the network. Some carriers like Verizon will build a completely new 4G network along the existing networks, i.e. uses the “forklift” method. Other telecom companies will create a converged network, where they try to make the different generations of technologies work together.

In both cases, the process is highly complex and cost intensive. The transition to 4G network will require a new radio access technology and core network expansion, while maintaining existing 2G/3G networks alongside the new 4G network will result in additional burden on telecom companies.

UzMobile, the only national operator is building a “green field” network and soon in March 2015 it will launch the network into commercial use which is based on the GSM standard implementing 4G LTE technology.

## 2. Restructuring the traffic on 4G LTE

As mentioned earlier, the migration to LTE or upgrading the legacy mobile networks will incur high costs. Moreover, 4G LTE is expected to disrupt the traditional business models of telecom companies: voice calls and SMS.

With faster mobile data connectivity, consumers will be more inclined to use services and applications such as Skype and Whatsapp for communication. This change in consumer's usage behaviour will pose a challenge for telecom companies to profit from their investments in 4G networks.

As it's predicted that telecom companies will continue to face this challenge in the next three to four years. Citing the example of Skype, experts had pointed out that telecom companies would be at the losing end if subscribers turn to Skype for making voice calls overseas. The rise of instant messaging services such as Whatsapp have results in declining revenue from Short Message Service (SMS).

The reason why telecom companies are excited over 4G is that it enables voice over LTE and the other services that come along with it and then they can differentiate themselves by offering a single application for subscribers to do almost everything such as high quality voice, video sharing to instant messaging thanks to what it supports the single application and for which subscribers will go for instead of switching between applications.

## 3. Tiered Data Plans

To justify the investments in the new 4G networks, telecom companies have to change their data price models. There are three ways for telecom companies to go about doing this, all of which consumers should be familiar with by now.

First, telecom companies can charge higher prices for their LTE offerings compared to their existing mobile data plans and maintain a higher quality of service to justify the higher premiums. Currently, Beeline charges \$1200 the customers who want to sign up for the 4G service.

Second, telecom companies can break away from the traditional one-size-fits-all approach which is not sustainable in the long term. They should implement "pay-for-what-you-use" pricing models, where consumers are

charged based on their usage behaviors. This strategy is highly controversial as consumers feel shortchanged when telecom companies lower the data bundles across the board.

Third, telecom companies can adopt a value-based pricing model where consumers can pay a premium for a better experience. Vodafone, a British multinational telecom company, raised the possibility of introducing tiered service levels that guarantee certain connection speeds.

According to experts' opinion on the tiered pricing model, consumers cannot relate to it as they have to constantly monitor the amount of data they have used. While it is a tough model to implement, some operators are desperate for measures to tackle the increasing data traffic on their mobile networks.

#### 4. True 4G Global Roaming

Due to the lack of harmonization of LTE spectrum bands across different countries, it is almost impossible within the near future to support LTE global roaming.

To use a LTE device for data roaming, based on the current worldwide spectrum usage, it's expected that the device needs to support at least 15 bands. From an engineering perspective, supporting so many bands on a device is really tough. Therefore, some experts believe that for the next decade, 3G data roaming will still be dominant.

## **ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ СЛУЖЕБНОЙ СВЯЗИ**

*Л.Б.Садуллаев (ГУИТ, магистрант)*

Проблемы повышения эффективности приемо-передающих устройств летательных аппаратов, частности устройств для самолетов всегда были актуальными задачами.

При повышенных требованиях к техническим характеристикам (потребляемая мощность, к.п.д, линейность характеристик и т.д) создание радиопередатчиков с высокоэффективными усилителями мощности в определенной степени решает вопросы дальнейшего повышения к.п.д и уменьшения потребляемой мощности.

Одним из перспективных направлений является применение в усилительных трактах ключевых генераторов.

Для применения ключевых генераторов в передающих устройствах реализуют метод Кана.

Суть метода Кана заключается в том, что сформированный на рабочей частоте однополосный сигнал разделяется на огибающую и частотно-модулированную составляющую. Затем эти составляющие усиливаются в двух различных трактах, использующий ключевой режим работы активных элементов.

Восстановление усиленного до необходимого уровня однополосного сигнала происходит в выходном каскаде передатчика в результате перемножения огибающей и частотно-модулированной составляющей.

Структурная схема авиационного передатчика построенного по методу Кана приведена на рисунке.

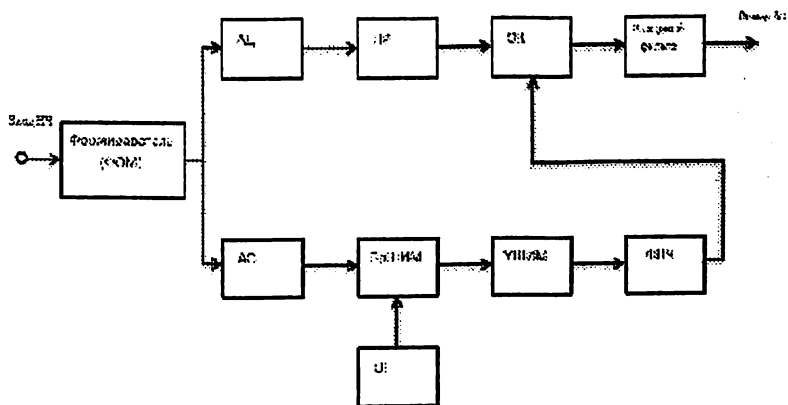
Так, с помощью этого метода достигнут к.п.д. транзисторного усилителя авиационного передатчика порядка 60% при заданных уровнях нелинейных искажений -30 дБ, что 2,0-2,5 раза превышает к.п.д. усилителей класса В.

Ключевые генераторы, используемые в низкочастотном тракте могут быть реализованы по схеме с резистивной нагрузкой или по схеме с формирующим контуром.

Для обеспечения относительно простоты реализации, целесообразно применение в усилителях мощности ключевые генераторы с резистивной нагрузкой.

Расчет усилителей мощности с ключевыми генераторами необходимо начинать с выбора транзистора, с учетом частотных и энергетических параметров.

Для того чтобы переходные процессы в ключевых каскадах не увеличили уровни нелинейных искажений необходимо строго соблюдать частотные требования к параметрам выбираемых транзисторов.



АД - Амплитудный детектор;

АО - Амплитудный ограничитель;

ФОМ - Формирователь однополосного сигнала рабочего диапазона;

ПреШИМ- Преобразователь широтно-импульсной модуляции;

УШИМ – Усилитель ШИМ(ключевые генераторы);

ОГ- Опорный генератор;



- ФНЧ – Фильтр низких частот;
- ПР – Предварительные ключевые каскады;
- ОК – Оконечный ключевой каскад;

Структурная схема радиопередатчика построенного по методу Кана

Для сохранения требуемых значений к.п.д. необходимо выполнить обоснованные расчеты входных и выходных цепей усилителей мощности.

## **УСТРОЙСТВА РАЗДЕЛЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИГНАЛОВ И ОЦЕНКА ИХ КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ**

*М.Н.Абдалимов (ТУИТ, магистрант)*

Существующие устройства разделения составляющих реализуются на базе амплитудных ограничителей и детекторов. Причем амплитудные ограничители реализующие на транзисторах, операционных усилителях, при высоких рабочих частотах, имеют определенный уровень амплитудно-фазовой конверсии. Амплитудно-фазовая характеристика является паразитной составляющей и влияет на качественные параметры выходного сигнала.

Диодный детектор выделяющий огибающую входного сигнала обладает определенной инерционностью и естественно инерционность приводит к искажениям.

Кроме этого, амплитудный детектор имеет относительно высокий уровень нелинейных искажений.

Исходя из вышесказанных проблема качественного разделения составляющих входного сигнала на огибающую и частотно модулированной составляющей является актуальной.

$$U(t) = A(t) \cos[\omega_0 t + \varphi(t)]$$

где,  $A(t)$  – огибающая,

$\cos[\omega_0 t + \varphi(t)]$  частотно модулированная составляющая.

Для уменьшения уровня нелинейных искажений целесообразно вместо АД можно использовать детектор выполненный на основе преобразования Гильберта. Она приведена на рис. 1.

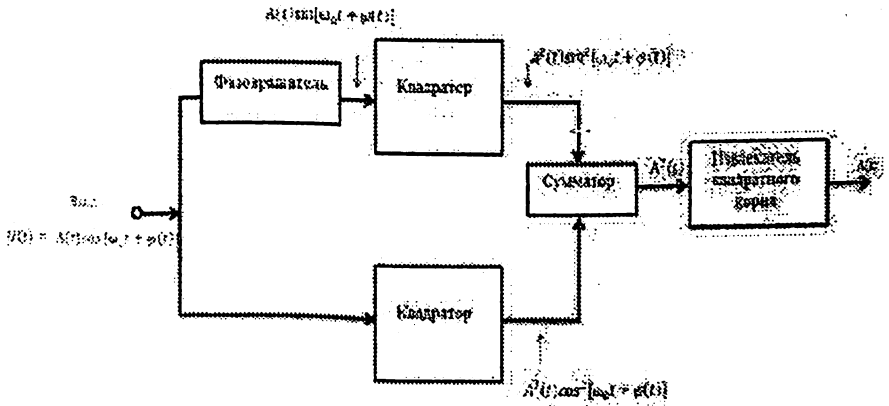


Рис. 1. Детектор на основе преобразования Гильберта

Для выделения частотно-модулированного составляющего использовать вместо амплитудного ограничителя-делителя сигналов. Структурная схема делителя сигналов приведена на рис.2.

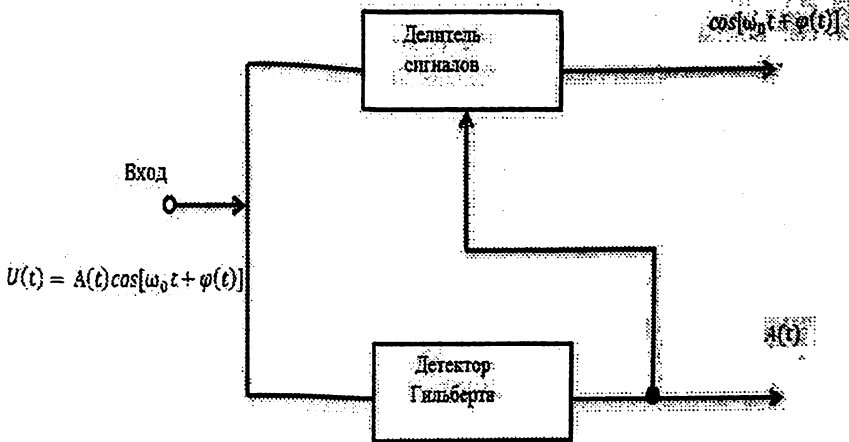


Рис.2. Делитель сигналов

Предварительные результаты показывают, действительно использование вместо диодного детектора, детектора Гильберта и амплитудного ограничителя делителя сигналов позволяет уменьшить инерционность процессов и снизить уровень нелинейных искажений выходного сигнала.

Делитель сигналов позволяет уменьшить уровень паразитной модуляции высокочастотного сигнала в 2,0-2,5 раза. Если, например, на частоте 30 МГц для амплитудного ограничителя уровень АФК составляет

порядка 6-7 градусов, то у делителя сигналов (при реализации их на микросхемах ПС 526) составляет не более 3 градусов.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что действительно выделение огибающей и частотно-модулированных составляющих на перспективных схемах дадут в определенной степени повышение эффективности.

## **ОСОБЕННОСТИ УСИЛИТЕЛЕЙ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПЕРЕДАТЧИКОВ**

*Э. Т. Жумагелдиев (ГУИТ, магистрант)*

Проблемы повышения эффективности радиопередающих устройств является актуальной задачей. При повышении эффективности и разделении составляющих высокочастотных сигналов одновременно предъявляются требования качественным параметрам. По этому разделению составляющих высокочастотного сигнала с высокому параметрами или наименьшими искажениями востребованная задача настоящего дня.

В диссертационной работе будут приведены результаты и сравнительных показателей и исследований различных систем разделения составляющих высокочастотного сигнала. В конце работы будут приведены рекомендации по использованию того или иного устройства разделения составляющих сигнала в зависимости от предъявляемых требований. Важной составной частью телевизионных передатчиков являются усилители мощности высокочастотных сигналов. Усилители мощности телевизионных передатчиков до недавнего времени реализовывались: предварительные каскады на лампах или транзисторах малой мощности, а выходные каскады на тетродах с резонансными контурами во входной и выходной цепи или на пролетных клистронах.

Одной из основных особенностей построения усилителей мощности телевизионных передатчиков является обеспечение необходимой полосы и соответствующей линейности во всем диапазоне частот.

В связи с появлением высокочастотных мощных транзисторов и использованием модульного принципа открылась путь создания телевизионных передатчиков полностью на транзисторах. На рисунки приведена структурная схема тракта усилителя мощности реализованного на транзисторах.

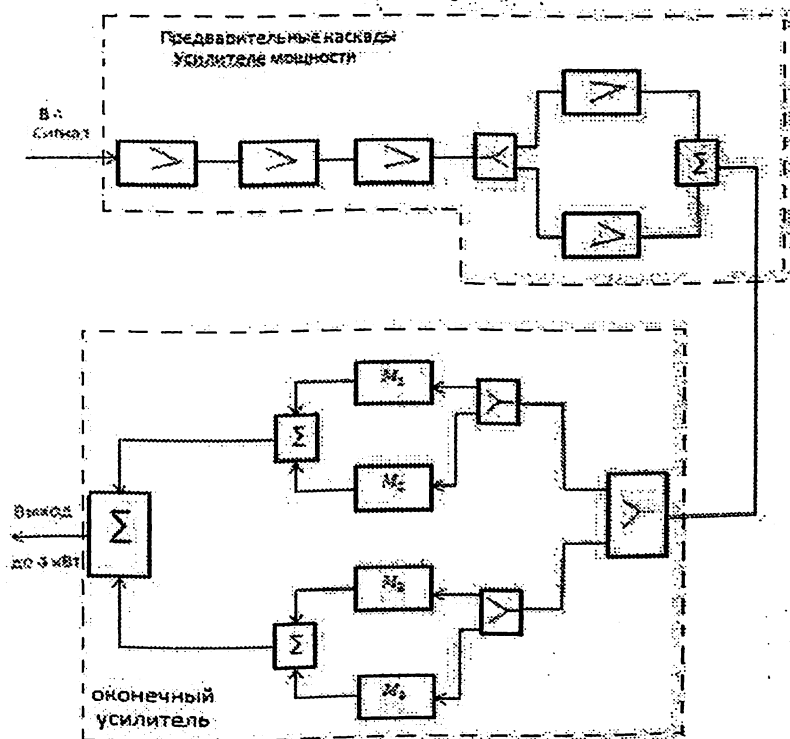
Другим важным параметром обеспечения линейности характеристик усилительного тракта является выбор режима и применение схем компенсации уровня нелинейных искажений.

Обеспечение линейности осуществляется по направлениям:

- применением более совершенной элементной базы;
- использованием новых схемотехнических решений;
- совершенствованием существующих схемотехнических решений.

Такой принцип создания усилитель мощности называется модульным. Для сложения или разделения мощностей используются мостовые схемы сложение или разделения.

Другой особенностью реализации мостовых схем являются использование в них «эхопоглотителей» и обеспечение синфазности сигналов на входах транзисторных каскадных усилителей мощности.



Структурная схема усилителя мощности ТВ передатчика.

Такой принцип создания усилитель мощности называется модульным. Для сложения или разделения мощностей используются мостовые схемы сложение или разделения.

Другой особенностью реализации мостовых схем являются использование в них «эхопоглотителей» и обеспечение синфазности сигналов на входах транзисторных каскадных усилителей мощности.

Существуют методики расчета таких усилителей мощности, причем, расчеты мостовых схем имеют особенно важное значение. При расчетах

определяется промышленный коэффициент полезного действия всего телевизионного передатчика.

## ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ БИЛЛИНГА В СЕТЯХ LTE

*Гурсунова А.А. (ГУИТ)*

Службу биллинга принято рассматривать в составе систем эксплуатационной поддержки (англ. *Operations Support Systems, OSS*) и систем поддержки бизнеса (англ. *Business Support System, BSS*), которые используются операторами связи для автоматизации процедур управления сетью и бизнес процессами и часто обозначаются как OSS/BSS (реже, BOSS, BSS/OSS, B/OSS).

Основные функциональные возможности OSS покрывают проблематику учёта и планирования телекоммуникационных ресурсов (например, номерных ёмкостей, трафика), управления предоставлением услуг (англ. *service delivery software*), управления показателями и уровнем качества обслуживания - QoS. К функциональным задачам OSS также относятся: контроль мошенничества на уровне телекоммуникационных данных (англ. *fraud control software*); прогнозирование и обеспечение спроса на услуги (англ. *service provisioning software*); а также сопряжение программной инфраструктуры оператора с телекоммуникационной средой, которые называются системами медиации (англ. *mediation software*).

К задачам BSS относятся средства поддержки бизнес-процессов оператора мобильной связи, прежде всего - биллинг (поддержка взаиморасчётов с абонентами, выставление счетов, обработка платежей, тарификация), CRM (управление информацией об абонентах, поддержка взаимодействия с ними, продажи, маркетинговый анализ) и ERP-системы (обеспечение процессов финансового менеджмента, бухгалтерского учёта, управления персоналом, проектами и основными фондами).

Таким образом, биллинг в системе управления работой сети мобильной связи является важнейшей составляющей общей системы OSS/BSS и выполняет комплекс процессов и решений, ответственных за сбор информации об использовании телекоммуникационных услуг, их тарификацию, выставление счетов абонентам, обработку платежей и т.п. В результате конвергенции различных услуг связи операторам все в большей степени будут необходимы универсальные системы расчетов, которые поддерживают как классические голосовые услуги связи и передачи данных, в которых расчеты с абонентами производятся за переданный трафик, так и услуги, изначально базирующиеся на сетях передачи данных и выступающие их неотъемлемой составной частью. Биллинг, ориентированный на выставление единых счетов абонентам в условиях мультисервисных сетей и различных моделей расчётов, получил название

конвергентного биллинга. Простой пример – это услуга Triple Play, т. е. предоставление пользователю услуг передачи данных, телефонии и телевидения «в одном пакете». Более сложный пример – это облачные услуги (IaaS, SaaS), услуги организации VPN для крупных, географически распределенных корпоративных клиентов и т. п.

Для решения этих вопросов, в архитектуру LTE/SAE проектом 3GPP были введены новые функциональные элементы, способные гибко управлять качеством обслуживания и предоставлением новых услуг четвертого поколения. В частности, эти функциональные элементы в сетях LTE выполняют следующие задачи:

- предоставление гибких тарифов с учетом потребностей и финансовых возможностей абонентов;
- обеспечение тарификации в зависимости от используемых приложений;
- услуги, зависящие от местоположения абонента, известного только оператору связи (например, для качественной контекстной рекламы);
- фильтрация содержимого трафика на стороне оператора, а также ограничения по времени и длительности использования услуги (актуальность этой проблемы все возрастает в связи с тем, что среди пользователей интернета становится все больше детей);
- защита от вредоносных программ и сайтов, нарушающих безопасность связи.

В свою очередь, в рамках архитектуры сети LTE все эти задачи принято относить к функции управления политиками (правилами) обслуживания абонентов и тарификации предоставляемых услуг (сокращенно «функция управления политикой и тарификацией»).

В заключение можно сказать, что для поддержки бизнес-процессов биллинга на практике следует применять специальное прикладное программное обеспечение, т.е. биллинговую систему. Здесь уместно будет отметить, что разработка биллинговых систем является высокодоходным бизнесом.

## **ЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ СЖАТИЯ ЗВУКА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ПРИМЕНЕНИЮ**

*З.А. Ахмедова (ГУИТ, студентка)*

*Х.Х. Носиров (ГУИТ)*

Сжатие данных – алгоритмическое преобразование данных, производимое с целью уменьшения занимаемого ими объема. Применяется для более рационального использования устройств хранения и передачи данных.

Существует огромное количество форматов сжатого звука, в которых очень легко запутаться любому далекому от этой темы человеку. Все методы сжатия данных делятся на два основных класса:

- Сжатие без потерь
- Сжатие с потерями

При использовании метода сжатия без потерь восстановленные данные идентичны исходным. Этот метод применяется для обработки многих типов данных, например для исполняемого кода, текстовых файлов, табличных данных и т.д. При этом не допускается потеря ни одного бита информации. В то же время файлы данных, представляющие изображения и другие полученные сигналы, нет необходимости хранить и передавать без потерь. Любой электрический сигнал содержит шум. Если изменения в этих сигналах схожи с небольшим количеством дополнительного шума, вреда не наносится. Алгоритм, применение которого приводит к некоторому ухудшению параметров сигнала, называется сжатием с потерями. Методы сжатия с потерями намного эффективнее методов кодирования без потерь. Чем выше коэффициент сжатия, тем больше шума добавляется в данные. Ниже приводятся примеры методов сжатия.

Таблица 1

Классификация методов сжатия: без потерь и с потерями

Без потерь	С потерями
RLE-кодирование	CS&Q
Код Хаффмана	JPEG
Дельта-кодирование	MPEG
LZW	

Сокращение статистической избыточности основано на учете свойств самих звуковых сигналов. Она определяется наличием корреляционной связи между соседними отсчетами цифрового звукового сигнала, устранение которой позволяет сокращать объем передаваемых данных на 15...25% по сравнению с их исходной величиной. Важными условиями применения такого метода преобразования являются:

- возможность восстанавливать исходный сигнал без искажений
- способность обеспечивать наибольшую концентрацию энергии в небольшом числе коэффициентов преобразования
- быстрый вычислительный алгоритм

Этим требованиям отвечает модифицированное дискретно-косинусное преобразование (МДКП).

Уменьшить скорость цифрового потока позволяют методы кодирования, учитывающие статистику звуковых сигналов, например, вероятности появления уровней разной величины. Одним из таких методов является код Хаффмана, где наиболее вероятным значениям сигнала

приписываются более короткие кодовые слова, а значения отсчетов, вероятность появления которых мала, кодируются кодовыми словами большей длины. Именно в силу этих причин в наиболее эффективных алгоритмах компрессии цифровых аудиоданных кодированию подвергаются не сами отсчеты звукового сигнала, а коэффициенты МДКП. Подобные методы применяются при архивации файлов.

Сжатие аудиоданных с потерями основывается на несовершенстве человеческого слуха при восприятии звуковой информации. Неспособность человека в определенных случаях различать тихие звуки в присутствии более громких, называемая эффектом маскировки, была использована в алгоритмах сокращения психоакустической избыточности. Эффекты слухового маскирования зависят от спектральных и временных характеристик маскируемого и маскирующего сигналов и могут быть разделены на две основные группы:

- частотное (одновременное) маскирование
- временное (неодновременное) маскирование

Эффект маскирования в частотной области связан с тем, что в присутствии больших звуковых амплитуд человеческое ухо нечувствительно к малым амплитудам близких частот. То есть, когда два сигнала одновременно находятся в ограниченной частотной области, то более слабый сигнал становится неслышимым на фоне более сильного.

Маскирование во временной области характеризует динамические свойства слуха, показывая изменение во времени относительного порога слышимости (порог слышимости одного сигнала в присутствии другого), когда маскирующий и маскируемый сигналы звучат не одновременно.

Наилучшим методом кодирования звука, учитывающим эффект маскирования, оказывается полосное кодирование. Сущность его заключается в следующем. Группа отсчетов входного звукового сигнала, называемая кадром, поступает на блок фильтров который разделяет сигнал на частотные поддиапазоны. На выходе каждого фильтра оказывается та часть входного сигнала, которая попадает в полосу пропускания данного фильтра. Далее, в каждой полосе с помощью психоакустической модели, анализируется спектральный состав сигнала и оценивается, какую часть сигнала следует передавать без сокращений, а какая лежит ниже порога маскирования и может быть переквантована на меньшее число бит. Для сокращения максимального динамического диапазона определяется максимальный отсчет в кадре и вычисляется масштабирующий множитель, который приводит этот отсчет к верхнему уровню квантования. Эта операция аналогична компрессированию в аналоговом вещании. На этот же множитель умножаются и все остальные отсчеты. Масштабирующий множитель передается к декодеру вместе с кодированными данными для коррекции коэффициента передачи последнего. После масштабирования производится оценка порога маскирования и осуществляется перераспределение общего числа битов между всеми полосами.



Методами устранения психофизической избыточности можно обеспечить сжатие цифровых аудиоданных в 10 – 12 раз без существенных потерь в качестве.

Для сжатых аудиоданных существует субъективная оценка качества, оцениваемая как процент людей, почувствовавших разницу с оригиналом.

Таблица 2

Соответствие битрейта кодека MP3 в режиме стерео и процента людей заметивших разницу с оригиналом

Приблизительное количество людей, услышавших разницу между оригинальной и сжатой записями, %	Битрейт сжатой записи, кбит/сек
0... 1	320
5... 30	256
30... 40	192
40... 70	128

Следует учесть тот факт, что качество получившегося материала зависит от характера сжимаемых данных, от жанра, наличия фона, помех.

Не имеет смысла делать архивы звуковых данных для их дальнейшей обработки (библиотеки сэмплов, фонотеки и т.п.) в mp3. Это касается и MiniDisk (там тоже используется сжатие с потерями), и других форматов: многие виды цифровой обработки влекут за собой слышимые искажения. Данное правило не зависит от используемого битрейта. Говоря о дальнейшей обработке звука, имеется в виду нечто более серьезное, чем просто микширование или fade in/out, например динамическое сжатие, реверберация, фильтрация шумов и даже использование эквалайзера. Так как в случае кодирования с потерями нельзя восстановить утраченные на этапе кодирования данные, то есть *в mp3 желательно сохранять только окончательные варианты звукозаписей*

По результатам исследований можно выделить два основных режима сжатия: "сохранение приемлемого уровня качества при достижении максимального сжатия" (например, для публикации в Интернете) и "полное субъективное сохранение качества исходного материала при не самом большом сжатии" (для хранения и регулярного прослушивания). Стоит заметить, что пороговые битрейты для того и другого режимов индивидуальны. Выбирая параметры сжатия, нужно, прежде всего, определить те задачи, для которых создаются mp3 файлы, и уже исходя из этого решить, какое соотношение между качеством звука и размером файла вас устроит. Следует также учитывать, что понятие *качества* звука у разных людей может сильно отличаться.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ «MOTIONCAPTURE»

*М.Д.Маркин (ГУИТ, студент)*

*Х.Х.Носиров (ГУИТ)*

“MotionCapture” – дословно переводится, как «захват движения». Используется для реализации анимации в различных сферах развлечений и в робототехнике. Данный метод построен на фиксации камерой определенных точек и записи их координат. Данная технология была использована при создании таких фильмов как «Властелин колец», «Аватар» и многих других.

Данная технология делится на 2 основных вида:

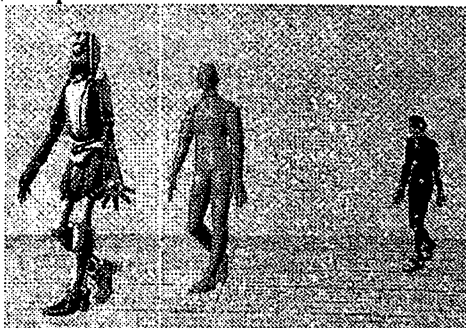
- 1) Маркерная система, в которой используются специальные датчики или костюм с датчиками
- 2) Безмаркерная система, в которой используется технология компьютерного распознавания объектов

В данной статье мы уделим основное внимание маркерной системе, так как с её помощью возможно получение более точных координат перемещения объекта.

Маркерная система в свою очередь делится на несколько основных типов:

- а) Оптически пассивная система использует отражающие маркеры и специальные камеры, воспринимающие отраженное маркерами излучение с записью координат маркеров;
- б) Магнитные системы используют магниты в качестве маркеров и специальные ресиверы, распознающие их координаты по искажению магнитного потока;
- в) Оптически активные системы используют специальные излучатели в качестве маркеров.

Наиболее часто используемой является система с оптически активными маркерами. Чаще всего в качестве активных маркеров используются светодиоды, пример показан на рисунке, соединенные со специальным процессором.



Система с активными маркерами с разрешением 3600x3600 и частотой 480Гц предоставляющая в реальном времени субмиллиметровые позиции

Процессор выдаёт для каждого светодиода свой идентификационный код, что позволяет камерам однозначно инициализировать каждый маркер, не путая его ни с каким другим. Это позволяет более точно оцифровывать сложные движения объектов с взаимным перекрытием частей друг-другом, или выходом их из зоны видимости камеры.

Однако у данной системы существует ряд недостатков:

- Необходимое для неё оборудование является весьма дорогостоящим;
- Активные маркеры сложно использовать для чтения мимики лица;
- Необходимость крепления на актёре специального контроллера, что в свою очередь сковывает его движения;
- Невысокая механическая прочность препятствует их использованию в динамичных сценах.

Для избавления от выше перечисленных проблем можно использовать следующие решения:

- Для уменьшения затрат можно арендовать оборудование в других компаниях, в частности специализирующихся на оцифровке движений;

- Для чтения мимики лица, целесообразно использовать комбинированную методику считывания, например для движения тела использовать оптически активные маркеры, а для считывания мимики безмаркерную технологию компьютерного распознавания;

- Ведущие производители электроники, в последнее время, акцентируют своё внимание на разработке гибких электронных схем. Использование гибкого контроллера позволит свести к минимуму неудобство для актёра;

- Использование светодиодов на органической подложке, которые в последнее время активно разрабатывает компания LG, позволит значительно повысить устойчивость маркеров к механическим воздействиям.

Таким образом, можно получить оптимальное решение, для захвата движения используя гибкий подход в плане применения современных экономических и технологических приёмов и решений. В результате чего можно будет более широко использовать технологию захвата движения с активными маркерами вместо 3D анимирования персонажей вручную, так - как эта система позволяет уже через несколько минут, или даже в реальном времени съёмки получить предварительный результат и оценить качество снимаемой сцены. Также это система даёт больший реализм движений особенно в плане движения людей, таких как прыжок, перенос центра тяжести, приземление.

# ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЧАСТОТНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ

*Х.А. Хамидов (ГУИТ, магистрант)*

Одним из способов обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронных средств (РЭС), потенциально создающих взаимные помехи, является частотный и территориальный разнос РЭС. С целью прогнозирования ЭМС РЭС производят расчеты норм частотно-территориальных разносов (ЧТР) РЭС, выполнение которых позволяет обеспечить функционирование РЭС с допустимыми уровнями помех.

Важнейшим этапом проектирования сетей широкополосного беспроводного доступа является процесс частотно-территориального планирования. В ходе планирования выбираются окончательная структура (конфигурация) сети, места размещения базовых станций, рассчитывается возможность обеспечения радиопокрытия с заданным качеством связи, разрабатывается частотный план распределения радиоканалов для базовых станций, выполняется адаптация плана к условиям территориальных и частотных ограничений проектируемой зоны обслуживания, формируются зоны обслуживания для каждой базовой станции и сети в целом, оцениваются и минимизируются внутрисистемные помехи. Часто при планировании проверяется внешняя электромагнитная совместимость планируемой системы с РЭС других систем и возможность обеспечения требуемой емкости сети для обслуживания абонентской нагрузки.

**Основные этапы частотно-территориального планирования сетей подвижной радиосвязи** включают в себя:

**1. Разработка требований к исходным данным.** В техническом задании на выполнение ЧТП должно быть указано:

- тип абонентов, работающих, внутри помещений и вне помещений (процентное соотношение);
- плотность абонентов на единицу площади или плотность трафика на единицу площади;
- потребность абонентов в скорости трафика (процентное соотношение);
- тип передаваемого трафика.

**2. Расчет бюджета канала связи.** На первом этапе частотно-территориального планирования сети беспроводного широкополосного доступа производится расчет бюджета канала связи для данного оборудования с целью определения максимально допустимых потерь в канале связи и первоначальной оценки радиуса зоны обслуживания. Расчет бюджета потерь проводится для двух направлений: линии вниз (downlink) и вверх (uplink), а в качестве результирующего значения выбирается минимальное из рассчитанных значений.

**3. Выбор структуры кластера сети.** В зависимости от объема радиочастотного ресурса, выделенного оператору сети беспроводного широкополосного доступа возможны различные варианты построения топологии радиочастотного кластера. Возможные варианты структуры кластера для трехсекторных сайтов без использования частичного повторного использования частот приведены ниже.

**4. Расчет зоны покрытия по уровню принимаемого сигнала.** После того, как требования к функционированию сети сформулированы, выбраны кластерная структура и первоначальный частотный план, происходит проверка возможности размещения сайтов на выбранных местах. Далее с использованием специализированного программного обеспечения выполняется расчет зоны радиопокрытия для направления передачи вниз (downlink) и вверх (uplink) отдельно.

**5. Расчет внутрисистемных интерференций.** После расчета зоны покрытия по уровням принимаемого сигнала мы проводим анализ внутрисистемной электромагнитной совместимости (ЭМС) для принятой структуры сети. Провести анализ внутрисистемной электромагнитной совместимости сети ШБД можно двумя способами, рассчитать с использованием модели МСЭ-R P.452 зоны помех от базовых станций абонентским станциям, базовым станциям на которых назначены те же рабочие частоты; провести те же вычисления, только за источник помех принять абонентские станции, а за рецептор помех – базовые станции; рассчитать с использованием специализированного программного обеспечения зоны покрытия по уровням  $C/(I+N)$ , "сигнал/помеха" для направлений передачи downlink и uplink. Подобный расчет в качестве примера приведен ниже.

**6. Планирование зон хэндовера.** Работа мобильной широкополосной сети при перемещении абонентов из зоны покрытия одной базовой станции в другую обязательно предусматривает выполнение процедуры хэндовера. Возможны два варианта технической реализации хэндовера в оборудовании: мягкий и жесткий. Мягкий хэндовер представляет собой переключение абонентской станции с одной базовой станции на другую, причем разрыв соединения с первой базовой станцией происходит после установления связи абонентской станцией со второй базовой станцией. Жесткий хэндовер характеризуется потерей соединения абонентской станции и первой базовой станции, после чего устанавливается соединение абонентской станции со второй базовой станцией. Для четкой отработки процедуры хэндовера необходимо выполнить планирование зон хэндовера между зонами покрытия соседних секторов (сайтов). Планирование в данном случае заключается в уменьшении излишнего перекрытия соседних зон покрытия при сохранении формы зоны радиопокрытия отдельных секторов.

**7. Расчет качественных показателей покрытия сетей подвижной радиосвязи.** На заключительном этапе планирования сети

подвижной радиосвязи производится расчет ее качественных параметров функционирования и представляется в виде карты покрытия, наложенной на зону обслуживания по выбранному критерию. К основным показателям качества работы мобильной беспроводной сети относятся: скорость передачи данных и коэффициент битовой ошибки (каждый из параметров рассчитывается отдельно для направлений downlink и uplink).

## **ОБЗОР РЕЖИМОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ СВЯЗИ**

*Ж.Р.Саипов, А.Б. Бахрамов (ТУИТ, магистрант)*

В настоящее время в системах телекоммуникаций, в том числе и радиотехнических системах, в качестве линий связи всё большее применение находят волоконно-оптические линии связи (ВОЛС).

Передача информации по ВОЛС имеет целый ряд достоинств перед передачей по медному кабелю. Стремительное внедрение в информационные сети ВОЛС является следствием преимуществ, вытекающих из особенностей распространения сигнала в оптическом волокне.

Широкая полоса пропускания данных обусловлена чрезвычайно высокой частотой несущей частоты, свыше 1 ГГц. Это дает потенциальную возможность передачи по одному оптическому волокну потока информации в несколько терабит в секунду. Большая полоса пропускания это одно из наиболее важных преимуществ оптического волокна над медной или любой другой средой передачи информации.

Малое затухание светового сигнала в волокне. Выпускаемое в настоящее время отечественными и зарубежными производителями промышленное оптическое волокно имеет затухание 0,2–0,3 дБ на длине волны 1,55 мкм в расчете на один километр. Малое затухание и небольшая дисперсия позволяют строить участки линий без ретрансляции протяженностью до 100 км и более.

Низкий уровень шумов в волоконно-оптическом кабеле позволяет увеличить полосу пропускания, путем передачи различной модуляции сигналов с малой избыточностью кода.

Поскольку волокно изготовлено из диэлектрического материала, оно невосприимчиво к электромагнитным помехам со стороны окружающих медных кабельных систем и электрического оборудования, способного индуцировать электромагнитное излучение (линии электропередачи, электродвигательные установки и т.д.).

Существуют три основных способа организации канала связи с применением ВОЛС: симплексная, полудуплексная и полнодуплексная передача.

Симплексный канал является однонаправленным, позволяющим передавать данные лишь в одном направлении, как показано на рис.1. Традиционное радиовещание является примером симплексной передачи. Радиостанция передает ширококвещательную программу, но в ответ ничего не получает от радиоприемника.

Полудуплексная передача дает возможность предоставить симплексную связь в обоих направлениях по, единственному каналу, как показано на рис.2. Здесь передатчик станции «А» посылает данные приемнику на станции «В». Когда требуется передача в обратном направлении, имеет место процедура переключения линии. После этого передатчик станции «В» получает возможность связаться с приемником станции «А».



Рис.1. Симплексная передача

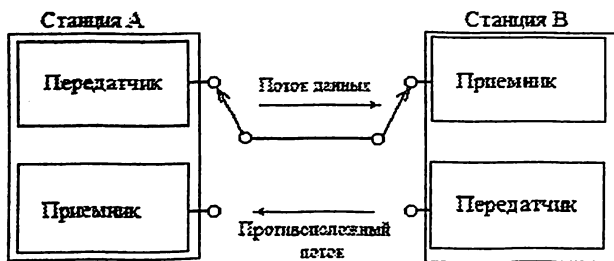


Рис.2. Полудуплексная передача

Полнодуплексный канал дает возможность одновременной связи в обоих направлениях как показано на рис.3.

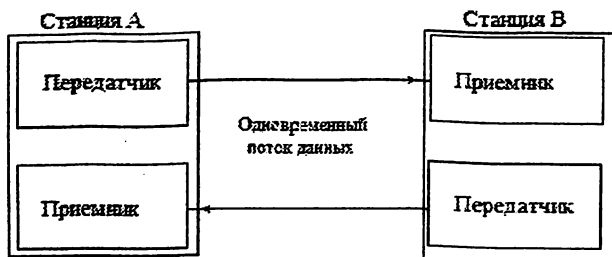


Рис.3. Полнодуплексная передача

Передача данных зависит от правильного согласования моментов генерации и получения сигналов. Определять, какой элемент данных передается – «1» или «0», приемник должен в нужные моменты времени. Процесс выбора и поддержания эталонных интервалов времени называется синхронизацией.

Чтобы синхронизировать передачу данных, передающее и принимающее устройства должны согласовать длину бита – длительность используемого элемента кода. Приемнику нужно извлечь переданный синхросигнал, закодированный в полученном потоке данных. Синхронизируя длину бита тактового генератора приемника с длиной бита, закодированной в данных отправителя, приемник может определить нужные моменты времени для демодуляции данных и корректной расшифровки сообщения. Устройства на обоих концах цифрового канала могут синхронизироваться с использованием либо асинхронной, либо синхронной передачи, как описано ниже.

Здесь передатчик и приемник действуют независимо и обмениваются синхронизирующей комбинацией битов в начале каждого кодового элемента (кадра) сообщения. Между одним кадром сообщения и следующим нет фиксированной зависимости. Это аналогично таким устройствам обмена информацией, как клавиатура компьютера, ввод с которой может происходить с длинными случайными паузами между нажатиями на клавиши.

Выбранная первоначально скорость передачи задает частоту опроса. Частота опроса канала на приемнике высока, обычно в 16 раз выше скорости передачи бит, для точного определения центра синхронизирующей комбинации (стартового бита) и его длительности.

Затем биты данных определяются приемником путем опроса канала в моменты времени, соответствующие середине каждого передаваемого бита. Они определяются добавлением для каждого последующего такта значения длительности бита, начиная с середины стартового бита. Для восьмибитной последовательной передачи этот опрос производится для каждого из восьми битов данных, а заключительная выборка производится во время девятого временного интервала. Последняя выборка служит для определения стопового бита и подтверждения сохранности Синхронизации до конца кадра сообщения. Рис.4 иллюстрирует процесс асинхронного приема данных.

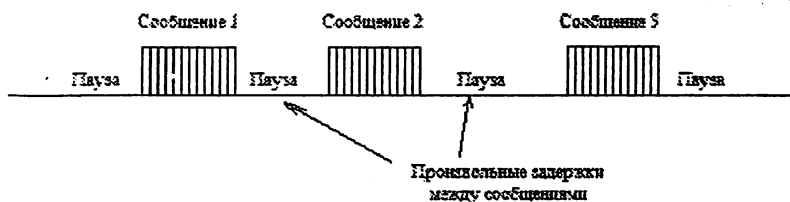


Рис. 4. Асинхронная передача данных



Здесь передатчик и приемник устанавливают начальную синхронизацию, затем непрерывно передают данные, поддерживая ее на протяжении всего сеанса передачи.

При выборе того или типа организации канала необходимо руководствоваться следующими соображениями:

- использование симплексного канала для передачи данных ограничено, поскольку для контроля процесса передачи, подтверждения данных и т.д. требуется постоянный поток данных в обоих направлениях;
- при полудуплексном канале передачи задержка при переключении линии снижает передаваемый по каналу связи объем данных;
- полнодуплексный канал дает возможность одновременной связи в обоих направлениях, но требует больших затрат и количества ВОЛС.

## РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ОТ СТАНЦИИ ЦИФРОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА MENTUMPLANET

*Абдукадиров А.Х. (ООО «Бител сервис»)*

*Мадаминов Х.Х. (ТУИТ)*

*Азимов М.Р. (филиал «Узмобиел»)*

Доклад посвящен исследованию по расчету зоны покрытия станции цифрового радиовещания в г. Ташкенте и Ташкентской области. Для решения данной задачи исследовательской группой при ТУИТ была применена методика предложенная, а также был использован программный комплекс MenumPlanet.

**Методика расчета.** Эффективно-излучаемая мощность -  $P_{\Sigma}$  радиопередающей станции, в главном направлении антенны определяется как

$$P_{\Sigma} = P G \eta, \quad (1)$$

где  $P$  - мощность передатчика на входе фидера, кВт;

$G$  - коэффициент усиления передающей антенны по мощности относительно полуволнового вибратора и  $\eta$ -коэффициент полезного действия фидера.

Эффективно-излучаемую мощность часто выражают в децибелах относительно 1кВт:

$$P_{\Sigma} = P + G + \eta, \text{ дБкВт}, \quad (2)$$

где все величины выражены в децибелах.

Эффективно-излучаемую мощность не следует отождествлять с эквивалентной изотропно-излучаемой мощностью, которую определяют аналогично, но значение коэффициента усиления антенны берется

относительно ненаправленной (изотропной) антенны (разница значений излучаемой мощности составляет 2,15дБ).

Эффективно-излучаемая мощность в децибелах относительно 1 кВт в любом направлении от передающей антенны определяется с учетом ее диаграммы направленности:

$$P_{\Sigma} = P_{\Sigma} + F(\Delta)^2 + F(\varphi)^2, \text{ дБкВт}, \quad (3)$$

где  $F(\Delta)^2$  и  $F(\varphi)^2$  - значения характеристик направленности передающей антенны по мощности в вертикальной и горизонтальной плоскостях, соответственно;

$\Delta$  - угол в вертикальной плоскости между линией горизонта, проведенной через геометрический центр антенны и направлением на точку приема;

$\varphi$  - угол в горизонтальной плоскости между направлением максимального излучения и направлением на точку приема.

**Порядок расчета напряженности поля.** На неровной местности в точках приема, удаленных на одинаковое расстояние от передающей станции, напряженность поля сигнала является случайной величиной. Она изменяется от точки к точке вследствие разного экранирующего влияния рельефа и во времени вследствие неустойчивого состояния тропосферы. По этой причине напряженность поля оценивают статистически - по процентам мест (точек) и времени приема. При этом предполагается, что рельеф местности является регулярным, т.е. отдельные неровности (холмы, горы) примерно одинаковы.

Напряженность поля на расстоянии  $r$  от передающей станции, превышаемая в  $L$  % мест приема и в  $T$  % времени:

$$E(r, L, T) \geq P_{\Sigma} + E(50, 50) + F(\Delta h) + F(h_2) + \Delta E(L) + \Delta E(T), \text{ дБ}, \quad (4)$$

где  $P_{\Sigma}$  - эффективно-излучаемая мощность, дБкВт;

$E(50, 50)$  — медианное значение напряженности поля (по 50% мест и времени при высоте подвеса приемных антенн  $h_2 = 10$  м,  $P_{\Sigma} = 0$  дБ(1кВт);

$F(\Delta h)$  и  $F(h_2)$  поправочные коэффициенты, учитывающие степень неровности местности и высоту подвеса приемных антенн, дБ;

$\Delta E(L)$  и  $\Delta E(T)$  — отклонения значений напряженности поля от медианного значения в заданных процентах мест  $L$  и времени  $T$  приема, дБ.

В таблице 1 приведены значения используемой напряженности поля, принятые при планировании зон покрытия УКВ-ЧМ радиовещанием

Таблица 1

Значения минимальной используемой напряженности поля  $E_{\min}$ , дБ

Местность	$f=70$ МГц		$f=104$ МГц	
	моно	стерео	моно	стерео
Город с высоким уровнем шумов	60	75	60	75
Город со средним уровнем шумов	56	71	54	69
Сельская местность со средним уровнем шумов	46	61	48	63

Далее выбирается ряд азимутов, часть которых проходит через направления максимального излучения антенн РТПЦ. Для каждого из этих азимутов учитывается профиль местности и график зависимости напряженности поля  $E$  от расстояния для высоты подвеса приемной антенны 10м. По значению  $E = E_{\min}$  по этим графикам определяются значения радиуса зоны покрытия цифровым радиовещанием.

В расчетах, значения  $\Delta E(T)$ ,  $\Delta E(L)$  были взяты по рекомендации УзАЛИ равными нулю ( $\Gamma=L=50\%$ ), следовательно значения  $\sigma_T$  и  $\sigma_L$  можно тоже принять равными нулю.

Расчет проводился для высоты подвеса приемной антенны  $h_2 = 1,5$ м при высоте неровностей  $\Delta h = 20$ м на расстояниях до 15 км и при высоте неровностей  $\Delta h = 50$ м на расстояниях свыше 15 км.

Значения характеристик направленности антенн для различных азимутов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значения характеристик направленности антенн

$\varphi^0$	$F(\varphi)$ , дБ
0	-3,48
15	-1,21
30	-0,18
45	0,00
60	-0,18
75	-1,21
90	-3,48
105	-7,33
135	-3,74
165	-1,11
195	-0,09

210	0,00
225	0,00
240	0,00
255	-0,09
285	-1,11
315	-3,74
345	-7,33

Ниже, в качестве примера для азимута  $135^{\circ}$ , в табл. 3 приведены результаты расчета зависимости уровня напряженности поля от расстояния и на график зависимости уровней напряженности поля от расстояния. Значения радиусов зоны обслуживания определены графически по  $E(r, L, T) = E_{мин}$  дБ. Значения  $E_{мин}$  в сельской местности в режимах «стерео» и «моно» соответственно равны 63 дБ и 48 дБ.

Также, с помощью программного продукта Mentum Planet проведен расчет зоны обслуживания радиостанции “ClassicFM” на основе уровня сигнала (RSSI) в относительных величинах (дБм) по отношению к мощности в 1 мВт. Такой расчет является весьма информативным с точки зрения получения общей картины радиопокрытия на конкретной территории с учетом подстилающей поверхности (т.е. рельефа, морфоструктуры и застроек). Расчет выявляет зоны уверенного и неуверенного приема, а также потенциальные теневые зоны. На основе этих данных, в дальнейшем, можно провести оптимизацию параметров радиопередающей станции с целью максимизации зоны уверенного приема и/или минимизации теневых зон. На рисунке приведен расчет зоны обслуживания станции цифрового радиовещания на основе программы Mentum Planet.



Расчетная зона обслуживания станции цифрового радиовещания на основе программы MentumPlanet

# ТЕХНОЛОГИЯ NFC И ЕЁ ВОЗМОЖНОСТИ

*Г. Абсаламова (ГУИТ, студентка)*

В настоящее время наблюдается проникновение беспроводных технологий в различные области применения. Они приходят на смену проводным технологиям и делают коммуникацию между устройствами проще и удобнее для пользователя. В этой статье мы постараемся рассмотреть о стандарте, который развивается наравне с такими технологиями как Bluetooth, WIFI, WI-MAX, ZeegBee и он так же имеет право на жизнь и занимает свою определенную нишу. Этот стандарт именуется (Near field communication — коммуникации ближнего поля). Мобильные операторы уже назвали эту технологию третьей революцией в области мобильной связи.

Технология NFC предназначена для обмена различной информацией, например, номерами телефонов, картинками, музыкальными файлами или ключами цифровой авторизации между двумя расположенными близко друг к другу устройствами с поддержкой NFC. Это могут быть любые портативные устройства, а также смарт-карты или считывающие устройства RFID. Данная технология может использоваться в качестве ключа доступа к данным или сервисам, таким как безналичная оплата или электронный замок.

Формальные характеристики интерфейса следующие:

- работа на расстоянии нескольких сантиметров;
- максимальная скорость обмена информацией около 424 Кбит/с, поддерживается полнодуплексный обмен данными;
- рабочая частота 13,56 МГц, время установления соединения не превышает 0,1 с, режим работы — точка-точка.

NFC-устройства могут работать в трех режимах:

- эмуляция смарт-карты: NFC-устройство ведет себя как обычная бесконтактная карта;
- режим чтения/записи: NFC-устройство записывает информацию на смарт-карту или другое совместимое устройство или считывает ее с этих устройств;
- режим взаимодействия двух устройств (peer to peer): два NFC-устройства обмениваются информацией.

При этом одно и то же NFC-устройство может работать попеременно в разных режимах.

Взаимодействие между NFC-устройствами основано на механизме взаимной индукции (рис.1). Переменный ток в антенне устройства, активирующего взаимодействие (инициатора, англ. initiator), порождает изменения магнитного потока, создаваемого этим током. В результате возникает переменный ток в антенне другого устройства (целевого, англ. target), которая охватывается магнитным потоком инициатора. Таким

образом, распространяется сигнал от инициатора к целевому устройству. Передача данных обеспечивается за счет модуляции амплитуды этого сигнала, который затем демодулируется в целевом устройстве.



Схема взаимодействия NFC-устройств

В отличие от существующих технологий бесконтактной связи на данном диапазоне частот, которые позволяют передавать информацию только от активного устройства пассивному, NFC обеспечивает обмен между двумя активными (равноправными) устройствами. Таким образом, NFC можно использовать для доступа к устройствам радиочастотной идентификации RFID. Несомненное преимущество NFC — простота использования. Для обмена необходимо поднести устройства близко друг к другу. Технология предназначена в первую очередь для портативных устройств. Она является логическим продолжением и развитием технологии RFID. Благодаря низкой дальности связи NFC обеспечивает повышенную защиту от перехвата данных, поэтому технологию можно использовать в личных идентификационных документах - разумеется, с дополнительными средствами шифрования. Аппарат с чипом NFC может служить рабочим пропуском, ключом для дома, офиса, гостиничного номера или автомобиля. Самые широкие возможности предоставляет технология NFC при использовании в области электронной коммерции. Мобильное устройство с модулем NFC может заменить не только электронный кошелек, но и проездной билет, посадочный талон, а также купоны на скидку. Кроме того, "умные" рекламные плакаты или метки, установленные на магазинных полках, позволяют моментально получить дополнительную информацию о том или ином товаре, а также о магазинах, где такой товар можно приобрести. После ввода PIN-кода возможно получить доступ к виртуальным копиям своих кредитных карт (например, через Google Wallet) или к электронным кошелькам (например, PayPal) и с лёгкостью оплачивать даже дорогостоящие товары. Смежная область применения - пассивные NFC-метки, устанавливаемые в музеях, галереях и выставочных залах, при касании которых на портативное устройство выводится подробная информация об объекте либо аудио- или видео экскурсия.

Таким образом, широкие возможности технологии NFC дают много преимуществ как потребителям, так и поставщикам товаров и услуг.

## ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ СТЕРЕОЗВУКА ФОРМАТА 5.1 С ПРИМЕНЕНИЕМ КОДЕКА DOLBYDIGITALPLUS

*Морзюцин И.А. (ТУИТ студент)*

Dolby Digital Plus - кодек, используемый в различных средах доставки аудио-видеоконтента для передачи звука высочайшего качества. Примерами таких сред являются и традиционное цифровое телевидение, будь то спутниковое (DVB-S/S2), ' кабельное (DVB-C) или наземное (DVB-T/T2).

Однако для того, чтобы вся экосистема работала, недостаточно только подготовить сигнал к передаче и послать его в эфир. Необходимо также, чтобы на приемной стороне этот сигнал могли правильно распифровать. И здесь вступают в игру следующие участники экосистемы - производители чипсетов. Известно, что любое приемное устройство (будь то телевизор, спутниковый или IPTV-приемник) строится на основе набора логики, называемого чипсетом. И именно от характеристик и возможностей того или иного чипсета зависит то, какими функциями будет обладать конечное устройство. Любой производимый сейчас чипсет с поддержкой HDMI поддерживает DolbyDigitalPlus.

DolbyDigitalPlus описан в международных и национальных стандартах: ETSITS 102 366 (где для кодека используется техническое обозначение - EAC-3), международном стандарте цифрового телевидения DVB (DigitalVideoBroadcasting) и стандартах таких стран, как, например, Великобритания, Франция, Италия, и т.д.

Особенности Dolby Digital Plus:

1. Поддержка моно, стерео и многоканального режима работы - как 5.1, так и 7.1. При этом, в отличие от передачи многоканальной звуковой дорожки через аналоговую стереопару методом матричного кодирования, в цифровом кодеке каждый канал передается отдельно от остальных - при этом качество звучания, естественно, повышается.
2. Кодек является достаточно эффективным с точки зрения сжатия сигнала - в стандартном варианте использования цифровой поток, кодирующий звук, сжимается более чем в двадцать раз по сравнению с оригинальным (декомпрессированным) потоком, при этом почти без различимой на слух потери качества.
3. Кодек способен передать очень широкий звуковой динамический диапазон - уровня Blu-ray. Понятие динамического диапазона применительно к звуку означает диапазон громкостей от самого громкого до самого тихого звука, который способна воспроизвести акустическая система, и диапазон громкостей, заложенный в сам передаваемый сигнал.

Следующим важным преимуществом кодека DolbyDigitalPlus именно для телевидения (где вещание составляется из комбинации фильмов разных жанров, новостных программ, рекламных вставок и т.п.)

является возможность нормализации уровня громкости.

И наконец, последним техническим преимуществом является 100% совместимость декодера с существующими ресиверами в домашних кинотеатрах. Эта совместимость достигается следующим образом - любой декодер DolbyDigitalPlus является к тому же и декодером кодека DolbyDigital и кодером DolbyDigital. Если у устройства, декодирующего DolbyDigitalPlus (к примеру, телевизионной приставки), есть аналоговый аудио-выход, то на него подается стереосигнал (смикшированный по заданным вещателем правилам из многоканальной звуковой программы).

Наконец, последнее, о чем хотелось бы упомянуть, говоря о кодеке DolbyDigitalPlus, - это не техническое, а скорее технологическое преимущество. Компания Dolby осуществляет строгий контроль всех устройств с DolbyDigitalPlus на соответствие стандартам работы. Любое устройство с поддержкой DolbyDigitalPlus прошло специальную обязательную сертификацию, которая гарантирует, что устройство будет правильно декодировать этот кодек (с учетом все тех технических особенностей, о которых мы говорили выше),

Погоня за качественным звуком для телевещателя - это не дань моде, а насущная необходимость, как показывает бурное развитие сервисов интернет-видео, наподобие американской системы Vudu, которая предлагает доступ к большой библиотеке фильмов HD-качества с многоканальным 5.1 или 7.1 звуком в формате DolbyDigitalPlus.

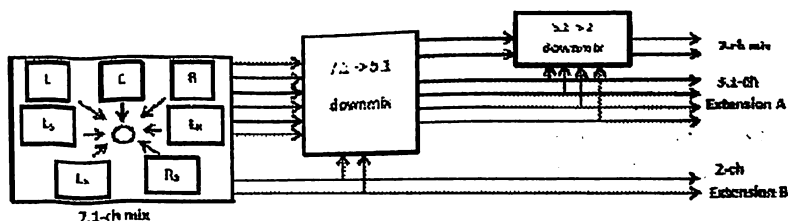


Рис. 1. Общая схема структуры кодирования DolbyDigitalPlus

Если нужен центр, то есть центральный канал, который воспроизводится определенной колонкой. В результате можно не только максимально улучшить качество звука, но и расширить его в плане количества каналов. Поскольку максимальным на сегодня является вариант 7.1, то он и берется за основу. Еще на чем стоит заострить внимание — цифровое вещание. Как уже многие знают, стандарт DolbyDigital взят в качестве звуковой основы для DVB. На данный момент появилась необходимость апгрейда и этих технологий.



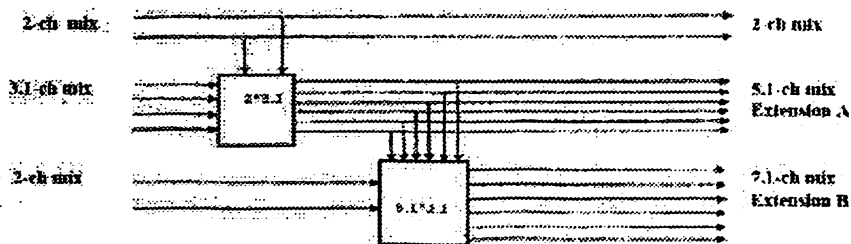


Рис. 2. Общая схема структуры декодирования DolbyDigitalPlus

Данный метод разбиения работает без проблем, если используется сжатие аудио без потерь (MLP Lossless), а в варианте использования lossy-компрессии, основанной на психоакустических моделях, могут возникнуть проблемы с так называемой "размаскировкой кодера" ("coderunmasking"), то есть становятся слышны артефакты алгоритмов сжатия. Поэтому в рамках DolbyDigitalPlus предусмотрено и другое функциональное разбиение — на поток 5.1 и дополнительный. В будущем этих дополнительных может быть сразу несколько, и 5.1 без труда расширяемо до 9.1, но в реалиях мы можем говорить пока только о варианте с 7.1, поскольку он наиболее близок в перспективах. При этом пространственные каналы (боковые) являются композитными, то есть сочетают в себе информацию как из 5.1, так и из дополнительных каналов расширения. То есть, если, простыми словами, вы делаете надстройку или новый ярус над существующей системой.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ОХВАТА ЦИФРОВЫМ ТЕЛЕВИДЕНИЕМ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

Умаров У.А. (ТУИТ)

Бердияров М.Б. (ТУИТ, магистрант)

Для определения зоны охвата телевидением рассмотрим модель совокупности излучающей и приемной системы (рис. 1).

Из представленной модели видно, что излучающая антенная система размещается на существующей высоте мачты или башни.

В соответствии с действующими нормативно-правовыми документами зоной охвата телевидением является территория региона с условной граничной линией, на которой отношение сигнал/шум не менее нормативного значения. Кроме этого на расширение или сужение зоны охвата влияют параметры и характеристики комплекса передающей и приемной части сети цифрового телевидения. К ним относятся:

- выходная мощность цифрового телепередатчика;

- затухание главного антенного фидера;
- частота телевизионного канала;
- конфигурация антенной системы; (диаграмма направленности)
- высота подвеса антенной системы на мачте или башне;
- метод по которому осуществляется расчет зоны охвата телевидением.

На практике эффективность работы цифрового телепередатчика определяется количеством населения, которое потенциально может с помощью приемных устройств смотреть распространяемые телепрограммы от этого цифрового телепередатчика.

Определение зоны охвата с учетом высоты подвеса антенной системы на мачте (башне). С использованием формулы произведем расчет радиуса зоны охвата с учетом высоты подвеса антенной системы на мачте (башне). В ходе расчета использованы следующие начальные условия: высота подвеса антенной системы – 50 метров, высота подвеса приемной антенны – 4 метра, коэффициент усиления передающей антенной системы – 9 дБ, режим модуляции – 64QAM, относительная скорость кодирования - 2/3 и защитный интервал – 1/32, скорость транспортного потока – 24 Мбит/с, минимальная напряженность поля – 35 дБ. Полученные результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Анализ изменения зоны охвата от высоты подвеса антенной системы цифрового телепередатчика

Высота подвеса антенной системы, м	Радиус зоны уверенного приема сигнала цифрового телепередатчика, км	Рост радиуса зоны охвата	
		км	процент
25	19,8		
50	28,0	8,2	41,44%
75	34,3	6,3	22,49%
100	39,7	5,3	15,48%
125	44,4	4,7	11,82%
150	48,6	4,2	9,56%
175	52,5	3,9	8,03%
200	56,1	3,6	6,92%
225	59,5	3,4	6,08%
250	62,8	3,2	5,42%
275	65,8	3,1	4,89%
300	68,8	2,9	4,40%
325	71,6	2,8	4,10%
350	74,3	2,7	3,79%
375	76,9	2,6	3,52%

На рис.2 приведен график зависимости изменения радиуса охвата от высоты подвеса антенной системы на мачте (башне), а также данные относительного роста радиуса зоны охвата в км и процентах.

Анализ полученных значений показывает, что при заданных начальных условиях получения расширения зоны охвата на 3,6 км, т.е. от 52,5 км до 56,1 км необходимо поднять антенную систему со 175 метров до 200 метров, что составляет рост поднятия антенной системы на 6,9 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что, начиная, с определенной величины высоты подвеса антенной системы дальнейшее поднятие не вызывает значительное увеличение зоны охвата при передаче по эфиру цифрового телевидения.

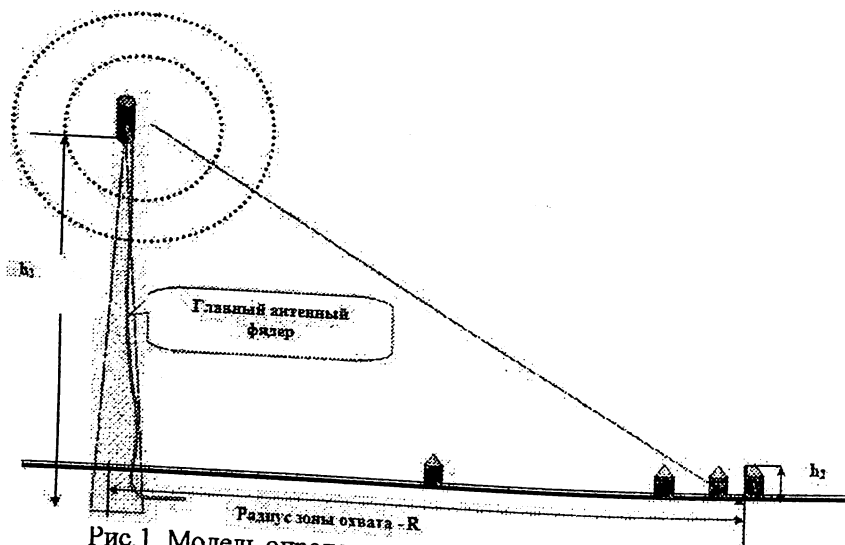


Рис. 1. Модель определения зоны охвата телевидением

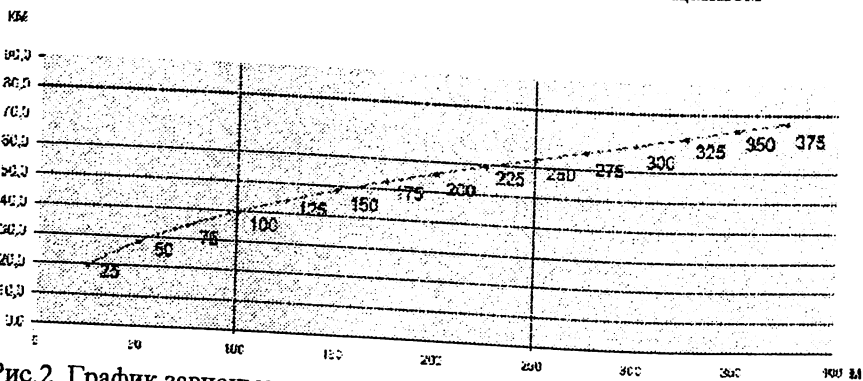


Рис. 2. График зависимости зоны уверенного приема от высоты подвеса антенны на мачте (башне)

# СТРУКТУРА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Ю.В. Писецкий (ТУИТ)*

В настоящее время остро стоит проблема экологии и загрязнения окружающей среды. Окружающей средой считается среда, в которой живет человек. Окружающая среда постоянно загрязняется различными выхлопными газами от автомобилей, выбросами промышленных предприятий, тепловых станций, продуктами сгорания и др.

В науке долгое время было принято классическое определение экологии как отрасли биологии, изучающей взаимодействие организмов с окружающей средой, в которой они живут, включая все живые и неживые компоненты. Окружающую среду составляют как физико-химические компоненты: свет, тепло, поступающие с солнечным излучением, влажность, ветер, кислород, двуокись углерода, питательные вещества в почве, воде, атмосфере, так и биологические компоненты: организмы того же самого сорта и другие растения и животные.

Для определения физико-химических компонентов окружающей среды широко применяются соответствующие для того или иного состава среды датчики. Датчик – это устройство, формирующее сигнал под воздействием внешних раздражающих факторов. В зарубежной литературе более употребителен термин «сенсор». В отечественной литературе кроме термина «датчик» встречаются его эквиваленты: чувствительный элемент, регистратор, преобразователь, измеритель, первичный измерительный преобразователь и др.

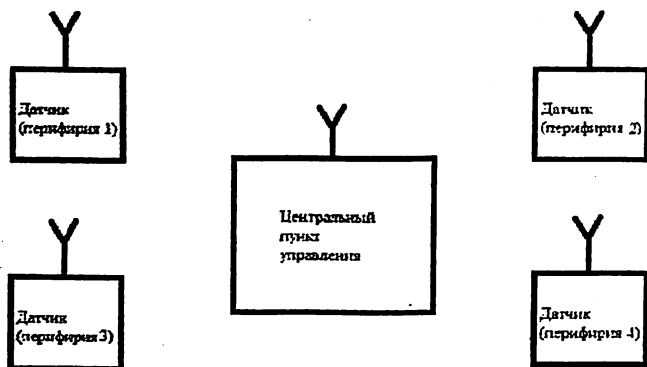
При классификации датчиков в качестве основы часто используется принцип их действия, который, в свою очередь, может базироваться на физических или химических явлениях и свойствах. Практически подавляющее большинство современных датчиков работает на основе физических принципов. Для химических датчиков характерны наличие многих проблем, связанных преимущественно с надежностью, приспособляемостью к массовому производству, стоимостью.

В настоящее время многие из этих трудностей успешно преодолеваются и химические датчики находят широкое применение. Появляются новые типы датчиков, на основе которых изготавливаются приборы для рудников и шахт, нефтехранилищ, газопроводов. Приборы способны определять содержание газов: аммиака, метана, водорода, кислорода, окиси углерода и суммы углеводородов. В основе работы этих газоанализаторов положен термокаталитический метод измерения газов.

Одновременно с появлением соответствующих приборов остро возникает другая задача. Эта задача заключается в передаче информации с датчиков, расположенных на периферии, в центр контроля за параметрами,

где и будет производиться основной анализ содержания концентрации опасных химических веществ.

Поскольку контролируемые объекты зачастую имеют сложную инфраструктуру, в предлагаемой разработке используется радиоканал для передачи информации с датчиков в центр контроля за параметрами. Для повышения помехозащищенности радиоканала передача сигналов ведется в цифровой форме. Конфигурация системы представлена на рисунке.



Конфигурация системы радиомониторинга

В состав системы входят четыре приемопередатчика, расположенные в необходимых зонах контроля за параметрами окружающей среды и центральный пункт управления (ЦПУ), куда поступает информация. В центральном пункте управления устанавливается передатчик и приемник, а также устройство сигнализации аварийного режима с каждого, входящего в систему передатчика. Оценивать текущее состояние окружающей среды позволяет монитор, на который выводится принимаемая с датчиков информация.

Одновременная работа 4-х приемо-передатчиков возможна только на разных частотах, что довольно сложно в схемотехническом решении, поэтому были найдены возможности работы системы на одной частоте. Частота была выбрана 27МГц. 27 МГц (гражданский диапазон), с разрешенной выходной мощностью передатчика до 10 Вт. При этом дальность связи разработанного устройства составляет около одного километра, при мощности передатчика до 1 Вт.

Таким образом, разработанная система радиомониторинга имеет свои положительные особенности, по сравнению с аналогами. В первую очередь, это беспроводное подключение периферийных датчиков, удобное в условиях сложной инфраструктуры промышленных объектов. Во-вторых, – это использование малой мощности передачи, и в свою очередь, радиуса действия в один километр, во многом решает проблему

электромагнитной совместимости. Также, достигается экономное расходование энергии аккумуляторов, посредством дискретной оценки состояния окружающей среды, поскольку периферийные передатчики зачастую расположены в местах, где их питание можно осуществить только от аккумуляторов.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ АЗИМУТАЛЬНОГО ПРИВОДА ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО УСТРОЙСТВА АНТЕННЫ

*А.О. Атауллаев (ТГТУ)*

*А.Б. Арипов (ТГТУ, магистрант)*

Возрастание требований к характеристикам радиоэлектронных систем, в частности, к следящим системам, диктует необходимость обращения к более эффективным методам проектирования подобных систем. В данном случае таковыми являются современные методы теории оптимального управления. При построении радиотехнических следящих систем, осуществляющих слежение за параметрами сигнала направлением прихода радиосигнала, временным его положением, частотой и фазой, необходимо располагать адекватными моделями элементов и системы в целом, в том числе описанием функционирования опорно-поворотного механизма антенны следящих систем, схема которой приведена рис. 1.

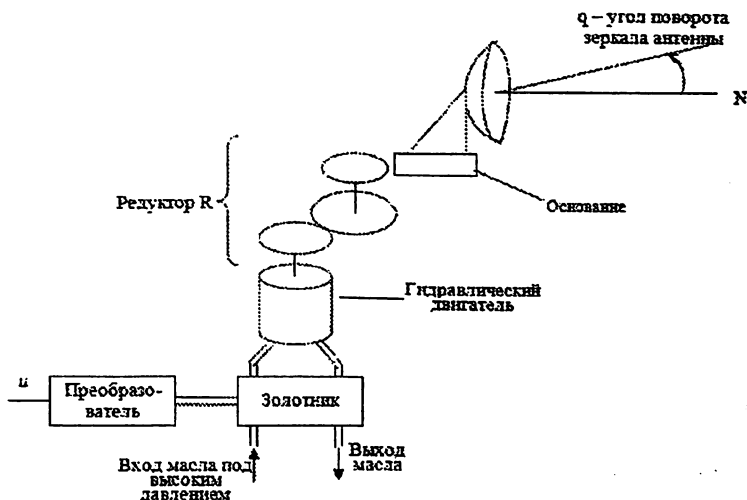


Рис. 1 Схема привода по азимуту

При расчете опорно-поворотного устройства антенны (в частности, по азимуту) учитываются три основных фактора: упругость системы;

моменты инерции различных частей; моменты возмущений, связанные с порывами ветра.

На рис. 2. приведена эквивалентная механическая схема антенны, относящаяся к азимутальному приводу. Основание антенны имеет сосредоточенный момент инерции  $I_b$  и поворачивается сервомотором через соответствующий редуктор на угол  $Q$ . Зеркало антенны характеризуется моментом инерции  $I_d$  и связано с основанием эквивалентной упругой пружиной с жесткостью  $K$ , имитирующей упругость башенных опор. Азимутальный угол поворота зеркала антенны обозначим через  $q$ . Зеркала антенны обладают «парусностью», которая приводит к возмущениям, обусловленным ветром. Момент ветра вызывается силами, связанными с потоком воздуха относительно антенны. Эти возмущения зависят от скорости ветра и положения зеркала антенны относительно направления ветра. Коэффициент  $f$  характеризует демпфирование двигателя.

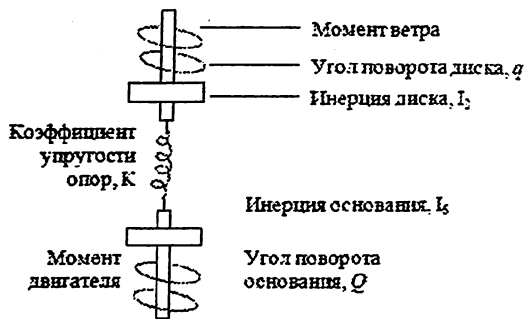


Рис. 2. Эквивалентная механическая схема

Вопросы составления уравнений, описывающих динамику механической части антенны и учета возмущений, обусловленных ветром, рассмотрены. [1÷3] В работе [4] решается задача упрощения передаточной функции азимутального привода. Коэффициенты передаточной функции имеют значения, гораздо меньшие единицы.

$$W(p) = \frac{1}{[1,86 \cdot 10^{-4} \cdot p^3 + 8,57 \cdot 10^{-3} \cdot p^2 + 3,26 \cdot 10^{-2} \cdot p + 1]p} \quad (2)$$

Авторы пренебрегают всеми членами в скобках, кроме единицы. Разумеется, полюс в начале координат функции  $W(p)$  оказывает весьма существенное влияние при низких частотах. Отсюда передаточная функция азимутального привода аппроксимируется выражением

$$W(p) \cong \frac{1}{p} \quad (3)$$

Передаточная функция возмущений, обусловленных ветром, имеет вид:

$$W(p) = \left( \frac{J_b}{k} p^2 + \frac{f}{k} p + 1 \right) \quad (4)$$

и аппроксимируется уравнением

$$W(p) \cong (fkp + 1) \frac{1}{f}, \quad \dots \quad (5)$$

Таким образом, получена передаточная функция привода по азимуту и предложена эквивалентная механическая схема антенны, относящаяся к азимутальному приводу.

## ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТА CDMA2000

*У.Б.Алимов (КФ ТУИТ)*  
*С.А.Норкobilов (КФ ТУИТ)*

Также как и CDMA One стандарт CDMA2000 использует для работы тот же частотный диапазон, разделенный на аналогичные полосы частот 1,25 МГц. Это значительно облегчает переход операторов к новому стандарту, так как отпадает необходимость в приобретении новой частотной лицензии, что является одним из основных сдерживающих факторов в развертывании сетей нового стандарта. Благодаря подобной преемственности операторы могут постепенно замещать оборудование более новым и тем самым снизить до минимума проблемы, возникающие при обновлении стандарта, такие как низкая распространенность абонентского оборудования, большие первоначальные затраты, организация транспортных каналов и т.п.

Стандарт CDMA2000 улучшает показатель спектральной эффективности, т.е. эффективности использования частотных ресурсов за счет следующих улучшений:

1. Усовершенствованный алгоритм *управления мощностью*. Стандарт CDMA2000 использует *кодовый метод доступа абонентов в сеть* – CDMA (code division multiple access). Главным его недостатком является возникновение интерференции при увеличении числа абонентов. Однако благодаря механизму управления мощности для каждого *мобильного терминала (MS)* будет задана оптимальная мощность на данный момент времени, которая позволит с одной стороны не мешать другим абонентам, а с другой – обеспечить требуемый уровень качества обслуживания (QoS). Основным изменением в алгоритме управления мощностью MS стало увеличения частоты (до 16 раз) отправки команд на изменения мощности передачи данных абонентского оборудования. Благодаря этому удалось в 1,5 раза увеличить емкость сети.

2. *Разнесенная передача (Transmit diversity)* – каждая антенна может принимать/ передавать до 6 различных сигналов (рис.1). При этом MS выбирает частоту с наибольшим уровнем сигнала. Благодаря Transmit



diversity можно значительно снизить уровень ошибок в канале связи и увеличить качество сигнала.

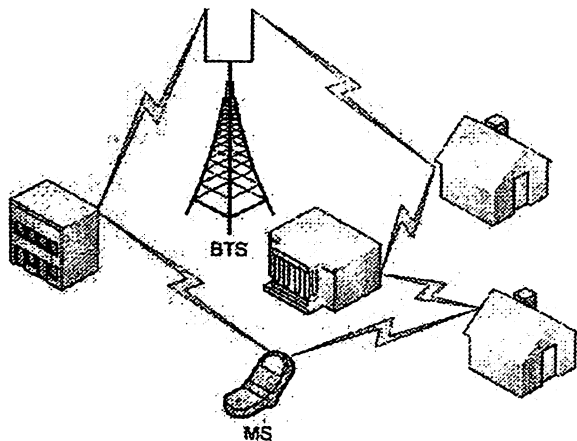


Рис.1. Принцип разнесенной передачи от базовой станции

3. *Умные антенны* (Smart Antennas). Они позволяют формировать отдельные пучки сигнала для каждого абонента с точностью в несколько десятков метров (рис.2). Благодаря Smart antenna реализован так называемый пространственный метод множественного доступа абонентов (SDMA - Space Division Multiple Access). Это позволяет значительно снизить общий уровень интерференции в радио эфире и существенно расширить емкость сети.

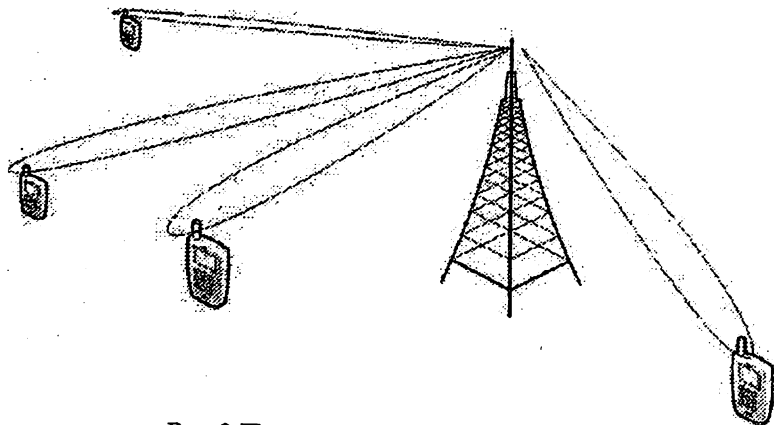


Рис.2. Принцип работы Smart антенн

4. Стандарт CDMA2000 предусматривает использование QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) – модуляции

5. Улучшенная технология цифрового кодирования

6. В стандарте CDMA2000 используются более эффективные *вокодеры* и большее число расширяющих кодов (Walsh code). В стандарте CDMA One на одной несущей максимально могли быть использованы 64 расширяющих кода. В CDMA2000 можно использовать до 128 кодов. Таким образом, в каждой *семе* может быть обслужено в 2 раза больше низкоскоростных соединений, например голосовых соединений.

Эти и другие преимущества позволили в разы увеличить скорость передачи абонентских данных через радио соединение и увеличить емкость сети.

## **ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ УСЛУГИ IPTV ПРИ ПОМОЩИ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*У.А.Отажонов (ФФ ТУИТ, магистр)*

*Т.Х.Тожиёв (ФГУ)*

InternetProtocolTelevision (IPTV) становится все более популярным, т. к. позволяет доставить контент пользователям, в то время, когда они этого захотят [1]. Следующим шагом является предоставление данного контента в любом месте там, где это нужно пользователям. Традиционные проводные сети доступа могут предоставить контент только в фиксированных точках. Таким образом, требуется новая технология, которая может доставлять контент подвижным абонентам. Технология WorldwideInteroperabilityforMicrowaveAccess (WiMAX), основанная на стандартах IEEE 802.16-2004 и 802.16e-2005, предназначена для организации фиксированного и мобильного беспроводного доступа к городским сетям передачи данных со скоростью до 70 Мбит/с, способна покрывать расстояния свыше 30 км и обеспечивает безопасную доставку контента.

В WiMAX используется ортогональное частотное разделение каналов с мультиплексированием (OFDM) и технология OFDMA на физическом уровне, которые устойчивы к затуханиям. Технология OFDMA принята в качестве предпочтительного решения для стандарта IEEE 802.16a на сетевые средства беспроводного широкополосного доступа, позволяющего операторам предоставлять разнообразные услуги передачи голоса и данных. Кроме того, WiMAX использует адаптивные схемы модуляции и систему исправления ошибок методом упреждения (ForwardErrorCorrection, FEC) для повышения качества сервиса [2].

Поскольку на физическом уровне WiMAX поддерживает различные размеры фреймов и масштабируемую полосу пропускания, данная технология является идеальным выбором для приложений IPTV. На базе WiMAX могут быть построены сети доступа, кроме того, может

быть реализован принцип прозрачности для опорных сетей. Таким образом, базовые станции WiMAX, абонентские и мобильные станции идеально подходят для доставки IP-услуг (TriplePlay): VoIP, IPTV, Интернет- мультимедиа по беспроводным сетям уровня города. Это делает технологию WiMAX лучшим выбором по сравнению с обычным кабелем, технологией DSL и спутниковыми решениями.

Сети доступа на основе WiMAX позволяют предложить повсеместную доставку контента, кроме того, развертывание сетей WiMAX позволит предоставить полный спектр услуг IPTV с высокой степенью качества видео и аудио в сельских и труднодоступных для проводных технологий районах.

Видеосерверы хранят аудио и видеоконтент, состоящий из закодированных и сжатых записанных программ. Видеосерверы могут быть расположены централизованно или могут быть распределены по сети передачи данных. Базовая станция WiMAX, находящаяся на границе ядра сети, получает пакеты 802.3 и на канальном уровне декапсулирует заголовки Ethernet и инкапсулирует IP-дейтаграммы в слоты канального уровня протокола 802.16, а затем в кадры физического уровня. Физический уровень подготавливает эти кадры для беспроводной передачи, выполняя модуляцию OFDM, исправление ошибок методом упреждения и т.д. Радиотрансивер излучает эти сигналы с помощью антенны на пользовательские и мобильные станции внутри ячейки. Обратный процесс через указанные уровни доставляет аудио и видеоконтент на пользовательские приставки и компьютеры пользователей услуги. Один из недостатков пакетной передачи - это накладные расходы, появляющиеся на каждом слое. Как результат, объем полезной нагрузки значительно сокращается.

Передача трафика IPTV ведет к значительному увеличению полезной нагрузки и следовательно, ставит сложную задачу в обеспечении качественного сервиса. Протоколы UDP, TCP и IP с соответствующими накладными расходами являются частью полезной нагрузки WiMAX. Кроме того, физический и канальный уровни протокола IEEE 802.16 добавляют свои накладные расходы. Таким образом, необходимо найти методы и выработать рекомендации по снижению вышеупомянутых накладных расходов.

Используемые для предоставления услуг IPTV базовые станции, как и абонентские станции, должны обеспечивать систему доставки типа точка- многоточка для приложений IPTV, которая соответствует стандартам и сертификатам IEEE WiMAX. При этом может быть передан трафик IPTV как стандартной, так и высокой четкости.

Для предоставления услуг потокового видео используются порты UDP, а для услуги «Видео по запросу» - TCP-порты. Поддерживается также одноадресная, многоадресная и широковещательная трансляция. В

результате возможно появление нескольких пакетов из различных источников, которые должны быть доставлены заданным пользователям с различными параметрами качества обслуживания. Данная проблема решается на канальном уровне базовых станций WiMAX путем эффективного планирования услуг. По этой причине ожидается, что именно реализация такого планирования на канальном уровне будет ключевым фактором среди конкурирующих продуктов.

Пакетная передача имеет значительное число накладных расходов, которые увеличиваются от уровня к уровню. Это снижает эффективную полезную нагрузку. Услуга IPTV, которая требует высокой производительности, находится под значительным влиянием этих накладных расходов. Хотя UDP и TCP-заголовки, а также IP-заголовки остаются в пределах полезной нагрузки и не могут быть доступны в рамках системы WiMAX, накладные расходы, созданные WiMAX, могут быть значительно снижены за счет использования методов подавления заголовка (PHS) и сжатия заголовка (ROHC). Системы WiMAX требуют высокой производительности радиотрансиверов. Основными особенностями приемопередатчиков WiMAX являются: высокий динамический диапазон, низкий уровень фазового шума, высокая стабильность, низкий уровень шума и высокая линейность.

Таким образом, за счет оптимального использования беспроводных технологий, возможно, увеличить эффективность предоставления услуги IPTV оператора связи, что позволит добиться повышения конкурентоспособности путем предоставления услуги не только в фиксированной точке, но и в любом месте, находящимся в зоне охвата оператора.

## **АМПЛИТУДНО-ФАЗОВАЯ КОНВЕРСИЯ И СПОСОБЫ ЕЁ УМЕНЬШЕНИЯ**

*У.А.Исмаилов (ТУИТ, магистрант)*

В радиотехнических системах и устройствах используются амплитудные ограничители, которые позволяют получить высокочастотные сигналы неизменной амплитудной.

Однако, при ограничении высокочастотных сигналов появляется так называемая амплитудно-фазовая конверсия (АФК), т.е. паразитная фазовая модуляция, добавляющаяся к полезной информации.

Паразитная фазовая модуляция может привести к повышению уровня нелинейных искажений выходного сигнала. Потому что в усилительных каскадах после амплитудного ограничителя, обычно применяются ключевые генераторы или демодуляторы частотно-модулированных сигналов.

Исходя из этого уменьшение уровня амплитудно-фазовой конверсии является актуальной задачей, особенно для высокочастотных рабочих диапазонов.

Для уменьшения уровня паразитной фазовой модуляции реализуются различные схемотехнические решения, основанные на компенсации добавляющей АФК или усовершенствованные схемы. Одним из решений уменьшения АКФ является применение делителей сигналов, выполненных на варикапах.

Используя схемы с встречно включенными варикапами, можно уменьшить уровень АФК в 2,0-2,5 раза.

Такое решение дает хорошие результаты для выделения частотно-модулированной составляющей однополосного сигнала.

Коэффициент передачи варикапного делителя определяется как:

$$K_{\Pi} = \frac{u_{\text{вых}}}{u_{\text{вх}}} = \frac{1}{1 + \left[ \frac{u_y + \varphi_k}{(E_B - u_y) + \varphi_k} \right]^n}$$

где  $u_y$  - управляющий сигнал;

$n$  - показатель, зависящий от концентрации примесей на р-п-переходе;

$E_B$  - напряжение на варикапе, обеспечивающее рабочую точку;

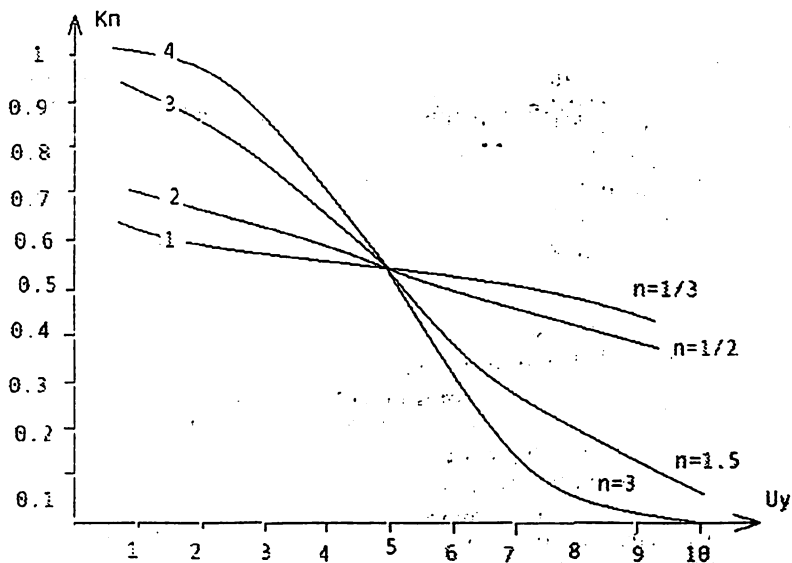
$\varphi_k$  - контактная разность потенциалов, которая составляет:

- для кремневых варикапов (0,8-0,9) В;

- для германиевых варикапов (0,35-0,4) В.

В приведенной формуле  $n$ -показатель, зависящий от концентрации примесей на р-п-переходе. Обычно равняется 1/2 или 1/3, в зависимости от типа варикапа, хотя существуют сведения, что в некоторых варикапах этот коэффициент может быть равным 1,5...3,0.

На рисунке приведены графики зависимости коэффициента передачи при изменении  $n$  от 1/3 до 3,0. Причем, первая кривая соответствует при  $n=1/3$ , вторая при  $n=1/2$ , следующие при  $n=1,5$  и  $n=3,0$ .



Зависимость коэффициента передачи варикапного делителя от коэффициента  $n$

Для удобства анализа все коэффициента передачи от управляющего сигнала приведены в нормированном виде. При этом необходимо помнить, что коэффициент передачи реального делителя сигналов выполненного на варикапах всегда меньше единицы. Нормировка характеристик выполнена относительно максимальных значений коэффициентов передачи и поэтому характеристики начинаются с единицы.

## ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

*Д.А.Мирзаев (ГУИТ)*

Вопросы повышения качества функционирования вычислительных систем (ВС) в настоящее время весьма актуальны. В этом плане надёжность программного обеспечения (ПО) как одна из компонент качества функционирования приобретает особую значимость. ВС включает в себя комплекс технических средств (КТС) и ПО. Наибольший интерес представляет надёжность функционирования всей системы, но учитывая, что физическая природа КТС и ПО различна, следует полагать,

что унифицированная оценка надёжности функционирования всей системы может быть сформулирована с учетом ряда ограничений.

Надёжность КТС определяют при помощи традиционных методов анализа, применяемых в теории - надёжности. Надёжность функционирования ПО, как будет показано ниже, целесообразно оценивать методами, основанными на идеях нечёткой логики. ПО, являясь продуктом интеллектуальной деятельности человека, обладает всеми атрибутами, присущими этому виду деятельности: нечёткостью постановок основных задач, неформализованностью критериев и ограничений, необходимостью принимать решение в условиях недостаточной (или недостоверной) исходной информации и др. С другой стороны, являясь продуктом технического назначения, ПО должно обладать всеми атрибутами такого изделия: метрикой, возможностью сравнения характеристик и др.

Следует отметить двойственный характер термина «надёжность» применительно к ПО. Если понятие отказа в технических средствах формулируется однозначно, физические причины «технического отказа» ясны и как правило, однозначны, то понятие «программного отказа» является в определенной степени субъективным. Например, мигание экрана дисплея у одного диспетчера воздушного движения считается функциональным отказом, но другой диспетчер в подобной ситуации работает нормально. Кроме того, если существует возможность устранения ситуации, при которой не выполнялись функции ПО, то отказ в работе ПО не фиксируется и причина не выявляется. Таким образом, по мере модернизации ПО в процессе его сопровождения понятие программного отказа видоизменяется.

Трудности в попытках применения традиционной теории к надёжности ПО обусловлены также тем, что в реальных условиях функционирования ВС отказы по причине ПО сравнительно редки, поэтому достоверные статистические данные, на основании которых могут быть сделаны объективные выводы, могут быть получены только после многих миллионов часов работы ВС и, хотя значимость этих отказов чрезвычайно велика, применить к их анализу вероятностные методы нецелесообразно, более того, полученные оценки могут дать принципиально ошибочный результат. Тем не менее, оценка надёжности ПО (отказоустойчивости) до настоящего времени выполняется при помощи показателей, имеющих вероятностную природу.

Вероятностные характеристики деятельности в виде наработки до первого отказа при исполнении программ (ОИП) в некоторых формах могут рассматриваться как критерии надёжности программ. При этом необходимо дополнительно знание характеристик функционирования ПО после отказа в процессе восстановления.

Рассмотрим рис. 1, как видно, множество входных наборов (ВН) может быть представлено в виде четырех подмножеств. Нетрудно видеть,

что если в случае «а» отказ при исполнении программы происходит при ВН, принадлежащем подмножеству  $D$ , а в случае «б» при ВН из подмножества  $C$ , то оценки надёжности не сравнимы. В первом случае ВН описывается субъективной (лингвистической) вероятностью (ОЧЕНЬ ВЕРОЯТНО), во втором (МАЛО ВЕРОЯТНО) или (ПОЧТИ НЕВЕРОЯТНО).

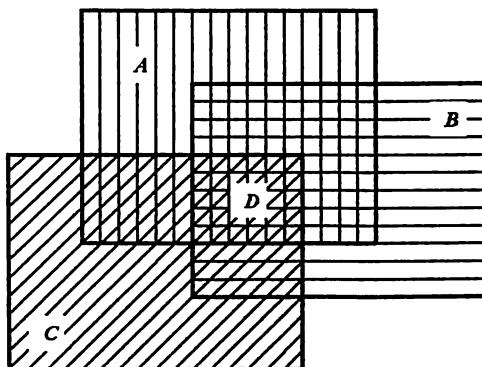


Рис. 1. Область входных наборов: А— область ВН, при которых ПО было проверено; В — область ВН, которые были заданы в ТЗ; С — область реальных ВН; D— область реальных ВН, входящих в ТЗ, при которых ПО было проверено

Из практики функционирования ПО ВС реального времени можно привести немало примеров, когда в одной системе, имевшей, к примеру» за время  $T$  десять функциональных отказов, ПО функционировало объективно лучше, чем в другой системе, имевшей за то же время, скажем, пять функциональных отказов. Это зависит от того, какие ВН были в первом и во втором случаях.

Программное обеспечение вычислительных систем является продуктом интеллектуальной деятельности человека, которому присуща нечёткость в постановке и формулировке основных задач, критериев и ограничений, а также невозможность применения при анализе абсолютных оценок.



## НЕКОТОРЫЕ ПРИНЦИПЫ АНАЛИЗА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

*Д.А.Мирзаев (ТУИТ)*

Анализ надёжности программного обеспечения (ПО) в настоящее время основывается исключительно на теоретических концепциях, свойственных надёжности ТС. Это обусловлено тем, что среди всего множества функциональных отказов (ФО) имеется достаточно большое подмножество таких, которые проявляются «аппаратно», т. е. могут быть представлены однозначно. Для таких отказов традиционные оценки надёжности, по-видимому, оправданы, хотя и в этом случае недостаточный объем статистики существенно сказывается. Однако следует предостеречь от игнорирования «неоднозначных» ФО, которые хотя и составляют значительно меньшие (по сравнению с «аппаратными») подмножества, но тем не менее могут оказаться фатальными. Основные особенности использования классического понятия надёжности применительно к ПО:

- принципиально различный физический характер надёжности ПО и ТС, в ПО «старение» принципиально отсутствует, поэтому «наработка на отказ», используемая как главный и по существу единственный показатель надёжности ПО, требует отдельного обоснования;

- существенный субъективизм понятия ФО приводит к диалектическому противоречию - необходимо собирать «объективную» статистику относительно субъективного фактора;

- невозможность получения точных распределений вероятностных параметров, обуславливающих характер и качество вычислительного процесса при образовании функционального отказа.

При анализе и оценке надёжности ПО имеется существенная необходимость выработки новых концепций и новых принципов анализа. Как известно, формулирование новых принципов и новых концепций возможно при наличии дополнительной информации относительно процесса функционирования ПО в условиях образования ФО. Программное обеспечение является настолько сложным продуктом производственно-технического назначения, что качество его функционирования невозможно охарактеризовать только одним скалярным- показателем, каким является, например, наработка на отказ. Очевидно, задача состоит в том, чтобы синтезировать векторный показатель качества такой, чтобы в частности наработка на отказ была бы одним из компонентов этого показателя.

Предлагается интегрированный показатель качества функционирования, ПО, который учитывает причинно-следственные связи, существующие в ПО при образовании ФО, и позволяет при необходимости иметь традиционную оценку в виде наработки на отказ.

Состояние ПО ВС, определяющее качество выполняемых функций, предложено характеризовать кортежем  $(X1, X4, k, \Delta_T, T)$ ,

$X4, X1$  — нечёткие конечные множества функциональных отказов и входных наборов, соответственно ранжированных значениями функций принадлежности (коэффициентов значимости  $\mu_{(x)} \rightarrow [0,1]$ );  $k_y$  — некоторая функция от  $X1, X4$  (в общем случае нечёткая);

$k_y \Rightarrow \rightarrow f(X1, X4)$ ;

$T$  — время, в течение которого определены  $X1$  и  $X4$ ;

$\Delta_T$  — интервал сканирования входа и выхода.

Отдельно, необходимо остановиться на определении  $k_y \Rightarrow \rightarrow f(X1, X4)$ .

Учитывая, что  $k_y$  рационально определять в виде арифметической операции над  $X4, X1$ , которые, в свою очередь, будучи ранжированными значениями функции принадлежности, представляют собой нечёткие переменные (числа), необходимо или применять существующие методы и алгоритмы нечёткой математики (НМ), или разработать новые. Целесообразность разработки новых алгоритмов НМ (вернее, на новых принципах) обусловлена тем, что существующие алгоритмы обладают рядом недостатков и, кроме того, недостаточно конструктивны. Отметим некоторые недостатки существующих алгоритмов:

- высокая степень неопределенности результата, в ряде случаев превышающая максимальную неопределенность компонент операции; при многократных преобразованиях результат практически «исчезает», т. е. невозможно принять решение, какое подмножество из множества результатов считать решением;

- «многообразие» операций одного и того же типа, например операции «простого» и «дополнительного» деления, вычитания и другие, без указания рациональных областей применения существенно повышает неопределенность результата.

Предложен алгоритм выполнения операций НМ, основанный на так называемом «матричном принципе». Обе компоненты бинарной операции представляются в виде вектора-строки и вектора-столбца соответственно, и сама операция выполняется «строка на столбец», функции принадлежности выбираются по максимальному принципу, реализованному в виде многошаговой процедуры. На каждом шаге процедуры при помощи эвристических правил «уточняется» результат, выполняется «усечение» НМ—результата размерности компонент операции и, таким образом, неопределенность результата при многократных преобразованиях практически не увеличивается. Принятие решения в данном случае может быть в значительной мере формализовано.

При определении показателя надёжности функционирования ПО необходимо учитывать причинно-следственные связи, существующие в ПО при образовании функционального отказа, который целесообразно трактовать образование такого состояния ПО, при котором функции,

возлагаемые на ВС, выполняются частично. Необходимо учитывать, что процедура определения и вычисления показателя надёжности функционирования ПО связана с неполнотой информации, недостоверностью применяемых математических моделей, слабой формализованностью основных задач. Основными источниками неполноты информации являются:

- тестовое множество входных наборов, не совпадающее с действительным множеством ВН, которые имеют место в условиях реальной эксплуатации ВС;
- субъективность определения понятия «функциональный отказ»;
- недостоверность и/или недостаточность статистики относительно количества типа ВН и ФО.

## **ОСОБЕННОСТИ МЕЖКАДРОВОЙ ОБРАБОТКИ ТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ВИДЕОКОДЕКАХ НА ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯХ**

*Л.Р. Валиева (ГУИТ, магистрант)*

Сегодня, в век глобализации и информационных технологий все большее значение приобретают средства массовой информации, такие как телевидение, интернет вещание, как наиболее информативные, так как максимально точно доносят информацию до зрителя.

В связи с возрастанием спроса на видео-информацию, возрастают соответственно и требования к скорости его передачи без существенной потери качества. Ведь объемы несжатого видео имеют очень большие значения. Поэтому применяют различные методы сжатия видеoinформации.

Одной из наиболее актуальных задач в области компрессии видео данных все так же является устранение временной избыточности ТВ изображений.

В несжатых (исходных) изображениях могут присутствовать следующие типы избыточности:

- когерентность областей изображения - малое изменение цвета изображения в соседних пикселей (свойство, которое используют все алгоритмы сжатия изображений с потерями качества);
- избыточность в цветовых плоскостях - используется большая важность яркости изображения для восприятия;
- подобие между кадрами – это межкадровая избыточность, которая объясняется тем, что соседние кадры одного видеосюжета отличаются не сильно.

Наиболее эффективным методом устранения межкадровой избыточности является компенсация движения. Она основана на подгонке кадра под предыдущий кадр. Компенсация движения позволяет передавать

кадр не полностью, а лишь те его фрагменты, которые не были найдены в предыдущем.

При компенсации движения фрагменты изображения первого кадра перемежаются так, чтобы обеспечить их максимальное соответствие с фрагментами второго кадра. Если такое соответствие обеспечивается, то такой фрагмент кадра не передается, поскольку он уже есть в декодере, а передаются только векторы движения найденных блоков.

Таким образом, при использовании компенсации движения видеокадр состоит из 2 частей:

1. Числовая информация о векторах перемещения фрагментов изображений, которая называется метаинформацией.

2. Видео часть, содержащая не скомпенсированные фрагменты изображений.

В настоящее время существуют различные методы компенсации движения: пиксельный, блочный, параметрических моделей, объектно-ориентированный, имеющие свои достоинства и недостатки и отличающиеся точностью позиционирования, количеством метаинформации, быстродействием и сложностью реализации. Однако, наибольшее распространение получили блочные методы, в которых изображение разбивается обычно на квадратные боки размером  $16 \times 16$ ,  $8 \times 8$  или  $4 \times 4$  пикселя. При этом движение чаще всего ищется в классе параллельных сдвигов, с ограниченным максимальным сдвигом.

Для устранения когерентной избыточности применяются следующие алгоритмы:

- при сильном сжатии изображения с помощью ДКП пиксели схожей цветности и яркости уравниваются, вследствие чего, изображение приобретает блочную структуру;

- при сжатии изображений с помощью вейвлет-преобразований изображение не делится на блоки, а обрабатывается целиком. Это устраняет возникновение искажений в виде блочного эффекта, в результате чего изображения при больших коэффициентах сжатия не распадаются на блоки, а просто теряют четкость за счет размытости границ, но, в целом, качество получается значительно выше, чем в JPEG (рис.1), что позволяет увеличить коэффициент сжатия в 1,5-2 раза без существенного ухудшения качества изображения. Поэтому этот алгоритм больше подходит для использования в кодировании видеопотока.

Однако, безблочная обработка изображений в вейвлет кодеках на сегодняшний день не позволяет в них применять методы компенсации движения, как это сделано для стандартов MPEG, поэтому такие кодеки обычно работают в стандарте MJPEG-2000, где каждый кадр видео потока обрабатывается и сжимается отдельно и выходной видео поток состоит из набора статических изображений (опорных кадров), в которых устраняется только внутрикадровая избыточность. Это позволяет при одинаковом качестве изображений получить сжатие кадра в 1,5-2 раза больше, чем

одиночные (опорные) кадры в MPEG, но применительно к видео потоку, вейвлет кодеки значительно уступают им по суммарному коэффициенту сжатия за счет отсутствия механизмов компенсации движения, которые и обеспечивают основное сжатие в кодеках MPEG.

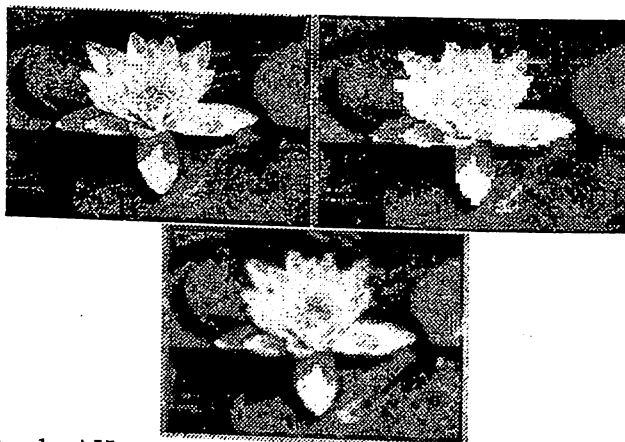


Рис. 1. а) Исходное изображение; б) сжатое с помощью ДКП преобразования; в) сжатое вейвлет-преобразованием

Поэтому для увеличения эффективности работы в кодеках на вейвлет преобразованиях можно использовать обработку скомпенсированного кадра межкадровой разницы, помимо опорного. Это позволяет значительно сократить объем передаваемой видео информации, и обеспечивает неплохую скорость передачи без существенных потерь в качестве.

Однако применение компенсации движения не всегда дает удовлетворительные результаты. При увеличении коэффициента сжатия размер блоков уменьшается, соответственно их общее количество возрастает, что в свою очередь ведет к увеличению объема метаданных. Метаданные представляют собой координаты перемещения блоков, поэтому сжимаются не сильно, что не дает в совокупности большого коэффициента сжатия.

Одним из способов уменьшения числа передаваемых бит может быть яркостное преобразование. Метод основан на определении минимального значения яркостей пикселей внутри блочной структуры изображения с последующим вычитанием этого значения от всех пикселей блока (рис.2). При этом, эти значения записываются в массив метаданных, необходимых для правильного восстановления изображения при декодировании. Данный метод позволяет приравнять минимальное значение яркости блока к нулю, что позволяет использовать меньшее число бит, требуемых на кодировку данного изображения.



Рис.2. Исходное изображение (а) и кодированное с помощью яркостного преобразования (б)

В результате применения данного метода не возникает потерь и искажений информации, возникающих при округлении результатов деления чисел. Таким образом, можно ожидать больших коэффициентов сжатия кадров при сохранении качества изображений.

Как было сказано ранее, одной из особенностей видео потока является то, что сюжеты в смежных кадрах мало изменяются, поэтому передаче подлежит не вся информация кадра, а только ее изменение. Наиболее просто эта задача может быть решена вычислением межкадровой разности пикселей смежных кадров (рис. 3).

Сформированный в результате межкадровой разницы скомпенсированный кадр, получается практически однородным, имея лишь небольшие искажения в тех местах, где в выбранных кадрах имеется изменение положения объекта. Это обеспечивает возможность получения большего коэффициента сжатия данного кадра после обработки его методом яркостного преобразования для улучшения его однородности. Чем более однородное изображение получается, тем больше его коэффициент сжатия можно получить. Причем, для некоторых типов изображений удастся получить заполнение кадра нулевыми кодами, что позволяет получить его сжатие в тысячи раз, причем без применения сложных методов спектральных преобразований.

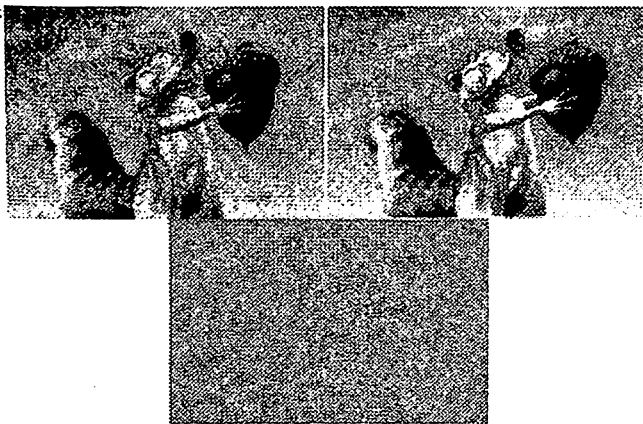


Рис.3. а,б) смежные кадры видеопоследовательности; в) межкадровая разница между исходными кадрами

Для оценки эффективности работы данного метода было проведено компьютерное моделирование обработки изображения, в котором обработка производилась блоками размером 1x1, 4x4, 8x8, 16x16 и 32x32 пикселя, с последующим сжатием преобразованного изображения по стандарту JPG при различных параметрах сжатия. Анализ эффективности данного метода приведен в таблице 1 и представлен в виде гистограммы на рис.4.

Таблица 1

Анализ эффективности метода яркостного преобразования с применением межкадровой разности пикселей смежных кадров

Сжатие исходного кадра	Суммарный объем кадров размером 640x352, кбайт (изображение+метаданные)				
	исходное	Блоки 4x4	Блоки 8x8	Блоки 16x16	Блоки 32x32
Без сжатия	660	827	827	827	827
Без потерь	116	141,2	51,4	37,4	32,2
20 раз	32,2	122,16	37,86	24,46	19,46
50 раз	18,9	117,49	34,7	21,49	16,39
80 раз	13,8	116,76	33,16	20,06	14,96

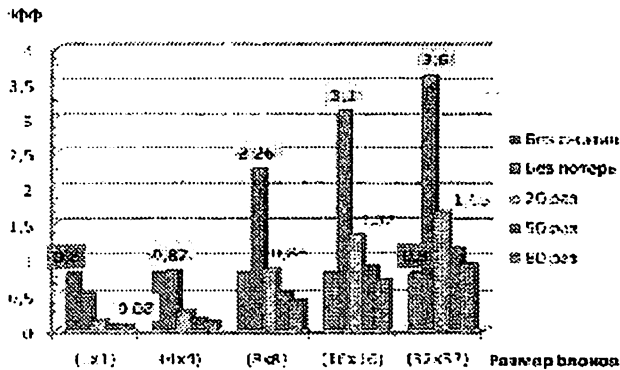


Рис.4. Оценка эффективности сжатия

Из анализа эффективности данного метода с учетом метаданных видно (рис.4), что наибольшая его эффективность получается при обработке изображений крупными блоками размером 16x16 и 32x32 пикселя, которые значительно снижают объем метаданных.

## СИМСИЗ АЛОҚА ТИЗИМЛАРИНИ ТАШКИЛ ЭТИШ ХУСУСИЯЛАРИ

Султонова М.О. (IAIY)

Симсиз локал тармоқни ташкил этишда атроф-муҳитнинг бир неча ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олиш зарур. Алоқа сифати ва узок масофалилигига сигнал ўтиши керак бўлган деворлар, тўсиқлар ва бошқа объектлар сони каби қўшлаб физик омиллар таъсир қилади. Одатда масофа материаллар турларига ва бинодаги бошқа электр асбоблардан радиочастотавий шовқинга боғли бўлади. Алоқа сифатини ошириш учун қуйидаги базавий принципларга риояқилиш керак бўлади:

- симсиз тармоқ абонентлари орасидаги деворлар ва тўсиқлар сонини камайтириш. Ҳар бир девор ва тўсиқ максимал радиусдан 1 метрдан 25 метргачани олади. Уланиш нуқтаси ва абонентларни шундай жойлаштириш керакки, улар орасидаги тўсиқлар сони минимал бўлиши керак;

- тармоқ уланиш нуқтаси ва абонентлари орасидаги бурчакни текшириш. Қалинлиги 0,5 метрли девор 30 градус бурчакда радиотўлқинлар учун 1 метр қалинликка эга бўлиб қолади. 2 градус бурчакда эса тўсиқ 12 метр қалинликка эга бўлади. Тармоқ абонентларини шундай жойлаштириш керакки, сигнал тўсиқлар ёки деворларга 90 градус остида ўтиши керак;

- қурилиш материаллари сигналнинг ўтишига турлича таъсир қилади. Бутунлигича металл эшиклар ёки алюминий қопламалар



радиотўлкинларнинг узатилишига ёмон таъсир қилади. Иложи борича тармоқ абонентлари орасида металл ёки темир-бетон тўсиқлар бўлмаслиги керак;

- сигнал қувватини текшириш дастурий таъминоти ёрдамида антеннани энг яхши қабул қилишга ўрнатиш керак;

- симсиз тармоқ абонентларидан радиоҳалақитларни генерациялайдиган электр қурилмаларни микроўлкинли печларни, мониторларни, электр моторларни, узлуксиз элетр таъминоти манбаларини иложи борича 1-2 метр масофага узоқлаштириш. Ҳалақитларни камайтириш учун бу асбоблар ишончли ерга уланиши керак;

- агар 2,4 ГГц стандартдаги симсиз телефонлар ёки X-10 қурилмалар (масалан, сигнализация тизимлари) ишлатилаётган бўлса, симсиз алоқа сифати сезиларли ёмонлашади ёки узилади.

Оддий яшап жойлари учун алоқа масофаси алоҳида муаммо эмас. Агар уй чегараларида ишончсиз алоқа бўлса, у ҳолда уланиш нуқтасини симсиз тармоқ билан боғлаш керак бўлган хоналар орасига жойлаштириш керак.

Симсиз тармоқ ишлаш зонасига тушадиган уланиш нуқталарини топиш ва улар ишлайдиган каналларни аниқлаш учун Network Stumbler дастуридан фойдаланиш мумкин. У ёрдамида, шунингдек танланган каналлардаги “сигнал-шовқин” нисбатини баҳолаш мумкин.

Унча катта бўлмаган офис ёки уйда фойдаланиш учун оддий симсиз тармоқ (Small Office/Home Office-SOHO) битта уланиш нуқтаси асосида қурилиши мумкин (расмга қаран).

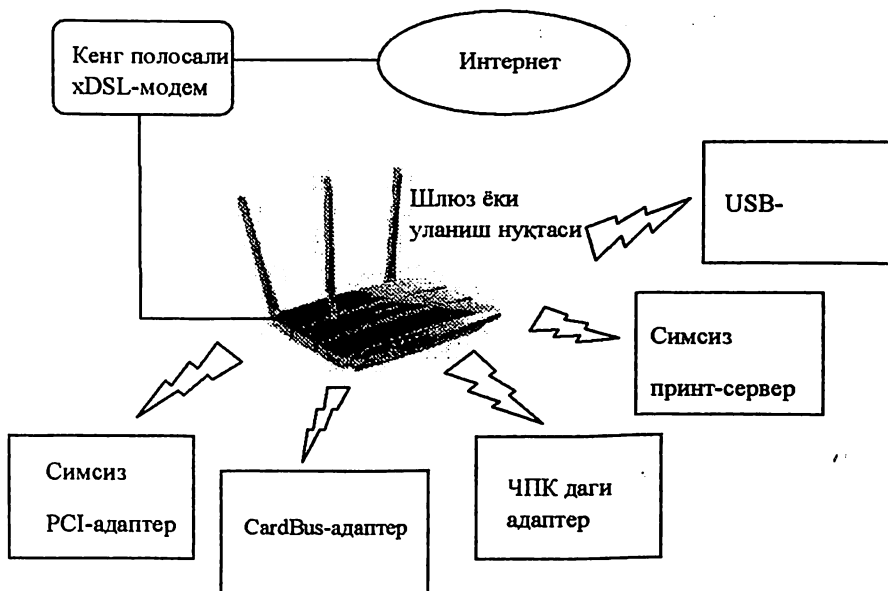
Тармоқни ташкил этиш учун адаштерлар инфратузилмали режимга, уланиш нуқталари эса уланиш нуқталари режимига ўтказилади. Бунда тармоқнинг барча фойдаланувчилари жойлашган битта хизмат кўрсатиш зонаси ҳосил бўлади.

Кичик тармоқда уланиш нуқтасини жойлаштиришда барча иш ўринларида етарлича алоқа сифатини, шунингдек, нуқтанинг ўзини жойлаштиришда қулайликни таъминлаш керак. Оддий ечим уланиш нуқтасини шипга маҳкамлаш керак, бунда электр таъминоти ва симли тармоқ симлари шип устидан ёки қутилларда ўтказилади.

Шуни эътиборга олиш зарурки, тармоқ кенгайтирилганда ва фойдаланувчилар сони ортганда алоқа тузлиги камайди (фойдаланувчилар сонига пропорционал). Энг маъқул фойдаланувчилар сони 16-20. Бундан ташқари, алоқа тезлиги ва сифати мижоз ва нуқта орасидаги масофага ҳам боғлиқ бўлади. Бу базавий тармоқнинг кенгайтирилишини талаб қилиши мумкин.

Тармоқни кенгайтириш учун уланиш нуқтасининг uplink-портини ишлатиш мумкин. У ҳам тармоққа хизмат кўрсатиш базавий зоналарини бирлаштириш учун, ҳам мавжуд симли ёки симсиз инфратузилмага интеграцияланиши, масалан, бошқа бўлинмаларнинг ажратилган

ресурсларига фойдаланувчиларни уланишларини таъминлаш учун ёки Интернетга уланиши учун ишлатилиши мумкин.



Офис тармоғи

Тармоқни кенгайтиришда ўзаро ҳалақитлар ва узатиш тезлигини камийишидан қочиш учун қўшни уланиш нуқталарининг частоталари бир-бирларини қопламаслиги керак. Бунга частота бўйича 1, 6 ва 11 қопланмайдиган каналларга қўшни нуқталарни созлаш билан эришилади. Бундай тарзда, 1, 6 ва 11 каналларли қўшни нуқталар тенг томонли учбурчакнинг учларида бўлиб қолиши натижасида жойларини алмаштириш билан частоталарни бир-бирларини қопламасдан катта майдонни симсиз алоқа билан қамраб олиш мумкин.

Симли тармоқларни қуришга ишлатиладиган иловалар турлича таъсир қилади. Энг муҳим омилларга қуйидагилар киради:

- битта можозга ҳисоблаганда ҳисобланган тезлик;
- ишлатиладиган иловалар турлари;
- маълумотларни узатишдаги кечикишлар.

Ҳар бир мижознинг ҳисобланган тезлиги хизмат кўрсатиш зонасига янги мижозларни киритилиши билан камаяди. Демак, агар уйда ёки офисда тезликка талабчан бўлган илова ишлатиладиган бўлса (масалан, Skype Internet-телефония дастури) майдон бирлигига уланиш нуқталари сонини ошириш зарур бўлади.

Уланиш нуқталари ишлаш чегараларини аниқлаш учун Network Stumbler дастури ўрнатилган ноутбук ишлатилади. У уланиш

нуктасидан масофага боғлиқ равишда адаптер қандай тезликда ишлашини кўрсатади. Узоқлашиб билан тезлик автоматик камаяди ва бўсағавий даражага етганида янги нуктани ўрнатиш керак бўлади.

Офисда барча уланиш нукталарини локал тармоққа бирлаштиришни бир неча усулларда амалга ошириш мумкин. ташкил этишнинг энг оддий ва энг кенг тарқалган усули симли инфратузилма орқали бирлаштириш ҳисобланади

Бундай ҳолда uplink-порти орқали уралган жуфтлик симлар ёрдамида уланиш нуктасига уланадиган коммутатор ўрнатилади. Шунингдек, бу коммутаторга кенг полосали Internetни улаш мумкин. Бундай уланишнинг авзаллиги уланиш нуктасининг ишлаш зоналарини турли каналларга созлашнинг оддийлиги, камчилиги эса уланиш нукталаридан коммутаторга кабель қўйилиши ҳисобланади.

Иккинчи усул WDS кенгайтирилган режимдан фойдаланишли уланиш ҳисобланади.

## **ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СЕТЯХ LTE**

*С.Д. Эшметов (ГУИТ)*

Архитектура сетей LTE сильно отличается от схемы, используемой в сетях третьего поколения, что обуславливает адаптацию и усовершенствование механизмов обеспечения информационной безопасности. Существующие требования таковы:

1. иерархическая ключевая инфраструктура, использующая решения различные ключи, в зависимости от задачи;
2. отделение механизмов безопасности для слоя без доступа от механизмов безопасности для слоя с доступом;
3. концепция «превентивной безопасности», способствующая минимизации урона, вызванного компрометацией ключей.

Широко используемые механизмы безопасности для сетей 3G позволяют обеспечить аутентификацию абонентов, конфиденциальность пользовательских данных, а также конфиденциальность данных при их передаче по протоколам U-Plane и C-Plane, а также комплексную защиту протокола C-Plane при его совместном использовании с другими международными стандартами обмена. Для аутентификации применяются процедура аутентификации и согласования ключей АКА (Authentication and Key Agreement). Базовые станции (eNB) осуществляют хранение ключа шифрования только на период сеанса связи с мобильным терминалом. Рассмотрим пример, когда связь с мобильным терминалом не установлена. Отличие от сетей третьего поколения заключается в том, что ключ шифрования для закрытия управляющих сообщений не хранится в памяти.

В сетях LTE алгоритмы шифрования и обеспечения комплексной безопасности основываются на стандарте AES. Помимо этих двух алгоритмов, технологией LTE используются два дополнительных алгоритма таким образом, чтобы обеспечить безопасность телекоммуникационной сети даже в том случае, если один из них будет взломан.

Для закрытия данных в сетях LTE используется потоковое шифрование методом наложения на открытую информацию псевдослучайной последовательности с помощью оператора «исключающее или», аналогично сетям третьего поколения. Следует отметить тот факт, что псевдослучайная последовательность практически никогда не повторяется. Алгоритмы, выработки псевдослучайной последовательности вырабатывают последовательность конечной длины. Следовательно, для предотвращения коллизий ключи, используемые для генерации псевдослучайной последовательности, регулярно изменяются (например, в случае подключения устройства к сети, при инициализации передачи данных и т.д.).

Так же, как и в сетях третьего поколения, приложение USIM и Центр аутентификации (AuC) осуществляет предварительное распределение ключей (ключа К). Когда механизм АКА инициализируется для осуществления двусторонней аутентификации пользователя и сети, генерируются ключ шифрования СК и ключ общей защиты, которые затем передаются из программного обеспечения USIM в Мобильное оборудование (ME) и из Центра аутентификации в Центр регистрации (HSS).

Мобильное оборудование и Центр регистрации, используя ключевую пару (СК;К) и ID используемой сети, вырабатывает ключ KASME. Устанавливая зависимость ключа от ID сети, Центр регистрации гарантирует возможность использования ключа только в рамках этой сети. Далее KASME передается из Центра регистрации в устройство мобильного управления (MME) текущей сети, где используется в качестве базовой информации ключевой иерархии.

На основании KASME вырабатывается ключ KNASenc, необходимый для шифрования данных протокола NAS между мобильным устройством и устройством мобильного управления (MME), и ключ KNASint, необходимый для защиты целостности. Когда мобильное устройство подключается к сети, MME генерирует ключ KeNB и передает его базовым станциям.

В свою очередь, из ключа KeNB вырабатывается ключ KUPenc, используемый для шифрования пользовательских данных протокола U-Plane, ключ KRRCenc для протокола RRC (Radio Resource Control - протокол взаимодействия между мобильными устройствами и базовыми станциями) и ключ KRRClint, предназначенный для защиты целостности.

## **LTE ТИЗИМЛАРДА ХИЗМАТ КЎРСАТИШ СИФАТИНИ ОШИРИШ УСУЛЛАРИ**

*Хомидов М-Р.Х. (ТАТУ)*

Ушбу мақола мобил алоқа тизимларининг хизмат кўрсатиш сифатини ва улардаги ахборотлар хавфсизлигини таъминлаш масалаларига қаратилган. Мобил алоқа тизимининг 3GPP лойиҳаси ҳамда кўп сонли уланиш технологияларини бир қаторини ўрганиб чиқиб, LTE тизимлари учун “пастга” каналда OFDM, “юқорига” каналда эса SC-FDMA технологияларини тавлади. Бу танлов нафақат спектрнинг мослашувчанлигини, балки каналларни ўтказиш қobiliятига, спектрал самарадорликка, шунингдек, QoS(Quality of Service) сифатига қўйилган қатъий талабларни қониқтиради.

GSM ва W-CDMA тизимларида ишлатиладиган QoS концепсияси мураккаблиги сабабли LTE тизимининг ишлаб чиқувчилари тесқари мослашувчанликни қўллаб-қувватлаган ҳолда оддий ва ихчам уланишни ўзига бирлаштира оладиган QoS концепциясини татбиқ этишга ҳаракат қилади. LTE тизимида синфларга асосланган хизмат кўрсатиш сифати концепцияси ишлатилди. У операторларга турли пакетли хизматларни дифференциялаш учун осон ва самарадор ечимни тақдим этади.

3GPP ишланмаларида катта эътибор, хизмат кўрсатиш сифатини таъминлаш, тармоқни танлаш ва идентификацион маълумотлардан фойдаланишга қаратилган. Масалан, Wi-Fi ва сотали тармоқларда ишлашга мўлжалланган кўп режимли терминалларнинг пайдо бўлиши турли радиоуланиш технологияларида абонентларга хизмат кўрсатиш имконини яратади. Шу муносабат билан LTE тизимида абонентга зарур бўлган хизматларни тақдим этиш учун қулайроқ инфратузилмани тиклаш механизми кўзда тутилган. Манзиллаштириш, мобилликни таъминлаш, боғланишларнинг узлуксизлигини таъминлаш, маълумотларни ҳимоялаш ва бошқа мақсадларда ишлатиладиган абонент ва тармоқ усқуналари учун идентификаторлар танлашда спецификация муаллифлари катта ёндашувчанликни намоён этди. Шундай қилиб, янги тармоқларда ҳам GSM ва UMTS тармоқларида қўлланиладиган идентификаторлардан, ҳам E-UTRAN тармоқларида янги функцияларни пайдо бўлишини акс эттирган идентификаторлардан фойдаланиш руҳсат этилган.

LTE тизими ишлаб чиқувчилари таъкидлашларича, улар тақдим этган архитектуравий ўзгаришлар VoIP ёки интерактив онлайн ўйинлар каби иловалар учун муҳим бўлган маълумот узатиш ушланишларини сезиларли даражада камайитиришга имкон беради. Масалан, LTE тармоғида қисқа IP-пакетлар узатишда ва унча катта бўлмаган тармоқ юқламаси ҳолатида 5MГц ўтказиш полосасида пакетни умумий ушланиши 5мс ни, ундан кичикроқ полосаларда эса 10мс дан ортиқроқни ташкил этиши

керак. Бу қиймаглар эса бугунги 3G тармоқларининг энг илгорларини кўрсаткичларидан ҳам камида 50 фоизга юқорироқдир.

Уланиш ўрнатишдаги ушланишларни қисқартиришга қаратилган талаблар операторларга QoS ни назорат қилиш учун содда ва самарадор механизмларини тақдим этадиган 3GPP хизматлар сифатининг бугунги концепциясини ривожланишини таъминлайди. LTE тармоқларда мангикий уланиш ўрнатишган QoS даражасига боғлиқ (бундай уланишни «туннел» дейиш мумкин) бўлади. Абонент турли QoS даражалари асосида кўплаб туннелларга эга бўлиши мумкин (замонавий 3G тармоқларида бундай туннел PDP-контекст ва радиоуланиш каналидан (ингл. *Radio Access Bearer, RAB*) ташкил топган). Уланиш ўрнатилишида ушланишларни қисқартириш мумкин, агарда туннеллар олдиндан ўрнатишган бўлса (яъни, ушбу туннелга боғланган алоқа сессияси бошлангунича). Туннелни олдиндан ўрнатиш туфайли алоқа сессиясини ўрнатиш учун кам тизим сигналларини талаб қилади ва шу туфайли ушланиш вақтини қисқартиради. Бинобарин, туннелларни АУ ёқилиши билан ўрнатиш имкони мавжуд. Бундай ёндашувни VoIP хизматлари каби GB (ингл. *Guaranteed Bandwidth*) маълумот узатишни кафолатланган тезлигини талаб қиладиган хизматларга боғлиқ туннеллар учун ҳам ишлатиш мумкин. Олдиндан ўрнатишган туннеллар амалий ва самарали бўлиши учун куйидаги процедураларни бажариш талаб қилинади:

Уланишлар бошқаруви ва туннел ўрнатиш функцияларини иккита алоҳида процедураларга ажратиш, чунки акс ҳолда туннеллар олдиндан ўрнатилиб, ресурслар заруратсиз заҳираланган бўлиб қолади;

Олдиндан ўрнатиладиган туннелларга тайинланган хизматлар сифати даражаларини операторлар томонидан яхшироқ назорат имконини таъминлашдир. Буни туннелларни ўрнатиш учун тармоқ томонидан бошқариладиган махсус процедуралар туфайли амалга ошириш мумкин.

Олдиндан ўрнатиладиган туннелларда иловаларни зичлаштирилган оқимлари устидан операторлар томонидан яхшироқ назорат имконини таъминлаш. Буни фақатгина юкламани турли туннелларга тақсимловчи пакетлар филтрлари устидан назорат рухсати тармоққа берилган ҳолда амалга ошириш мумкин.

Хизматлар сифатининг бундай архитектураси операторларга ҳар бир алоҳида туннелга боғлиқ бўлган QoS даражалари устидан, алоҳида туннеллар ўрнатиш вақтларини аниқлаш устидан ва алоҳида туннелларга боғланадиган иловалар оқимлари устидан тўлиқ назорат қилишни таъминлайди. Шундай қилиб, LTE тизимида хизматлар сифатини назорат қилишнинг самарали механизмини яратиш мумкин.

# SIMSIZ ALOQA TIZIMLARINING ISHONCHLILIGINI BAHOLASH HUSUSIYATLARI

*A.S. Shamsiyev (TATU)*

Zamonaviy simsiz aloqa tarmoqlari metal va optik kabellar qo'llaniladigan ulanish usullariga jiddiy raqobat tashkil qilinmoqda. Bu wifi va wimax kabel simsiz tarmoqlaridagi ma'lumot uzatish tezligi hozirda sekundiga bir necha megabaytni tashkil etishi bilan izohlanadi va eng kuchli internet tarmoqlaridan foydalanuvchilarning talablarini qoniqtiradi, ishlatish qulayliklari bo'yicha esa bunday tarmoqlar raqobatdan tashqaridalar. Simsiz tarmoqlardan foydalanish ayniqsa, kabel yotqizish inkonsiz, yoki iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lmaganda estetik nuqtai nazardan yoki kabel infratizimli yoyish uchun shunchaki vaqt yetishmovchiligi sababli juda dolzarb bo'lib qoladi. Lekin garchi simsiz aloqa tarmoqlari simli tarmoqlarga qaraganda bir jiddiy kamchilikka ega. Chumona, ular axborotning xavfsizlik va yopiqlik darajasini signal uzatishning barcha yopiq muhitidagi turlaridagi darajasida kafolatlamaydilar. Masalan, UTP-5e o'rta juftlik singari metal kabel asosidagi tarmoqqa ulanish uchun uzatish muhitiga kabelga bevosita ulanish talab etiladi. Optik kabelga ulanish esa o'ta murakkab jarayondir. Simsiz aloqa tarmoqlarida holat butunlay o'zgacha: bunday texnologiyalar boshlanishida radiosignallarni ochiq muhitda uzatishga moslashganligi tufayli antenna ta'siri darajasidagi istalgan foydalanuvchiga aloqa tarmoqlariga kirish inkonsizlikni beradi, bu holda ushbu tarmoqlarning xavfsizligi va ishlash ustuvorligi masalasi boshqacha mazmun kasb etadi.

Tarmoq tizimiga quyidagi asosiy elementlar kiradi:

1. Aloqa xizmatidan foydalanuvchilar uskunalari, shaxsiy kompyuter (noutbuk, netbuk, planshet) tarmoqqa simsiz ulanish uskunalari bilan simsiz adapter yoki interfeys.
2. Simsiz ulanish nuqtalari.
3. Simsiz axborot uzatish muhiti (radiokanal)
4. Aloqa liniyalari va internet xizmati tarmog'i provayderi uskunalari modellashtirish jarayonida ko'rib chiqilmaydi

Aloqa tarmoqlari ustuvorligining ma'lum bo'lgan barcha ko'rsatkichlari ichida simsiz tarmoqlarning faoliyatining barcha ko'rsatkichlari ichida simsiz tarmoqlarning faoliyatini baholashda eng ma'quli tayyorlik koeffitsientini uzluksiz ishlashi va bog'langanlik ehtimolidir. Ushbu ishning vazifasi iste'molchi va ulanish nuqtasi orasidagi birgina oddiy segmentni o'rganishdir. Simsiz aloqa tarmoqlarining ishdan chiqishi sabablariga quyidagilar kiradi:

- a) Radiokanalning ishdan chiqishi ( aloqa uzatishning simsiz muhiti)
  - Kanaldagi signal pasayishlari;
  - Halaqitlar va interferensiya;
- b) Qurilmaning ishdan chiqishi
- c) Dasturiy ta'minotning ishdan chiqishi (uzilishlar)

d) Tizimga yo`naltirilgan hujum natijasida tizimning ishdan chiqishi  
So`z yakunida shuni e`tirof etish kerakki imitatsion modelni yaratishda modellashtirish uchun birlamchi ma`lumotlarni, hususan, bir holatdan ikkinchi holatga o`tish ehtimolligini hisoblash uchun matematik modellarni tanlab olish lozim. Birlamchi ma`lumotlarning aniqligidan olingan natijalar ishonchliligi o`zaro bevosita bog`liq bo`ladi. Birlamchi ma`lumotlar sifatida ma`lum davr oralig`ida kuzatilgan ishdan chiqishlar to`g`risida yig`ilgan va qayta ishlangan statistik ma`lumotlarni hamda zamonaviy analitik modellarni olish mumkin.

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕСТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ММО В ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

*Х.Ф. Алимджанов (ТУИТ)*

Тестирование сводится к тому, чтобы продемонстрировать простой прирост скорости в тех же офисных условиях, в которых работало стандартное окружение 802.11g. Так, роутер располагался в серверной комнате, а клиентские устройства за железобетонной перегородкой. Вообще говоря, для передачи одиночного потока данных мы не заметили почти никакой разницы между стандартным режимом 802.11g, и SuperG D-Link или RangeMax NetGear.

Дело в том, что обычно в случае передачи одного потока данных от роутера к клиентскому устройству, пропускная способность лимитируется самими компьютерами. При подключении еще одного потока передачи данных, который передавался в том же сетевом окружении параллельно (другое устройство также скачивало с сервера файл), разница куда более заметна. Ну а третий случай, когда помимо двух потоков данных в сети был организован обмен двух компьютеров небольшими пакетами (копирование большого массива текстовых файлов), показал еще более разительное преимущество ММО в процентном соотношении.

Для оценки пропускной способности использовалась несложная утилита SpeedTest, которую можно свободно скачать в Интернете. Следует оговориться, что эта утилита оценивает время передачи тестового файла, которое, вследствие известных задержек в протоколе IP и стандартной ОС Windows, конечно, оказывается несколько ниже, но ведь нас интересует реальная способность сетей по передаче файлов, а не нулей и единиц. Впрочем, при передаче очень больших файлов, стандарт 802.11g показал на SpeedTest стандартные для него 20 Мбит/с, потому что погрешности, связанные с началом отсчета и окончанием были не столь велики на фоне 1 Гбайт.

Однако нам не каждый раз приходится передавать такие файлы, и поэтому задержки в действительности играют большую роль, что и отражает наше тестирование. Поэтому в качестве тестового файла для



передачи данных был выбран мультфильм, сжатый кодеком DivX до 50 Мбайт. Также следует отметить, что полученный выигрыш при наличии двух потоков данных, следует умножить на два, так как второй поток данных, естественно, тоже становился быстрее при использовании ММО.

Как вы можете видеть, применение ММО значительно увеличивает пропускную способность сети, причем это наблюдается, даже если в сегетовом окружении используются адаптеры 802.11g, собственно говоря, для двух потоков данных, каждый из них преимущественно работал именно в режиме 802.11g, но зато на максимальной скорости. И чем больше в беспроводной сети устройств, тем больше наблюдается скоростных преимуществ от использования ММО.

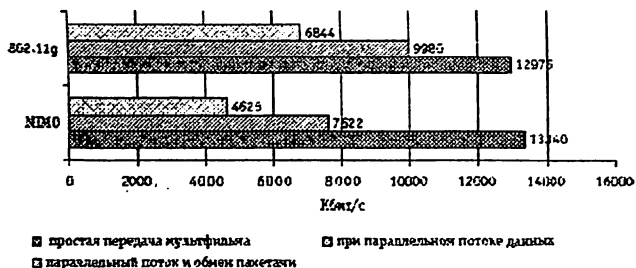


Рис.1 - Скорость: 802.11g vs MIMO

Поднимая вопрос об увеличении дальности работы сети, не станем отрицать ее наличие, но замерять ее достаточно точно не представляется возможным, так как офисное окружение может быть различным. Тем не менее, по субъективным данным, она возрастает в 1,5–2 раза. При этом наличие сложно проходимых объектов на пути сети создает некоторые проблемы со скоростью, которые, как мы обнаружили, для роутеров ММО оказались более ощутимыми. В частности, вторая диаграмма, отвечающая за работу за железной дверью, которая находится на входе в наш офис, показала, что сеть ММО имеет меньшую пропускную способность, зато дольше сохраняет хотя бы какую-то возможность доступа.

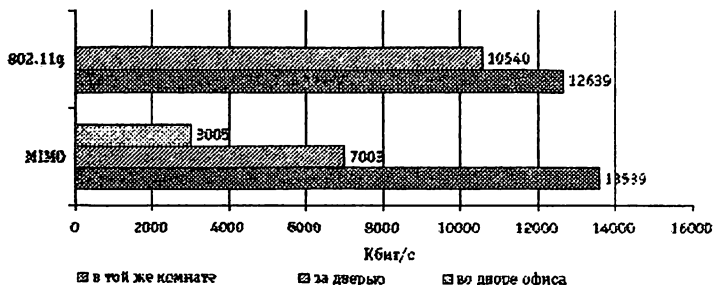


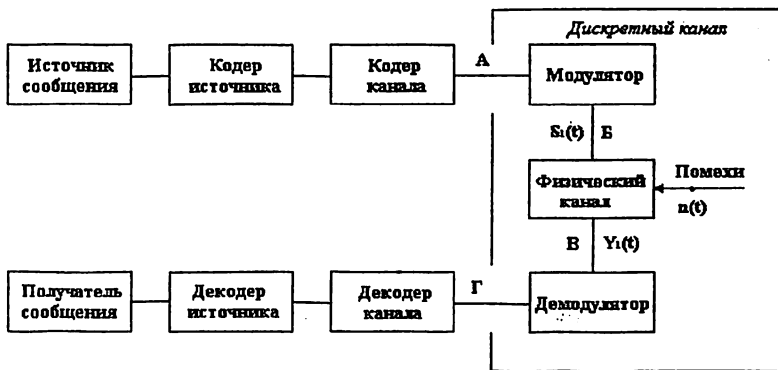
Рис.2 - Дальность: 802.11g vs MIMO

Технология ММО оказалась весьма интересной, и хотя еще любопытнее будет тестировать адаптеры грядущего стандарта 802.11n, решения на базе чипсетов Aigo уже сегодня позволяют достичь высоких показателей скорости и дальности работы сети. При этом использование ММО идет на пользу большим беспроводным сетям и позволяет увеличить скорость передачи не только для двух компьютеров, но для сети в целом, оптимизируя трафик, и передавая его по разным каналам. И, что приятно, их цены не так высоки — стоимость роутеров обоих производителей составляет порядка \$150, клиентских адаптеров — около \$80 (для карт в формате PCMCIA).

## БАЗОВЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА В ЦИФРОВОМ РАДИОВЕЩАНИИ

*Сабиров Р.Р. (ГУИТ, магистрант)  
Мухитдинов А.А. (ГУИТ, магистрант)*

Основой любой системы цифрового радиовещания как радиосистемы передачи информации, в каком диапазоне частот она бы ни работала, является двоичный канал связи, общая модель которого приведена на рис. Характеристики этого канала определяют основные свойства цифровой системы вещания и прежде всего — энергетические и спектральные.



Модель двоичного канала связи

Звуковой вещательный сигнал, поступающий на вход системы в аналоговой форме, подвергается в кодере источника аналого-цифровому преобразованию и кодированию с устранением избыточности. Цифровое представление вещательного сигнала основано на сохранении его формы в

процессе дискретизации и квантования, что подразумевает использование метода кодирования формы сигнала. В этом методе используются три основных способа кодирования: импульсно-кодовая модуляция, дифференциальная импульсно-кодовая модуляция и дельта-модуляция.

В цифровом звуковом вещании, как правило, для первичного АЦП применяется ИКМ с линейным квантованием. Поэтому в цифровом сигнале на выходе системы ИКМ сохраняется вся избыточность аналогового ВС. В результате ИКМ-преобразования формируется индивидуальный цифровой поток — информационная кодовая последовательность  $x = (x_i)$ ,  $i = 1; 2$ , содержащая символы "1" и "0". Важной характеристикой цифрового потока является цифровая скорость передачи сигнала — произведение частоты дискретизации  $F$ , (в кГц) на число бит на отсчет (разрядность двоичного кода)  $m = \log$  определяемое максимальным числом уровней шкалы квантования. В большинстве известных форматов ЦРВ для монофонического канала  $R_{\text{к}} = 48 \times 16 = 768$  кбит/с. Эта величина представляет собой информационным объем цифрового представления ВС, который необходимо знать при его передаче по каналу.

Приведенное значение представляет собой минимально-необходимую скорость, поскольку она обеспечивает только требуемое качество передачи вещательных сигналов, но не обеспечивает функционирование аппаратуры ЦРВ как системы связи. Поэтому в индивидуальном цифровом потоке необходимо учесть передачу дополнительных, служебных, сигналов цикловой синхронизации, контроля и управления:

Значение коэффициента  $K$  обычно составляет 1,05...1,1. В результате использования в кодерах источника систем ЦРВ высокоэффективных алгоритмов компактного представления ВС (например, MUSICAM) обеспечивается многократное сжатие звуковой информации при сохранении субъективно высокого качества передачи звука. О сохранении формы сигнала в этом случае речи быть не может.

В зависимости от типа звуковой программы и требований к качеству ее воспроизведения степень сжатия может отличаться в десятки раз. Обычно считается приемлемым изменение коэффициента сжатия в пределах  $2 < k < 24$  и более. Заметим, что передача стереофонических программ требует удвоения скорости индивидуального цифрового потока.

На следующем этапе компактно представленные сигналы подвергаются ряду преобразований, основное из которых — помехоустойчивое кодирование в кодере канала. Хотя различные схемы кодеров канала очень непохожи друг на друга и основаны на различных математических теориях, все они характеризуются использованием значительного объема дополнительных, или избыточных, символов.

Следующая, и последняя в рамках принятой модели, процедура преобразования ВС на передающей стороне двоичного канала связи —

модуляция, а первая на приемной стороне — демодуляция. Модем, реализующий эти процедуры, является своеобразным интерфейсом, согласующим дискретный канал с непрерывным (сечение Б-В), представленным на рисунке физическим каналом.

Модуляция — это процесс изменения во времени значений одного или нескольких параметров несущего ВЧ колебания — амплитуды, частоты или фазы — в соответствии с изменениями передаваемого сигнала (сообщения). Высокая помехоустойчивость, энергетическая эффективность и экономное расходование полосы частот в современных цифровых системах связи.

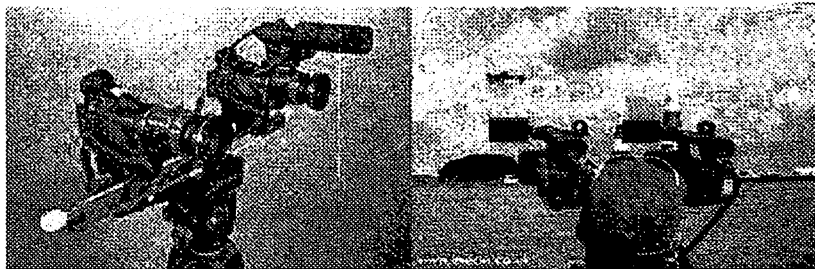
Несмотря на бурное развитие телевидения — на сегодняшний день важнейшего электронного средства массовой информации, эфирное радиовещание во всем мире продолжает оставаться основным источником информации для населения. Для эфирного радиовещания в мире используется служб, различающихся целями, техническими параметрами и зонами обслуживания.

## ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СТЕРЕО ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ

*Сабиров Р.Р. (ГУИТ, магистрант)  
Мухитдинов А.А. (ГУИТ, магистрант)*

На экранах своих приемников телезрители наблюдают только двумерные изображения объемных объектов. При этом невозможно полностью оценить относительное глубинное расположение отдельных объектов в трехмерном пространстве, воспринять все богатства рельефа. Все это снижает художественную выразительность телевизионного изображения, так как отсутствует восприятие привычной людям трехмерности изображений.

Многие мировые киностудии снимают новые фильмы в формате стереопары, то есть сразу двумя камерами.



Камера для 3D видеосъемки

Такая съемка позволяет демонстрировать стереоскопические фильмы в кинотеатрах и на мониторах, работающих с использованием поляризационной технологии. Однако двух кадров недостаточно для демонстрации объемного видео на автостереоскопических устройствах. Формат 2D+Z представляется наиболее приемлемым вариантом с точки зрения применимости для реконструкции стереоизображения и размера передаваемых данных. Поэтому актуально решение задачи преобразования стереопары в формат 2D+Z. Математически это задача нахождения относительного расстояния до объектов по двум изображениям.

Еще более сложной задачей является преобразование большого количества 2D материалов в формат объемной визуализации. Разработки в этой области ведут многие компании мира.

Конечным звеном стереотелевизионной системы воспроизведения изображений являются глаза наблюдателя. Поэтому стереотелевизионные системы должны строиться таким образом, чтобы по возможности наиболее полно выполнялись привычные для глаз условия наблюдения, соответствующие непосредственному рассматриванию трёхмерных физических объектов.

В первом случае главную роль играют такие факторы, как зрительная память, линейная перспектива предметов, ощущение различия в напряжении мышц глаза при изменении кривизны хрусталика для получения на сетчатке глаза резкого изображения предметов, находящихся на различных расстояниях от наблюдателя. Во втором случае основную роль играет глазной базис, т. е. расстояние между зрительными осями, которое у различных людей колеблется от 52 до 74 мм. Средним или нормальным стереоскопическим базисом считается межзрачковое расстояние, равное 65 мм. Глаза человека смотрят на объект с разных позиций, поэтому изображения одного и того же объемного объекта для каждого глаза человека будут несколько отличаться из-за пространственного сдвига глаз.

Для передачи данных подходящих как для стереотелевизоров так и для обычных ТВ приемников отлично подходит формат 2D+Z. В этом формате любому обычному плоскому (двухмерному -2D) изображению сопоставляется информация об удаленности каждого пикселя от наблюдателя (Z-координату). Такое представление изображения называют "формат 2D+Z", а плоскость координат Z – "картой глубины". Все видеоданные этого формата могут быть переданы в виде, сжатом в соответствии с общепринятым стандартом MPEG-2 или AVC. Декодирование стандартных потоков может быть выполнено и с помощью компактных устройств декодирования цифрового видео (set top box -- STB).

В настоящее время не все STB приставки могут декодировать и обрабатывать данные формата 2D+Z, следовательно создание такой приставки это немаловажный этап в развитии стереотелевидения.

Все существующие технологии воспроизведения стереоскопического изображения применяют технологию показа с чересстрочной круговой поляризацией. Суть этой технологии заключается в следующем: кадр для одного глаза выводится только на четные строчки, кадр для другого — только на нечетные, свет от четных и нечетных строк имеет разнонаправленную круговую поляризацию, соответственно для просмотра используются пассивные очки, пропускающие свет от четных строк в один глаз и не пропускающие свет от этих строк в другой глаз, и наоборот. В результате глаза видят разные ракурсы, и картинка получается стереоскопической.

Исходя из собранной информации разработка стереотелевизионной системы это наиболее перспективное направление в телевизионной промышленности. Разработка стереотелевизионной системы это немаловажный шаг для дальнейшего развития технологий в этой сфере, и возможный выход на международный рынок современных ТВ систем.

## **АНАЛИЗ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ СГЛАЖЕННЫХ Т-ПОТОКОВ**

*Ю.Р.Жумаев, А. Ашуров (магистрант ТУИТ)*

В данной статье произведен анализ существующих алгоритмов мультиплексирования информационных потоков в системах цифрового телевидения. Процесс кодирования телевизионного изображения может производиться с постоянной скоростью информационного потока на выходе кодера и с постоянным качеством изображения. Наиболее прогрессивным является кодирование с постоянным качеством изображения. При использовании подобного типа кодирования, в процессе мультиплексирования, возможно учитывать мгновенные скорости объединяемых информационных потоков, динамически перераспределяя ресурс канала передачи информации на выходе мультиплексора между всеми информационными потоками - данный процесс называется статистическим мультиплексированием.

Каждый из индивидуальных потоков битов идентифицируется своим уникальным идентификатором пакета (Packet Identifier, PID). Поток битов управления мультиплексированием содержит таблицу структуры программы (Program Map Table, PMT), которая включает информацию об идентификаторах пакетов PID транспортных потоков, образующих программу, о приложениях, передаваемых посредством этих потоков, и о соотношениях между потоками PES-пакетов. Данные управления также структурируются в специальный PES-пакет, в полезной нагрузке которого размещается таблица PMT.

Далее существуют две возможности мультиплексирования: формирование программного потока (Program Stream, PS) с длинными

пакетами переменной длины и формирование транспортного потока (Transport Stream, TS) с короткими пакетами фиксированной длины, что на рис.1 показано для некоторой произвольной комбинации компонентов в виде аудио- и видеоданных. Эти две схемы мультиплексирования порождены различными задачами по обработке и передаче информации. Программные потоки содержат минимальную избыточность, обусловленную вводом данных управления, и предназначены в основном для некоторых видов дополнительной программной обработки и для хранения массивов информации на носителях, для которых характерна весьма низкая вероятность ошибки, например, для записи на CD-ROM. При необходимости поток PS может содержать всего один поток ES, т.е. может быть получен перекодированием без мультиплексирования.

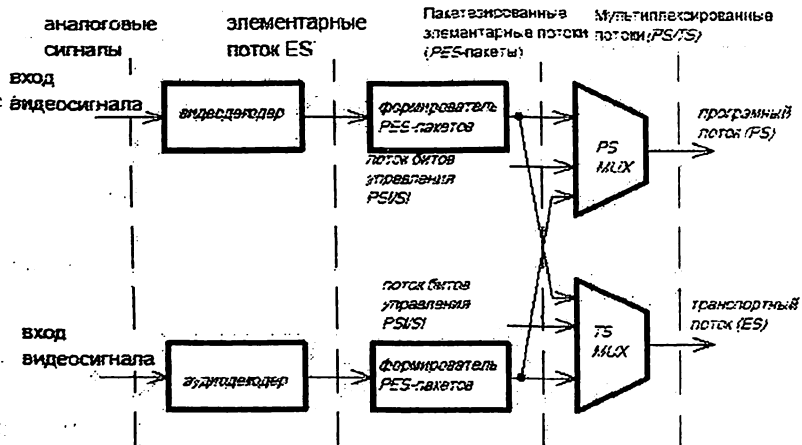


Рис.1. Программное и транспортное мультиплексирование в системах цифрового ТВ

При формировании программного потока образуются блоки из PES-пакетов. Блок содержит заголовок блока, системный заголовок (необязательный), за которым следует некоторое количество PES-пакетов. Длина блока программного потока может быть произвольной, единственное ограничение – заголовки блока должны появляться не реже, чем через 0,7 секунды. Это связано с тем, что в заголовке содержится важная информация – опорное системное время. Системный заголовок содержит информацию о характеристиках программного потока, таких, например, как максимальная скорость передачи данных, число видео и звуковых элементарных потоков. Декодер использует эту информацию, например, для того, чтобы решить, может ли он декодировать этот программный поток. Предназначен для использования в условиях окружения, не вносящего ошибки в цифровые данные. Причина этому – сравнительно большие блоки переменной длины. Искажения из-за ошибок

одного блока могут означать потерю, например, целого кадра телевизионного изображения. Поскольку длина блока переменная, то декодер не может предсказывать время конца одного блока и начало другого и вынужден полагаться только на информацию о длине, содержащуюся в заголовке. Если соответствующее поле заголовка окажется пораженным ошибками, то декодер выйдет из синхронизма и потеряет, по крайней мере, один блок. К преимуществам, получаемым при использовании программного потока, можно отнести то, что процедура демультиплексирования программного потока относительно проста.

Транспортный поток может объединять пакетные элементарные потоки, переносящие данные нескольких программ с независимыми временными базами. Он состоит из коротких пакетов фиксированной длины (188 байтов). Элементарные потоки видео, звука и дополнительный данных (например, телетекст) разбиваются на фрагменты, равные по длине полезной нагрузке транспортного пакета (184 байта) и мультиплексируются в единый поток. Этот процесс подчиняется ряду ограничений:

- Первый байт каждого PES-пакета элементарного потока должен быть первым байтом полезной нагрузки транспортного пакета;
- Каждый транспортный пакет может содержать данные лишь одного PES-пакета.

Размер потока транспортного потока выбран для совместимости с широко применяемым на сетях связи стандартом асинхронной передачи данных АТМ.

Структура транспортного потока оптимизирована для условий передачи данных в каналах связи с шумами. Это проявляется, прежде всего, в небольшой длине пакетов. Типичные примеры защиты от ошибок данных транспортного потока дают системы цифрового телевизионного вещания. В системах DVB к 188 байтам каждого транспортного пакета добавляются 16 проверочных байтов кода Рида-Соломона, что позволяет исправлять в каждом пакете до 8 пораженных шумами байтов.

В статье произведен анализ алгоритма мультиплексирования сглаженных информационных потоков. Объединения информационных потоков осуществляется исходя из максимальной скорости каждого информационного потока, после применения сглаживания. Алгоритм сглаживания позволяет сгладить флуктуации скорости транспортного потока при переходе от кадра к кадру, основываясь на том, что I-кадр значительно больше P-кадра, а P-кадр значительно больше B-кадра. Алгоритм обеспечивает сглаживание без изменения детализации изображения, т.к. сглаживание достигается за счет буферизации T-пакетов на выходе кодера



## АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКОГО МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ СО СНИЖЕНИЕМ ДЕТАЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

*Ю.Р.Жумаев, А. Ашуров (магистрант, ТУИТ)*

В процессе объединения информационных потоков канал передачи информации на выходе мультиплексора разбивается на несколько виртуальных каналов. По каждому виртуальному каналу передается информационный поток от соответствующего кодера, битовый ресурс доступный в виртуальном канале динамически изменяется в зависимости от скорости соответствующего информационного потока, генерируемого кодером. Суммарный битовый ресурс всех виртуальных каналов равен итоговому битовому ресурсу канала передачи информации на выходе мультиплексора. Процессом распределения битовых ресурсов виртуальных каналов управляет алгоритм мультиплексирования.

T-пакеты каждого входного информационного потока, прошедшие стадию проверки штампов БТБ, подготавливаются к отправке в канал связи на стадии планировки, их количество определено переменной  $N_{T}$ . На данном этапе осуществляется проверка - возможно ли пропустить поступившее количество T-пакетов через канал связи с пропускной способностью на выходе мультиплексора. Для этого производится пересчет размерности полосы пропускания (переменная  $B_{\text{лп}}$ ) из количества бит за секунду в количество T-пакетов за цикл мультиплексирования (переменная  $B_{\text{лп}}/T$ ). В процессе разработки алгоритма, было принято допущение, что скорость канала передачи информации на выходе мультиплексора ограничивается суммой средних скоростей входных информационных потоков, средние скорости информационных потоков определены в переменной  $U_{\text{ср}}$ .

В соответствии с проверкой проводимой на стадии планировки, количество T-пакетов участвующих в процессе мультиплексирования  $N_{\text{факт}}$  сравнивается со значением  $B_{\text{лп}}/T$ . На данном этапе происходит ветвление алгоритма.

Осуществляется передача всех T-пакетов  $N_{\text{факт}}$  поступивших в данном цикле мультиплексирования. При этом оставшийся битовый ресурс, определяемый переменной  $R_{\text{ост}}$ , может быть использован для передачи дополнительного информационного потока с данными IP-сетей или для передачи РЕВ-пакетов, помещенных в буфер мультиплексора на стадии проверки штампов времени БТВ.

После инициализации, точкой входа в основной алгоритм является PSI-модуль, создающий управляющую структуру, необходимую для работы модуля генерации: список программ, веса программ, callback функции для получения следующего TS пакета. Далее управление передается модулю генерации.

На рис. 1. приведена диаграмма направления потоков данных между компонентами приложения, на рис. 2-3. представлена структура [5] модулей транскодирования и генерации PSI информации, на рис. 4 – блок-схема алгоритма работы модуля генерации, после которой идет его описание.

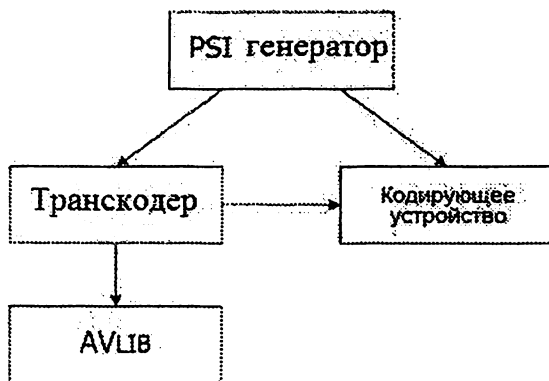


Рис.1. Диаграмма направления потоков данных между компонентами приложения

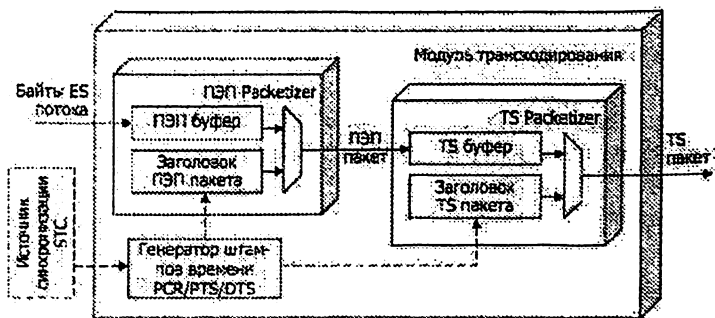


Рис.2. Структура модуля транскодирования

Транскодер состоит из двух основных компонентов – формирователей ПЭП и TS пакетов (англ. PESPacketizer и TSPacketizer). Оба имеют свои буфера оперативной памяти, равные 32-64 Кбайтам и 184 байтам соответственно (исходя из размера пакетов).

При формировании заголовка TS пакета, выполняется требование стандарта о совпадении байта начала полезной нагрузки TS пакета и первого байта ПЭП пакета, а также требование совмещения конца ПЭП и TS пакетов.

Сформированные таким образом TS пакеты поступают по запросу модулю генерации, формирующему результирующий MPTS файл. В случае если все пакеты из буфера компонента возвращены модулю

генерации, модуль транскодирования создает новый буфер, из которого впоследствии отдает TS пакеты программы модулю генерации.

На рис.3. приведена структура модуля генерации служебной информации.

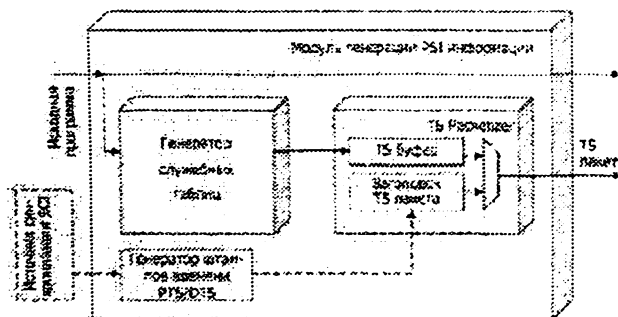


Рис.3. Структура модуля генерации PSI информации

Данный модуль предназначен для формирования служебных таблиц сервисной информации (англ. Service Information, SI) – PSI, необходимых для декодирования вещаемой программы. Сформированные PSI таблицы обертываются в TS пакеты для последующей совместной передачи. Данный процесс возлагается на формирователь TS пакетов, структура которого рассмотрена в модуле транскодирования. При этом выполняется требование

о совпадении байта начала полезной нагрузки TS пакета и первого байта PSI секции. Каждой такой таблице соответствует определенное значение поля PID соответствующих TS пакетов.

PAT (англ. Program Association Table), или таблица объединения программ основная таблица сервисной информации, содержащая сведения о значениях PID TS пакетов, передаваемых в мультиплексе. По ней можно определить, в пакетах какого транспортного потока передается служебная информация, а в каких – данные.

PMT (англ. Program Map Table), или таблица навигации по программе – таблица, содержащая для каждой ТВ программы идентификаторы PID транспортных пакетов, соответствующие компонентам данной программы: аудио-, видеоданные, информация для синхронизации, информация условного доступа и другая информация.

PAT и PMT являются основными информативными таблицами в мультиплексе.

Стандартом также предусмотрены следующие необязательные таблицы:

NIT (англ. Network Information Table), или таблица сетевой информации – необязательная таблица, передающая информацию о физических параметрах сети, в которой осуществляется передача, для

каждого TS потока (идентификатор сети, центральная частота, символьная скорость и т.п.).

CAT (англ. Conditional Access Table), или таблица условного доступа, содержащая информацию касательно системы скремблирования и условий доступа к защищенному (скремблируемому) контенту

В статье произведен анализ алгоритма статистического мультиплексирования со снижением детализации изображения. Данный алгоритм основан на статистическом объединении информационных потоков, входные информационные потоки в процессе мультиплексирования компенсируют пиковые всплески друг друга. В случае если битовый ресурс необходимый для передачи всех транспортных потоков превышает битовый ресурс канала передачи информации, соответствующим кодерам мультиплексор отправляет сигнал о том, что необходимо уменьшить битовый ресурс, выделяемый каждым кодером для кодирования текущего телевизионного изображения.

## АНАЛИЗ ТИПОВ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ СМАРТФОНОВ

*А.А.Васильева (ГУИТ, студентка)*

В каждом мобильном устройстве, как и в ПК есть операционная система (ОС), которая контролирует работу устройства. В настоящее время при выборе мобильного телефона или как сейчас говорят смартфона мы уделяем внимание и на то какая операционная система установлена в данном устройстве, чтобы знать какими функциональными возможностями обладает телефон.

В настоящее время существует несколько типов операционных систем. Они отличаются не только возможностями, но и на какие телефоны их устанавливают. При этом их объединяет то, что все они поддерживают мобильную платформу Java. Рассмотрим основные типы операционных систем:

- Symbian OS
- Windows Mobile
- Linux-системы (Android)
- iPhone OS (IOS)
- Palm OS
- BlackBerry OS

**Операционная система Symbian.** Логотип данной ОС представлена рис 1.

The image shows the Symbian logo, which consists of the word "symbian" in a lowercase, bold, sans-serif font. The letters are closely spaced and have a slightly irregular, hand-drawn appearance.

Рис. 1. Логотип Symbian OS

Была самой популярной ОС для мобильных устройств, благодаря поддержке фирмы Nokia. Важную роль также сыграло то, что система имеет небольшой размер, а также то, что графический интерфейс и ядро системы отделены друг от друга. Это позволило легко разделять ее для различных мобильных устройств. Позже была добавлена многозадачность.

Каждый разработчик создавал свой вариант данной операционной системы в зависимости от ограничений аппаратной платформы, под которую она разрабатывалась. Так появились версии Series 60, Series 80, Series 90, UIQ и MOAP. Каждая версия обладала своими особенностями, и поэтому необходимым было разрабатывать новые приложения под каждую версию. Это было неудобно, поэтому после появления Windows Mobile, Android и iPhoneOS (IOS) утратила свою популярность среди производителей мобильных устройств и вскоре компании Sony Ericsson и Samsung отказались от использования данной операционной системы. На данный момент из крупных производителей мобильных устройств только компания Nokia использует эту ОС для своих смартфонов(но и данная компания пробует другие ОС для своих смартфонов). К достоинствам данной ОС можно отнести следующее:

- Низкие требования к памяти и процессору.
- Функция освобождения неиспользуемой памяти.
- Стабильность.
- Относительно малое количество вирусов для этой платформы.
- Быстро выходят новые версии и исправляются ошибки,
- Большое разнообразие прикладных программ.

#### **Недостатки:**

- Для связи с ПК нужно устанавливать дополнительное программное обеспечение.
- Несовместимость программ для старых и новых версий

**Операционная система Windows Mobile** и имеет логотип представленный на рис 2.



Рис.2. Логотип операционной системы Windows Mobile

Эта операционная система разработана мировым лидером в производстве операционных систем – компанией **Microsoft**. В данной системе используется такой же программный интерфейс, что и в настольной версии и поэтому написание программ легче, а интерфейс удобней и понятен, тем кто знаком с настольной версией ОС Windows. Windows Mobile является компонентной, многозадачной, много потоковой

и много платформенной операционной системой. Благодаря этому она получила широкое распространение на мобильных устройствах.

#### **Достоинства данной ОС:**

- Схожесть с настольной версией.
- Удобная синхронизация.
- В комплекте идут офисные программы
- Многозадачность

#### **Недостатки:**

- Высокие требования к оборудованию
- Наличие большого числа вирусов
- Нестабильности в работе

**Операционная система Android.** Официальный логотип данной ОС представлена на рис.3.

Android — одна из самых молодых мобильных ОС, основанная на базе операционной системы Linux, разрабатываемая Open Handset Alliance (ОНА) при поддержке Google. Исходный код находится в открытом доступе, благодаря чему любой разработчик может создать свою версию этой мобильной ОС. Разработчикам приложений выдвинуто небольшое количество ограничений, благодаря чему существует множество как платных, так и бесплатных приложений, которые можно удобно загрузить с Android Market(GooglePlay).



Рис.3. Официальный логотип ОС Android

#### **Достоинства:**

- Гибкость.
- Открытые исходные коды.
- Множество программных приложений.
- Высокое быстродействие.
- Удобное взаимодействие с сервисами от Google.
- Многозадачность.

#### **Недостатки:**

- Множество актуальных версий – для многих устройств новая версия выходит слишком поздно или не появляется вовсе, поэтому разработчикам приходится разрабатывать приложения, ориентируясь на более старые версии.
- Высокая предрасположенность к хакерским атакам из-за открытости кода.
- Почти всегда требует доработки.

На каждом устройстве на платформе Android должно присутствовать программное обеспечение, проверяющее смартфон на наличие возможных брешей и обеспечивающее дополнительную защиту. На рисунке 4 представлено решение компании Lookout, разработанное для системы на базе Android 2.3.6.

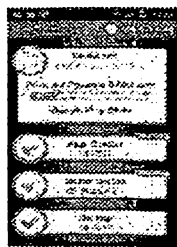


Рис.4. Программное обеспечение, проверяющее смартфон на наличие возможных брешей и обеспечивающее дополнительную защиту.

**Операционная система iPhone (IOS).** Международный логотип данной ОС представлен на рис.5.

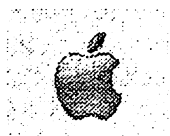


Рис.5. Логотип IOS

Мобильная операционная система от компании **Apple**. Данная система получила распространение только на продуктах компании Apple. Применяется в iPhone, iPod, iPad а также телевизионной приставке AppleTV.

**Достоинства:**

- Удобство пользования.
- Качественная служба поддержки.
- Регулярные обновления, устраняющие многие проблемы в работе.
- Возможность купить в App Store множество различных программных приложений

**Недостатки:**

- Необходимость взламывания кода (джайлбрейка) для установки неофициальных приложений
- Заблокированный характер ОС
- Отсутствие многозадачности
- Нет встроенного редактора документов

**Операционная система BlackBerry.** Логотип представлен на рис.6.



Рис.6. Логотип BlackBerry

Операционная система работает исключительно на устройствах, выпускаемых компанией **Research In Motion Limited (RIM)** и ориентирована на корпоративных пользователей. Свое название получила от смартфонов для которых создавалась, так как клавиатура смартфонов были похожи на ягоду ежевики. Смартфоны с этой ОС получили распространение в корпоративной среде, благодаря сложности перехвата сообщений.

**Достоинства:**

- Удобное пользование электронной почтой
- Легкая синхронизация с ПК
- Широкие возможности настроек системы безопасности

**Недостатки:**

- Оптимизирована для вывода только текстовой информации, качество работы с графикой не очень хорошее
- Не очень удобный браузер

## **РАЗВИТИЕ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ИХ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ОБРАБОТКИ**

*А.А. Васильева (ГУИТ, студентка)*

Развитие современного общества уже невозможно представить без систем мобильной связи. При этом история мобильных устройств и мобильной радиосвязи начинается с создания в 1946 году первого мобильного телефона компанией AT&T Bell Laboratories (рис.1).

В том же году Г. Шапиро и И. Захарченко провели успешные испытания автомобильного радиотелефона своей системы с дальностью действия до 20 км. Поскольку вид и возможности современных смартфонов сильно отличается от своих предшественников, то интересно будет рассмотреть хронологию развития мобильных устройств.

- 1947 г. — сотрудники американской фирмы Bell Дуглас Ринг и Рей Янг предложили принцип шестиугольных сот для мобильной телефонии.
- 1956 г. — в Стокгольме, Гётеберге и Мальмо (Швеция) запущена первая очередь автоматической автомобильной телефонной сети Mobile System A (MTA).

Компании General Electric и Motorola усовершенствовали радиотелефоны для автомобилей — устройства от этих компаний были легче, и компактнее современных конкурентов (рис.2)





Рис. 1 Первый мобильный телефон 1946 г..

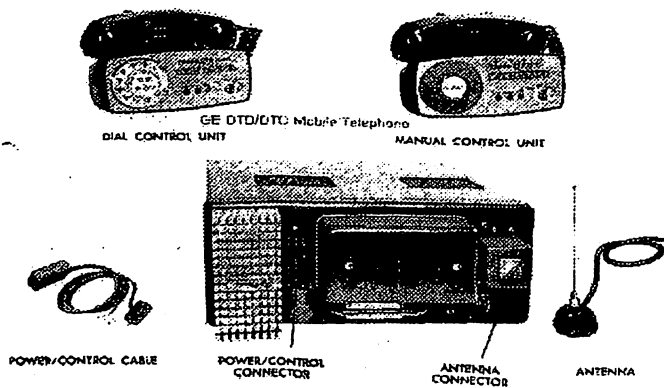


Рис 2. Радиотелефон от компании Motorola

После того как данные аппараты вошли в производство их начали устанавливать в автомобили. Далее на рис.3 показан автомобиль с установленным в нем мобильным устройством.

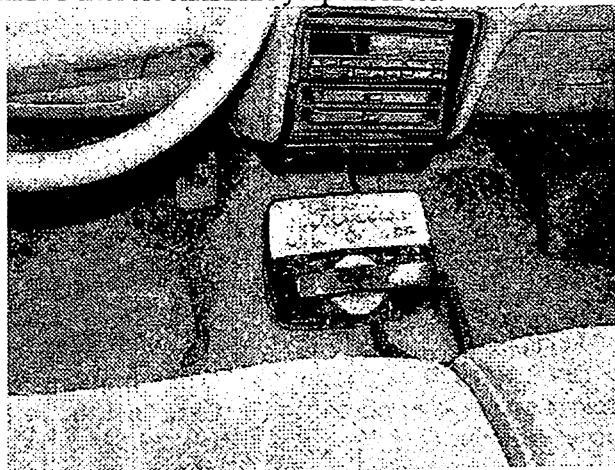


Рис.3. Автомобиль с компактным мобильным устройством. 1956 г.

- 1957 г. — инженер Л. И. Куприянович из Москвы создал и публично продемонстрировал первый опытный носимый мобильный телефон ЛК-1 весом 3 кг, радиусом действия 20—30 км и временем работы без смены батарей 20—30 часов и базовую станцию к нему. Решения аппарата запатентованы (а. с. 115494 от 01.11.1957).



Рис.4. Первый компактный телефон-чемодан 1948 г..

- 1958 г. — Л. И. Куприянович создаёт опытные образцы компактных мобильных телефонов весом всего 500 г и размерами с папиросную коробку.

- 1958 г. — начато создание гражданского (ведомственного) сервиса автомобильных телефонов «Алтай».
- 1961 г. — Л. И. Куприянович создаёт опытный образец карманного мобильного телефона, размещающегося на ладони, весом 70 гр. и дальностью связи 80 км. По словам изобретателя, это модель, «подготовленная к серийному выпуску на одном из советских предприятий». Также Куприянович сообщает прессе о планах строительства в Москве 10 базовых станций мобильной связи, первая из которых запроектирована в Мазилово.
- 1963 г. — начата опытная эксплуатация сервиса автомобильных телефонов «Алтай» в Москве, к 1970 году ей охвачено более 30 советских городов.
- 1965 г. — болгарская фирма «Радиоэлектроника» демонстрирует на выставке «Инфорга-65» опытный комплект мобильной связи, состоящий из базовой станции на 15 номеров и носимых автоматических радиотелефонов. Сообщается, что была использована система, разработанная Л. И. Куприяновичем.
- 1966 г. — Болгария демонстрирует на выставке «Интероргтехника-66» промышленный комплект мобильной связи, состоящий из мобильных телефонов РАТ-0,5 и АРТ-0,5 и базовой станции РАТЦ-10, рассчитанный на одновременную работу 6 мобильных телефонов. Впоследствии были разработаны модели, рассчитанные на работу с 69 и 699 телефонами. Система выпускалась болгарской промышленностью для ведомственной связи и использовалась до 90-х годов. Телефон в действии был показан в сюжете киножурнала «Новости дня» ("Хроника наших дней"), 35, 1966 г.
- 11 апреля 1972 года британская фирма Pye Telecommunications продемонстрировала на выставке Communications Today, Tomorrow and the Future в лондонском отеле Royal Lancaster свою модель автоматического мобильного телефона в виде приставки к радиу Pocketphone 70.
- 3 апреля 1973 года Мартин Купер позвонил с мобильного телефона модели «ДунаТАС», весом в 1,15 килограмма, размерами 22,5×3,75×12,5 сантиметра. В нём было 2 тыс. деталей. Заряда аккумулятора хватало на 20 минут разговора.
- 6 марта 1983 компания Motorola выпустила первый в мире коммерческий портативный сотовый телефон — аппарат ДунаТАС 8000X, на разработку которого было потрачено 15 лет и более 100 млн \$. Телефон весил 794 грамма и имел размеры 33×4,4×8,9 см. Заряда аккумуляторов хватало на 8 часов работы в режиме ожидания или на один час в режиме разговора. В розницу телефон стоил 3995 долларов США.
- В 1984 году пользователей мобильной связи было около 300 тыс. человек, в 2003 — уже более чем 1,2 млрд.

- 1 июля 1991 г. в Финляндии празднуется как день первого мобильного звонка в формате GSM(рис.5).

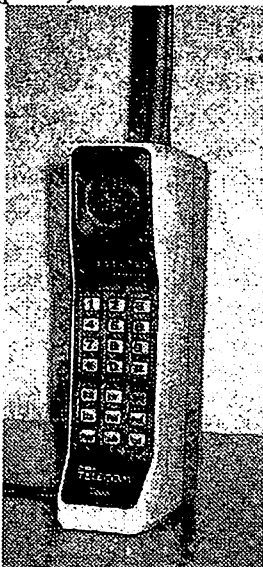


Рис.5. Телефон в формате GSM  
1998 год — выпущен первый мобильник с сенсорным экраном.

## **ВЕЙВЛЕТ ВИДЕОКОДЕК С БОЛЬШОЙ ВЕЛИЧИНОЙ СЖАТИЯ ВИДЕОПОТОКА**

*И.А. Гаврилов (ГУИТ)*

*А.Н. Пузий (ГУИТ)*

С развитием телевизионного вещания возрастают потребности людей, как к качеству наблюдаемых изображений, так и к расширению возможностей телевизионных систем. Так все больше ТВ программ сейчас передается в форматах высокой четкости, что приводит к значительному увеличению объема видеоданных. Также развиваются системы интерактивного и трехмерного телевидения использующие гораздо большие скорости передачи данных. Однако цифровое телевидение использует стандартные 8 мегагерцовые каналы связи, что требует разработки более эффективных методов сжатия объемов видеоданных при сохранении визуального качества отображаемых изображений. Еще более сложная задача стоит при передаче ТВ программ по относительно узкополосным каналам Интернета и мобильной связи, где требуются коэффициенты сжатия видеопотока в 130 и более раз.

Проведенные исследования показали, что традиционные методы межкадровой обработки изображений, на основе компенсации движения,

становятся «тормозом» для увеличения сжатия видеопотока больше чем в 80 раз. Это связано с тем, что механизмы межкадровой обработки, связанные с разделением изображения на блоки и изменением его блочной структуры, формируют массив служебной информации (метаданных) для восстановления исходной последовательности блоков при декодировании. В стандартах MPEG-1, MPEG-2 использовалось 1620 макроблоков размером 16x16 пикселей, для позиционирования которых требовался массив метаданных порядка 3240 байт. При средних коэффициентах сжатия видеоданных (40-50 раз) такой довесок не сильно влияет на результирующий коэффициент сжатия. Однако при сжатии в 80 и более раз крупные блоки не в состоянии аппроксимировать видеообъекты произвольной формы, поэтому в стандартах MPEG-4 AVC и H-264 размер блоков уменьшается до 8x8 или даже 4x4 пикселя. В этом случае количество блоков возрастет до 25920, что увеличивает размер метаданных до 52 кбайт, а это может вообще свести на нет все преимущества компенсации движения. Поэтому для обеспечения величины сжатия видео потока в 100 и более раз необходимы алгоритмы с минимальным объемом метаданных или вообще не использующих их.

К альтернативным методам обработки изображений можно отнести следующие:

- применение вейвлет преобразований вместо ДКП, обеспечивающие увеличение сжатия видеоданных в 1,5-2 раза без ухудшения их визуального качества;
- использование понижение яркости исходного изображений в 2 раза на этапе предварительной обработки изображений (блок  $V/2$ , рис. 1 ) и обратное ее повышение при декодировании (блок  $V*2$ , рис.1), позволяет уменьшить требуемое количество бит для хранения сжатых видеоданных примерно в 1,5 раза и соответственно увеличить коэффициент сжатия;
- для межкадровой обработки целесообразно использовать простые алгоритмы вычисления межкадровой разницы, позволяющие на изображениях с довольно сильным движением увеличить сжатие видеопотока в 1,5-2 раза;
- повысить эффективность межкадровой обработки при перемещениях камеры, может компенсация глобального движения на основе плоско параллельных сдвигов пикселей, требующая не более 2-4 байтов метаданных;
- поскольку сжатие видеоданных сильно зависит от структуры изображений (из-за слабой корреляции пикселей мелкоструктурные изображения сжимаются плохо), то можно уменьшить размер исходного кадра в 2 раза перед сжатием данных и восстановить его истинный размер интерполяционными методами при декодировании.

Таким образом, комплексное использование перечисленных методов обработки изображений позволяет увеличить величину сжатия видеопотока в 13-18 раз, что обеспечивает коэффициент сжатия до 150-200 раз без существенного ухудшения качества изображений.

На рис.2. представлен вариант структурной схемы предлагаемого видеокodeка, который может быть программно реализован на базе отладочного модуля NVCom-01MEM-3U микроконтроллера 1892BM10Я (рис. 1), разработанного в ГУП НПЦ "ЭЛВИС" (Россия).

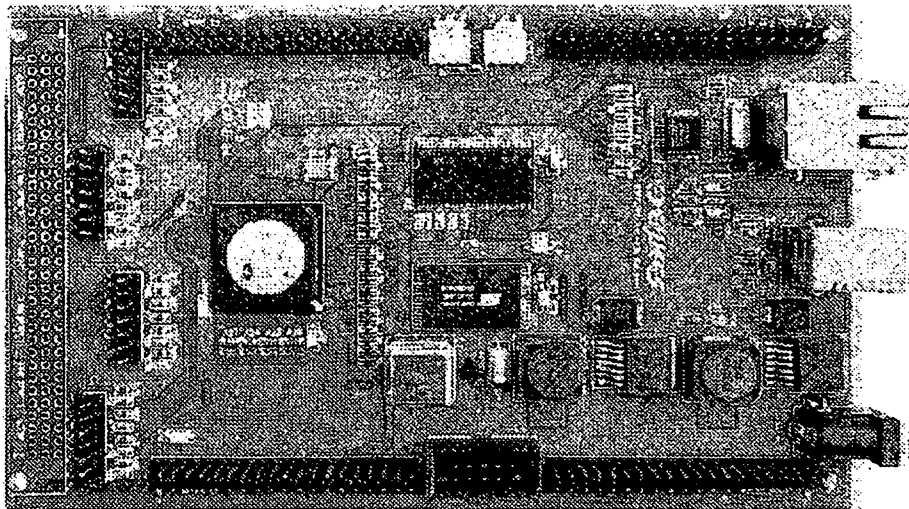


Рис. 1. Внешний вид отладочной платы NVCom-01MEM-3U микроконтроллера 1892BM10Я.

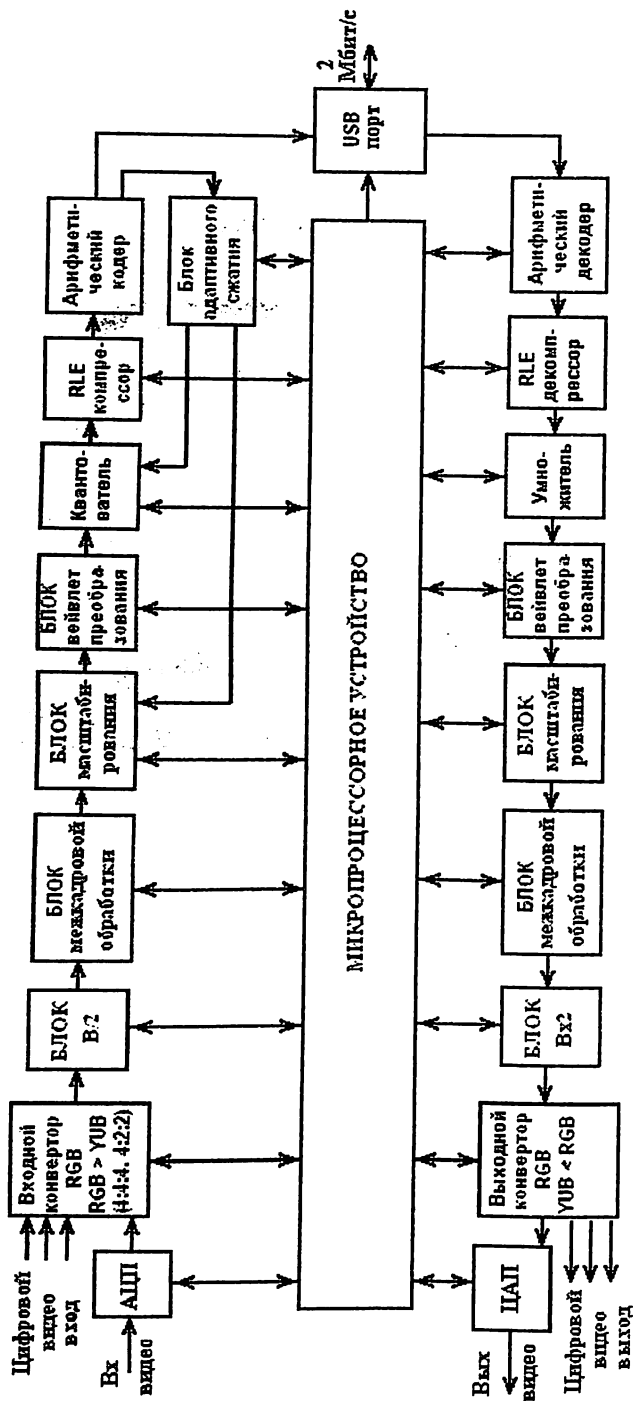


Рис.2. Вариант обобщенной структурной схемы предлагаемого видеокодека

## **ВЫБОР МЕТОДА ЯРКОСТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БОЛЬШИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СЖАТИЯ ВИДЕОПОТОКА**

*И.А.Гаврилов (ГУИТ)*

На коэффициент сжатия видео потока телевизионных изображений влияет целый ряд факторов. В первую очередь, это наличие избыточной информации (кодовая, структурная, статистическая, психовизуальная, временная), величина которой сильно зависит от структуры самого видеосюжета. Так изображения с относительно однородным фоном содержат значительный объем избыточной информации и соответственно сжимаются лучше, чем изображения с мелким деталями и значительными перепадами яркости.

Во вторую очередь на эффективность кодирования влияет объем служебной информации (метаданные), который обычно возникает при блочном делении изображений для устранения межкадровой избыточности на основе компенсации движения. При этом, чем точнее требуется обеспечить компенсацию движения для увеличения сжатия видеопотока, тем больше требуется мелко размерных блоков, что влечет существенное возрастание объема метаданных. А увеличение размера метаданных приводит к уменьшению результирующей величины сжатия, поскольку метаданные передаются в едином потоке с видеоданными. Так, при обработке изображений стандартной четкости размером 720x576 блоками 16x16 пикселей, массив метаданных при средней скорости движения объектов, занимает 3240 байт (2 байта на координаты вектора движения). При средних коэффициентах сжатия видеоданных (40-50 раз) такой «довесок» не сильно влияет на результирующий коэффициент сжатия. Однако при сжатии в 80 и более раз крупные блоки не в состоянии аппроксимировать видеообъекты произвольной формы, поэтому размер блоков часто уменьшается до 8x8 или даже 4x4 пикселя. В этом случае количество блоков возрастет до 25920, что увеличивает размер метаданных до 52 кбайт, а это может вообще свести на нет все преимущества компенсации движения. Кроме того, довольно точный поиск новых координат сместившихся блоков займет довольно много времени, поэтому для реализации кодеков требуются высокопроизводительные и дорогие микропроцессорные устройства обработки изображений.

Еще одним фактором, влияющим на эффективность сжатия видеоданных, является яркость исходного изображения, поскольку величина значений пикселей влияет на размерность конечного кода. Таким образом, уменьшение яркости изображения перед кодированием и восстановление ее при декодировании позволяет уменьшить требуемое



количество бит, для передачи значений пикселей и, соответственно, массива данных выходного потока. Такой подход используется в стандарте JPEG-2000. Однако, в этих кодеках осуществляется простой сдвиг яркости пикселей, за счет вычитания от значений пикселей средней яркости изображения. Это приводит к повышению величины сжатия видеоданных, но на сюжетах с большими перепадами яркости небольших видео объектов среднее значение может оказаться довольно низким и выигрыш окажется незначительным.

Наиболее простым, но эффективным методом яркостного преобразования исходного изображения является деление значений пикселей на целые числа при кодировании и умножение полученных результатов на эти же числа при декодировании. Данный метод очень прост в реализации, обладает очень высоким быстродействием и главное, не формирует дополнительных метаданных. К недостатку метода можно отнести, то, что при операциях деления возникают дробные числа, которые при округлении до целочисленных значений вызывают безвозвратную потерю информации, приводящую к искажению цветопередачи изображения при восстановлении. Однако, если ограничиться понижением яркости изображений в 2 раза, то погрешность округления не превысит величину младшего разряда, что при 8 разрядном кодировании, визуально практически незаметно.

Для оценки влияния снижения яркости исходных изображений в 2 раза на коэффициент сжатия видеокодека на вейвлет преобразованиях (В11) было проведено исследование по обработке тестовых изображений различных сюжетов и жанров без использования квантователя видеокодека.

При проведении экспериментов вначале сжимались исходные изображения, затем эти же изображения с уменьшенной в 2 раза яркости, после чего при декодировании происходило восстановление обработанных изображений. На рис.1 и 2 представлены исходные, преобразованные и восстановленные тестовые изображения.

Визуальные результаты обработки изображений представлены на рис. 2 и сведены в таблицу 1, по которым построены гистограммы зависимостей коэффициента сжатия исходных и преобразованных изображений (рис.3)



Рис.1. Исходное и преобразованное тестовое изображение «Буран»

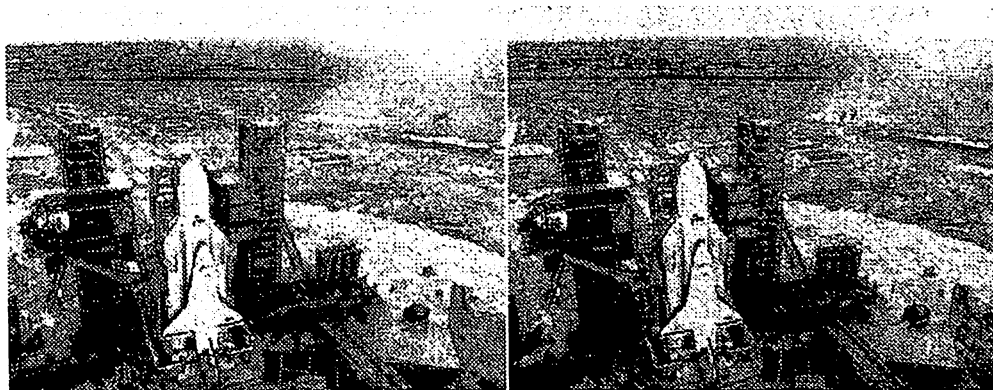


Рис.2. Сравнительное качество исходного и декодированного изображения «Буран»

Таблица 1

№	Тип видеосюжета	Коэффициент сжатия		Выигрыш %
		исходное	Преобраз.	
1.	Буран	8,4	13,1	56
2.	Закаг	28	42	50
3.	Саша	23,8	35,7	50
4.	Природа	8,5	13,3	56,5

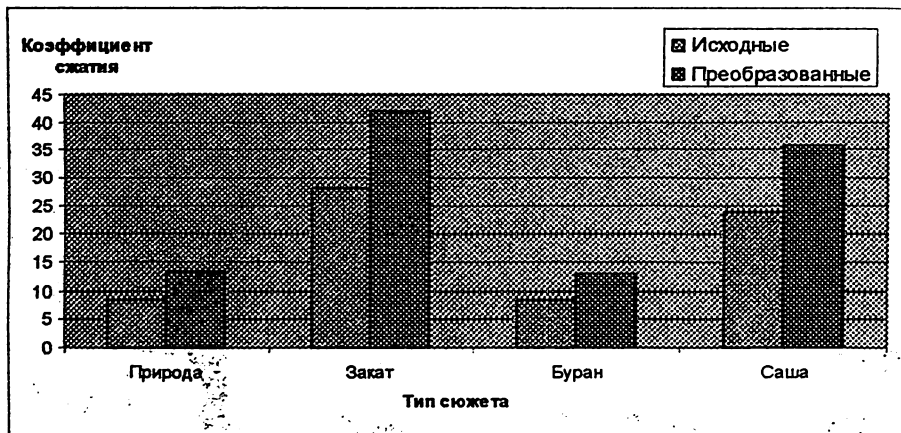


Рис.3. Сравнительный коэффициент сжатия исходных и преобразованных изображений.

## АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ КОДИРОВАННЫХ ТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ

*Х.Р. Даuletова (ТУИТ, магистрант)*

Оценка качества сжатия цифровых видеосигналов требует как нового оборудования, так и принципиально новых подходов и методов, учитывающих особенности цифровой обработки изображений. При оценке параметров и качества различного оборудования сжатия цифровой видеoinформации в настоящее время представляет большой интерес разработка методов оценки качества цифрового кодирования, использующего стандарты MPEG. Эти стандарты обладают большой гибкостью, позволяют изменять целый ряд параметров, существенно определяющих качество передачи, не выходя за рамки стандарта. К этим важным параметрам следует отнести выбор коэффициентов квантования для различных участков изображения, выбор максимального размера окна поиска векторов движения и их точность, выбор типов макроблоков в каждом кадре, алгоритм выбора длин последовательностей кадров различного типа, и другие решения, являющиеся фактически "ноу-хау" производителей кодера. Каждый из этих параметров по своему влияет на вносимые кодером искажения, поэтому рассмотрим основные типы искажений возникающих при кодировании ТВ изображений.

**Блокинг-эффект (Blocking Effect)** - Характерное разбиение всего изображения на квадратные блоки 8x8 пикселей с заметными границами.

Блокинг-эффект возникает вследствие деления изображения на блоки с последующим их независимым кодированием, в котором

используется дискретное косинусное преобразование (ДКП) и квантование коэффициентов.

Характерной особенностью ДКП с учетом квантования коэффициентов является возникновение ненулевых ошибок на границах блоков, которые замечаются глазом как скачки яркости от одного блока к другому (рис. 1.).

Оценка блокинг-эффекта осуществляется по формуле:

$$БЭ = \frac{100}{(N-1)(M-1)} \sum_{n,m,k=0}^7 \sum_{j=0}^7 \left[ \frac{|X_{0k}^{nm} - X_{7k}^{(n-1)m}|}{|X_{0k}^{nm} + X_{7k}^{(n-1)m}|} + \frac{|X_{0k}^{nm} - X_{7k}^{(n-1)m}|}{|X_{0k}^{nm} + X_{7k}^{(n-1)m}|} \right] \% \quad (1)$$

где  $X_{ij}^{nm}$  - отсчеты сигнала в блоке 8\*8 пикселей, пронумерованном вдоль кадра индексом  $0 < n < (N-1)$  и поперек кадра индексом  $0 < m < (M-1)$ ;

$N*M$  - количество блоков в кадре;

$i$  и  $j$  - нумерация пикселей в каждом блоке:  $0 \leq i, j \leq 7$



Рис. 1. Исходное изображение и его блокинг-эффект, возникающий при сильном квантовании коэффициентов дискретного косинусного преобразования

**Мозаичный эффект (Mosaic Pattern).** Мозаичный эффект выглядит подобно блокинг-эффекту, но обуславливается не резкими переходами между различными блоками, а заметным глазу различием всей информации в соседних блоках. Можно также определить мозаичный эффект как остаточный блокинг-эффект после деблокинговой ререкции низкочастотными фильтрами. Несмотря на то, что переходы между блоками становятся плавными, глаз воспринимает изображение как разбитое на блоки. Мозаичный эффект также возникает при слишком грубом квантовании коэффициентов ДКП, при котором изображения внутри соседних блоков сильно отличаются друг от друга.

Оценка мозаичного эффекта осуществляется по формуле:

$$MЭ = \frac{100}{(N-1)(M-1)} \sum_{\forall n, m \forall i, j} \left[ \left| \frac{X_{ij}^{nm} - X_{ij}^{(n-1)m}}{X_{ij}^{nm} + X_{ij}^{(n-1)m}} \right| + \left| \frac{X_{ij}^{nm} + X_{7k}^{(n-1)m}}{X_{ij}^{nm} + X_{ij}^{(n-1)m}} \right| \right] \% \quad (2)$$

**Размытие изображения (Blurring).** При большом коэффициенте сжатия наблюдается размытие изображения, обусловленное значительным ограничением, либо полным обнулением высокочастотной части спектра ДКП. Мелкие детали становятся либо размытыми, либо полностью пропадают в изображении, как показано на рис. 2.

Размытие изображения может быть оценено путем измерения К-фактора импульсной характеристики и искажениями частотного клина.



Рис. 2. Исходное изображение и эффект его размытия при потере высокочастотных коэффициентах.

**Окантовки на границах (Ringing).** Этот тип искажений проявляется как появление характерных окантовок на резких переходах яркости изображения, обусловленных отсутствием высокочастотных компонент спектра, либо значительным их искажением. Поскольку ступенчатый сигнал содержит большое количество спектральных компонент (амплитуда которых убывает лишь обратно пропорционально их номеру), изменения амплитуд ДКП вследствие квантования могут нарушить монотонность функции вблизи ступеньки, что визуально проявляется как колебания яркости на резких переходах.

Этот вид искажений оценивается с использованием специальных трафаретов переходной характеристики кодирующей системы.

**Размытие цветов (Colour Bleeding).** Размытие цветов имеет такую же причину, что и эффект окантовки на границах, но проявляется на участках изображения с резкими скачками в сигнале яркости.

Оценивается по изменению цвета на резких переходах сигнала яркости.

**Искажения типа ступеньки (Staircase Effect).** Данные искажения возникают как результат неправильного восстановления или передачи краев изображений внутри блоков. При рассмотрении каждого блока в отдельности

граница, проходящая по некоторому числу блоков, выглядит нормально. Иными словами, часть границы внутри блока визуальнo воспринимается правильно. Тем не менее, при переходе к следующему блоку граница объекта

терпит скачок и, в целом, выглядит как ступенька с элементами, параллельными границам блоков. Причиной возникновения данного эффекта является использование в качестве базиса разложения функций ДКП, построенных в декартовых координатах. Каждая из базисных функций имеет строго выраженную вертикальную и горизонтальную ориентации. Поэтому при грубом квантовании коэффициентов ДКП на наклонной границе проявляется внутренняя ориентация базисных функций по осям координат. Следует отметить, что данный эффект проявляется, как правило, при воспроизведении восстановленного изображения в увеличенном масштабе.

**Искажения, имеющие вид базисных функций ДКП (DCT Basis Image Blocks).** Этот эффект проявляется в виде структур, очень похожих по форме на базисные функции ДКП (рис. 3). На рис.3 приведены базисные функции ДКП для блока размером 8x8.

Этот эффект оценивается по формуле:

$$BF = \max_i 100 \frac{DKI_i}{\sum_{v_i} DKI_i} \%$$

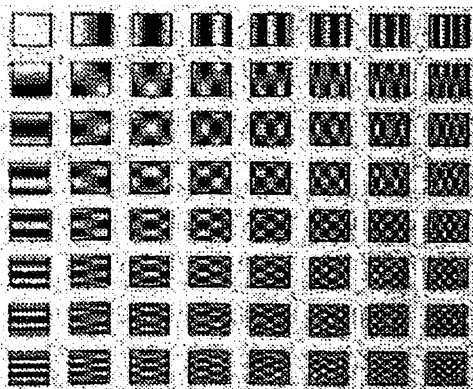


Рис.3. Базисные функции дискретного косинусного преобразования (ДКП) для блока размером 8x8 точек

**Эффект “комаров” (Mosquito Effects).** Этот эффект проявляется как флуктуации яркости или цветности в блоке на границе между движущимся объектом и фоном. Обычно уровень флуктуации не очень велик. Тем не менее, поскольку человеческий глаз достаточно чувствителен к изменениям, дрожание яркости или цветности может оказаться заметным. Этот эффект выглядит так, как будто много мелких комаров летает вокруг объекта, отсюда происходит название эффекта. Он обусловлен

межкадровым кодированием потока и возникает вследствие различной степени квантования ошибки предсказания от кадра к кадру. Часть блока, который подвергается компенсации движения, может передаваться правильно, но другая часть, соответствующая фону и ошибка предсказания которой не мала, может передаваться с искажениями вследствие более глубокого квантования коэффициентов ДКП.

Этот эффект оценивается по максимальному изменению яркости или цветности на границе движущегося объекта изображения.

## **ОСОБЕННОСТИ СЖАТИЯ ВИДЕОДАНЫХ НА ОСНОВЕ РАЗДЕЛИМЫХ И НЕРАЗДЕЛИМЫХ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ**

*Р.Р.Ибрагимов (ТУИТ, студент)*

В настоящее время в связи с ограниченностью частотного ресурса и развития телевидения высокой четкости, а так же объемного телевидения, важной задачей является создание более эффективных методов и алгоритмов сжатия видеоданных в режиме реального времени.

На сегодняшний день одним из перспективных подходов к сжатию видеоданных являются использование вейвлет преобразований, которые обеспечивают примерно в 1,5-2 раза большие коэффициенты сжатия при сохранении визуального качества изображений. Однако существующие методы производят обработку изображений в 2 этапа (по горизонтали и вертикали), то есть являются разделимыми. При этом не учитывается пространственная корреляция пикселей, что снижает возможную эффективность их работы. Поэтому одним из перспективных направлений исследований является разработка методов неразделимого вейвлет преобразования, обладающих потенциально большей величиной сжатия.

Обработка изображения разделимым вейвлет преобразованием представляет собой последовательную горизонтальную и вертикальную фильтрацию по нижним и верхним частотам массива данных изображения. Очередность горизонтальных и вертикальных преобразований не имеет особого значения и определяется нашими стереотипами.

Рассмотрим случай, когда будет происходить сначала горизонтальная, затем вертикальная обработка. На каждом шаге преобразования происходит два разбиения по частоте. В качестве примера возьмем некоторое изображение размером  $N \times N$ . Вначале каждая из  $N$  строк изображения разделяется поровну на низкочастотную и высокочастотную составляющие. Получается два изображения размерами  $N \times N/2$ . Далее, каждый столбец обрабатывается аналогичным способом. В результате получается четыре изображения размерами  $N/2 \times N/2$ : низкочастотное по горизонтали и вертикали, высокочастотное по горизонтали и вертикали, низкочастотное по горизонтали и высокочастотное по вертикали и

высокочастотное по горизонтали и низкочастотное по вертикали. Рассмотрим разделимую вейвлет фильтрацию на примере однородного тестового изображения (рис. 1) В конечной структуре массива коэффициентов (рис. 2) получается множество однородных коэффициентов, которые в дальнейшем обрабатываются компрессором длинных серий. Принцип работы данного компрессора – серия одинаковых элементов записывается как один элемент с указанием числа его повторений, т.е. для хранения большого количества однотипных данных требуется гораздо меньший объем памяти.

В связи с тем, что вейвлет функция является относительно длинной, возникает проблема граничных условий – для НЧ-фильтра в первой позиции не хватает смежного пикселя слева, а для ВЧ-фильтра не хватает смежного пикселя в конце строки. Такая же проблема возникает и с фильтрацией границ при вертикальной обработке.

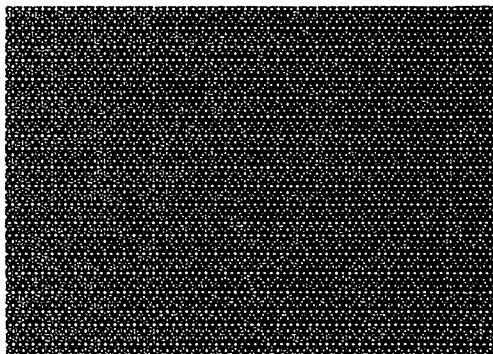


Рис.1. Тестовое изображения размером 320 x 240 со значением  $Y=30$

**Исходные значения пикселей**

НЧ	ВЧ	НЧ	ВЧ	НЧ	ВЧ
30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30

**Горизонтальная фильтрация**

НЧ	ВЧ	НЧ	ВЧ	НЧ	ВЧ
30	0	30	0	30	0
30	0	30	0	30	0
30	0	30	0	30	0
30	0	30	0	30	0
30	0	30	0	30	0
30	0	30	0	30	0

**Вертикальная фильтрация**

НЧ	ВЧ	НЧ	ВЧ	НЧ	ВЧ	
30	0	30	0	30	0	НЧ строка
0	0	0	0	0	0	ВЧ строка
30	0	30	0	30	0	НЧ строка
0	0	0	0	0	0	ВЧ строка
30	0	30	0	30	0	НЧ строка
0	0	0	0	0	0	ВЧ строка

Рис.2 Разделимое В11 тестового изображения



Эту проблему чаще всего решают путем продолжения изображения за границы. В основном используются периодическое и симметричное продолжения. Недостаток периодического продолжения состоит в том, что оценка строится по наблюдениям, отстоящим друг от друга на  $N$  отсчетов. В результате получаются значительные ошибки оценивания, что отрицательно сказывается на эффективности сжатия. В случае симметричного продолжения оценка является экстраполяцией оцениваемого элемента, и, в основном, имеет меньшую энтропию, чем оценка, полученная методом периодического продолжения. Вследствие этого симметричное продолжение обеспечивает большую эффективность сжатия.

В уменьшенной копии исходного изображения в массиве данных хранится низкочастотная компонента, в которой сохраняются свойства оригинального изображения. При этом необходимо, чтобы низкочастотная компонента сохраняла среднее значение отсчетов исходного изображения. Этого можно добиться путем периодического продолжения изображения за его границы.

При обработке границ возникают ошибки, которые влекут за собой большие трудности при межкадровой обработке видеоданных на основе блочных методов компенсации движения, поэтому усовершенствование методов представления граничных отсчетов также является перспективной задачей.

Неразделимый вейвлет фильтр при обработке массива учитывает корреляцию смежных пикселей как по горизонтали, так и по вертикали - во время частотной фильтрации происходит более точное определение коэффициентов предсказания. Алгоритмическая сложность сравнима со сложностью разделимых преобразований, но при этом обеспечивается большая декорреляция, соответственно обеспечиваются большие коэффициенты сжатия.

В случае неразделимых преобразований граничные условия усложняются, так как необходимо решать проблему нехватки данных одновременно по горизонтали и по вертикали. В зависимости от длины фильтра увеличивается число недостающих пикселей, соответственно происходит расширение граничной зоны для недостающих элементов. Влияние потерь при кодировании с использованием периодического и симметричного продолжения изображения за его границы при неразделимых вейвлет преобразованиях на качество восстановленного изображения требует дополнительных исследований.

В настоящее время разработано неразделимое преобразование на основе вейвлета Хаара. Однако, вейвлет Хаара имеет всего два коэффициента, то есть он обладает недостаточной гладкостью и точностью аппроксимации изображения. Это приводит к тому, что при восстановлении изображения возникает значительные искажения. Поэтому он в основном используется в научных исследованиях и на практике мало

используется для сжатия изображений.

В результате анализа вейвлет фильтров, применяемых на практике для сжатия видеоданных, широкое применение находят фильтры на основе функций Коэна-Добеши-Фово (CDF22, CDF24, CDF97), Вилласенора - V610, Койфмана-BCW3,TS2/6, MIT97, Deslauriers-Dubuc(9/7), LeGall(5/3), Daubechies(7/9), которые обеспечивают хорошую величину сжатия при сохранении визуального качества видеоданных. При этом особый интерес представляет собой вейвлет фильтр на основе функции Legall 5/3 отличающийся относительно короткой длиной, на котором удобно реализовать механизм неразделимого вейвлет преобразования.

В материалах доклада приводятся более подробные результаты исследований.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ НЕРАЗДЕЛИМОГО ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ 3-Х ТОЧЕЧНОГО ВЕЙВЛЕТ ФИЛЬТРА LEGALL 5,3 ДЛЯ СЖАТИЯ ТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

*Р.Р.Ибрагимов (ГУИТ, студент)*

Сегодня в связи с ограниченной пропускной способностью каналов связи и бурным развитием информационных технологий, в особенности цифрового телевидения, важной задачей является создание и внедрение более эффективных методов и алгоритмов сжатия видеоданных.

Одним из активно развивающихся направлений исследований являются методы сжатия видеопоследовательностей на основе вейвлет функций. Они позволяют достичь коэффициентов сжатия порядка 60-100 раз при сохранении хорошего визуального качества восстановленных изображений. На данный момент в основном используются разделимые преобразования, в которых обработка массива данных происходит поэтапно по горизонтали и вертикали. Такой подход прост в реализации, но не учитывает пространственную корреляцию пикселей. Поэтому актуальной задачей является разработка методов неразделимых вейвлет преобразований, обладающих потенциально лучшими показателями сжатия видеоданных.

На сегодняшний день существует реализация неразделимого вейвлет преобразований на основе вейвлета Хаара. Однако, данная вейвлет функция не обладает гладкостью и точностью аппроксимации изображения, так как оперирует всего двумя коэффициентами. В восстановленном изображении возникают серьезные искажения, поэтому данный метод не рассматривается на практике для сжатия изображений, но может служить теоретической базой для исследования неразделимых преобразований.

В данной работе рассмотрен вариант реализации неразделимого вейвлет преобразований на основе вейвлета **LeGall 5/3**. Основанием для

выбора именно этого ветвления стала его относительно короткая длина при хорошей гладкости и точность аппроксимации функции. Данная функция представляется в виде двух 3-х точечных фильтров низкой и высокой частоты в разделимом варианте преобразования. В неразделимом преобразовании для анализа корреляции пикселей используются 5 пикселей: обрабатываемый центральный пиксель и пара его окружения по горизонтали и вертикали.

...Разделимые преобразования описываются следующим набором формул:

$$\text{ВЧ фильтр (предсказание): } d_i = b_i - (b_{i+1} + b_{i-1} + 1) / 2 \quad (1)$$

$$\text{НЧ фильтр (обновление): } A_i = (d_{i+1} + d_{i-1} + 2) / 4 + b_i$$

В неразделимых фильтрах формулы (1) незначительно усложняются:

$$\text{ВЧ фильтр (предсказание): } d_i = b_i - (b_{i+1} + b_{i-1} + b_{i+1} + b_{i-1} + 1) / 4 \quad (2)$$

$$\text{НЧ фильтр (обновление): } A_i = (d_{i+1} + d_{i-1} + d_{i+1} + d_{i-1} + 2) / 4 + b_i$$

Из-за особенностей неразделимого преобразования невозможно обрабатывать им весь массив данных изображений. Поэтому используются комбинированный алгоритм разделимых и неразделимых преобразований. Это видно из рисунка 1 и пояснений к нему. В качестве примера возьмем тестовое однородное изображение размером 320 x 240 со значением  $Y = 30$ . На рис. 1 представлена часть массива данных изображения размером 8 x 8 пикселей.

a)

30	30	30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30	30	30

30
30

 обработка неразделимым ВЧ-фильтром  

30
30
30

 недостаточно данных для обработки неразделимым  

30
30
30
30

 обработка неразделимым НЧ-фильтром

b)

30	0	30	0	30	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	30	0	30	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	30	0	30	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	30	0	30	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0

30
30

 необходимо обработать отдельно  

30
30
30

 ВЧ-фильтрация на основе пространственной корреляции

в)

30	0	30	0	30	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	30	0	30	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	30	0	30	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	30	0	30	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0

конечная структура массива данных

Рис. 1. Комбинированная обработка массива данных изображения:

- a) обработка рабочей зоны, верхней и левой границ;
- b) обработка правой и нижней границ, углового правого нижнего пикселя;
- в) структура данных, подготовленная для компрессии

Неразделимые преобразования, используемые в обработке рабочей зоны, не затрагивают часть данных, поэтому приходится дополнять их разделимыми фильтрами (рис.1,а). При обработке границ используется метод симметричного продолжения изображения за его границы. Обработка правой и нижней границ происходит отдельно (рис.1, б), так как последняя строка и столбец будут представлять собой ВЧ компоненты. Угловой правый нижний пиксель обрабатывается с учетом пространственной корреляции неразделимым преобразованием с применением симметричного продолжения.

Структура данных, полученная в результате комбинированной фильтрации, удобна для использования компрессора длинных серий. Восстановление изображения происходит в обратном к кодированию порядке.

В материалах доклада приводятся более подробные результаты исследований.

## **ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТА СЖАТИЯ ТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ H.265**

*Исмаилов У.Н. (ТУИТ студент)*

Изучая методы цифрового сжатия сигналов привело к разработке стандартов MPEG-2, MPEG-4 AVC по кодированию и мультиплексированию сигналов изображения, звука и данных для систем цифрового ТВ вещания. Эти стандарты сделали возможным интерактивное видео на CD-ROM и цифровое телевидение. Эти стандарты были предназначены для ТВ применений и средств записи с ограниченной полосой частот канала. Они обеспечивали также сопряжение данных применений и средств с асинхронным режимом передачи. MPEG-4AVC разрабатывался в основном для предоставления пользователю возможности декодировать сигналы программ вещания с цифровым сжатием. MPEG-4AVC — это основополагающее описание путей мультиплексирования набора сжатых цифровых сигналов (видео, звук, данные) в поток, предназначенный для передачи цифровых пакетов. MPEG-4AVC не тормозит прогресс в сжатии сигналов, а дает возможность проектировать цифровые ТВ системы различного назначения и качества. Диапазон этих систем простирается от компьютерной видеотелефонии до ТВ.

MPEG-4 AVC предназначен для решения трех проблем:

- Цифровое телевидение;
- Интерактивные графические приложения (synthetic content);
- Интерактивное мультимедиа World Wide Web.

А переходом цифрового телевизионного вещания на формат высокой четкости (HD) резко возросли объемы передаваемых видеоданных в результате чего число HD передаваемых по каналу связи ТВ программ

сократилось в 2 раза. Поэтому для более эффективного использования частотного ресурса был разработан улучшенный вариант видеокodeка, получившего названия H.265 или HEVC (HighEfficiencyVideoCoding, т.е. высокоэффективное кодирование видеосигнала). Это стандарт был утвержден В 2013г международным союзом электросвязи (ITU). Данный стандарт позволит передавать видео с вдвое меньшим битрейтом, чем H.264, при сохранении качества изображения.

Этот стандарт разработан двумя группами экспертов MPEG (ISO/IECMovingPictureExpertsGroup) и VCEG (ITU-TVideocodingExpertsGroup). HEVC разрабатывался для практически всех приложений, в которых используется стандарт MPEG-4, а именно: ТВ, системы сбора и редактирования видеoinформации, камкодеры, системы видеонаблюдения, потоковое видео в интернете и мобильных сетях, Blu-ray диски, видеочаты, видеоконференцсвязь и т.д.

Этот кодек поддерживает видео в разрешении до 7680×4320 пикселей, при этом для просмотра 4k-видео, закодированного в стандарте H.265, достаточно Интернет-соединения со скоростью около 25МБ/с.

При кодировании видео в HEVC применяется такой же «гибридный» подход, что и во всех современных кодеках, начиная с H.261. Он заключается в применении внутрикадрового и межкадрового (Intra-/Inter-) предсказания и двумерного кодирования с преобразованием (см. рис.).

В кодеке HEVC каждый видеок кадр делится на блоки. Первый кадр видеопоследовательности кодируется с использованием только внутрикадрового предсказания, то есть применяется пространственное предсказание ожидаемого уровня отсчёта внутри кадра по соседним отсчётам, при этом отсутствует зависимость от других кадров. Для большинства блоков всех остальных кадров последовательности, как правило, используется режим межкадрового временного предсказания. В режиме межкадрового предсказания на основании данных о величине отсчётов опорного кадра и вектора движения оцениваются текущие отсчёты каждого блока. Кодер и декодер создают идентичные межкадровые предсказания путем применения алгоритма компенсации движения с помощью векторов движения и данных выбранного режима, которые передаются в качестве дополнительной информации.

Более высокая производительность кодека достигнута за счет изменения параметров блоков, параллельного декодирования и осуществление произвольного доступа к информации внутри видеопотока. Так, максимальный размер блока в стандарте H.265 может достигать 4096 пикселей вместо 256 пикселей у H.264. Параллельное декодирование нового типа дает возможность одновременно и раздельно форматировать элементы одного кадра, чего в H.264 не предусматривается. Кроме того, произвольный доступ к изображениям осуществляется без декодирования предшествующих в потоке изображений. Данный режим работы является



параметр можно регулировать самим пользователем. Но если речь идет о координировании работы различных технических средств, пропускная способность сетей может сыграть в этом свое значение. Когда пропускная способность сети, по которой идет передача данных, способна передавать со скоростью H.264, то при использовании H.265 можно либо улучшить качество изображений, либо увеличить число передаваемых ТВ программ.

Новый стандарт H.265 позволяет решить следующие основные задачи:

- повышение эффективности кодирования с сохранением исходного визуального качества изображений после их декодирования (требуется лишь половина скорости передачи в битах по сравнению со стандартом MPEG-4);
- удобная интеграция в транспортные сети и системы;
- повышение устойчивости к потерям и выпадениям данных.

Так же в новом стандарте применены древовидные структуры кодирования (вместо макроблоков, применявшихся во всех предшествующих стандартах) и декодирования (структура квадродерева) изображений.

## **АНАЛИЗ ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫХ МЕТОДОВ МАСШТАБИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

*З.А. Исмаилова (ГУИТ, студентка)*

В настоящее время широко развиваются мультимедийные технологии, включающие в себя обработку звука, видео, графики и т.д. При этом часто возникает необходимость изменения форматов изображения, например при переходе с формата с HD на SD или увеличения мелких изображений. То есть решается задача масштабирования изображений, однако при простом копировании пикселей возникают существенные искажения увеличенных изображений. Поэтому для увеличения размеров изображений применяются различные методы интерполяции, которые вычисляют значения недостающих пикселей по значениям их окружения.

В настоящее время существует довольно большое разнообразие методов и алгоритмов интерполяции изображений, отличающихся точностью восстановления изображений, сложностью и быстродействием применяемых алгоритмов, достоинствами, недостатками и областями применения. Поэтому рассмотрим наиболее распространенные методы интерполяции более подробно.

Размер изображения может быть изменен несколькими способами, самым легким, это может быть удвоение или копирование ближайшего пикселя, заменяющий каждый пиксель четырьмя пикселями того же цвета. Полученное изображение получится больше оригинала, но он приобретает изображение лестницы или лестничный эффект. Другие методы

интерполяции лучше подходят для сохранения гладких контуров изображения. Например как, билинейные, бикубические и конечно же b-сплайновые интерполяции, интерполяции Митчелла, Ланцоша, Ленцоша, которые рассмотрены подробно далее.

**Интерполяция Ланцоша (Фильтр Ланцоша (Lanczos)).** Это вид интерполирования, также занимающийся цифровым увеличением изображения. Он часто применяется для изменения разрешения (передискретизации) оцифрованных изображений. Назван в честь венгерского учёного Корнелия Ланцоша (венг. Lánzos Kornél). В фильтре

применяется нормированная функция  $\text{sinc}(x) = \frac{\sin \pi x}{\pi x}$ . Импульсная характеристика которой:

$$h(t) = \begin{cases} \sin c(t) \sin c(\frac{t}{a}); -a < t < a, t \neq 0 \\ 1; t = 0 \\ 0; \text{неизвестно} \end{cases}$$

Применение фильтра позволяет добиться высокой чёткости изображения, но с возможными артефактами типа звона. Вокруг линий возникают узкие контрастные области, что позволяет сохранить резкость линий при сохранении достаточной гладкости тональных переходов.

**B-сплайновые интерполяции.** Это представитель группы так называемых «кусочно-кубических» алгоритмов. Термин b-сплайн был введен И. Шенбергом и является сокращением «базисный сплайн». Термин b-сплайн часто описывает сплайн-кривую, которая задана сплайн-функциями, выраженными линейными комбинациями b-сплайнов. Они используются как для интерполяции функций, так и в качестве базисных функций при построении методов типа конечных элементов. B-сплайном степени  $N - 1$  дефекта 1 относительно узлов  $\{t_i\}_{i=0}^{n+N}$  называется функция:

$$B_{N-1,n(t)} = B_{N-1(t_n, t_{n+1}, \dots, t_n + t)} = (-1)^N (t_{N+n} - t_n) \sum_{i \rightarrow n}^{n+N} \frac{(t_i - t)_{\max}^{N-1}}{\prod_{j \rightarrow n, j \neq i}^{n+N} (t_i - t_j)}$$

$$(t_i - t)_{\max}^{N-1} = \begin{cases} (t_i - t)^{N-1}, t \leq t_i; \\ 0, t > t_i. \end{cases}$$

**Интерполирование Митчелла (Фильтр Митчелла (Mitchell)).** Этот полином считается модификацией алгоритма b-сплайна и является фильтром с колоколообразной импульсной характеристикой.

**Интерполяция Гаусса (фильтр Гаусса).** Еще один метод интерполяции, он помогает удалять, за счет применения преобразований Фурье, высокочастотные шумы и лестничные эффекты, которые могут появиться при масштабировании. Изображение при использовании этого алгоритма получается немного размытым, даже с небольшим



коэффициентом масштабирования. Фильтр гаусса это линейный фильтр с ядром Гаусса:

$$K(\xi, \eta) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{\xi^2 + \eta^2}{2\sigma^2}}$$

Гауссиан всегда больше нуля, но почти весь сосредоточен в области вокруг нуля (правило 3-х сигм), поэтому сильно удаленные пиксели почти не будут вносить вклада.

Произведем оценку эффективности перечисленных алгоритмов при обработке тестовых изображений. В данном изображении уменьшены линейные размеры фрагмента в два раза. Затем изображение восстановлено до исходного размера с помощью упомянутых выше методами интерполяции (рис. 1.).

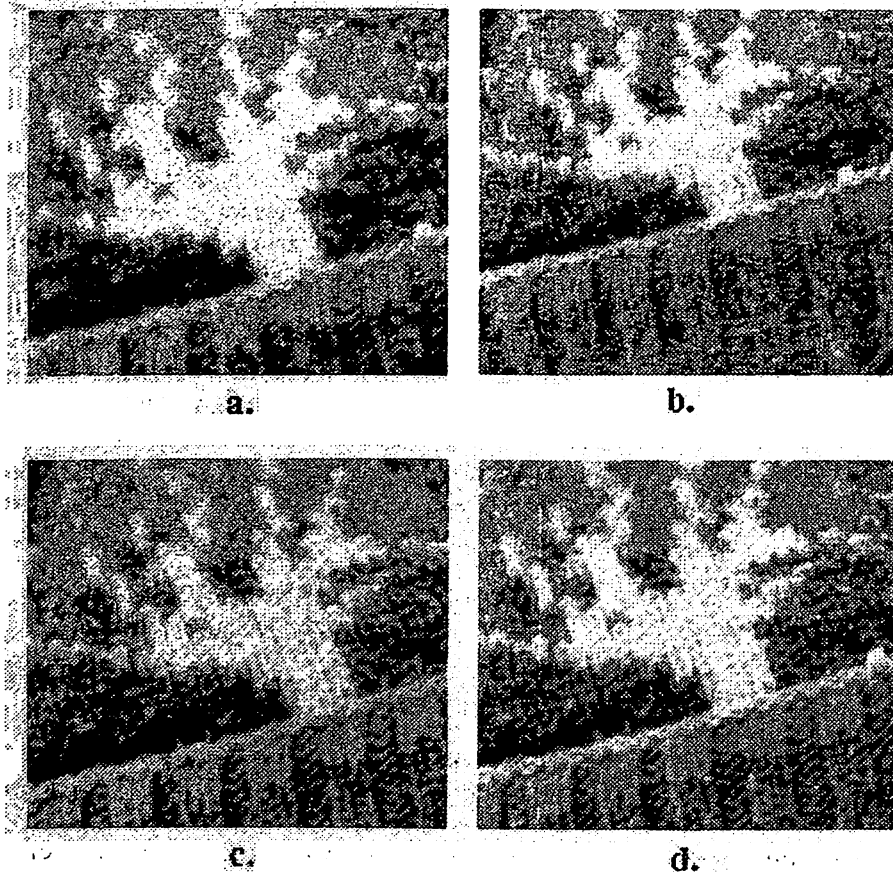


Рис. 1. Визуальное качество увеличенных в 2 раза изображений рассмотренными методами интерполяции: а). Интерполяция Ленцоша; б). б-сплайновая интерполяция; с). Интерполяция Митчелла; д). интерполяция Гаусса.

Результаты анализа изображений показывают, что при масштабировании методом интерполяции Ленцоша, восстановление изображений происходит с избыточными оттенками цветовой гаммы, а интерполяция b-сплайна и фильтры Митчелла показывают, что при увеличении изображение получается размытым. При этом, самое лучшее качество изображений обеспечивает интерполяция Гаусса. Он точнее сохраняет качество и структуру изображения, что при восстановлении необходимо.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ БИЛИНЕЙНОЙ И БИКУБИЧЕСКОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ**

*З.А. Исмаилова (ГУИТ, студентка)*

Развитие вычислительной техники и телекоммуникационных технологий привело к широкому распространению средств получения, обработки, передачи изображений по существующим каналам связи. Однако, в условиях ограниченного частотного ресурса возникают сложности передачи больших объемов видеоданных в реальном масштабе времени, что требует совершенствования методов их компрессии. Одним из наиболее интересных подходов к увеличению величины сжатия видеоданных, является предварительное уменьшение числа пикселей изображений при кодировании и восстановление их исходного числа при декодировании. Так, при уменьшении масштаба изображения в 2 раза обычно просто производится прореживание каждого второго пикселя, а при увеличении масштаба необходимо добавить недостающую информацию, например копированием соседнего пикселя. Однако, такая операция приводит к снижению четкости и существенно искажает структуру изображений, поэтому на практике применяются более сложные методы интерполяции, обеспечивающие определение величины яркости недостающего пикселя по значениям соседних пикселей. В настоящее время существует довольно много различных методов и алгоритмов интерполяции, отличающимися точностью восстановления изображений, сложностью и быстродействием алгоритмов и т.д. Однако, проведенный анализ литературных источников показал, что в основном практическое распространение получила билинейная и бикубическая интерполяции, которые рассмотрим более подробно.

**Билинейный метод интерполирования.** Его идея заключается в том, чтобы провести обычную линейную интерполяцию в одном направлении, затем в другом. То есть, он рассматривает квадрат  $2 \times 2$  известных пикселей, окружающих известных. В качестве интерполированного значения используется среднее значение этих

четырёх пикселей. Алгоритм решения данной интерполяции выглядит следующим образом:

Допустим, что необходимо интерполировать значение функции  $f$  в точке  $P=(x,y)$ . Для этого необходимо знать значения функций в окружающих  $P$  точках:

$$Q_{11}=(x_1,y_1); Q_{12}=(x_1,y_2), Q_{21}=(x_2,y_1), Q_{22}=(x_2,y_2)$$

Первым шагом линейно интерполируется значение вспомогательных точек  $R_1$  и  $R_2$  вдоль оси абсцисс, где

$$R_1=(x,y_1); R_2=(x,y_2);$$

$$f(R_1) \approx \frac{x_2-x}{x_2-x_1} f(Q_{11}) + \frac{x-x_1}{x_2-x_1} f(Q_{21})$$

$$f(R_2) \approx \frac{x_2-x}{x_2-x_1} f(Q_{12}) + \frac{x-x_1}{x_2-x_1} f(Q_{22})$$

Теперь проводится линейная интерполяция между вспомогательными точками  $R_1$  и  $R_2$ .

$$f(P) \approx \frac{y_2-y}{y_2-y_1} f(R_1) + \frac{y-y_1}{y_2-y_1} f(R_2).$$

Это и есть интерполируемое значение функции  $f(x,y)$ :

$$f(x,y) \approx \frac{f(Q_{11})}{(x_2-x_1)(y_2-y_1)} (x_2-x)(y_2-y) + \frac{f(Q_{21})}{(x_2-x_1)(y_2-y_1)} (x-x_1)(y-y_1) +$$

$$\frac{f(Q_{12})}{(x_2-x_1)(y_2-y_1)} (x_2-x)(y-y_1) + \frac{f(Q_{22})}{(x_2-x_1)(y_2-y_1)} (x-x_1)(y-y_1).$$

**Бикубический метод интерполирования.** Бикубическое интерполяция, часто используется в обработке изображений, давая более качественное изображение по сравнению с билинейной интерполяцией. В случае бикубической интерполяции значение в искомой точке определяется по 16-ти соседним точкам. Бикубическая интерполяция идет на шаг дальше билинейной интерполяции, рассматривая массив  $4 \times 4$  окружающих пикселей всего 16. Например, для пикселя с координатами  $(100.3, 100.8)$   $x = 0.3, y = 0.8$ . Для получения относительных значений координат необходимо округлить вещественные координаты вниз, и вычесть полученные числа из вещественных координат,

$$f(y,x) = b_1 f(0,0) + b_2 f(0,1) + b_3 f(1,0) + b_4 f(1,1) + b_5 f(0,-1) + b_6 f(-1,0) + b_7 f(1,-1) +$$

$$b_8 f(-1,1) + b_9 f(0,2) + b_{10} f(2,0) + b_{11} f(-1,-1) + b_{12} f(1,2) + b_{13} f(2,1) +$$

$$b_{14} f(-1,2) + b_{15} f(2,-1) + b_{16} f(2,2).$$

Оценим эффективность работы описанных алгоритмов на примере увеличения в 2 раза тестового изображения размером  $3 \times 3$  пикселя (рис. 1). После интерполяции размер нового изображения станет  $6 \times 6$  пикселей, то есть общее количество пикселей возрастет в четыре раза. На каждый

исходный пиксель теперь будет приходится четыре пикселя (три новых + один исходный). Если просто окрасить все три новых пикселя в цвет базового пикселя (а именно это и происходит при выполнении билинейной и бикубической интерполяции), то это будет равнозначно увеличению размера изображения. В этом случае плавные линии контуров на изображении приобретут заметную «ступенчатость». Плавность тональных переходов тоже будет нарушена.

Значительно улучшить увеличенное изображение позволяют различные математические алгоритмы интерполяции, которые были рассмотрены выше.

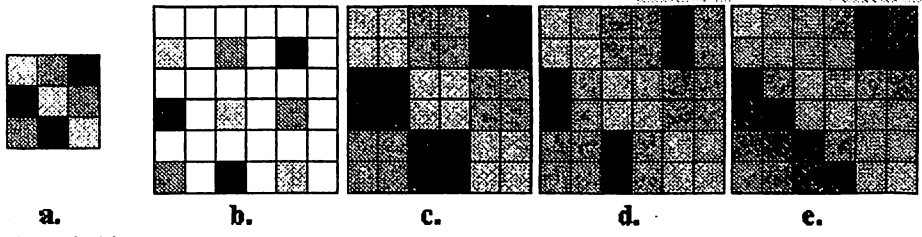


Рис. 1. Пояснение процесса увеличения размеров изображений на основе интерполяции значений пикселей: а). Исходное тестовое изображение размером 3x3 пикселей; б). Увеличенное изображение размером 6x6 пикселей; в). Увеличенный дистанционный просмотр; д). Билинейный дистанционный просмотр; е). Билинейный дистанционный просмотр.

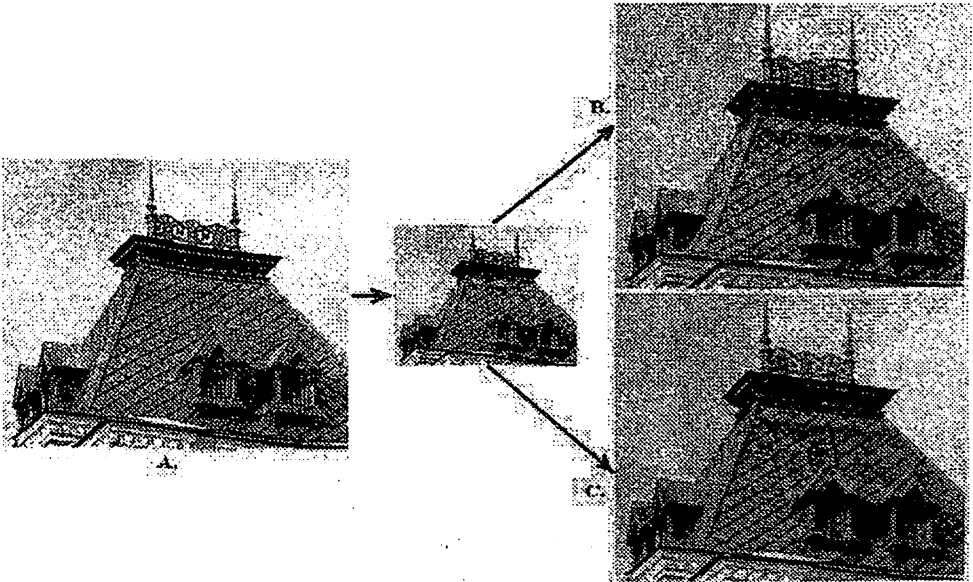


Рис. 2. Исходное (А) и восстановленные изображения после билинейной (В) и бикубической (С) интерполяции.

Оценим качество восстановленных реальных изображений методами билинейной и бикубической интерполяции. В данном эксперименте исходное изображение (рис.2.,а) вначале уменьшалось в 2 раза, а затем восстанавливалось до исходного размера. Проведенные исследования показали, что билинейный метод точнее сохраняет качество и структуру изображения.

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЗРЕШЕНИЯ И ЧЕТКОСТИ НА КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЙ И МЕТОДЫ ИХ ОЧЕНКИ

*Л.А. Ишматова (ГУИТ, студентка)*

С развитием телевизионного вещания все больше предъявляются требования к качеству изображения. Одним из важных параметров является разрешение и четкость изображений.

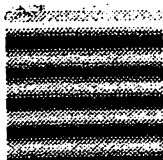
Разрешение — это число, которое связывает между собой размер изображения в пикселях и его линейные размеры на экране.

Четкость изображения - степень полноты воспроизведения мелких деталей и резкость контуров изображения объекта (оригинала) на копии (репродукции); четкость определяется степенью, полнотой воспроизведения частотных характеристик изображения.

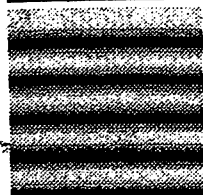
Рассмотрим определение четкости изображения состоящего из чередующихся белых и чёрных строк, показанных на рис. 1.



Первоначальный размер по вертикали будет 10 строк. Сохраняем имеющее изображение в 10 пикселей по вертикали.



Также сохраняем изображение в 20 пикселей по вертикали



25 пикселей — и в каждом из них мы можем видеть лишь 10 линий: 5 белых и 5 чёрных.



Сохраняя изображение в файл с 8 пикселей по вертикали, то видим не 10 строк, а только 6: 3 белые и 3 чёрные.



Если использовать 9 пикселей по вертикали, то останется только 8 строк (4 белые и 4 чёрные).

Рис.1. Определение четкости по тестовым изображениям

На рассмотренном примере чёткость изображений (измеряется в количестве линий) и не зависит от его разрешения (измеряется в количестве пикселей), в который это изображение записано, если только разрешение не меньше чёткости изображения. При сохранении изображения с разрешением меньшим, чем чёткость изображения, приводит к уменьшению чёткости. Отсюда следуют, что разрешение оцифрованного видео должно быть не ниже, чем чёткость исходного видео и не имеет смысл хранить видео с очень высоким разрешением, так как чёткости это не добавит, а занимать дополнительную память будет.

Максимальную чёткость, которую способна обеспечить видеоаппаратура, оцениваем при помощи специальных источников сигнала на основе тестовых.

Результаты оценки четкости изображения, представленных на рис.2 и 3 показывают как падает чёткость изображения DVD качества после записи его на обычный бытовой видеомagneтoфон формата VHS и последующем захвате видео.



Рис. 1. Изображение исходного кадра качества DVD



Рис. 2. Изображение захваченного кадра после записи его в стандарте VHS

В материалах доклада в подробностях рассматриваются факторы влияющие на качество изображения.

# ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.В.Ким (ГУИТ, магистрант)

В настоящее время у ученых большинства развитых стран мира развивается неподдельный интерес к принципам функционирования человеческого организма, в частности, головного мозга и нервной системы человека, а также применение полученных результатов в различных сферах науки и техники.

Известно, что нервная система и мозг человека состоят из нейронов, соединенных между собой нервными волокнами, которые способны передавать электрические импульсы между нейронами. Таким образом, человек получает информацию обо всех процессах, которые происходят в его организме.

Основываясь на работе человеческого организма, были созданы искусственные нейронные сети, которые на данный момент широко применяются в медицине, метеорологии и других сферах деятельности, в частности, особое внимание в моей статье уделяется в исследовании применения нейронных сетей в области телевидения.

Существует большое количество нейронных сетей применяемых в распознавании и сжатии изображений, такие как, ассоциативные сети Хопфилда, самоорганизующиеся карты Кохонена, звезда Гроссберга и т.д., но также существуют также и сверточные нейронные сети, о которых было упомянуто еще в 1980 году в работе Фукушимы и назывались они неокогнитронами.

**Сверточная нейронная сеть** (англ. *convolutional neural network*, *CNN*) — специальная архитектура искусственных нейронных сетей, предложенная Яном Лекунем и нацеленная на эффективное распознавание изображений, входит в состав технологий глубокого обучения. Такая сеть использует некоторые особенности зрительной коры, в которой были открыты так называемые простые клетки, реагирующие на прямые линии под разными углами, и сложные клетки, реакция которых связана с активацией определённого набора простых клеток. Таким образом, идея сверточных нейронных сетей заключается в чередовании сверточных слоев и субдискретизирующих слоев.

Сверточные нейронные сети объединяют три архитектурных идеи для обеспечения частичной устойчивости к изменению масштаба, повороту, сдвигу и пространственным искажениям:

1. Локальные рецепторные поля (позволяют учитывать двумерную топологию входных данных);
2. Общие веса (обеспечивают детектирование общих черт в любом месте изображения и уменьшают количество настраиваемых параметров);

### 3. Иерархическая организация с пространственными подвыборками (позволяет строить иерархии признаков).

Для обучения сверточных нейронных сетей может применяться как стандартный метод обратного распространения ошибки, так и его различные модификации.

Архитектура свёрточной нейронной сети.

В цепочке, который представляет собой полносвязную нейронную сеть, каждый нейрон связан со всеми нейронами предыдущего слоя, причем каждая связь имеет свой персональный весовой коэффициент (см. рис). В свёрточной нейронной сети в операции свёртки используется лишь ограниченная матрица весов небольшого размера, которую «двигают» по всему обрабатываемому слою, формируя после каждого сдвига сигнал активации для нейрона следующего слоя с аналогичной позицией. Матрица весов, которую также называют набором весов или *ядром свёртки*, построена таким образом, что графически кодирует какой-либо один признак, например, наличие наклонной линии под определенным углом. Тогда следующий слой, получившийся в результате операции свёртки такой матрицей весов, показывает наличие данной наклонной линии в обрабатываемом слое и её координаты, формируя так называемую карту признаков. В результате получаем не один набор весов свёрточной нейронной сети, а целую гамму, кодирующую всевозможные линии и дуги под разными углами. Проход каждым набором весов формирует свой собственный экземпляр карты признаков, делая нейронную сеть многомерной (много независимых карт признаков на одном слое). Также следует отметить, что при переборе слоя матрицей весов её передвигают обычно не на полный шаг (размер этой матрицы), а на небольшое расстояние. Так, например, при размерности матрицы весов  $5 \times 5$  её сдвигают на один или два нейрона (пикселя) вместо пяти, чтобы не «перешагнуть» искомый признак.

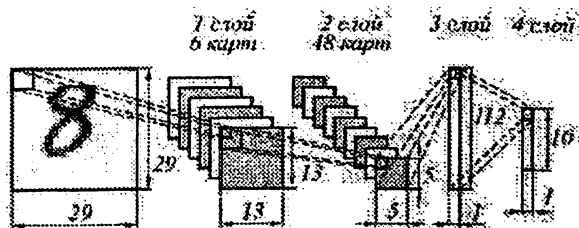


Рис. Пример построения свёрточной нейронной сети для распознавания рукописных символов.

Операция субдискретизации (также называемая как «операция подвыборки»), выполняет уменьшение размерности сформированных карт признаков. В данной архитектуре сети считается, что информация о факте наличия искомого признака важнее точного знания его координат, поэтому из нескольких соседних нейронов карты признаков выбирается



максимальный и принимается за один нейрон карты признаков уменьшенной размерности. Также иногда применяют операцию нахождения среднего между соседними нейронами. За счёт данной операции, помимо ускорения дальнейших вычислений, сеть становится более инвариантной к масштабу входного изображения.

Таким образом, повторяя друг за другом, несколько слоёв свёртки и субдискретизации строится свёрточная нейронная сеть. Чередование слоёв позволяет составлять карты признаков из карт признаков, что на практике означает способность распознавания сложных иерархий признаков. Обычно после прохождения нескольких слоёв карта признаков вырождается в вектор или даже скаляр, но таких карт признаков становится сотни. На выходе сети часто дополнительно устанавливают несколько слоёв полносвязной нейронной сети (перцептрон), на вход которого подаются оконечные карты признаков.

Если на первом слое ядро свёртки проходит только по одному исходному изображению, то на внутренних слоях одно и то же ядро проходит параллельно по всем картам признаков этого слоя, а результат свертки суммируется, формируя (после прохождения функции активации) одну карту признаков следующего слоя, соответствующую этому ядру свертки.

Основной проблемой развития нейронных сетей являются высокие вычислительные затраты и для решения этой проблемы на данный момент используются специальные устройства и программное обеспечение для организации параллельных и распределённых вычислений, такие как нейрочипы, нейропроцессоры, ПЛИС, распределённые кластерные системы, GRID-технологии.

Аппаратно-программный комплекс CUDA (Compute Unified Device Architecture) также позволяет использовать процессоры видеокарт как ускорители научных и инженерных расчетов и проводить вычисления по эффективности сравнимые с кластерными системами. Особенностью оборудования, поддерживающего технологию CUDA, является возможность обеспечивать на порядок большую (по сравнению с кластерами) пропускную способность при работе с памятью.

В среде NVIDIA CUDA на примере сверточной нейронной сети были проведены ряд экспериментов по распознаванию образов изображений, результаты которой показали, что длительность обучения нейронной сети на видеоадаптере уменьшена в 5,96, а распознавания набора тестовых образцов – в 8,76 раза по сравнению с оптимизированным алгоритмом, выполняющим вычисления только на центральном процессоре (CPU). Показана перспективность реализации нейросетевых алгоритмов на графических процессорах.

В материалах доклада представлена более подробная информация о принципах построения сверточных нейронных сетей и ее возможностях по обработке изображений.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОЛЬШИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СЖАТИЯ ВИДЕОПОТОКОВ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ**

*Д. Б. Мухамедова (ГУИТ, магистрантка)*

Переход телевизионного вещания на цифровой формат позволяет существенно увеличить число передаваемых ТВ программ, снизить затраты на ТВ вещание, предоставить высококачественное изображение высокой четкости а так же передавать стерео изображения.

Проведенные исследования показали, что при больших коэффициентах сжатия данных видеопотока традиционные алгоритмы компрессии на основе компенсации движения видеобъектов теряют эффективность. Это связано с тем, что при больших коэффициентах сжатия, массив метаданных векторов перемещения блоков становится сопоставим с объемам сжатых видеоданных. Так для обеспечения скорости выходного потока 2 Мбит/с, в телевидении стандартной четкости объем данных кадра не должен превышать 9 Кбайт, при этом объем метаданных координат блоков малого размера может доходить до 5 Кбайт, что сводит на нет преимущество данного метода межкадровой обработки изображений. Да и затраты времени на поиск точного позиционирования перемещенных блоков видеобъектов весьма значительны. Поэтому требуются методы обработки изображений не создающих метаданных или сильно минимизирующих их объем.

К таким методам можно отнести вычисление межкадровой разности (Рис.1) и изменения масштаба изображений. Обычно межкадровая разница из-за больших значений межкадровой информации подвижных изображений не применяется при сжатии видеопотоков, однако она не создает дополнительных данных и обладает высоким быстродействием. Поэтому при сжатии в 100 и более раз может показать большую эффективность по сравнению с компенсацией движения. Дело в том, что в телевидении основное сжатие видеопотока обеспечивается за счет устранения временной или межкадровой избыточности, так как в пределах одного видеосюжета информация в соседних кадрах обычно изменяется мало (Рис.1). Таким образом, если передавать только изменения изображений относительно опорного или промежуточного кадра, то можно получить довольно большие коэффициенты сжатия видеопотока. Однако, за счет движения видеобъектов или изменения ракурса съемки координаты пикселей видеобъектов в смежных кадрах не совпадают. Поэтому для компенсации их взаимного перемещения применяют сложную межкадровую обработку основанную на поиске фрагментов

изображения первого кадра в зонах их предполагаемого смещения в следующем кадре. Если такие фрагменты находятся, то вместо них передаются их новые координаты – вектора перемещения, тем самым, например 255 байтов блока размером 16x16 пикселей можно заменить 1-2 байтами его новых координат. При этом, структура видеопотока состоит из опорного кадра, где устраняется только внутрикадровая избыточность и одного или нескольких типов кадров передающих межкадровые различия и векторы перемещений блоков, что реализуется в стандартах сжатия семейства MPEG и других кодеках.

Компенсация движения может производиться над объектами, блоками либо фиксированного размера, либо с подразбиением, а также над кадром целиком. При этом, компенсация движения чаще всего ищется в классе параллельных сдвигов хотя могут быть использованы операции поворота и масштабирования.

Однако, все методы компенсации движения фрагментов сцены, формируют дополнительный массив метаданных, который присоединяется к сжатому видеоданному кадра. Это приводит к тому, что тем большее сжатие видеопотока требуется обеспечить, тем выше требуется точность компенсации движения и аппроксимация видеообъектов, и соответственно больше становится массив метаданных. Причем, если видеоданные обычно сжимаются с потерей информации, малозаметной для глаз, то метаданные не допускают никаких искажений данных, так как от этого зависит целостность восстановленных изображений. Поэтому часто для метаданных применяют методы их помехоустойчивого кодирования, еще больше увеличивающих их объем.

Таким образом, для достижения коэффициентов сжатия видеопотока в 100 и более раз, предлагается использовать в тракте межкадровой обработки межкадровую разность передающую только межкадровые различия. А для увеличения ее эффективности на изображениях с изменяемым ракурсом съемки можно использовать только компенсацию глобального движения, основанную на плоскопараллельных сдвигах всего кадра и использующую всего 4 байта метаданных. Кроме того, предварительное изменение масштаба изображений дополнительно в 2-4 раза увеличивает величину сжатия видеопотока. Таким образом, комплексное использование перечисленных методов обработки изображений позволяет увеличить величину сжатия видеопотока до 150-200 раз без существенного ухудшения качества изображений.



Рис.1. Изображения видеопотока «Облака» и их межкадровая разность

В материалах доклада приводятся более подробные результаты исследований с приведением результатов обработки тестовых изображений, таблиц и гистограмм.

## АНАЛИЗ ПОСТРОЕНИЯ И РАБОТЫ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ

*М.Х. Сагатов (ГУИТ, студент)*

Архитектура ИС тракта передачи, также как и приемного тракта, отличается у различных производителей, что дает разработчикам возможность реализации своих идей и достижения компромиссов при проектировании. Необходимость быстрого изменения используемого частотного канала в DECT-системах, в особенности при передаче данных, налагает на перестраиваемый по частоте ГУН (генератора управления напряжением) довольно жесткие требования по быстродействию. При проектировании передатчика, используемого в современной ССПО (системе связи передающего оборудования), важнейшим является учет типа используемой модуляции. Методы модуляции могут быть разделены на две группы: методы модуляции с постоянной огибающей (constant envelope) и с изменяющейся огибающей (variable envelope). Первая группа методов имеет постоянную амплитуду промодулированного сигнала, что допускает использование в передатчиках нелинейных усилителей мощности. Примером такой модуляции является GFSK сигнал - гауссовская частотная манипуляция (Gaussian filtered frequency shift keying). Сигналы с постоянной огибающей более эффективны энергетически (power efficient), чем спектрально (spectrally efficient). В большинстве систем связи информационный сигнал подвергается предварительной гауссовской фильтрации, чтобы постепенно измениться сдвиг частоты, делающей формируемый сигнал спектрально более эффективным. Передатчики, формирующие такие виды модуляции, должны соответствовать требованиям спектральной маски так, чтобы излучаемый сигнал не создавал помехи другим пользователям в соседних

каналах. У сигналов с изменяющейся огибающей типа квадратурной фазовой манипуляции QPSK (quadrature phase shift keying) происходит вариация и амплитуды и фазы, что приводит к необходимости использования на выходе передатчика высоко-линейного усилителя мощности. Они спектрально компактны, но энергетически не очень эффективны (power-efficient). Такие сигналы формируются на ПЧ с использованием схем косвенной и прямой квадратурной модуляции и далее преобразуются вверх по частоте на РЧ канал. Структура блока с прямой квадратурной модуляцией (Direct quadrature modulation), которая приведена на рис.1, является более общей формой архитектуры прямого преобразования, используемой в тракте передачи. Эта архитектура передатчика имеет несколько преимуществ по сравнению с рассматриваемыми далее структурами с преобразованием частоты вверх и передатчиками с петлей трансляции, так как в ней не используется второй ПЧ гетеродин или вторая петля ФАП. Кроме того, в ней не требуется преобразователь вверх, так как модулятор непосредственно выполняет преобразование сигнала вверх по частоте на РЧ частоту рабочего канала. По сравнению с архитектурой с петлей трансляции, здесь не требуется петля обратной связи, которая содержит дополнительный смеситель, фазовый детектор, делители и петлевой фильтр.

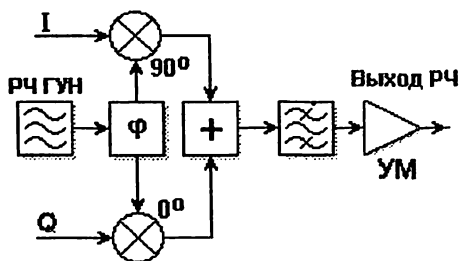


Рис.1 Архитектура прямой квадратурной модуляцией

Исторически прямые квадратурные модуляторы использовались в различных носимых устройствах ССПО, но при этом обычно требовалось применение дуплексного фильтра для обеспечения выполнения требований по коэффициенту шума в приемных трактах. Конструктивно в таком тракте передачи используются два РЧ перемножителя сигналов и петля ФАПЧ с перестраиваемым РЧ гетеродином. Эта архитектура позволяет достигать высокой степени интеграции РЧ блока, так как подавление зеркального канала производится в активных каскадах с использованием фазовых методов. Побочные составляющие на выходе передатчика, связанные с формированием ПЧ, отсутствуют в силу отсутствия в передатчике самой ПЧ. В данной архитектуре, по сравнению с непрямой модуляцией, используется меньшее количество компонентов, но использование двух перемножителей, работающих на высоких

канальных частотах, может привести к значительному увеличению тока, потребляемого РЧ блоком. Трудность в достижении точного сдвига фазы в квадратурных каналах на высоких частотах приводит к недостаточному подавлению сигнала зеркального канала. Достоинствами схемы с прямой модуляцией на РЧ являются: простота, большой динамический диапазон передатчика по сравнению с передатчиком, выполненным с трактом преобразования частоты, уменьшение энергопотребления, уменьшение массогабаритных показателей устройства из-за отсутствия фильтров ПЧ, смесителей. В системах, работающих по стандарту CDMA важна работа тракта в большом динамическом диапазоне, что связано с особенностями стандарта, в частности необходимости регулировки выходной мощности передатчика в очень широких пределах. Получение большого динамического диапазона передающего тракта особенно важно для осуществления перехода к большим скоростям модуляции, обеспечивающим увеличение скоростей передачи данных при переходе к системам подвижной связи третьего поколения (Third Generation, 3G). GSM является цифровой системой, и, следовательно, аналоговая речь, поступающая в систему, должна быть оцифрована. На рис.2. представлена структурная схема мобильного терминала стандарта GSM 1800, которая работает следующим образом.

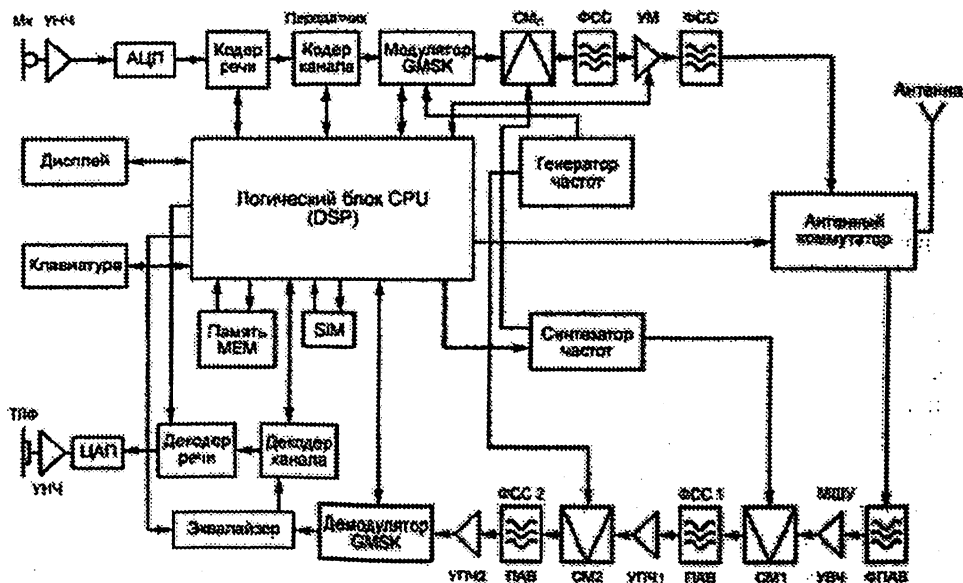


Рис.2. Структурная схема мобильного терминала стандарта GSM 1800

Логический блок (мозговой центр мобильного терминала) включает цифровой сигнальный процессор DSP (Digital Signal Processor), иногда называемый CPU (Central Processing Unit), со своей оперативной и

постоянной памятью (DSP Memory), Часто в его состав включают эквалайзер, каналный и речевой кодеки, ADC, DAC и др.;

Антенный блок включает собственно антенну (в простейшем случае четвертьволновый вибратор (штырь), имеющей длину 8,425 см, при этом антенна выполняет функции передающей и приемной антенны (следует отметить, что антенну выполняют часто в виде спиральной укороченной антенны, по основным параметрам аналогичную стандартной полуволновой антенне); Антенный переключатель — электронный коммутатор, управляемый из CPU и подключающий вход антенны либо на выход передатчика, либо на вход приемника.

В системах стандарта GSM передатчик и приемник работают не одновременно и режим передачи осуществляется только в течение 1/8 длительности кадра. Это значительно уменьшает расход энергии аккумуляторной батареи и увеличивает время функционирования как в режиме передачи (разговор), так и в режиме приема (ожидание). Кроме того, это приводит к снижению требований к высокочастотному фильтру приемника.

Основные блоки передатчика (ПРД), их назначение и функции. Речевой сигнал, преобразованный микрофоном (Мк) в электрический аналоговый сигнал и усиленный усилителем низкой частоты (УНЧ), поступает в аналого-цифровой преобразователь (АЦП — ADC — Analog-to-Digital Converter), на выходе которого речевой сигнал преобразуется в цифровую форму и далее передача сигнала речи производится в цифровой форме.

Кодер речи (вокодер) осуществляет параметрическое кодирование речевого сигнала, то есть преобразование сигнала (имеющего цифровую форму) по определенным законам с целью сокращения его избыточности и соответственно сокращения объема информации, передаваемой по каналу связи.

Кодер канала добавляет в цифровой сигнал, получаемый с выхода кодера речи, дополнительную (избыточную) информацию, предназначенную для защиты от ошибок при передаче сигнала по линии связи. С той же целью информация подвергается определенной переупаковке (перемежению). Кроме того, кодер канала вводит в состав передаваемого сигнала информацию управления, поступающую от CPU.

I/Q генератор предназначен для формирования модулирующего сигнала из сформированного цифрового сигнала при непосредственном управлении от CPU. Смеситель (СМ1) предназначен для переноса сигнала на выходе фазового модулятора с частотой /ФМ в диапазон частот 890...915 МГц под действием сигнала, поступающего с синтезатора частот (ftr), управляемого из CPU.

Фильтр сосредоточенной селекции (ФСС) (обычно выполняемый на кремниевом фильтре) настраивается на одну из выбираемых CPU несущих

частот и реализует фильтрацию высших гармоник для уменьшения межканальных искажений.

Усилитель мощности (УМ) не только усиливает высокочастотный сигнал с выхода ФСС, но и под действием команд из CPU меняет коэффициент усиления (то есть используется режим нелинейного усиления), тем самым в зависимости от расстояния между мобильной MS и базовой BTS станциями выходная мощность передатчика автоматически регулируется: чем ближе терминал к базовой станции, тем меньше мощность передатчика излучаемая антенной. Высокочастотный сигнал с выхода усилителя мощности через фильтр сосредоточенной селекции (ФСС) поступает в антенный коммутатор (АК) и в случае передачи речевого сигнала CPU переключает АК в режим передачи. Следует отметить, что тракт: фазовый модулятор смеситель - ФСС - УМ - ФСС — очень часто называют модемом GMSK.

Блок управления, в который входят дисплей и клавиатура (иногда туда включают микрофон и телефон) обеспечивает оперативное управление режимами работы мобильного терминала.

Идентификационный пользовательский модуль содержит SIM-карту (Subscriber Identity Module).

## **ИШОНЧСИЗ ҚАБУЛ ЗОНАЛАРИДА МОБИЛ АЛОҚАНИ ТАШКИЛЛАШТИРИШ**

*Арипова У.Х. (ТАТУ)*

Антенналар мобил алоқанинг асосини ташкил этувчи қурилма ҳисобланади. Айнан антенналар телефон ашарати билан мобил алоқани боғлайди ва уланишни таъминлайди. Ҳозирги кунда мавжуд бўлган барча мобил телефонлар замонавий, қулай ҳамда кичик ўлчамли антенналарга эга. Аксарият ҳолатларда улар барқарор алоқа билан таъминлайди. Аммо шу билан бирга сигнални беқарор қабул қилувчи соҳалар ҳам мавжуд. Баъзида эса, “ўлик зоналар” ҳам учрайди. Шаҳарнинг турли районларига жойлаштирилган база станциялари бу каби алоҳида соҳаларда юзага келадиган муаммоларни буткул бартараф эта олмайди. Мобил алоқа абонентлари айниқса шаҳар ташқарисидан база станциядан ишончсиз қабул жараёнига жуда кўп бор гувоҳ бўладилар. Бу муаммонинг ечими, мобил телефонларда қабул учун ташқи антенналардан фойдаланиш ҳисобланади.

Ташқи антенналардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлган бир неча ҳолатларни санаб ўтиш мумкин:

- бино ичида сигналнинг юқори даражада сусайиши (ертўла ва ярим ертўлар, металл иншоатлар, ташқи томондан металл билан қоланган бинолар ва ҳ.к.);
- қамров зонаси ичидаги “радиосоя” соҳаларида (рельеф паст-баландликлари, табиий ёки сунъий иншоатлар ҳисобига экранлаштириш);



- алоқа база станциясининг таъсир зонаси чегарасида ёки ундан ташқарида амалга оширилганда.

Ташқи йўналтирилган антенналардан фойдаланиш долзарб бўлиши билан бирга, фақат маълум миқдордаги абонентларгагина хизмат кўрсата олади. Булар асосан, далаҳовли ва шаҳар ташқарисида яшовчи уй эгалари, турли хизмат кўрсатиш шаҳобчалари, вақтинчалик объектлар, ертўла ёки ярим ертўлаларда жойлашган офис ва магазинлар бўлиши мумкин. Кўпчилик ҳолатларда бу объектлар қамров зонаси чегарасида жойлашган бўлади.

Мобил алоқа тизимларида йўналтирилган ташқи антенна сифатида асосан “тўлқин каналли” ва логопериодик антенналардан (ЛПА) фойдаланилади. “Тўлқин каналли” антеннанинг асосий камчилиги частота полосасининг торлигида. ЛПА бу жиҳатидан кенг полосали ҳисобланади.

Қуйида Тошкент ахборот технологиялари университетининг “Телерадиоэшийтириш тизимлари” кафедрасига тегишли бўлган “Антенна-фидер қурилмалари” лабораториясида яратилган мобил алоқа тизимининг GSM 900 стандарти учун мўлжалланган ташқи ЛПА тахлили кўриб чиқилади. Унга кўра ташқи ЛПА дастлаб компютерда MMANA-GAL дастурида моделлаштирилди ва моделлаштириш жараёнида ҳисобланган параметрлар асосида ЛПА макети тайёрланди.

Тайёрланган макет асосида 890-960 MHz частота диапазонларида антеннанинг йўналганлик диаграммалари ва турғун тўлқин коэффициенти (ТТК) ўлчанди. Тажриба жараёнида электродинамиканинг ўхшашлик принципи тасдиғини топди.

Шунингдек, MMANA-GAL дастурида асосийларидан ташқари қўшимча ойналар мавжуд бўлиб, уларда тадқиқ этилаётган антеннанинг дастлабки берилган параметрлари билан боғлиқ бўлган, ҳамда моделлаштириш натижасидаги электр ва йўналганлик хусусиятлари ҳақидаги маълумотларни кўриш мумкин. Моделлаштириш идеал муҳитда амалга оширилганлиги сабабли компютерда лойиҳаланган антеннанинг йўналганлик диаграммалари ҳамда яратилган антенна моделини тадқиқ этиш асосида ҳосил қилинган йўналганлик диаграммалари, кириш қаршилиши, кучайтириш коэффициенти, ТТК эришган қийматларда эркин фазо ва техник жиҳозлар билан боғлиқ бўлган фарқлар мавжуд.

Ҳар иккала антенна мобил алоқа тизимининг GSM 900 стандарти учун 900 MHz частотада ташқи антенна сифатида моделлаштирилганда, ЛПА бир қатор афзалликларга ва қулайликларга эга эканлиги маълум бўлди. Сигнал спектрини таҳлил қилувчи FSH-Z2 номли қурилма ёрдамида антенна билан фидерни мослашувчанлиги ҳамда таъминлаш линиялари орасидаги масофани ўзгартириш орқали антеннанинг ТТК қийматларини бошқарилишини кузатиш мумкин. Бу эса ўз навбатида тадқиқ этилаётган антеннанинг фанга номаълум бўлган хусусиятларини ўрганиш, антенна ясаладиган материал турини тўғри танлаш, кириш қаршилигини частотага боғлиқлигини вертуал таҳлил этиш каби имкониятларни беради.

Мобил алоқа тизимининг база станцияларидан узатилаётган сигнални қабул қилиш учун яратилган тапқи ЛПА антенна модели ва реал антенна макетини тадқиқ этиш натижасида олинган маълумотларни таҳлил қилган ҳолда қуйидаги хулосаларни келтириш мумкин:

1. Моделлаштириш жараёнида антенна идеаллаштирилади, яъни антенна тўлқин, индуктив ва сигим қаршилиқлар натижасида юзага келадиған йўқотишлардан ҳоли;
2. Антенна эркин фазода юзага келиши мумкин бўлган дифракция, интерференция, аксланиш каби физик жараёнлар туфайли юзага келувчи йўқотишлардан ҳоли;
3. Антенна эркин фазода юзага келиши мумкин бўлган дифракция, интерференция, аксланиш каби физик жараёнлар туфайли юзага келувчи йўқотишлардан ҳоли;
4. Антенна-фидер трактда жойлаштирилган мослаштирувчи элементлар ҳамда фидернинг узунлиги ҳисобига юзага келувчи самарасиз нурланишлардан ҳоли;
5. Моделлаштирилган антеннанинг ТТК қиймати 2 дан кичик.

## **ПРОБЛЕМЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ АНТЕНН**

*В.А.Губенко (ГУИТ)*

При проектировании любой беспроводной системы телекоммуникации отдельным вопросом стоит проблема выбора антенны, которая соответствовала бы определенным требованиям дальнейшей эксплуатации этой системы.

Проектирование антенн является довольно сложной задачей, несмотря на то, что методика расчетов конструкций большинства антенн давно и хорошо известна.

Однако, как показывает практика, построение антенны даже по уже полученным и приведенным в специальной литературе параметрам не может гарантировать того, что собранная антенна даст ожидаемый положительный результат. Вывод: любая антенна требует дополнительной настройки после ее сборки, и зачастую она занимает гораздо больше времени, чем сама сборка.

В значительной мере облегчить процесс конструирования антенн позволяет использование специальных программ компьютерного моделирования. Такие программы позволяют получать результаты очень близкие к реальным, т.е. параметры и характеристики виртуальной модели практически совпадают с параметрами и характеристиками физического макета спроектированной антенны.

Главным достоинством компьютерного моделирования является возможность многостороннего и глубокого исследования модели антенны,

которая, в общем случае, может представлять собой любое сочетание проводников. В ходе моделирования анализируются полученные результаты, а затем по ним выносится решение о дальнейшей физической реализации модели в виде антенны.

Заключительным этапом в конструировании антенны является исследование ее параметров и характеристик с помощью измерительного оборудования и, если потребуется, ее настройка для получения первоначально заданных параметров.

К измерительному оборудованию, а также к месту, где проводятся измерения, предъявляются очень жесткие требования. Это, во-первых, касается допустимой погрешности при измерениях, а во-вторых, требований к условиям измерений – в помещении, где проводятся измерения, должно отсутствовать побочное электромагнитное излучение, особенно на тех частотах, на которых исследуется антенна. Кроме того, там должны отсутствовать объекты, отражающие радиоволны, это условие обязательно при определении направленных свойств антенны.

На кафедре «Системы телерадиовещания» ТУИТ, в лаборатории «Антенно-фидерные устройства» проводились измерения и настройка логопериодических антенн, разработанных и изготовленных по заказу ГУП ЦЭМС Республики Узбекистан.

На первом этапе работы над антеннами было проведено исследование рассчитанных и построенных их компьютерных моделей.

На втором этапе после получения параметров и характеристик, соответствующих техническому заданию, компьютерные модели были реализованы в виде физических макетов антенн.

На третьем этапе проводились измерения, в ходе которых были получены значения коэффициента стоячей волны и коэффициента усиления, а также сняты диаграммы направленности.

Результаты измерений показали довольно большое расхождение между параметрами реальных макетов антенн и параметрами компьютерных моделей. Это касалось, прежде всего, коэффициента стоячей волны в питающем фидере. В принципе, этого следовало ожидать, поскольку на параметры антенн в значительной мере сказываются качество их сборки и тип материала, из которого они собраны.

Поэтому потребовался четвертый этап – настройка антенн. В ходе настройки потребовалось найти технические решения для снижения значений коэффициента стоячей волны в питающем фидере с 8...10 единиц до требуемых (по техническому заданию) не более 2 единиц. Поскольку разработанные антенны являлись передающими, то превышение коэффициента стоячей волны более двух единиц было недопустимым.

Исследования показали, что основным фактором, влияющим на коэффициент стоячей волны, являются конструктивные особенности

антенн, определяющие их входное сопротивление, а именно питание – местоположение точек подключения питающего фидера к антенне.

Таким образом, настройка антенн свелась к компенсации высокой индуктивной составляющей их входных сопротивлений путем подключения к точкам питания дополнительных элементов с емкостным сопротивлением. В ходе настройки были подобраны размеры и конфигурация элементов, что привело к снижению коэффициента стоячей волны до требуемых значений.

Исследования направленных свойств (получение значений коэффициента усиления и снятие диаграмм направленности) разработанных антенн проводились в безэховой камере ГУП UNICON.UZ и на открытой местности. Полученные результаты почти полностью совпали с результатами, полученными на компьютерных моделях антенн.

Резюмируя все сказанное выше, можно говорить о том, что конструирование антенн – задача многосложная, требующая особого подхода, как с точки зрения методики расчета конструктивных параметров и построения компьютерной модели, так и с точки зрения ее реализации в виде собранного физического действующего образца.

Однако в большинстве случаев построенная антенна даже на основе оптимальной компьютерной модели требует дополнительной доводки (настройки), путем частичного изменения ее конструкции.

## **МИНИАТЮРИЗАЦИЯ АНТЕНН РАДИОУСТРОЙСТВ**

*В.А.Губенко (ГУИТ)*

При проектировании современных радиоустройств на первый план в последние годы стала выходить проблема снижения их массогабаритных показателей. Это касается, прежде всего, носимых устройств, используемых на абонентской стороне, – мобильных телефонов, адаптеров Wi-Fi, USB-модемов и т.п. Особо следует отметить области радиосвязи, в которых проблемы миниатюризации антенн являются крайне важными, требующими оптимальных технических решений. К ним можно отнести, прежде всего, коммуникация с беспилотными летательными аппаратами, системы военного и специального назначения, а также системы радиочастотной идентификации – RFID (технология идентификации посредством радиоволн) и NFC (технология идентификации посредством электромагнитных полей на очень малых расстояниях).

Современные устройства должны быть малогабаритны, эргономичны, удобны в эксплуатации. Антенны в этом случае также должны обладать соответствующими свойствами – малые размеры плюс их конструкция не должна иметь каких-либо выступающих элементов. Но при этом к ним по-прежнему предъявляются высокие требования по направленным и электрическим характеристикам.

При промышленном изготовлении радиоустройств важным моментом снижения их себестоимости является технологичность производства. Практически все современные радиоустройства собираются на печатных платах, на которых, кроме электронных деталей, размещаются и антенны.

Они представляют собой определенную конфигурацию проводников, расположенных на той же печатной плате, что и все устройство в целом, такие антенны получили название микрополосковых. Использование микрополосковых антенн повышает технологичность процесса изготовления радиоустройств с точки зрения их повторяемости без девиации технических характеристик. Положительные стороны миниатюрных антенн, к сожалению, сопровождаются значительными проблемами при их использовании. Характерными особенностями микрополосковых антенн являются очень низкий КПД и малая ширина полосы рабочих частот.

Сильная зависимость входного сопротивления микрополосковых антенн (обычно оно составляет 50 Ом) от частоты приводит к их рассогласованию с входными цепями радиоустройств, что, в свою очередь, приводит к еще большему снижению эффективности работы всей системы в целом.

Одним из оптимальных решений указанной проблемы является использование фрактальных антенн. Фрактальная антенна – антенна, активная часть которой имеет вид самоподобной кривой или какой-либо другой подобно делящейся или состоящей из подобных сегментов фигуры.

Согласно фрактальной геометрии, практически любые природные формы с математической точки зрения являются фракталами. Получить фрактал, можно разделив фигуру на всё более мелкие объекты, деление может осуществляться бесконечно. Таким образом, любая из полученных фигур будет делиться на подобные, и в свою очередь являться частью такой же фигуры.

Многочисленные исследования показали, что при помощи фракталов можно значительно уменьшить размеры конструкции и расширить полосу рабочих частот, т. е. вполне можно создать широкополосную антенну. Математические расчеты также показывают, что широкополосная антенна, диапазон частот которой может охватить обширный радиоволновой спектр, должна иметь фрактальную форму. Компактность и широкополосные свойства фрактальных антенн делают их крайне востребованными в тех системах телекоммуникации, где требуются малые размеры беспроводных устройств.

На кафедре «Системы телерадиовещания» ТУИТ в лаборатории антенно-фидерных устройств проводились эксперименты с треугольной фрактальной антенной. Она испытывалась в составе Wi-Fi-адаптера TP-Link TL-WN722N, работающего на частоте 2,4 ГГц. Был проведен сравнительный анализ уровней сигнала на входе Wi-Fi-адаптера сначала при использовании штыревой антенны, входящий в состав адаптера (ее

коэффициент усиления составил 4 дБи), затем при замене ее на фрактальную.

Результаты исследований фиксировались с помощью специальной мониторинг-программы, которая показывает уровень принимаемого сигнала (в дБм) и скорость передачи данных (в Мбит/сек) и входит в состав программного обеспечения Wi-Fi-адаптера. Они показали, что замена штыревой антенны на фрактальную приводит к увеличению принимаемого уровня сигнала на 20...30 дБ, особенно это касается свободных открытых участков, так как сильное влияние на работу системы оказывают внешние факторы, например, наличие возле антенны какого-либо физического объекта. Это проявляется в изменении входного сопротивления антенны, ее диаграммы направленности и, следовательно, коэффициента усиления.

В заключение следует отметить, что еще одной очень важной проблемой является сложность проведения измерений характеристик миниатюрных антенн, поскольку размеры измерительного оборудования значительно превосходят размеры антенн. Указанные проблемы решаются комплексно при разработке и исследовании опытных образцов антенн.

Как показывают эксперименты, измерения направленных и электрических характеристик необходимо проводить в отсутствие внешних даже очень слабых электромагнитных излучений. Кроме того, измерения параметров антенны должны проводиться в области ее дальнего поля, т.е. между ней и антенной измерительного оборудования расстояние должно на порядок превышать среднюю длину волны, на которую рассчитана исследуемая антенна.

## **ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ АНТЕННЫ ДЛЯ СИСТЕМ РАДИОКОНТРОЛЯ**

*Исмаилов Ж.К. (ГУИТ, магистрант)*

При проектировании и конструировании большинства радиотехнических устройств неизбежно возникает проблема обеспечения их нормального функционирования в условиях сложной электромагнитной обстановки. Данная проблема известна как электромагнитная совместимость устройств (ЭМС).

Источниками помех может выступать самые разные технические устройства. В их числе могут выступать помехи, создаваемые другими радиотехническими средствами, расположенными в непосредственной близости от работающих систем телекоммуникации.

В настоящее время подобного рода проблемы возникают тогда, когда в отдельно взятом пространстве или системе сосуществуют несколько беспроводных систем связи, хорошим примером подобной системы могут

служить мобильные телефоны, в которых реализованы несколько беспроводных интерфейсов.

Однако источниками электромагнитного излучения помех могут быть также окружающие объекты, которые могут отражать излучаемые или принимаемые сигналы.

Исходя из всего вышесказанного на протяжении всего времени существования беспроводных систем связи постоянно модифицируется и улучшаются средства как диагностики и обнаружения, так и недопущения нестабильной и сложной электромагнитной обстановки.

Для улучшения ЭМС принято следовать следующим решениям:

- проектирование устройств в соответствии с нормами ЭМС;
- снижение уровня бокового и заднего излучений приемных антенн;
- развертывание систем подавления помех;
- экранирование побочных излучений.

В рамках своей магистерской диссертации я принимал активное участие в реализации проекта «Разработка передающих телевизионных антенн и измерительной антенны» по заказу ГУП «ЦЭМС». Эти антенны планировалось использовать в системах контроля ЭМС и мониторинга электромагнитной обстановки. За основу были выбраны логопериодические антенны, работающие в следующих диапазонах метровых и дециметровых волн: 88...100 МГц, 100...110 МГц, 174...230 МГц, 470...860 МГц.

На начальном этапе были рассчитаны конструктивные параметры антенн для каждого диапазона. Затем было проведено компьютерное моделирование в среде программы MMANA-GAL с получением всех основных параметров и характеристик антенн.

После этого начался этап сборки действующих макетов.

Одним из основных требований, предъявляемых к антеннам, являлась прочность конструкции, поскольку их планировалось использовать в полевых условиях. А сточки зрения технических характеристик важнейшим параметром являлся коэффициент стоячей волны (КСВ), поскольку антенны предполагалось использовать в составе передающего оборудования. Его значение не должно было превышать двух единиц.

В качестве измерительного оборудования использовался анализатор спектра FSH6 немецкой фирмы Rohde & Schwarz. Исследования проводились в лаборатории антенно-фидерных устройств кафедры «СТРВ» ТУИТ, в безэховой камере ГУП «Unicon.uz» и на открытой местности в пригороде Ташкента.

Предварительные результаты измерений показали некоторые расхождения между параметрами макетов антенн и их компьютерных моделей. Наибольшее расхождение получилось у дециметровой антенны диапазона 470...860 МГц. КСВ у этой антенны превышал максимально допустимый более чем в 4 раза, и составлял порядка 8 на средней частоте.

Причем в верхней части диапазона он увеличивался до 10, а в нижней снижался до 6.

В то же время у низкочастотных антенн КСВ незначительно превышал допустимые значения, которое составляло по техзаданию не более 2.

Исходя из этого, было принято решение перейти ко второму этапу изготовления антенн – их настройке. Основное внимание при этом было уделено системе питания антенн. Первоначально она представляла собой традиционную систему для логопериодических антенн: коаксиальный фидер пропущен по всей длине внутри одной из траверс, центральный проводник фидера подключен к одной траверсе с помощью прижимного болта, экран фидера подключен к другой траверсе. Возбуждение проводилось со стороны самых коротких вибраторов антенн.

Доработка системы питания заключалась в изменении способа подключения фидера к траверсам, а также в подключении к точкам питания дополнительных элементов, позволяющим значительно снизить реактивную составляющую входного сопротивления антенн, особенно у высокочастотных.

Элементы представляли собой две металлические пластины определенной длины и ширины, подключенные к точкам питания. Размеры пластин подбирались экспериментально до достижения наименьшего значения КСВ в полосе частот.

Повторные результаты измерений показали правильность подхода к решению задачи уменьшения реактивной составляющей входного сопротивления, которая, как и предполагалось, носила индуктивный характер. Подключение пластин, по сути, представляло собой подключение емкости, которая компенсировала распределенную индуктивность, возникающую вследствие конструктивных особенностей логопериодической антенны.

Дальнейшие исследования модернизированных антенн показали, что они обладают требуемыми параметрами: КСВ в полосе частот не превышало 2, коэффициент усиления составлял 8... 9 дБ.

## **ПРОБЛЕМЫ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

*Р.Каримов (ГУИТ, студент)*

*В.Будаев (ГУИТ, студент)*

Широкое распространение беспроводных систем передачи данных (БСПД) требует решения актуальной задачи повышения их качественных показателей, особенно с точки зрения их электромагнитной совместимости с электронными устройствами, работающими в одном с ними частотном диапазоне и излучающими электромагнитные поля (ЭМП) случайного



характера и различной интенсивности. Прежде всего, это касается устройств Wi-Fi, получивших повсеместное развитие в БСПД, работающих в частотном диапазоне 2,4...2,5 ГГц. Вследствие этого крайне важно проведение анализа способов и методов устранения коллизий, очень часто возникающих между устройствами БСПД и другими различными источниками ЭМП, находящимися в пределах радиовидимости и зоны взаимодействия между собой.

Беспроводные каналы связи по сравнению с проводными имеют более низкую помехозащищенность, в результате чего от систем, в которых в качестве среды передачи выступает радиоканал, требуется использование определенных алгоритмов корректировки ошибок на передающей и приемной сторонах, использование помехоустойчивых систем модуляции и кодирования. Однако решение об использовании этих алгоритмов необходимо выносить только после многочисленных и глубоких исследований, позволяющих оценить степень воздействия внешних несанкционированных электромагнитных излучений на беспроводной канал связи, образованный между устройствами БСПД.

Это связано с тем, что первичным потребителем в диапазоне 2,4 ГГц являются промышленные и бытовые источники радиоизлучения, а вторичными – устройства передачи данных. При этом последние не должны оказывать влияния на первичных пользователей. Основная проблема радиосвязи в данном диапазоне заключается в том, что он в современных крупных городах практически полностью заполнен устройствами связи систем Wi-Fi, Bluetooth, DECT, радиотелефонами, а также помехами от микроволновых печей и других излучающих электронных устройств.

Все сказанное выше означает, что частота 2,4 ГГц крайне перегружена, и сбои, пропадание сигнала, потеря скорости передачи данных фактически неизбежны. Особенно сильно это может проявляться при передаче данных в реальном масштабе времени, например, потокового видео.

Исходя из этого, следует искать оптимальные решения снижения проблемы электромагнитной совместимости устройств БСПД и электронных устройств, посредством, например, использования антенн, со специальными направленными свойствами, позволяющими уменьшить взаимодействие электромагнитных излучений друг на друга.

В результате всего сказанного, можно сформулировать проблемы, возникающие при работе беспроводных систем передачи данных в одном общем частотном диапазоне. С одной стороны, при разработке стандарта уже предусмотрена проблема взаимного влияния источников радиоизлучения, работающих в одном диапазоне. Это достигается путем расширения спектра и помехоустойчивого кодирования. Таким образом, как кажется, проблема электромагнитной совместимости решена в полной мере. Однако на практике оказывается, что это не так.

Как показывает опыт эксплуатации этих радиоустройств, возникает проблема, связанная с воздействием на них источников электромагнитного поля, работающих в смежном диапазоне. Это касается, прежде всего, бытовых электроприборов, являющихся источником электромагнитных излучений и, следовательно, помех.

Наиболее опасными с такой точки зрения являются печи СВЧ, поскольку для них выбрана частота 2,45 ГГц. Это вызвано тем, что частота резонансного поглощения для молекул воды как раз и составляет данное значение, а поскольку во все продукты питания входит вода, то можно эффективно нагревать любой продукт при воздействии на них электромагнитным излучающим полем с колебанием 2,45 ГГц. Производители печей СВЧ гарантируют отсутствие у них внешнего паразитного излучения, однако экспериментальные исследования показывают, что при некоторых условиях, печи СВЧ являются довольно серьезным источником излучения, которое является потенциальной помехой для работы устройств передачи данных. Исходя из этого, очень актуальной задачей является экспериментальное исследование спектра электромагнитного излучения систем передачи данных и потенциального источника помех и проведение экспериментов по изучению степени влияния печей СВЧ на работу сетей Wi-Fi и других устройств данного диапазона.

На кафедре «СТРВ» ТУИТ в лаборатории антенно-фидерных устройств, а также в научно-исследовательской лаборатории ГУП ЦЭМС проводились измерения спектральных характеристик источников излучения и измерение влияния электромагнитного излучения печи СВЧ на пропускную способность систем передачи данных. Из результатов исследований следовало, что в системах Wi-Fi при наличии узкополосной помехи снижается скорость передачи в канале.

Происходит это из-за того, что узкополосная помеха подавляет несколько поднесущих OFDM. При этом данные на других поднесущих продолжают передаваться и на приемной стороне восстанавливаются с помощью заложенных на передающей стороне избыточности и помехоустойчивого кодирования. Как следствие подавления части поднесущих – падение скорости передачи данных в канале. Так же к падению скорости может привести большое количество точек доступа в современных офисах и работающих на одинаковых либо пересекающихся каналах.

## НЕЭКВИДИСТАНТНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ В СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

*Д.А. Раимбердиева (ГУИТ, магистрантка)*

Для получения высокой направленности излучения необходимо применять антенну, размеры которой намного больше длины волны. Такая антенна обычно представляет собой систему излучателей, между которыми распределяют подводимую от генератора мощность. Поля излучения этих источников складываются в пространстве. Здесь в одних направлениях суммарное поле усиливается, в других ослабляется. Результирующая диаграмма направленности (ДН) системы зависит от расположения излучателей в пространстве, а также от амплитуд и фаз тока в этих излучателях.

По форме ДН антенн обычно подразделяются на узконаправленные и широконаправленные. Узконаправленные антенны имеют один ярко выраженный максимум, который называют основным лепестком и побочные максимумы, обычно имеющие отрицательное влияние, высоту которых стремятся уменьшить.

Узконаправленные антенны применяют для концентрации мощности радиоизлучения в одном направлении для увеличения дальности действия радиоаппаратуры, а также для повышения точности угловых измерений в радиолокации.

Широконаправленные антенны имеют хотя бы в одной плоскости ДН, которую стремятся приблизить к кругу. Они находят применение, например в телевидении.

На сегодняшний день антенные решетки - распространенный класс антенн, элементами которых могут служить слабонаправленные излучатели (спирали, металлические и щелевые вибраторы, волноводы, диэлектрические стержни) и остронаправленные антенны (зеркальные, рупорные и другие).

Антенная решетка представляет собой совокупность отдельных антенн, расположенных в определенном порядке и возбуждаемых одним или несколькими когерентными источниками. В таких источниках колебаний, разность фаз не изменяется в течение, достаточно длительного периода.

Отличаются антенные решетки от антенн других типов тем, что у них есть возможность гибкого управления характеристиками направленности и возможность параллельной обработки сигналов.

По характеру распределения излучателей в раскрыве различают неэквилистантные и эквилистантные антенные решетки.

Неэквилистантные решетки позволяют значительно уменьшить число излучателей по сравнению с эквилистантной решеткой такого же размера. Уменьшение числа излучателей в эквилистантной решетке ведет к

увеличению расстояния между ними, а это в свою очередь приводит к появлению главных максимумов высших порядков. В неэквидистантной решетке с уменьшенным числом излучателей их располагают так, что максимумы высших порядков оказываются подавленными. Возможно также применение неэквидистантных решеток для расширения полосы пропускания.

Другим отличием неэквидистантной решетки от эквидистантной является модуляция максимумов отражения и пропускания. Поэтому расчет неэквидистантной решетки представляет большой интерес. Однако в общем виде эта задача еще не решена: до сих пор не разработан метод расчета, позволяющий однозначно определить местоположение излучателей и токов в них так, чтобы обеспечить заданную ДН с любой степенью точности.

Следует отметить существенное преимущество неэквидистантных решеток: большее расстояние между излучателями практически исключает влияние взаимной связи между излучателями. Необходимо подчеркнуть еще раз, что антенны с неравномерным расположением элементов позволяют получить высокую разрешающую способность (узкий луч), но имеют низкий коэффициент направленного действия (КНД). Поэтому они неприменимы в тех случаях, когда от антенны требуется способность сильно концентрировать энергию в заданном направлении или собирать максимум энергии подающей волны при приеме.

Резкое снижение КНД антенны с неравномерным расположением элементов должно компенсироваться предельно низким уровнем шумов усилителей во входных цепях системы или увеличением мощности сверхвысокочастотных излучений генератора.

На эксплуатационные параметры больших антенн существенное влияние оказывают флуктуации электрических параметров среды, непосредственно окружающей антенну

Для антенных решеток задача формирования требуемой ДН имеет свою специфику. Помимо распределения токов, необходимо определить соответствующее расположение источников.

ДН эквидистантной антенной решетки является периодической функцией с периодом  $u_m = \lambda d$ , где  $d$  – межэлементное расстояние. Поэтому через определенные промежутки изменения угловой координаты в ДН должны появляться лепестки, равные по величине основному лепестку (так называемые интерференционные максимумы).

Наиболее актуальной задачей является нахождение оптимального распределения элементов в решетке при условии подавления помехи в любом направлении ее прихода. С этой точки зрения для инженерной практики интересен динамический процесс расчета, когда проводится целенаправленный перебор всех возможных комбинаций расположения элементов в антенной решетке до получения требуемого результата.

Большинство методов формирования реальных ДН антенных решеток основаны на допущении отсутствия взаимной связи между их элементами. Практически же взаимное влияние излучателей велико, что приводит к изменению собственной ДН каждого элемента. Если в эквидистантных решетках все элементы находятся в этом смысле примерно в равных условиях, то в неэквидистантных ДН и КНД излучателей существенно зависят от их положения в решетке.

## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СОТОВОЙ СВЯЗИ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ**

*Мирзаахмедов Х.С. (ГУИТ, студент)*

*Юсупова А.Р. (ГУИТ)*

Сегодня уже невозможно представить себе жизнь современного человека без сотового телефона. Потребность совершать бесконечные срочные звонки, отправлять SMS-сообщения, а с распространением смартфонов/коммуникаторов, пользоваться мобильным интернетом рождает необходимость у сотовых операторов расширять зоны покрытия.

И, конечно же, это всё бывает безмерно срочно! Наверняка многие из нас попадали в такую ситуацию, когда вам вот-вот надо уже заходить в метро, а вы стоите у входа и не можете сделать ни шагу внутрь, т.к. ожидаете срочного звонка на сотовый телефон. А, как известно, «Извините, вызываемый абонент находится вне зоны обслуживания» пока никто не отменял в метрополитене.

Бешеный ритм жизни диктует свои условия. И мы, как связисты, не должны отставать от него, нам нужно пытаться максимально обеспечивать население последними новинками в сфере коммуникаций.

Наука не стоит на месте, и мы тоже должны двигаться вперед. Во многих странах мира с большим успехом уже применяют технологии, позволяющие обеспечивать пользователей метрополитенов сотовой связью, включая 3G-интернет и Wi-Fi.

За рубежом связь в метро – стандартная услуга от операторов сотовой связи. Уже несколько лет назад сигнал от специальных базовых станций сотовой связи был доступен практически во всех столичных европейских метрополитенах, от Барселоны до Берлина. Кроме того, в некоторых метрополитенах можно получить бесплатный доступ по Wi-Fi к специальным навигационным сайтам на разных языках мира, где можно найти интерактивные карты города и уточнить расписание движения транспорта.

Сегодня в США примерно 98% территории страны полностью покрывается сотовой связью. А в России, учитывая, что через станции метрополитена за год проходят десятки миллионов абонентов. Операторы сотовой связи активно обеспечивают сотовой связью метрополитены

мегаполисов, зарабатывая только на этом в крупных городах не менее 3 млн. долларов США каждый месяц.

Активно в метрополитене запускают и сети третьего поколения, как, например, в подземках Великобритании или Японии. Подобные проекты вынашивают и российские операторы связи – запустить HSPA в столичном метро. В идеале это поможет предоставить абонентам канал со скоростью до 1...1,5 Мбит/с, причем эти показатели могут быть выше тех, что «на поверхности» в 2-3 раза – это обусловлено низким уровнем зашумленности сигнала в метро и отсутствием стороннего антенного и экранирующего оборудования под землей. Видимо в ближайшем будущем, мобильный интернет под землей теперь будет быстрее, чем над ней.

Главная особенность метро для обеспечения сотовой связи – это высокая концентрация абонентов на небольшой площади в сооружениях со сложной инженерией и архитектурой (спуски, подъемы, отражающие и поглощающие поверхности) в пределах станций метрополитена и наличие длинных протяженных тоннелей между станциями, которые не всегда идут строго по прямой. В каждом из этих случаев применяются разные технические решения. Но это уже совсем другая тема для обсуждения, требующая консультаций от технических специалистов, интереса со стороны операторов сотовой связи Узбекистана и значительных инвестиций.

Известно, что сигнал сотовой сети не может преодолевать такие преграды, как толщи земли. Даже в подземном переходе или туннеле покрытие сотовой связью без специальных средств может отсутствовать. Естественно, что в подземных коммуникациях метрополитена без специальных приспособлений сотовый телефон работать не будет. Но поездка в метро может занимать достаточно длительное время. Современный темп как профессиональной деятельности, так и обычный привычный ежедневный ритм жизни жителя мегаполиса требует наличия постоянной связи, что уже стало неотъемлемой потребностью человека.

Возьмём, к примеру, Ташкент. Исторически сложилось так, что из всех городов Средней Азии на сегодняшний день метрополитен имеется только в Ташкенте. Согласно данным Государственного комитета по статистике Республики Узбекистан за 2014 г. население Узбекистана составляет более 31 млн. человек, из них 2,6 млн. проживают в Ташкенте и, по меньшей мере, 50% являются потенциальными пользователями метрополитена.

Итак, в день Ташкентский метрополитен перевозит:

- в рабочие дни (с понедельника по пятницу) – 173 000 пассажиров;
- в субботу – 130 000 пассажиров;
- в воскресенье – 77 000 пассажиров.

Итого получается, что за одну неделю Ташкентский метрополитен обслуживает 1 072 000 пассажиров, у большинства из которых есть сотовый телефон. В среднем каждый пассажир проводит в метро 25 минут.

Если учесть, что средняя потребность в услугах связи и передачи данных, составляет 50%. Значит, наши сотовые операторы в неделю потенциально могут предоставлять 12 500 000 абонентских минут и немалое количество интернет-трафика и SMS-услуг.

Таким образом, появление сотовой связи в ташкентском метрополитене будет положительно воспринята всеми абонентами сотовых операторов. По этой причине пришло время всерьез задуматься над этим вопросом.

Идти в ногу со временем в эру стремительного развития телекоммуникационных технологий означает быть всегда на связи со всем миром в любом месте в любое время.

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ОБЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ**

*Шахобиддинов А.Ш. (ТУИ)*

*Ликонцев Д.Н. (ТУИТ)*

В век бурного развития беспроводных технологий актуальность вопросов расчета электромагнитного облучения радиотехнических объектов не вызывает сомнения. С этой целью, нами предложено программное обеспечение, позволяющее рассчитать электромагнитное облучение от нескольких радиотехнических объектов.

Обычно радиостанции, радиорелейные станции и радиолокаторы различных правоохранительных служб размещаются компактно и не занимают больших территорий. Следовательно, компактно размещаются и источники электромагнитного излучения. Дополнительное электромагнитное облучение могут дать базовые станции сотовой связи и радиотелевизионные передающие станции, расположенные поблизости.

Определение превышения нормы электромагнитного облучения в местах размещения или предполагаемого строительства радиотехнических объектов (РТО) определяется по значению коэффициента  $S_{отн}$

$$S_{отн} = \left( \frac{E_{рез}}{E_{пду}} \right)^2 + \frac{ППЭ_{рез}}{ППЭ_{пду}} = 1$$

где  $E_{пду}$  - предельно - допустимое значение напряженности поля;

$E_{рез}$  - результирующее значение напряженности электрического поля от нескольких радиотехнических объектов (РТО) в метровом диапазоне волн

$$E_{рез} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2}$$

$E_1, E_2, \dots, E_n$  – значения напряженности электрического поля каждого РТО;

$ППЭ_{\text{цщ}}$  – предельно – допустимое значение плотности потока энергии;

$ППЭ_{\text{рез}}$  – результирующее значение плотности потока энергии от нескольких РТО в дециметровом диапазоне волн

$$ППЭ_{\text{рез}} = ППЭ_1 + ППЭ_2 + \dots + ППЭ_n;$$

$ППЭ_1, ППЭ_2, \dots, ППЭ_n$  – значения плотности потока энергии каждого РТО.

Так если коэффициент  $S_{\text{отн}} > 1$ , то есть превышение электромагнитного облучения. При  $S_{\text{отн}} = 1$  на высоте два метра от поверхности земли проходит граница санитарно-защитной зоны (СЗЗ), а на высоте окон или перспективной застройки – граница зоны ограничения застройки (ЗОЗ).

В настоящее время существуют отдельные программы по расчету СЗЗ и ЗОЗ от одного РТО, но на практике часто встречаются случаи, когда в непосредственной близости друг от друга располагаются 3...4 источника электромагнитного излучения. Ручной расчет СЗЗ и ЗОЗ для такого случая представляется крайне трудоемкой, а подчас и невыполнимой задачей. В связи с этим разработка программного обеспечения (ПО) для этого случая является весьма актуальной задачей.

ПО было разработано с использованием Adobe® Flash® Builder™ 4.6, применены технологии Adobe Flash master collection, CS 6, Adobe flash player plug – in 11.0.6 bin – debug, TweenMax library, TweenLite library, fullMathematic Library (собственная библиотека), интегрированный объектно-ориентированный язык программирования Action Script 3.0.

**Интерфейс пользователя.** В программе реализован графический многооконный интерфейс пользователя, предназначенный для упрощенного ввода информации и отображения графических данных. Применение стандартного интерфейса ускоряет освоение и практическое использование ПО.

В начале работы пользователю на экране монитора представляется окно с выбором действий: создание нового проекта; открытия ранее сохраненного проекта; открытия файла справки о программе; получения информации о разработчиках.

Выбор действия производится левым кликом на соответствующей иконке. Названия иконок появляются при наведении курсора мышки на них. После выбора действия иконки плавно отъезжают в верхнюю часть главного окна. Возможность нажатия на действие сохраняется.

При выборе «создание нового проекта» на экран выводится окно с возможностью ввода шага сетки в метрах и задания предельно допустимых уровней  $ППЭ_{\text{цщ}}$  и  $E_{\text{цщ}}$  кнопкой **Start**. Ранее, по умолчанию, установлены значения предельно допустимых уровней для населения в РУз. Переход на



следующий экран осуществляется путем одиночного нажатия кнопки **Start**.

При нажатии на кнопку «открыть» пользователю предлагается указать путь к ранее сохраненному проекту расчета СЗЗ и ЗОЗ для продолжения работы с ним.

При нажатии кнопки «помощь» на экран пользователя выводится текстовая информация о пользовании программой, включая основные теоретические сведения для расчета.

При нажатии кнопки «о разработчиках» на экран пользователя выводится информация о разработчиках данного программного обеспечения, включая контактные данные разработчиков.

Следующее после нажатия кнопки «создать новый проект» появляется главное окно программы, которое представляет собой поле, состоящее из квадратных ячеек со стороны заданной пользователем ранее и окошками для ввода следующих параметров:  $h_a$  - задается высота подвеса антенны относительно уровня земли (в метрах); **угол наклона антенны dV**- задается угол наклона диаграммы направленности (ДН) в вертикальной плоскости (в градусах); **угол поворота антенны dH**- задается угол поворота ДН в горизонтальной плоскости (в градусах); **марка антенны** – задается марка устанавливаемой антенны, для чего необходимо нажать на раскрывающийся список антенн.

Для изменения марки устанавливаемой антенны, необходимо нажать на надпись, указывающую марку текущей антенны, и в выпадающем списке нажать на надпись, указывающую требуемую марку антенны. Если рассматривается случай одновременной работы антенн разных марок, то данные значений вводятся в поле поочередно.

В случае отсутствия требуемых характеристик антенны, необходимые значения добавляются в файлы в ручном режиме. Выбор диапазона работы антенны осуществляется левым кликом мыши в соответствующее поле «МВ» и «ДМВ». В верхней части основного окна расположено меню позволяющее пользователю производить необходимые действия с программой.

В каждой ячейке имеется возможность установки антенны. Установка антенны производится левым кликом на выбранной ячейке, затем левый клик на кнопке «Создать Антенну». После нажатия пользователю предоставляется окно с возможностью ввода параметров антенны, таких как: **Мощность на входе АФТ** - задается мощность на входе антенно-фидерного тракта (в ваттах); **Коэффициент усиления антенны  $G_1$**  - задается значение коэффициента усиления антенны относительно изотропного излучателя (в децибелах);  $\eta_{\text{АФТ}}$  - задается значение коэффициента полезного действия антенно-фидерного тракта (в процентах);  $K_{\phi}$ - задается множитель, учитывающий влияние земли;  $K_{\Gamma}$ - задается множитель, учитывающий неравномерность диаграммы направленности в горизонтальной плоскости. По умолчанию при создании

антенны в поля характеристик подставляются типичные значения параметров.

После создания антенны в выбранной ячейке появляется схематичное изображение антенной мачты для подтверждения установки антенны. В момент установки антенны программа производит расчет СЗЗ и ЗОЗ. Места, где превышен предельно допустимый уровень плотности потока энергии программа подсвечивает красным цветом.

При наведении на любую ячейку на поле в нижней части окна, в панели, в табличном виде представлена текущая информация для данной ячейки, появляются такие параметры как: расстояние от текущей ячейки до всех антенн установленных на поле; угол поворота от всех антенн установленных на поле до текущей ячейки; значение  $E_{\text{рез}}$  для каждой антенны, установленной на поле; ППЭ<sub>рез</sub> для каждой антенны установленных на поле; значение  $E_{\text{рез}}$ ; значение ППЭ<sub>рез</sub>.

Для просмотра информации по уже установленной антенне необходимо произвести клик на ячейку, в которой она установлена. После этого над полем появляется окно с указанием параметров антенны. В окне «**Параметры антенны**» имеется возможность, при необходимости, изменять высоту подвеса антенны, углы поворота диаграммы направленности в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Для изменения значений высоты подвеса антенны и поворота диаграмм направленности необходимо ввести новые значения в соответствующие ячейки и нажать кнопку «**Повернуть Антенну**».

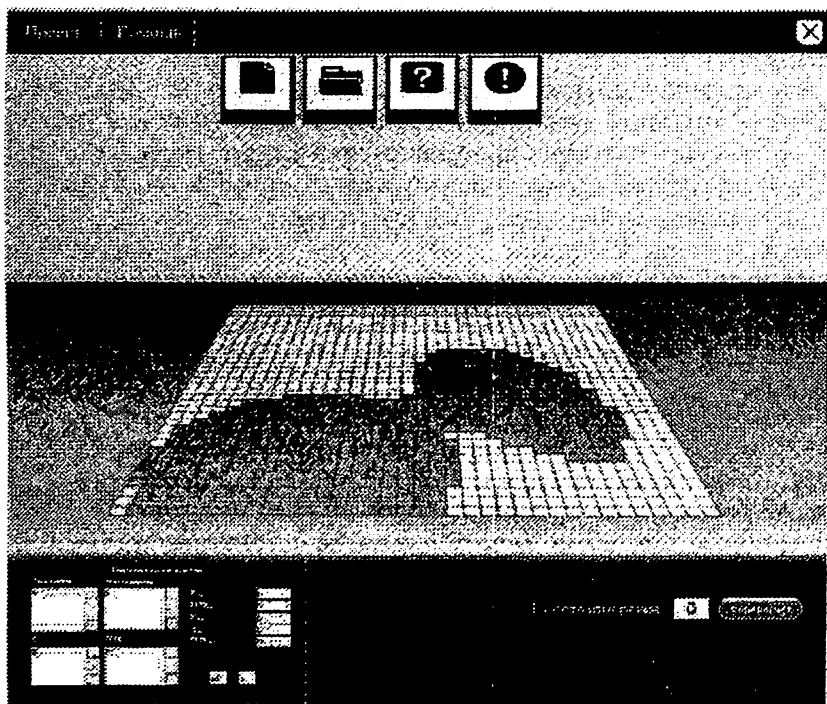
В случае необходимости расчета СЗЗ для нескольких антенн добавление антенны на поле производится одиночным нажатием на выбранную ячейку. Ввод параметров следующих антенн производится аналогично вводу параметров черной антенны.

Для расчета зон ограничения застройки с учетом высоты перспективной застройки местности, в нижней панели предусмотрена возможность ввода высоты, на которой производится расчет.

Пример расчета СЗЗ для двух РТО приведен на рисунке.

Для функционирования ПО для расчета СЗЗ и ЗОЗ необходим компьютер с минимальной конфигурацией: ОС: WindowsXP; Ram: 512 Mb; Свободное место на жестком диске 500 Mb; Video: 256 Mb.

Таким образом: разработан алгоритм расчета и программное обеспечение для определения экологически безопасной зоны от нескольких базовых станций сотовой связи. На разработанное программное обеспечение получено свидетельство ДГУ 03005 АИС РУЗ об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. Программное обеспечение позволит оптимально, с экологической точки зрения, расположить антенны радиотехнических объектов.



Пример расчета С33 для двух РТО

## БИНО ИЧИДА РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ СИГНАЛЛАРИНИ ҚАБУЛ ҚИЛИШ

*Юсунова А.Р. (TATY)*

Ўзбекистон Республикаси ҳудудида рақамли телевидение ишга тушганидан сўнг ушбу сигналларни ҳар қандай шароитда ҳам барқарор қабул қилишни таъминлаш масалаларига катта эътибор қаратила бошланди. Йил сайин рақамли телевидение қамров ҳудудини кенгайтириш, каналлар миқдорини ошириш, сифат параметрларини оширишга эътибор берилмоқда.

Маълумки, рақамли телевидение сигналларини асосан қўзғалмас абонентлар қабул қилиши назарда тутилади. Бироқ, бунда ҳам икки ҳолат кузатилади. Биринчи ҳолат бино томида сигнал қабул қилиш, иккинчи ҳолат эса бино ичида қабул қилишдир. Бино ичида қабул вақтида сигналларни хона антеннасига қабул қилишда ўзига ҳос тарафлари борки, булар бинонинг қурилиш материаллари ва бино ичидаги буюмларнинг сигнал тақсимотига таъсиридир. Юқоридагиларни инобатга олган ҳолда бино ичида телевидение сигналларини қабул қилиш ўзига ҳос ва долзарб масалалардан ҳисобланади.

Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки, рақамли телевидение сигналларини қабул қилишда ҳосил бўладиган майдон кучланганлигини ҳисоблашда қатор математик моделлар мавжудки, уларнинг ҳар бири маълум ҳолатларда аниқ қийматлар беради, бироқ сигнал қувватини башорат қилишда маълум қийматли оғишлар юзага келади. Ушбу оғиш қийматларини инобатга олиш ҳисобига сигналларни қабул қилишнинг ишончилигини ошириш имконияти бўлади. Бу эса бино ичида рақамли телевидение сигналларини қабул қилишда ишонччилик қийматини оширади.

Узоқда жойлашган ташқи манбаадан бино ичида қабул қилиш жараёнини ўта умумий кўринишда башорат қилиш мумкин. Чунки, узаткичдан қабул қилгичга қаадар тарқалувчи тўлқинга антенналарнинг жойлашиш баландлиги, қуввати, атрофдаги биноларнинг жойлашуви каби омиллар таъсир кўрсатса, бино ичидаги қабул жараёнига бинонинг конструкцияси, унинг қурилиш материали ва қабул қилувчи антеннанинг бино ичида жойлашуви таъсир кўрсатади. Юқоридаги омилларнинг барчасини тўлиқ инобатга олиш имконияти мавжуд эмас. Чунки, ҳар кейинги ҳолатда сигнал қувватига таъсир қилувчи бошқа омиллар юзага келиши мумкин. шунинг ҳисобига бино ичидаги майдон кучланганлиги қабул қилгич жойлашуви бироз ўзгарган ҳолатда ҳам 20 дБ гача пасайиши мумкин.

Юқоридаги омилларнинг таъсирини тадқиқ қилиш мақсадида ушбу мавзуга қўл урилди. Унда ТАТУ ва Unicon.uz бинолари ичидаги рақамли телевидение сигналлари кучланганлигининг тақсимои ўрганилди. Бино ичидаги майдон кучланганлиги тақсимотининг реал қийматларини билиш қабул қилувчи аппаратура ва антенналарга бўлган талабларни ишлаб чиқиш учун муҳим.

3.1-жадвалда бино ичида рақамли телевидение сигналларининг кучланганлигига турли тўсиқларнинг таъсирини ўрганиш натижалари келтирилган.

3.1-жадвал

Турли тўсиқларда Рақамли ТВ сигналининг сўниши

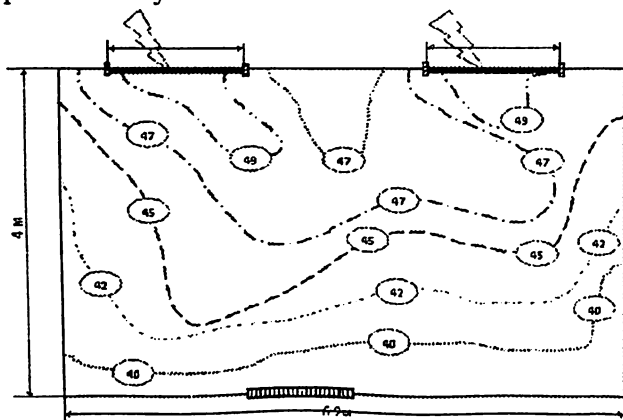
Бино	Девор материали	Девор қалинлиги, см	Майдон кучланганлиги, дБ		Ўқотиш, дБ
			Бино ичида	Бино ташқарисида	
ТАТУ	Сариқ ғишт	54	76	81	5
Unicon.uz	Сариқ ғишт	40	59	63	4

Ўтказилган ўлчашлар натижалари таҳлилидан айтиш мумкинки, рақамли телевидение сигнали ғиштли девордан ўтганда, унинг

қалинлигига қараб 5 ва 4 дБ (3,16 ва 2,5 марта) сўнган. Бу қийматни бино ичида ўрнатиладиган қабул қилувчи антенналарни танлашда ҳисобга олиш керак бўлади.

Ушбу ишда келтирилган ўлчашлар ТАТУ биносининг бир нечта ҳоналарида ўтказилган. Танланган ҳоналардаги шароитлар шундайки, у ерда дифракция ва аксланиш учун етарлича жой мавжуд. Ҳоналарнинг эшик ва ойна дарчалари стандарт ўлчамларга эга. Ойналар шасстик рамага эга бўлиб, икки қаватли шиша қопламасидан ташкил топган. Деворлар гипсгли тузилишга эга. Деворнинг тўлиқ қалинлиги 54 см.

Манбаа сифатида Тошкент РТУМ антенналаридан узатилаётган сигнал қабул қилинган. Ўлчашлар 1,5 м баландликда ўтказилган. Ўлчаш натижалари асосида бир ҳил қийматли майдонлар кузатишга мумкин бўлган нукталар эгри чизиқлар билан бирлаштириб, ҳонадаги майдон каргинаси тузилган. Уни 1-расмда кўришнинг мумкин.



1-расм. Рақамли ТВ 41-42 каналларининг ТАТУ биносининг 442-хонасидаги майдон кучланганлиги (дБмкВ) тақсимоти

## РАДИОУДЛИНИТЕЛЬ СОТОВОЙ СВЯЗИ ДЛЯ МЕСТ НЕУВЕРЕННОГО ПРИЕМА

*Шахобиддинов А.Ш. (ТУИТ)*

*Ликонцев Д.Н. (ТУИТ)*

Наблюдающееся в последние годы бурное развитие средств подвижной радиосвязи, так или иначе, затронуло сети всех категорий. Исходя из этого, сотовые операторы постоянно расширяют зону покрытия, в том числе в местах, обладающих определенной спецификой. Быстро развиваются выделенные и технологические корпоративные сети, в том числе на территориях промышленных и специальных комплексов, представляющих собой сильно экранирующие сооружения разного

назначения. Применение корпоративных и профессиональных сетей подвижной радиосвязи в таких сооружениях, наряду с решением общих задач обеспечения персонала радиотелефонной связью, позволяет широко использовать каналы подвижной радиосвязи в системах управления процессами, связанными с назначением объекта, и тем самым повысить оперативность управления и эффективность решения соответствующих задач.

Для решения общих задач обеспечения персонала радиотелефонной связью в местах неуверенного приема, используются радиоудлинители сотовой связи. В качестве радиоудлинителей сотовой связи используются, в основном, директорные антенны (антенны «волновой канал»). Такие антенны имеют жесткую конструкцию. На рис.1 изображено одно 5-элементное полотно антенны.

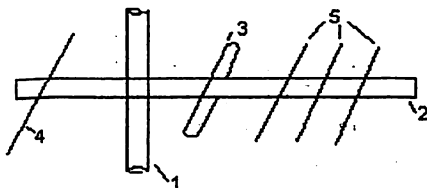


Рис. 1. Вид стандартного крепления директорной антенны на стойку

Антенна состоит из вертикальной стойки 1, горизонтальной оси (траверсы) 2 антенного полотна, на котором закреплены: активный петлевой вибратор 3, рефлектор 4 и директоры 5. Обычно используются антенны, вертикальная стойка которых выполняется из стальной или дюралюминиевой трубы диаметром 30...50 мм, горизонтальная ось – диаметром ~15 мм, вибраторы – диаметром 10...12 мм. В зависимости от диапазона частот и ширины рабочих частот диаметры трубок могут меняться. Такая антенна имеет высокий коэффициент усиления и относительно узкую диаграмму направленности.

Экспериментально установлено, что в городе за счет интерференции переотраженных волн, минимумы напряженности поля расположены на расстоянии  $r = (0,5...1,0)\lambda$  ( $\lambda$  – длина волны) в зависимости от характера городской застройки. Следовательно, при использовании существующих антенн возможны случаи, когда антенна будет находиться в точке минимума напряженности поля, что приводит к отсутствию сотовой связи. Если добиться того, что антенное полотно можно было бы перемещать в горизонтальной плоскости в пределах  $(0,5...0,75)\lambda$  и вращать по или против часовой стрелки, то появится возможность фиксировать антенное полотно в точке наилучшего приема, эта возможность появляется при использовании предлагаемой антенны.

С этой целью для использования антенны в качестве радиоудлинителя сотовой связи в ее конструкцию, состоящую из

антенного полотна, горизонтальные оси которого выполнены в виде трубок из проводящего материала, закрепленных к вертикальной стойке, предлагается внести следующие изменения (рис.2).

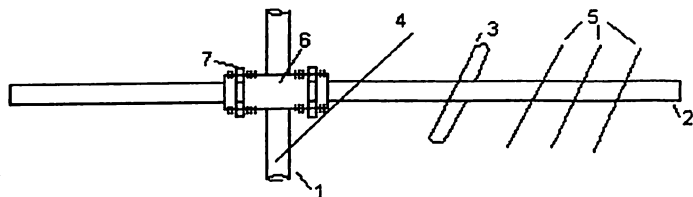


Рис.2. Крепление директорной антенны с помощью вращающейся металлической трубки

Антенна состоит из вертикальной стойки 1 и закрепленного на ней антенного полотна. Каждое антенное полотно состоит из горизонтальной оси 2, удлиненной на  $0,5...0,75 \lambda$ , выполненной в виде трубки диаметром  $10...15$  мм с жестко закрепленными на ней петлевым вибратором 3, рефлектором 4 и тремя директорами 5, металлической трубкой 6 с резьбой и горизонтальными прорезями на концах, при этом горизонтальная ось антенного полотна вставлена в металлическую трубку 6 несколько большего диаметра, на концах которой находятся металлические гайки 7 с конической резьбой для фиксации положения оси антенного полотна. Длина трубки 6 составляет  $\sim 0,25\lambda$ . Трубка крепится к вертикальной стойке 1 при помощи двух фигурных пластин, расположенных под углом  $90^\circ$  относительно друг друга и стягиваемых между собой при помощи болтов с гайками.

Антенна работает следующим образом. После установки вертикальной стойки необходимо ослабить гайки на концах трубок 6 для возможности перемещения горизонтального антенного полотна вдоль оси и вокруг нее по или против часовой стрелки для достижения наилучшего качества работы. После настройки антенны положение антенных полотен жестко фиксируется с помощью гаек с конической резьбой.

Такую антенну можно также использовать и в местах с сильно пересеченной местностью.

## ОСОБЕННОСТИ ПОКРЫТИЯ ТЕРРИТОРИИ Г. ТАШКЕНТА ЦИФРОВЫМ ТЕЛЕВЕЩАНИЕМ

*П.А.Тигай (ГУИТ, магистрант)*

Развитие цифрового наземного эфирного телевидения в Узбекистане будет идти в направлении построения и расширения сети телевидения стандарта DVB-T2. Данный стандарт является эволюцией европейского

стандарта эфирного цифрового вещания DVB-T, на основе которого в нашей стране функционирует сеть цифрового телевидения со значительным охватом населения цифровыми телевизионными сигналами практически по всей ее территории.

В DVB-T2 используется модуляция, обеспечивающая устойчивый сигнал на приеме. Применение модернизированного кодирования сигнала обеспечивает очень устойчивый сигнал и высочайшее качество даже в сложных условиях с высоким уровнем шумов и помех, также предусмотрен механизм отдельной настройки устойчивости сигнала в пределах канала для каждой предоставляемой службы.

Сеть стандарта DVB-T2 способна транслировать самые разные по природе и структуре информационные потоки, при этом система DVB-T2 способна передавать несколько независимых мультимедийных потоков, каждый по своей схеме модуляции, скоростью кодирования и временным интервалам. Возникает относительно сложная кадровая структура, как на логическом, так и на физическом уровне – ничего подобного в стандарте DVB-T не было. Очевидно, в системе DVB-T2 появляется новая функция – предварительная обработка входных сигналов.

Также как и стандарт DVB-T, стандарт DVB-T2 предусматривает большое количество различных режимов, это делает DVB-T2 очень гибким стандартом.

В ходе реализации установки цифровых телепередатчиков на Ташкентской телебашне планировалось, что будет обеспечено параллельное вещание телеканалов в цифровом и аналоговом форматах. С учетом этого необходимо было минимизировать взаимное влияние антенно-фидерных устройств телевещательных передатчиков, работающих в цифровом формате, и аналоговых передатчиков.

С учетом этого новая антенно-фидерная система для вещания DVB-T2 размещена на высоте 220 метров и представляет собой совокупность двенадцати антенных панелей, размещенных вокруг тела мачты на двух трубчатых стойках.

В целях формирования круговой диаграммы направленности, для излучения сигналов цифрового телевещания во всем секторе углов, использованы антенные панели с ортогональной поляризацией – горизонтальной и вертикальной.

Такое использование совокупности двух видов излучения электромагнитной волны позволяет создать в «дальней зоне» равномерное покрытие и «гладкую» диаграмму направленности, т.е. без провалов в каких-либо направлениях.

Данное предложение было выдвинуто изготовителями антенной системы, представителями немецкой компании «Kathrein», которые осуществляли монтаж и настройку антенного комплекса на Ташкентской телебашне. Однако с учетом расположения Ташкентской телебашни на довольно небольшом расстоянии от границы с территорией Республики



Казахстан, были установлены и сориентированы в северное направление только две антенные панели в два этажа. В южном направлении было установлено 10 антенных панелей.

Анализ покрытия обслуживаемой территории сигналами цифрового телевидения с точки зрения максимальной равномерности и эффективности показывает, что излучающая антенная система играет в этом процессе очень важную роль. В большинстве случаев указанная равномерность определяется формой диаграммы направленности антенн в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Кроме того, на эти процессы сильно влияют количество этажей антенной системы в заданном направлении. Конечно же, на распространение сигналов цифрового телевидения влияют внешние факторы – рельеф местности, объекты искусственного и естественного происхождения.

ГУП «ЦЭМС» совместно со специалистами ГУП «ЦРРТ» с использованием мобильной лаборатории проводят постоянный мониторинг уровней сигналов цифрового телевидения в пределах зоны покрытия Ташкента и Ташкентской области.

Во время проведения измерений создаются одинаковые условия для передатчиков обоих стандартов: по номеру канала (31 ТВК), полосе пропускания (8 МГц), мощности передатчика (2 кВт), кодирования цифрового потока (MPEG-4), высоте расположения антенн (220 м), типу антенн (панельная), виду их поляризации, направленности и коэффициента усиления.

Анализ электромагнитной обстановки в зоне покрытия цифровым телевидением показывает, что неравномерность земной поверхности, наличие зданий и сооружений различной высоты существенно сказываются на условиях приема сигналов населением. Действительно, в исследуемых зонах зафиксированы участки, в пределах которых уровень сигнала либо мал, либо полностью отсутствует. Это требует применения специальных мер для обеспечения приема сигналов цифрового телевидения населением, там проживающим.

Можно сказать, что главные преимущества трансляции цифровых телевизионных сигналов реализуются в радиусе 20...30 км от передатчика (при мощности передатчика порядка 1 кВт и коэффициента усиления антенны 20 дБ). Особо следует отметить, что немаловажную роль при этом играет вид поляризации излучаемых волн. Неравномерность диаграммы направленности антенн в горизонтальной плоскости и многочисленные переотражения сигнала часто приводят к потерям и, следовательно, к значительному снижению уровня напряженности поля в месте приема.

## КОАКСИАЛЬНЫЕ ФИДЕРЫ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

*Н.Ф.Шакирова (ГУИТ, магистрантка)*

Коаксиальным фидером является направляющая система с нормированным волновым сопротивлением, которая применяется на высоких частотах и позволяет передавать электромагнитную волну без отражений и излучения в открытое пространство. Удобство использования такого фидера заключается в том, что сигнал можно передать по нему на относительно большое расстояние без значительного ослабления.

По коаксиальному фидеру можно передавать сигналы различных систем телекоммуникации: вещательных сетей, компьютерных сетей, антенно-фидерных систем, автоматизированных систем управления и других производственных и научно-исследовательских технических систем, систем сигнализации и автоматики, систем объективного контроля и видеонаблюдения и систем других областей специального применения.

Преимуществами коаксиального фидера являются высокая технологичность изготовления, невысокая стоимость, эластичность, удобство транспортировки и монтажа. Коаксиальный фидер также является безопасным, простым в установке, а также помехоустойчивым, затухание сигнала в нем гораздо меньше, чем, например, в витой паре.

Оболочка в коаксиальном фидере играет немаловажную роль. Сама оболочка коаксиального фидера может быть выполнена из поливинилхлорида или полиэтилена. Выбор оболочки коаксиального фидера производится, исходя из условий его эксплуатации. Они бывают климатическими и механическими.

В климатические условия входят такие параметры, как устойчивость к воздействию повышенной либо пониженной температуры, высокой влажности, излучению солнца либо воздействию агрессивной среды. По такому параметру определяется износостойчивость фидера.

В механические условия входят такие параметры устойчивости фидера, как устойчивость к различным вибрациям, механическим линейным нагрузкам, перегибанию, воздействию пыли. Степень защиты фидера зависит от таких воздействий, как тряска, вибрация, сгибы, нагрузки и пыль.

Особое внимание следует уделять монтажу коаксиальных фидеров и антенно-фидерных трактов в беспроводных системах телекоммуникации.

Например, монтаж антенно-фидерных трактов базовых станций сотовой связи очень сильно влияет на качество работы всей сети в целом. При несоблюдении требуемых условий монтажа ухудшается работа базовых станций, наблюдаются потери при передаче сигнала. Это приводит к тому, что базовые станции через некоторое время перестают нормально функционировать и даже могут выйти из строя. Из-за этого возникают сбои, и качество мобильной связи резко ухудшается.

При монтаже, например, антенно-фидерного тракта радиосистемы, часто возникают ситуации, когда происходит механическое повреждение коаксиального фидера. К механическим повреждениям относятся деформация, значительный с малым радиусом изгиб, изменение формы фидера, нарушение целостности оболочки, вызванные контактом фидера с острыми режущими объектами.

Такие повреждения могут возникать не только при монтаже, но и во время эксплуатации коаксиальных фидеров, например при их соприкосновении с острыми краями крыш домов, мачт и т.п.

При монтаже фидерных трактов крайне важно внимательно следить за тем, чтобы на конце коаксиального фидера, где происходит его стык с разъёмами, не оставалась металлическая пыль, которая возникает при обработке фидера пилой или другим монтажным режущим инструментом. Наличие такой пыли может стать причиной возникновения сбоев в работе системы и даже короткого замыкания в ней.

Нанести механическое повреждение коаксиальному фидеру можно и непосредственно во время монтажа. Чаще всего это приводит к нарушению внешней оболочки, металлического экрана, внутреннего диэлектрика и даже центрального проводника.

Как было сказано выше, одним из важнейших параметров коаксиального фидера является его затухание, которое, если оно превышает допустимые значения, может приводить к резкому снижению уровня сигнала.

Защитная металлическая оболочка защищает от внешних электромагнитных излучений, не позволяя им влиять на передаваемую по фидеру информацию.

Использование коаксиальных фидеров имеет определенные ограничения, которые основываются на их собственных свойствах. Для оптимальной передачи сигнала по фидеру необходимо обеспечить полное согласование его волнового сопротивления с сопротивлением нагрузки и с сопротивлением источника сигнала.

Волновое сопротивление коаксиального фидера зависит от соотношения диаметров проводников, из которого он состоит, а также от значения относительной диэлектрической проницаемости материала-диэлектрика между центральным проводником и металлическим экраном.

Волновое сопротивление имеет постоянное значение, однако при деформациях фидера оно меняется, что приводит к возникновению отраженных волн и волн высших порядков из-за рассогласования и изменения физических параметров фидера. Кроме того, на значение волнового сопротивления сильно влияют внешние факторы, главными из которых являются высокая температура окружающего пространства летом и низкая температура зимой.

Наличие отраженных волн приводит к снижению эффективности передачи сигнала, превышению допустимых значений мощности, которую можно передавать по фидеру без опасений его пробоя.

Появление волн высших порядков приводит к фазовым искажениям и затуханиям, что сказывается на передаче сигнала, особенно, если его уровень изначально мал.

## **ИНЖЕКЦИОННО – ВОЛЬТАИЧЕСКИЙ УПРАВЛЯЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР ТОКА**

*У.Х. Арипова (ГУИТ)*

Теоретический анализ связи фото - вольтаического эффекта (ФВЭ) в солнечных элементах с инжекционно - вольтаическим (ИВ) эффектом (ИВЭ) в многослойных полупроводниковых  $p-n$  структурах и перспективы создания сильноточной и низковольтной (напряжение питания порядка контактной разности потенциалов) элементной базы устройств электроники приводятся в [1-6].

Управление генератором тока на основе БТ в ИВР можно, осуществлять либо заданием напряжения эмиттер-база  $E_B$ , либо токами эмиттера  $I_E$  или базы  $I_B$  БТ.

В полупроводниковой микроэлектронике широко используются генераторы стабильного тока, задача которых поддерживать величину выходного тока неизменной при изменениях значения нагрузки и входного, (питающего) напряжения. Идеальный генератор стабильного тока должен иметь на вольтамперной характеристике (ВАХ) горизонтальный участок, характеризующийся бесконечно большим значением динамического сопротивления. Генераторы стабильного тока, используемые в микроэлектронике, имеют малое значение генерируемого тока (до 1 мА). Мощные управляемые генераторы стабильного тока на основе биполярных транзисторов не разработаны. Вместе с тем, биполярный транзистор (БТ) в инжекционно-вольтаическом режиме (ИВР) работы уже является управляемым генератором тока (УГТ), на основе которого можно создать полупроводниковые устройства устойчивые при повышении рабочих температур и к нестабильности питания с высокими значениями выходного тока.

Моделирование работы БТ в ИВР проведено с использованием Multisim 10.1. Для моделирования использованы кремниевые БТ S4793 и 2SC5200 ( $n-p-n$  - структура), а также ZTX968 ( $p-n-p$  - структура).

На рис. 1 приведены экспериментальные нагрузочные и входные ВАХ БТ S4793 и 2SC5200. Они полностью подтверждают результаты моделирования и показывают, что в режиме ХХ при управлении током эмиттера сосредоточенное омическое сопротивление базы  $BTR_B$  приводит к

сдвигу напряжения ИВ ЭДС на величину падения напряжения  $I_B R_B = I_3 R_B$  [5,6].

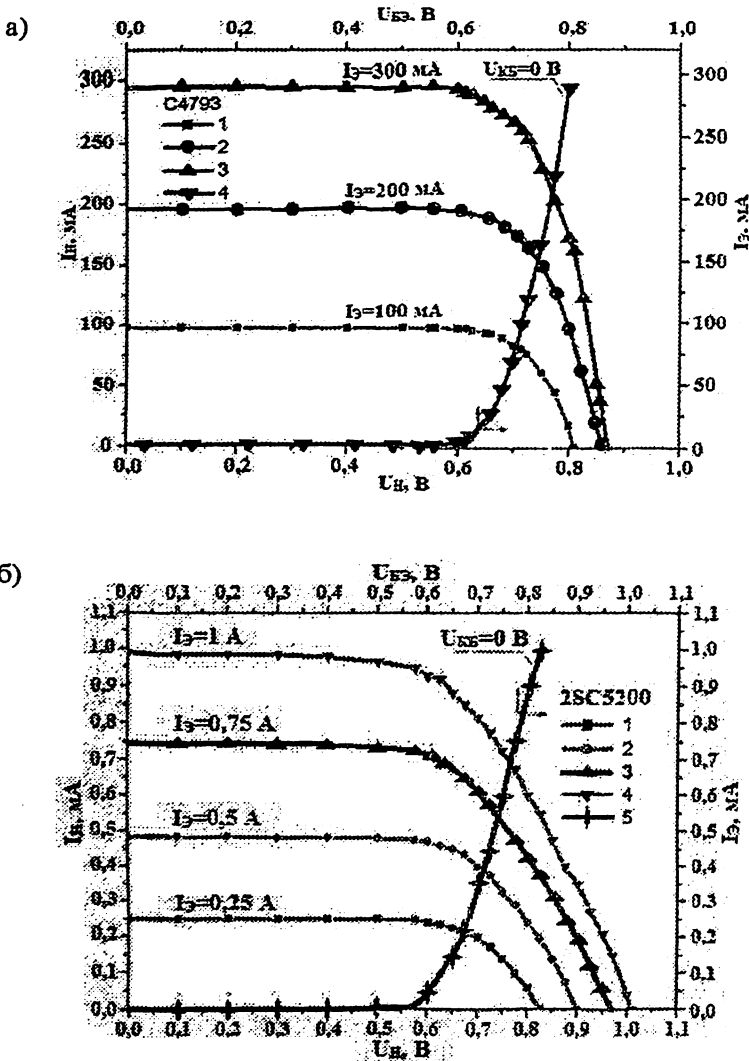


Рис. 1. Нагрузочные и входные ВАХ БТ C4793 (а) и SC5200 (б).

Из рис. 1, б можно заключить, что при непосредственном последовательном соединении каскадов, одного, управляемого напряжением эмиттер база и второго, управляемого током эмиттера, входная характеристика (кривая 5) выходит за пределы горизонтального участка соответствующего режиму генератора тока.

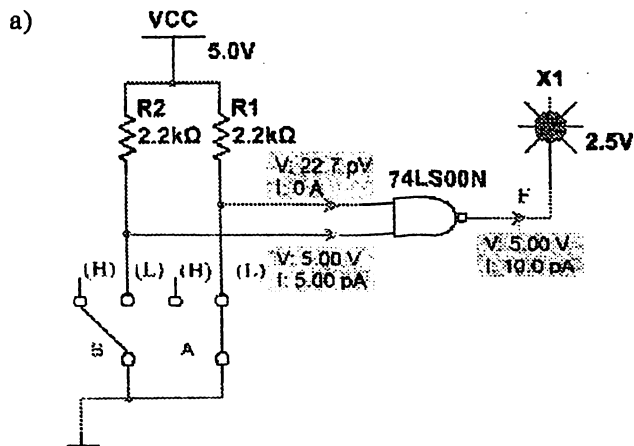
Следует отметить, что в данном случае транзистор, управляемый током, является нелинейной нагрузкой для транзистора, управляемого напряжением  $E_B$ . Для того чтобы каскад, управляемый током, работал в режиме ограничения тока его входную характеристику необходимо сместить в область меньших напряжений каскада управляемого напряжением, что можно сделать включением источника напряжения смещения  $E_{CM}$  между базами каскадов.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДУАЛЬНОСТИ МИКРОСХЕМЫ ТТЛ И-НЕ К ФУНКЦИИ ИЛИ-НЕ

*Х.К. Арипов (ТУИТ)*

*Р.С. Сайтакаев (ТУИТ, студент)*

Виртуальная и экспериментальная схема исследование дуальности микросхемы ТТЛ И-НЕ к функции ИЛИ-НЕ приведена на рис. 1 и рис. 2. На вход элемента И-НЕ от двух переключателей подаются две переменные, А и В. В положении 1 переключатели дают напряжение высокого уровня, Н. В нашем случае это напряжение +5 В. В положении переключателей 0 на вход поступает напряжение низкого уровня L (через переключатели входы замыкаются на землю).



Манипулируя переключателями для получения этих комбинаций, увидим, что потенциал на выходе схемы И-НЕ низкий (L) в случае, когда переключатели А и В находятся в положение 1. Комбинации переключателей 00, 01 и 10 дадут на выходе потенциал высокого уровня. Так получаем таблицу истинности функций (рис. 1.6).

б)

H:5 B, L:0B

H:1, L:0

L:1, H:0

i	B	A	F
1	0	0	5
2	0	5	5
3	5	0	5
4	5	5	0

i	B	A	F
1	L	L	H
2	L	H	H
3	H	L	H
4	H	H	L

i	B	A	F
1	0	0	1
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	0

i	B	A	F
1	1	1	0
2	1	0	0
3	0	1	0
4	0	0	1

Рис.1. Виртуальная схема (а), подтверждающая, что элемент И-НЕ ТТЛ реализует функцию И-НЕ по отношению к сигналу уровня H и функцию ИЛИ-НЕ по отношению к сигналу уровня L; б – таблица истинности.

К выходу схемы И-НЕ подключена одна из схем индикации. Наличие на входе двух переменных означает, что из единиц и нулей мы можем получить всего 4 комбинации двоичных последовательностей: 00, 01, 10, 11.

Обозначения функций		
F	МЭК	MILSPES
И-НЕ по отношению к сигналу уровня H		
ИЛИ-НЕ по отношению к сигналу уровня L		

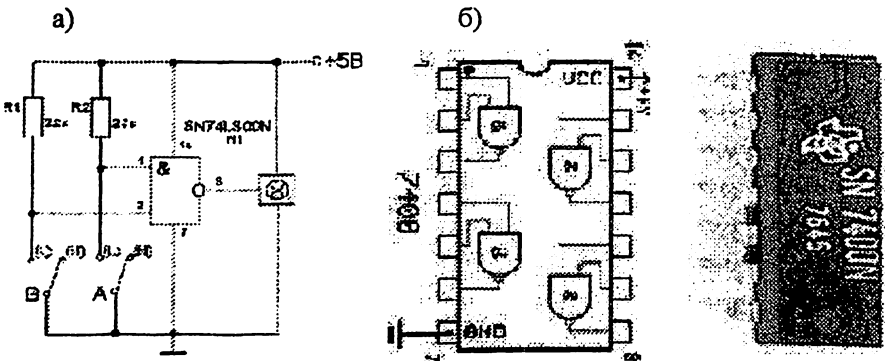


Рис.2. Экспериментальная схема (а), подтверждающая, что элемент И-НЕ ТТЛ реализует функцию И-НЕ по отношению к сигналу уровня H и функцию ИЛИ-НЕ по отношению к сигналу уровня L; б – корпус микросхемы с двухрядным расположением выводов.

Из таблицы видно, что схема реализует функцию И-НЕ, если уровень потенциала высокий, т.е. Н(1), и функцию ИЛИ-НЕ, если уровень потенциала низкий, т.е. L(0), что совпадает со сказанным выше.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСХЕМЫ ТТЛ И-НЕ В РЕЖИМЕ ДЕШИФРАТОРА

*Ш.Т.Тошматов (ТУИТ)*  
*Д.М.Розматова (ТУИТ, студент)*

Для исследования микросхемы ТТЛ И-НЕ в режиме дешифратора создана виртуальная и экспериментальная схема, как показана на рис.1 и рис.2.

На всех четыре элемента И-НЕ в микросхеме SN74LS00N поданы сигналы от двух двухполюсных переключателей. К четырем выходам микросхемы подключены индикаторные лампочки. На первую микросхемы И-НЕ поступают сигналы и . Если переключатели А и В находятся в положении 00, то на выходе микросхемы потенциал будет низким.

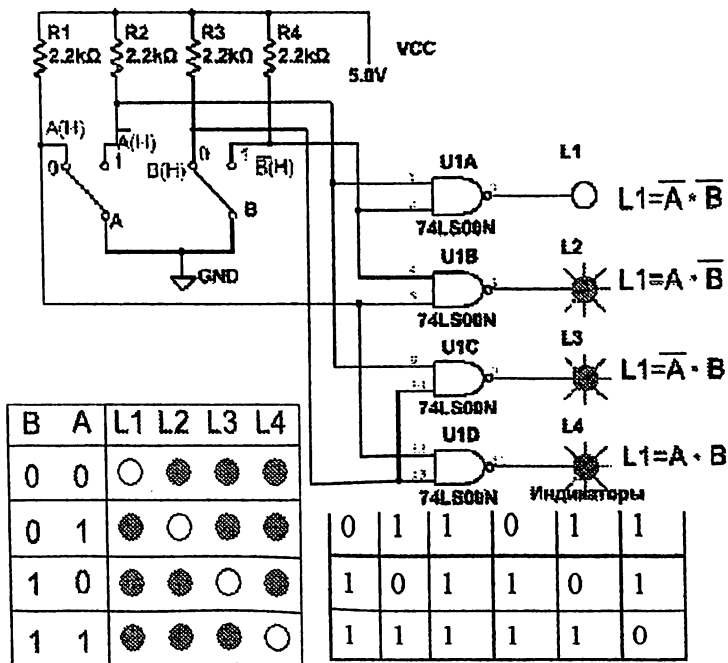


Рис.1. Виртуальная схема (а) дешифратор; б – таблица истинности;



На вторую микросхемы поступают сигналы и А. Если переключатели В и А находятся в положении 01, то на выходе микросхемы потенциал будет низким. На третьей схеме И-НЕ это произойдет в случае, если А и В находятся в положении 10. На четвертой микросхемы выходной потенциал будет низким в случае, когда оба переключателя В и А находятся в положении 1.

Если переключатели последовательно будут принимать все перечисленные положения, то можно увидеть, что состояние 0 будет смещаться сверху вниз (лампочки гаснут сверху вниз). Это показано в рис.1.б.

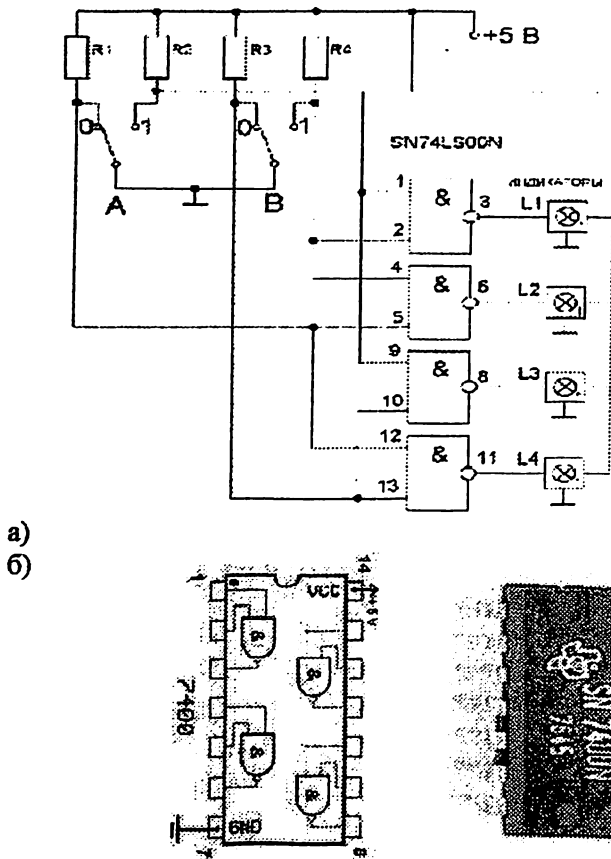


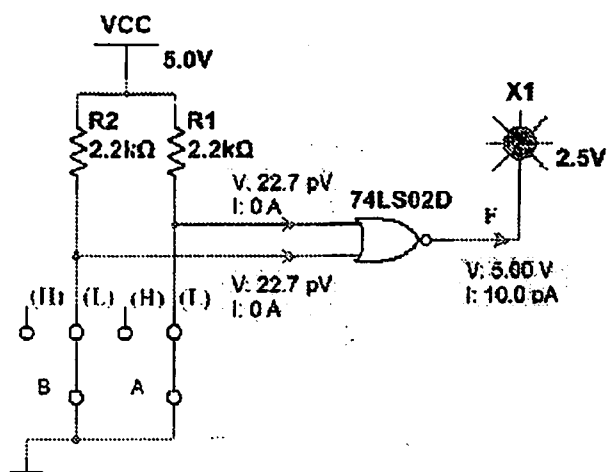
Рис.2. Экспериментальная схема (а) дешифратор, б – корпус микросхемы с двухрядным расположением выводов.

Дешифратор – это устройство для расшифровки двоичного кода. Приведенная микросхемы И-НЕ показывает, находятся ли выключатели в положении 00 или нет. Если они в положение 00, то потенциал на выходе низкий (уровень L).

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДУАЛЬНОСТИ МИКРОСХЕМЫ ТТЛ ИЛИ-НЕ К ФУНКЦИИ И-НЕ

Ш.Т.Тошматов (ГУИТ)  
Н.А.Аббосов (ГУИТ, студент)

Для исследования дуальности микросхемы ТТЛ ИЛИ-НЕ к функции И-НЕ была создана виртуальная и экспериментальная схема, как показана на рис.1 и рис.2. На вход элемента И-НЕ от двух переключателей подаются две переменные, А и В. В положении Н переключатели дают напряжение высокого уровня Н. В нашем случае это напряжение +5 В. В положении переключателей L на вход поступает напряжение низкого уровня L (через переключатели входы замыкаются на землю).



a)

б)

H:5 В, L:0В			
i	B	A	F
1	0	0	5
2	0	5	0
3	5	0	0
4	5	5	0

H:1, L:0			
i	B	A	F
1	L	L	H
2	L	H	L
3	H	L	L
4	H	H	L

H:1, L:0			
i	B	A	F
1	0	0	1
2	0	1	0
3	1	0	0
4	1	1	0

L:1, H:0			
i	B	A	F
1	1	1	0
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	1

Рис.1. Виртуальная схема (а), подтверждающая, что элемент ИЛИ-НЕ ТТЛ реализует функцию И-НЕ по отношению к сигналу уровня Н и функцию И-НЕ по отношению к сигналу уровня L; б – таблица истинности;

Если 4 комбинации устанавливать с помощью переключателей, то окажется, что сигнал на выходе микросхемы ИЛИ-НЕ будет иметь значение L (низкий уровень), когда положения А или В или оба одновременно будут соответствовать 1, т.е. при сочетаниях 01, 10, 11. Если оба переключателя находятся в положении 0, уровень сигнала на выходе будет высоким и лампочка индикатора будет светиться. Таблица истинности для этого случая показана на рис. 1.б.

Таким образом, в отношении сигнала Н схема ведет себя как ИЛИ-НЕ, а в отношении сигнала L – как И-НЕ.

Обозначения функций		
F	МЭК	MILSPES
ИЛИ-НЕ по отношению к сигналу уровня Н		
И-НЕ по отношению к сигналу уровня L		

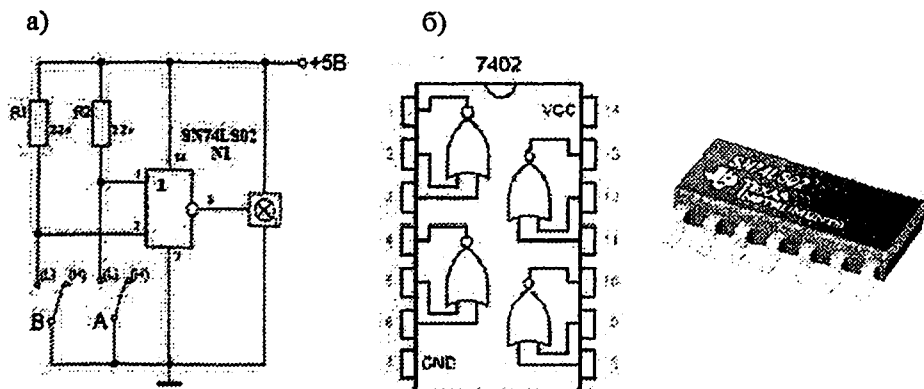


Рис.2. Экспериментальная схема (а), подтверждающая, что элемент ИЛИ-НЕ ТТЛ реализует функцию ИЛИ-НЕ по отношению к сигналу уровня Н и функцию И-НЕ по отношению к сигналу уровня L; б – корпус микросхемы с двухрядным расположением выводов.

Из таблицы видно, что схема реализует функцию ИЛИ-НЕ, если уровень потенциала высокий, т.е. L(0), и функцию И-НЕ, если уровень потенциала низкий, т.е. Н(1), что совпадает со сказанным выше.

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ КОДЕКА HEVC/H.265

*Ахмедова А.Х (ГУИТ)*

При кодировании видео в HEVC/H.265 применяется такой же «гибридный» подход, что и во всех современных кодеках, начиная с H.261. Он заключается в применении внутри- и межкадрового (Intra-/Inter-) предсказания и двумерного кодирования с преобразованием.

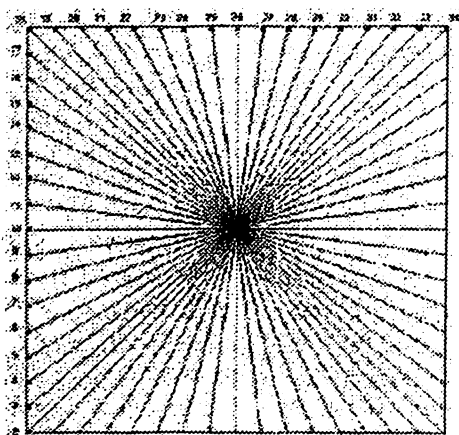
В кодере HEVC/H.265 каждый видеокادر делится на блоки. Первый кадр видеопоследовательности кодируется с использованием только внутрикадрового предсказания, то есть применяется пространственное предсказание ожидаемого уровня отсчёта внутри кадра по соседним отсчётам, при этом отсутствует зависимость от других кадров. Для большинства блоков всех остальных кадров последовательности, как правило, используется режим межкадрового временного предсказания. В режиме межкадрового предсказания на основании данных о величине отсчётов опорного кадра и вектора движения оцениваются текущие отсчёты каждого блока. Кодер и декодер создают идентичные межкадровые предсказания путем применения алгоритма компенсации движения с помощью векторов движения и данных выбранного режима, которые передаются в качестве дополнительной информации.

Кодер в точности повторяет цикл обработки декодером так, что в обоих случаях будут генерироваться идентичные предсказания последующих данных. Таким образом, преобразованные квантованные коэффициенты подвергаются обратному масштабированию и затем обратному преобразованию, чтобы повторить декодированное значение разностного сигнала.

Предполагается, что видеоматериал на входе кодера HEVC/H.265 имеет прогрессивную развёртку. В HEVC/H.265 не представлено явных функций кодирования чересстрочной развёртки, так как чересстрочная развёртка не используется в современных дисплеях и имеет всё меньшее распространение. Тем не менее, в HEVC/H.265 были представлены мегаданные, позволяющие указать кодеру, что было закодировано видео с чересстрочной развёрткой в одном из двух режимов: в виде отдельных изображений, как два поля (четные или нечетные строки кадра) или весь кадр целиком. Этот эффективный метод обеспечивает кодирование видеосигнала с чересстрочной развёрткой, минуя необходимость нагружать декодеры поддержкой специального процесса декодирования. В цифровом представлении видеопоследовательность является потоком видеоданных, состоящим из последовательности видеокладов. Каждый кадр видеопоследовательности представляет определенный дискретный момент видеосигнала. Физически же кадр является матрицей пикселей изображения. Большинство современных стандартов сжатия видеопоследовательностей реализуют блочную модель кодирования, суть

которой заключается в разбиении кадра видеопоследовательности на множество непересекающихся блоков и выполнении алгоритма сжатия на каждом полученном блоке. В стандарте H.265/HEVC структура разбиения на блоки представляет собой квадродревцо, подобное применяемому при фрактальном сжатии.

Сжатие видеoinформации основано на двух важных принципах. Во-первых, каждый кадр видеопоследовательности обладает пространственной избыточностью вследствие корреляции значений пикселей внутри кадра. Во-вторых, большинство кадров видеопоследовательности похожи на предыдущие, а значит обладают временной избыточностью. В сжатой видеопоследовательности обычно присутствуют как кадры с устранением только пространственной избыточности, так и кадры с устранением обоих видов избыточности. Кадры первого типа называются ключевыми (опорными) и обозначаются символом I (сокр. от англ. intra – внутренний). Кадр, ссылающийся на один или несколько предыдущих, называется разностным и обозначается символом P (сокр. от англ. predicted – предсказанный). Кадр, для сжатия которого используются как предыдущие, так и последующие кадры видеопоследовательности называется двунаправленным и обозначается символом B (сокр. от англ. Bidirectional – двунаправленный). В тезисе сосредоточены на сжатии опорных видео кадров. При их сжатии в стандарте H.265/HEVC используются только внутренние предсказания на основе уже сжатой части этого же кадра. В этом стандарте определено 35 режимов внутреннего предсказания: DC, плоский и 33 угловых предсказания. В стандарте предыдущего поколения H.264/AVC определено всего 10 режимов внутреннего предсказания блоков: DC, плоский и 8 угловых (направления 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34 на рисунке).

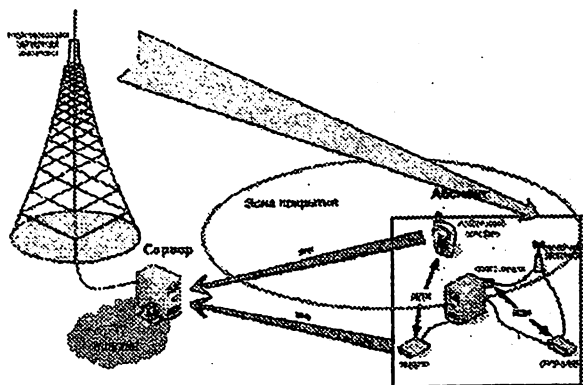


H.264/AVC DC, плоский и 8 угловых (направления 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34)

# ОРГАНИЗАЦИЯ ДОСТУПА В ИНТЕРНЕТ ПО СЕТЯМ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

*Иброхимов Б.Н. (Магистрант ТУИТ)*  
*Мустафакулов У.У (Магистрант ТУИТ)*

Принцип работы доступа к интернету через DVB-T производится с наземного передатчика. На рисунке приведён принцип работы доступа к интернету через DVB-T.



Принцип работы доступа к интернету через DVB-T

Абонент находится в зоне покрытия передатчика. На клиентское оборудование устанавливается DVB-T приёмник, антенна для приёма каналов дециметрового диапазона и модем или сетевая карта для организации обратного канала. В качестве модема может выступить и мобильный телефон с поддержкой GPRS, если интернет полностью беспроводной. После этого пользователь настраивает соединение с сервером провайдера DVB-T интернета через VPN (Virtual Private Network). При этом стоит учитывать, что желательно иметь реальный IP-адрес. С виртуальным IP-адресом будут работать не все сервисы. Большинство провайдеров домашних сетей дают именно виртуальный IP-адрес. Компания предоставляющий доступ в интернет, IP выделяет - реальный или виртуальный. К примеру, если использовать GPRS модем для обратной связи.

После того, как пользователь войдёт в сеть Интернет через обычный модем, надо войти в VPN сеть провайдера эфирного интернета. С этого момента модем на клиентской машине передаёт данные в сеть. Каждый запрос отправляется через интернет на серверы компании, предоставляющей услуги по доступу к сети через DVB-T. Будь то

файли HTML-страница, серверы провайдера беспроводного интернета через свои высокоскоростные каналы будут скачивать запрошенный объект и передавать по эфиру. Каждый запрос кодируется с помощью MAC-адреса DVB-T карты, чтобы снизить вероятность несанкционированного доступа к принимаемым данным. Плата DVB-T принимает данные, расшифровывает их и в итоге компьютер получает запрошенный объект и посылает подтверждение на сервер.

Так же компания-провайдер может иметь сервисы для односторонней передачи данных пользователю. Так называемые, offline-сервисы или работа по подписке. В этом случае пользователю не надо иметь постоянного канала обратной связи с интернетом. Клиент просто подписывается на интересующий его контент, который может быть предоставлен компанией. После этого серверы провайдера выкачивают из интернета нужную информацию и передают её по эфиру подписчикам. Система работает по принципу пейджинговой связи и не требует подтверждения от клиента. Для предотвращения ошибок, принятых файлах, из-за неуверенного приёма или например секундного «подвисания» компьютера в момент приёма данных провайдер обычно вносит в передаваемую информацию определённый процент избыточности данных, обеспечивающий успешное восстановление сбойных фрагментов по алгоритму Рида-Соломона. Что касается скорости канала DVB-T, то в одном потоке можно передавать данные со скоростью до 31 МБит/с. Это значит, что 5 000 пользователей смогут обслуживаться со скоростью до 128 Кбит/с. Провайдер может программно ограничивать пропускную способность канала для каждого клиента, формируя, таким образом, тарифную сетку с различиями по стоимости трафика и его скорости для частных и корпоративных пользователей.

Проблема с медленным интернетом решена ещё одним способом. Практически полный аналог спутникового интернета, только с обычной комнатной антенной. Такой интернет можно использовать дома, на даче или в передвижной лаборатории. Жаль только, что DVB-T интернет не доступен вдали от городов, там, где будет работать доступ через спутник. Но большинству он и не нужен. При обычном Dial-Up получить в десять раз большую скорость, при доступе через GPRS сидеть в сети часами, не платя за время и скачивая десятки и сотни мегабайт данных. Конечно же, с Ethernet-сетями такому сервису конкурировать сложно. Кто-то предпочтёт платить чуть больше, но получать постоянную высокую скорость в несколько мегабит как на закачку.

# ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

*Ш.А.Муталова (ГУИТ)*

*Ф.Ш. Ибрагимов (ГУИТ)*

Основной задачей любой системы видеонаблюдения является формирование, передача, отображение и регистрация изображения наблюдаемой сцены с максимальным качеством, которое определяется осознанным и взвешенным выбором компонента системы. Выбор этих компонентов определяется техническими требованиями к проектируемой системе и предполагаемыми условиями ее эксплуатации. Основная тенденция - это переход от аналогового представления изображения к цифровой форме, а наиболее перспективные направления:

- применение «цифровых» ТВ камер с цифровым выходом, в которых отсутствуют преобразования «цифра-аналог» и «аналог-цифра»,

- применение мегапиксельных камер для фото и видео регистрации,

- применение цифровых каналов передачи - локальных компьютерных сетей, Интернета, сотовой и спутниковой связи для удаленного мониторинга обстановки охраняемого объекта и дистанционного управления,

- применение тепловизионных приборов (тепловизоров),

- построение автономных и интеллектуальных систем видеоконтроля.

Видеосигнал, формируемый матрицей телекамеры, изначально является дискретноаналоговым — дискретный набор аналоговых отсчетов (сигналов от элементарных пикселей), подвергнутые квантованию для получения цифрового сигнала. Развитие технологии позволяет в настоящее время реализовать значительную часть обработки сигнала непосредственно в телекамере.

Развитие систем телевизионного наблюдения происходило с постепенным переходом от полностью аналоговых систем к цифровым, в которых формирование, передача и запись изображения производится полностью в цифровом виде. Между полностью аналоговыми и цифровыми системами существует несколько промежуточных вариантов, которые включают в себя как аналоговые, так и цифровые компоненты. С этим связаны некоторые расхождения в трактовке термина «цифровые системы телевизионного наблюдения».

Во всех современных камерах источником видеосигнала являются матрицы с дискретными элементами, формирующими элементарные участки изображения. Они уже изначально предполагают представление видеосигнала в дискретном виде. То есть сигнала, представляющего собой двумерный массив аналоговых отсчетов в дискретные моменты времени. Количество отсчетов определяется параметрами матрицы (числом элементов по горизонтали и вертикали), а временной интервал между



выборками — частотой считывания. Но в большинстве телекамер в процессе считывания видеосигнала или после его обработки осуществляется преобразование сигнала в аналоговую форму в соответствии со стандартами вещательного телевидения. И именно в ней происходит передача видеоизображения (например, по коаксиальному кабелю или витой паре). Поэтому, несмотря на наличие этапа с дискретной обработкой сигнала, такие камеры традиционно называют аналоговыми.

Квантования отсчетов с выхода матрицы изображение обрабатывается, передается и записывается в цифровом виде без промежуточных преобразований в аналоговый видеосигнал.

Приведена обобщенная структурная схема системы телевизионного наблюдения (рис. 1).

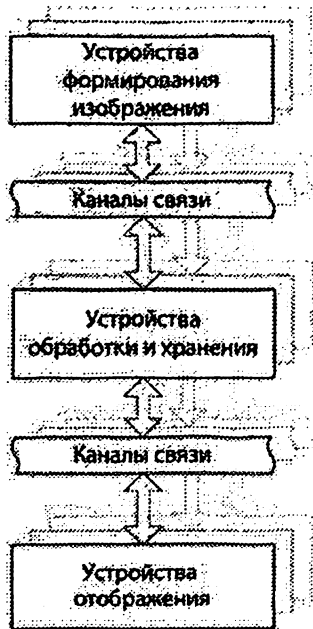


Рис. 1. Обобщенная структурная схема системы ТВ-наблюдения.

Она состоит из следующих основных элементов:

- устройств формирования видеоизображения, таких как телевизионные камеры, тепловизоры, приборы ночного видения;
- каналов передачи видеосигнала от устройства формирования видеоизображения и сигналов телеметрии к ним;
- устройств обработки и хранения видеосигналов устройства формирования видеоизображения;
- каналов передачи информации от устройства формирования видеоизображения к устройствам отображения видеoinформации.

Обобщенная структурная схема позволяет разграничить упомянутые основные части системы по способу обработки сигналов — аналоговый или цифровой. Если во всех этих элементах обработка аналоговая — то и система аналоговая. Если везде цифровая — то и система цифровая. И очевидно, что может быть большое количество вариантов комбинированных систем, использующих на разных этапах как аналоговую, так и цифровую обработку.

## **АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА В ЦИФРОВОМ ТЕЛЕВИДЕНИИ**

*Б.Х. Буриев (ГУИТ, магистрант)*

*Б.Н. Рахимов (ГУИТ)*

Транспортный поток (TS - transport stream) подобен программному потоку - они оба объединяют видео поток, поток звука и относящиеся к ним данные в логическую группу. В отличие от программных потоков, транспортные потоки были разработаны специально для последующей их передачи по телекоммуникационным сетям, в которых могут возникать ошибки. Многие приложения попадают в данную категорию - спутниковое и наземное вещание, все типы проводных и оптических сетей. Другим немаловажным отличием является то, что программный поток несет только одну программу, а транспортный поток может нести несколько программ. В литературе и в других источниках вместо термина "программа" может использоваться термин "сервис" или "канал".

Транспортный поток использует фиксированную длину пакета, равную 188 байт, приспособленного для сетей с постоянным бит-рейтом. Каждый пакет содержит данные только из одного элементарного потока. Код FEC (Forward error correction) так же может быть добавлен в данный поток с использованием стандартных кодов восстановления ошибок таких, как Reed-Solomon (RS). В транспортном потоке широко используемый RS-код добавляет 16 или 20 байт к 188-байтному пакету. Получаемые при этом пакеты длиной 204 байта широко используются в DVB приложениях, распространенных в Европе и на нескольких DTH спутниковых системах. Пакеты длиной 208 байт используются в приложениях ATSC (Advanced Television Systems Committee), распространенных системах наземного вещания США (иногда называемых DTV или HDTV). Основное назначение RS-кодов - обеспечение возможности восстановления ресиверов всего пакета в случае возникновения ошибки. 16-ти байтный RS-код позволяет восстановить ошибки в 8-ми байтах пакета; 20-ти байтный RS-код - до 10-ти искаженных байт (FEC не дает особого выигрыша в системах гарантированной доставки, таких как TCP сети, т.к. в таких системах искаженные байты могут быть посланы заново).

Очень важно понимать, что длина пакета транспортного потока не равна длине IP пакета, предназначенного для его (TS-пакета) пересылки. Обычно IP пакет может содержать несколько TS пакетов. IP пакет, содержащий 7 TS пакетов наиболее распространен, т.к. 7 - наибольшее число TS-пакетов, которые могут быть вставлены в IP пакет без фрагментации. Напомним, что максимальная длина IP пакета, которая может быть послана в Ethernet кадре равняется 1500 байт.

Другая техника обработки ошибок в TS - это использование чередования (interleaving). В данном случае, TS пакеты имеют свой порядок сортировки, при котором в IP пакет не попадают соседние TS пакеты. Это может быть очень удобным, когда один IP пакет потеряется при передаче; MPEG декодеру проще скрыть потерю нескольких изолированных TS пакетов, чем скрыть потерю группы соседних пакетов. Большое преимущество чередования заключается в "сокрытии" возникающих ошибок без добавления дополнительных битов к основному пакету. Недостатком такого метода является возникающие дополнительные задержки в системе, которые могут быть критичными в ряде приложений.

Для указания ресиверу, как PES организованы в сервисы, необходимо в транспортный поток включить дополнительную служебную информацию. Основным понятием, используемым в транспортных потоках является PID (Packet Identifier - идентификатор пакета). PID однозначно определяет какой элементарный пакет содержит TS-пакет. Например, пакеты для видео сигнала в транспортном потоке могут иметь PID=42, а относящийся к нему сигнал звукового сопровождения PID=38. Второй канал звукового сопровождения (на другом языке) для того же видео сигнала имеет PID=85.

Для отслеживания всех PID-ов, MPEG определяет несколько таблиц, несущих служебную информацию транспортного потока. PID=0 используется для PAT (Program association table - таблица соответствия программ), которая отображает все программы в данном транспортном потоке. Каждая запись в PAT указывает на PMT (program map table - таблица карты программ), по одной для каждой программы. (Напомним, что программа - это набор из видео, звука и данных, относящихся к одному событию). Внутри PMT содержится список PID-ов для данной программы, какой бы она не была. Когда пользователь выбирает для просмотра программу, PAT и PMT определяют какой видео поток необходимо направить в видео декодер, а какой звуковой поток в декодер звука.

PCR - 33 битное число, периодически вставляемое в транспортный поток, в целях синхронизации MPEG декодера с синхрогенератором 27 МГц MPEG кодера. Синхронизация необходима для слежения за состоянием входного буфера декодера. Значение 33-битного счетчика, связанного с синхрогенератором 27 МГц в кодере, периодически

вставляется в транспортный поток. Декодер извлекает его из транспортного потока и использует PCR для активации синхронизации внутреннего генератора 27 МГц. Точность синхронизации зависит от постоянства поступления данных от кодера в декодер. Влияние любых изменений во времени доставки пакетов при проходе по сети по возможности должны быть уменьшены либо исключены вовсе. Однако небольшие задержки все же будут возникать, поэтому важно, чтобы декодер был спроектирован с учетом данного факта.

По сути DVB-ASI поток представляет канал со скоростью 270 Mbps с добавленной полезной нагрузкой, которая может состоять из одной или нескольких программ с разными бит-рейтами. Суммарный бит-рейт всех программ не может превышать 200 Mbps, но и этого хватает для передачи большого количества программ со скоростями от 4 до 8 Mbps.

В настоящее время DVB-ASI используется очень широко. Разработано большое количество MPEG-кодеров с ASI выходами, MPEG-декодеров с ASI входами, мультиплексоров, видео серверов и т.п. оборудования. DVB-ASI очень прост в использовании для внутростудийного обмена. Наконец, уже большое число компаний предлагают услуги по доставке видео по сетям оптимизированным под 270 Mbps и использующим DVB-ASI,

Мультиплексирование потока может показаться относительно простой задачей, но на практике зачастую это процесс является сложным, имеющим дело с плотным взаимодействием мультиплексора с MPEG-кодером. На самом простом уровне мультиплексирование представляет собой разбиение PES на 188-битные транспортные потоки, с назначением PID каждому PES и передачей пакетов согласно выделенной полосе канала. Следуя передовым технологиям мультиплексирования и тенденциям развития цифрового телевидения в данный процесс мультиплексирования внесены существенные изменения. Обычно кабельный оператор устанавливает фиксированное значение бит-рейта на MPEG кодере и назначает фиксированное значение бит-рейта каждому PES при мультиплексировании. Это не самый лучший способ использования имеющегося канала передачи данных, т.к. некоторые сцены в видео сигнале требуют значительно меньшей полосы канала, чем им было назначено в кодере и в мультиплексоре. В то же время другие каналы в этом же транспортном потоке могут нуждаться в дополнительном увеличении бит-рейта.

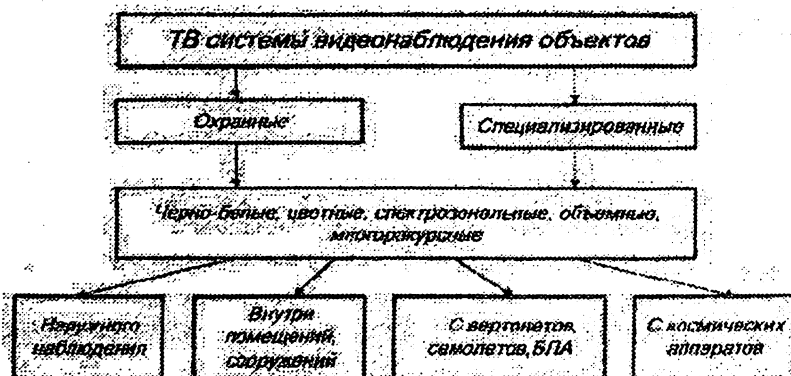
Для решения этой проблемы многими операторами используется технология статистического мультиплексирования. Данный метод основывается на предположении, что в один момент времени только несколько видео программ могут содержать сцены, требующие широкого канала (спортивные передачи, фильмы в стиле Action и т.п.). Мультиплексор использует информацию о сложности сцены и определяет потребность выбранного канала в ширине полосы пропускания и тем самым может "занять" часть полосы у каналов, в данный момент времени

содержащие статичные или маломеняющиеся сцены. Наибольшей производительности системы можно добиться, когда MPEG кодер сам сообщает мультиплексу информацию о сложности видео сцен.

## АНАЛИЗ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

*Д.Э. Султонова (ГУИТ)  
Н. Набиева (ГУИТ, магистрант)*

В настоящее время существует широкий класс ТВ систем видеонаблюдения изображений в различных зонах оптического спектра. На рисунке показана общая классификация ТВ систем видеонаблюдения объектов, которые широко используются для решения научных и практических задач.



Общая классификация ТВ систем видеонаблюдения

В приведенной классификации использованы два основных их вида – охраняемые и специализированные ТВ системы видеонаблюдения, которые могут формировать черно-белые, цветные, спектральнозональные, объемные и многоракурсные изображения.

В зависимости от условий применения их можно подразделить на наземные, подземные, подводные и надземные системы видеонаблюдения и др. Данную классификацию можно значительно расширить за счет привлечения дополнительных признаков - режима работы систем (автоматический, полуавтоматический, операторный), диапазона регистрации отраженной или излученной лучистости объектов, разрешения на местности, условий наблюдения и т.д.

Системы видеонаблюдения обеспечивают в операторном или автоматическом режимах работы решение многих задач обнаружения, контроля, измерения параметров или селекции заданных объектов. По

информации, формируемой системами видеонаблюдения, может быть проведен анализ и распознавание несанкционированного доступа к объектам, контроля изменения их состояния, а также могут решаться другие специальные информационные задачи.

Надо отметить, что внедрение видеoinформационных систем для предоставления услуг видеонаблюдения обеспечивает:

- сбор и обработку видеoinформации в задачах удаленного доступа;
- внедрение специализированных и охранных систем с широкими возможностями дистанционного контроля, управления и архивации видеоизображений;
- оперативность в анализе и принятии решения в режиме удаленного контроля объектов и многое другое.

Рассмотрим простейшую систему охранного видеонаблюдения, в которой имеется автономный видеорегистратор, на примере видеорегистратора EverFocus EDR1600. Он представляет собой современную цифровую систему видеонаблюдения, созданную на основе передовых компьютерных технологий.

Основные параметры системы следующие:

- шестнадцать входов для цветных или черно-белых ТВ камер системы NTSC или PAL;
- работа в трех режимах: запись видеосигналов, просмотр ранее записанных изображений и наблюдение в реальном режиме времени;
- встроенные алгоритмы сжатия MPEG-1 и JPEG с возможностью настройки качества;
- обнаружение движения объектов с программируемыми зонами и чувствительностью для каждой ТВ камеры;
- разнообразные форматы вывода на экран: полноэкранный, 4,7,9,10,13 и 16 окон;
- скорость воспроизведения: до 30 кадров/с для NTSC или до 50 кадров/с для PAL;
- независимая запись и воспроизведение изображений;
- удаленное наблюдение и воспроизведение через Интернет-браузер (IE или Netscape) или через мобильный телефон;
- многоуровневая защита паролями и др.

Во многих видеорегистраторах используется эффективный алгоритм компрессии видео с настраиваемым коэффициентом сжатия. Режим записи может быть непрерывным, по сигналу от детектора движений, по расписанию или по событию. Полученные видеоматериалы сохраняются в централизованной базе данных - видеоархиве. В целях экономии места и облегчения просмотра архива можно индивидуально настроить запись видео для каждой камеры в нормальном режиме и в режиме тревожной ситуации.

Видеоархив имеет удобные средства для поиска и просмотра фрагментов, позволяет подготавливать видеотчеты по заданной дате или

промежутку времени. Видеореги́стратор позволяет управлять видеокамерами даже в отсутствие оператора. Встроенное расписание работы позволяет задать для каждой камеры время ее включения и выключения и режим работы детектора движений. Расписание работы позволяет задавать как разовые, так и периодические действия, выполняемые в указанные дни недели. С рабочего места оператор может управлять всеми камерами, настраивать контрастность и яркость изображения, определять зоны детекции и чувствительность детектора движений, устанавливать режимы записи видео, комментировать записанные видеофрагменты и работать с видеоархивом. Программный комплекс имеет простой интуитивно понятный интерфейс, работающий под управлением ОС Windows.

Используя локальную сеть, Интранет, Интернет или коммутируемые соединения, оператор может с помощью компьютера просматривать текущие видеоизображения, ранее записанные, загружать или скачивать на удаленный компьютер конфигурационный файл и обновлять программное обеспечение данного видеореги́стратор.

## **РАҚАМЛИ ТЕЛЕРАДИОЭШИТТИРИШ ТИЗИМЛАРИДА КЕНГ ПОЛОСАЛИ СИМСИЗ АЛОҚА ТИЗИМЛАРИНИ ҚЎЛЛАНИЛИШИНИНГ ТАҲЛИЛИ**

*Д.Э.Султонова (ТАТУ)*

Биз рақамли телерадиоэшиттириш тизимларида кенг полосали симсиз алоқанинг ўрни қандай даржада эканлигини ўрганиб, билиб уни таҳлил қилар эканмиз, узатилаётган ёки қабул қилинаётган маълумотимиз қандай даражада етиб боришини ва замон талабига жавоб берувчи юқори технологиялардан фойдалана олишимизни хисобга олишимиз зарур. Ҳар бир яратилаётган ёки қўлланилаётган технологиянинг ўзига яраша ютуқ ва камчиликлари мавжуд, лекин кейингиси олдингисидан бир қанча қулайликларга эгадир. Телевидения ва радиоэшиттиришлар пайдо бўлганидан кейин, яъни 1900- йиллардан ҳозирги вақтгача телевидениенинг механик тизимдан электронга, оқ-қорадан ранглига, аналогдан рақамлига ўтишига 100 йилдан ортиқ вақт, шунингдек катта хажмдаги ақлий ва молиявий ҳаражатлар талаб этилган. Шунинг учун ҳам телевидениеда, худди бошқа техник тизимлардаги каби эски ва янги авлодларнинг ўзаро мутаносиблиги талаб қилинади. Юқоридагиларни инобатга олган ҳолда, замонавий рақамли ТВ аналог ТВ негизида яратилган. Шундай экан, рақамли ТВ тизимини қуриш принципларини тушуниш учун телевидениенинг асосий принцип ва стандартларига тўхталиб ўтамиз.

Бу бериш қиккинчисини тўлдирувчи аналог ва рақамли технологиялардир. Аналог сигналларни узатишга мўлжалланган мавжуд

тармоқлар, дастурий махсулотларни рақамли техника ёрдамида шакллантириш ва янги хизмат турларини тақдим этишда қатор чекловларни ўрнатиб, рақамли тармоқ имкониятларини тўлиқ даражада намоён этишга имкон беради. Шунинг учун, тадқиқотлар асосида мавжуд аналог каналлар бўйича рақамли сигналларни узатиш имконияти мавжуд эканлиги тасдиқлангандан сўнг, дунёда қатор халқаро ва миллий тадқиқот лойиҳалари иш бошлади ва уларнинг пировард мақсади – аналог ТВ тизимига муқобил бўладиган рақамли ТВ тизимини яратиб бўлди. Рақамли технологиялар алоқа тармоғида кўп дастурли телевизион ва овозли радиоташиттиришни амалга ошириш, телекоммуникацион хизмат турларини кенгайтириш ва сигнал сифатини анча ошириш имконини беради.

Рақамли ТВ тизимлари аналог ТВ тизимларига нисбатан қуйидаги афзалликларга эга:

- эшиттириш тармоғида узатилаётган ТВ каналлар сонини бир неча бор кўплиги;
- тасвир ва овоз сифатининг юқорилиги;
- аналог тизимга нисбатан кам қувват сарфланиши;
- тармоқни лойиҳалашда кенг имкониятларнинг мавжудлиги, тизим параметрларини танлаш эвазига керакли узатиш сифатига эришиш;
- кўшимча хизматлар турини бошқариш, қамров ҳудудини танлаш;
- мобил ва кўчма қабул қилгичларда сифатли қабул қилиш;
- бир частотали тармоқларни ташкил қилиш;
- маълумотлар оқимини бирлаштириб узатиш (мультиплекслаш) ҳисобига радиочастота спектридан унумли фойдаланиш;
- бошқа рақамли (йўлдошли ва кабелли) тизимларга нисбатан арзон татбиқ қилиниши: тармоқ операторлари учун – аналог ТВ инфраструктурасини ишлатиш, мижозлар учун эса – мавжуд антенна тизимидан фойдаланиш;
- кичик қувватли рақамли станциялар қуриш ҳисобига қисқа вақт (2-5 йил) ва кам ҳаражат эвазига аҳолини хизматлар билан таъминлаш;
- рақамли ТВ тизимини интернет тармоғи билан бириктириш имконияти;
- итерфаол хизмат турларини ташкил қилиш.

Биз технологиялар ривожланган сари албатта қудайликка интиламиз, юқори сифатни таъминланилиши ва кам ҳаражат талаб қилинилиши, тезлик ва ишончлилиқ талаб қилинади. Рақамли телерадиоташиттириш тизимида ҳам кенг полосали симсиз алоқадан фойдаланиш шу кўрсаткичларни амалга ошириш имконини беради.

Кенг полосали узатиш тизимининг турларига қуйидагилар киради:

MMDS ( Multichannel Multipoint Distribution Service) – кўпканалли кўпнуқтали тақсимловчи тизимлар ўтган асрнинг 70- йилларида ишлаб чиқилган. Улар 50-60 км радиусли зонанинг 2,5-2,7 ГГц диапазонда ишлашини имконини беради. Шу билан бирга базавий станция



узатгичнинг қуввати қоидага кўра оддий аналогли телевизион тармоқлар ретрансляторидаги 10...50 кВт узатгичлари билан солиштирганда 100 Вт (1кВт гача) дан ошмайди. Локал кўпнуктали тақсимловчи тизим – Local Multipoint Distribution Service (LMDS) концепциясининг пайдо бўлиши кенг полосали кириш тизимлари соҳасида кейинги қадам бўлади. Унинг тажрибалари 1992 йил Нью-Йоркда ўтган LMDS/MVDS тизимларни сунъий йўлдошли ТВ-эшиттириш тизимлари каби частота режалари (19,5-39 МГц) ва модуляция усулларида (QPSK, QAM) фойдаланилади. Рақамли телевидениaning узатишларини ташкил этишда MVDS мультимедияли тармоғи бош станция базасида қурилади.

Интернет, эфирли, кабелли ва сунъий йўлдошли телевизион каналлар, турли ўтроқ ахборот манабаларидир. Аналогли сигналлар рақамли кўринишга MPEG-2 кодерларда алмаштирилади. Сервисли ахборотнинг шаклланиши, каналли кодлаш ва модуляция 2 та стандартлар DVB-C ва DVB-S дан бирита мувофиқ амалга оширилади.

Улар аналогли сигнал стандартидан келиб чиққан ҳолда 25 та телевизион дастур ва MPEG-2 стандарт рақамли сигнал модуляциясида эса, 4-6 марта кўпроқ узатиш имконига эга.

Радио ва телеэшиттириш узатгичнинг натижавий қуввати 1000 Вт (асосан 1-10 Вт) дан ошмаган, экологик хавфсиз даражада олиб борилади.

Абонент ўрнатишлар солиштирма ҳисобина 15-25 см чизикли ўлчамли кичик хажмли компакт антенналардан фойдаланиш ҳисобидадир.

NTSC, PAL, SECAM телевизион стандартларидан қабул қилиш шартларининг мустақиллиги сигналларни рақамлаштириш ҳисобидадир

MMDS тизимлари кўпқаватли қурилишларга эга йирик шаҳарларда “ўлик зоналарни” бартараф этиш имконини беради. Улар кабелли телевидения тизими (КТВТ) қурилиши билан солиштирганда воситаларнинг сезиларли тежамкорлигини таъминлайди.

Узайтирилган магистрал ва субмагистрал линиялари йўқлиги ҳисобига эксплуатацион ҳаражатлари қисқаради.

MMDS технологиялари асосидаги сотали телевидение тизимлари регионал даражада қайта узатилаётган дастурлар сонини оширишда кенг имкониятлар очади: 2-5 каналлар ўрнига телеомошабинлар 100 та чет эл рақамли каналларини кўришлари мумкин.

Кабелли тармоқларга нисбатан MVDS ўзининг соддалиги, тезлиги ва бошланғич ёйишнинг нисбатан арзонлиги билан фарқланади.

Кейинчалик улар осон ўстирилади ва зарур бўлганда жиддий моддий йўқотишларсиз сигналларни айлантирилади. Кабелли тармоқларга нисбатан, моддий чиқимларнинг асосий фоизи абонент қурилмаларига тўғри келади, бу асосан тесқари каналли тизимлар учун ўринлидир. Бу чиқимлар эса фақатгина абонент билан пуллик ижарага шартнома тузилгандагина амалга оширилади.

MVDS тизимларининг экологик ҳавфсиз, чунки улар юқори частотали ва инсон организмига ҳавфли бўлмаган қамқувватли сигналлар билан ишлайди.

MMDS тизими жуда муҳим бўлиб, унинг турли даражадаги даромад эгаллиги аҳолининг кенг қатламлари учун мумкинлиги ҳисобланади. MMDS шаҳар бутун аҳолиси учун телевизион дастурлар қабул қилишдаги оддий ва қиммат бўлмаган манба сифатида ва кўпгина инжиқ миқозлар учун ёпиқ каналлар пакетига эга пулли телевидения тизими сифатида қўлланилиши мумкин.

MMDS тизимларидаги ТВ- эшиттириш бир каналли ва кўпканалли схема бўйича амалга оширилиши мумкин. Шундай қилиб, узатгич гуруҳли (кўпканалли) бир каналли ва аналогли ҳамда рақамли сигналларнинг узатишга мўлжалланган бўлиши лозим. Ундан ташқари, узатгичлар бино ичида ва антеннага яқин бино ташқарисидан ишлашга мўлжалланган бўлиши мумкин. Узатгични антенна олдида жойлаштириш варианты фидер линияларидаги хатоларни деярли чиқариб ташлаш имконини беради, бироқ ҳарорат ва намликнинг сезиларли тебранишларида ишларнинг ишончлигига талаб тез ўсади ва эксплуатацион хизмат кўрсатиш мураккаблашади.

Рақамли пакетлар шакллангандан сўнг, каналлар модулланади ва кенгполосали узатгичларга узатиш учун бириктирилади. Бунда индивидуал узатгичлардан фойдаланиш мумкин. Узатгичда сигнал спектри 40 ГГц соҳага ўтказилади (бу бир ёки икки босқичда бўлади), кучайтирилади ва антеннага узатилади. Базавий станциялар узатилаётган сигналнинг қувватини ошириш, шунингдек частотани қайта ишлатиш ва поляризацияни алмаштириш ҳисобига абонентлар миқдорини ошириш имконини берадиган секторли антенналар тўплами билан жиҳозланиши мумкин.

MVDS узатгичларда қўлланиладиган қаттиқ жисмли кучайтиргичларнинг қуввати сезиларли қичик бўлади. Каналли узатгичларда у мВт ўнликларида қозлаб каналларни узатишга мўлжалланган, гуруҳлиларда эса Вт бирликларида ўлчанади.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, ҳозирда кенг полосали симсиз алоқа тизимлари жуда кўп технологияларда қўланилмоқда. Мақсад эса юқори сифат ва тезликка эришишдир. Ушбу мақолада кенг полосали технологияларини параметрлари ва асосий маълумотлар кўрсатилган.

# ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ В ЦИФРОВОМ ТЕЛЕВИДЕНИИ

*А.Б.Суюнов (ГУИТ, магистрант)  
Б.Н.Рахимов (ГУИТ)*

Колориметрическое цветовоспроизведение (colorimetriccolorreproduction) определяется метомерным соответствием репродукции оригинальному изображению, при котором оба имеют одинаковые CIE- трехстимульные значения. Итогом, является воспроизведение по восприятию, но только в тех случаях, когда оригинал и его репродукция имеют одинаковый размер, окружение и рассматриваются при свете источников с одинаковыми спектральным распределением энергии и фотометрической яркостью.

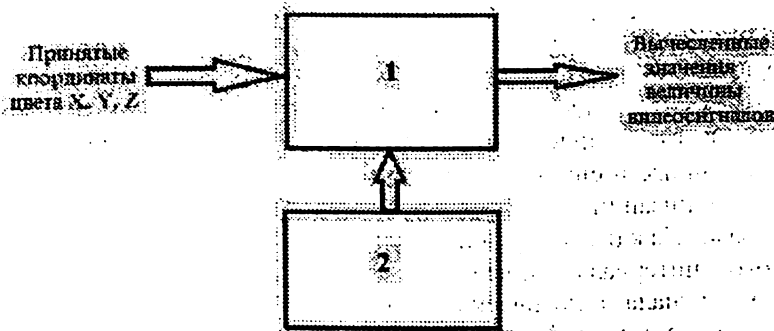
В существующей телевизионной системе, телевизионная трехцветная камера формирует три видеосигнала, которые некоторым образом кодируются и передаются на телевизионный приемник. Но, по сути, сама телевизионная камера является прибором для измерения цвета (колориметром) параллельного действия. Поэтому, можно считать видеосигналы видеокамеры, пропорциональны координатам цвета. Тогда необходимые значения видеосигнала можно определить из матричного уравнения.

Из следует, что для воспроизведения цвета с координатами  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  необходимы видеосигналы  $U_R$ ,  $U_G$  и  $U_B$ . При расчете величин видеосигналов  $U_R$ ,  $U_G$ ,  $U_B$  для передаваемых цветов, цветности которых находятся за пределами цветового охвата экрана телевизионного приемника, будет иметь место отрицательное значение величин видеосигнала, и что бы избежать этого, необходимо приравнять отрицательные значению нулю. Цветовые искажения при использовании идеальной цветной трехцветной камеры, а в телевизионном приемнике в качестве экрана применена жидкокристаллическая панель с подцветкой полноцветными диодами. Очевидно, используя подобный метод передачи и воспроизведение цвета на другой тип телевизионного экрана результат, будет идентичен.

Цветности, находящиеся в внутри цветового треугольника основных цветов экрана телевизионного приемника, оригинала изображения совпадают с воспроизводимым изображением на экране телевизионного приемника. Остальные координаты воспроизводимых цветов (за пределами треугольника цветового охвата) находятся на наиболее кратчайшем расстоянии от стороны треугольника основных цветов экрана телевизионного приемника.

При реализации данного метода в камерном канале телевизионной системы не требуется схема цветокоррекции. Но требует определенного добавления в схему телевизионного приемника. На рисунке показана

добавляемая схема. Рассмотрим эту схему. Принятый сигнал с телецентра поступает на первый вход вычислительного устройства (1); на второй вход этого устройства поступают из постоянного запоминающего устройства (2) девять величин обратной матрицы, приведенной в выражении. Значения этих коэффициентов определяется единожды, и зависят от типа экрана телевизионного приемника, а еще лучше однажды измеренные координаты цветности основных цветов для конкретного телевизионного экрана и расчета коэффициентов обратной матрицы. В вычислительном устройстве происходит вычисления величин видеосигналов  $U_R, U_G, U_B$  для воспроизведения на экране цвета с координатами  $X, Y, Z$ . В вычислительном устройстве (1) должна быть использована простая логика, а именно, если значение любого вычисленного значения  $U_R, U_G, U_B$  меньше 0, то его значение приравнивается 0.



Добавляемый узел в телевизионный приемник

Колориметрически верное цветовоспроизведение осуществляется при идеальной трехцветной телекамере, спектральные характеристики, чувствительности которой должны совпадать с кривыми сложения, то для реализации двухгорбной кривой  $x(\lambda)$ , можно поступить следующим образом. Красный канал разбить на два подканала, из них один реализует красную ветвь кривой  $x(\lambda)$ , а второй - голубую. На выходе датчиков поставить сумматор, который складывает эти два сигнала и в результате получается сигнал пропорциональный координате цвета  $X$ .

В телевидении возможна колориметрически верная цветопередача, при условии, что на приемной стороне (в телеприемнике) видеосигнал принимается как координаты цвета передаваемого элемента и для этого цвета вычисляются необходимые видеосигналы. При этом верность цветовосприятия не зависит от типа экрана телеприемника, а камерный канал телецентра освобождается от системы цветокоррекции.

Показано, что величина цветовых искажений находится в зависимости от величины площади треугольника экрана цветового охвата. Чем больше эта площадь - тем меньше величина цветовых искажений.

# ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОСВЯЗИ МЕЖДУ МИКРОКОНТРОЛЛЕРАМИ

С. Т. Гулямова (ТГТУ)

М. Х. Арипова (ТГТУ)

В отличие от проводной связи, радиосвязь придаёт аппаратуре мобильность и независимость. Неслучайно появляется всё больше различных устройств с радиоканалом. Значительная роль в развитии таких устройств отводится микроконтроллерам. Благодаря своим малым размерам, они позволяют создавать самые миниатюрные устройства с радиоканалом. К числу таких устройств можно отнести телефоны сотовой связи, различные устройства с интерфейсом Bluetooth и WiFi, устройства автомобильной сигнализации, радиоклавиатуры, радиомыши и т.п.

Рассмотрим один из самых простых примеров организации радиосвязи с помощью микроконтроллеров на основе кода Манчестер-II (далее КМ). Код Манчестер представляет собой самосинхронизирующий код, где данные и синхронизация передаются в одном сигнале. Благодаря самосинхронизации, этот код часто используется в локальных сетях и радиосвязи. Каждый бит данных в КМ кодируется переходом в середине битового интервала. Логическая единица кодируется нарастающим фронтом сигнала, а логический ноль - спадающим фронтом сигнала (или наоборот), т.е. в первой половине битового интервала передаётся уровень, противоположный биту информации, а во второй половине интервала - соответствующий биту информации (рис. 1). Таким образом, КМ содержит всего две основные гармоники в сигнале -  $F$  и  $2F$ .



Рис. 1. Структура кода Манчестера

В представленном формате, кроме информационных разрядов  $B0 - B7$ , присутствуют два стартовых бита  $St1$  и  $St2$ , а также бит управления  $Ctrl$ . Скорость передачи информации определяется периодом передачи одного

бита. На рис. 1 этот период составляет 2,4 мс, что соответствует скорости примерно 416 бод. Благодаря такому формату, сигнал КМ обладает следующими преимуществами: узкой полосой частот, отсутствием постоянной составляющей, высокой устойчивостью синхронизации.

Для построения модуля передатчика и приёмника можно использовать микроконтроллеры любых семейств. Рассмотрим вариант построения таких модулей на базе микроконтроллеров семейства PIC компании microchip.

Схемы модулей передатчика и приёмника показаны на рис. 2. Модули построены на основе компонентов компании Tele-controlli, которая производит экономичные и миниатюрные устройства для беспроводной связи в диапазоне радиоволн, а также в ультразвуковом и инфракрасном диапазонах.

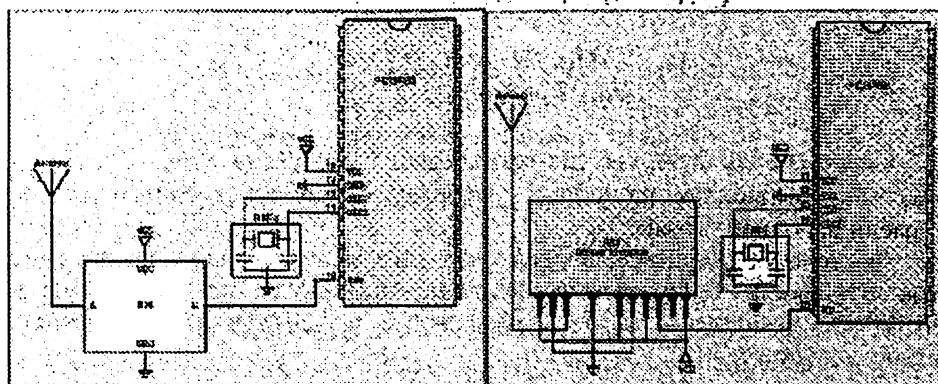


Рис. 2. Схема модуля передатчика (слева) и модуля приемника (справа)

Радиопередающий модуль RT4-XXX (XXX - рабочая частота 315, 418 или 433,92 МГц) представляет собой гибридную схему с резонатором на поверхностных акустических волнах (ПАВ) и внешней антенной.

Рассмотренные выше радиомодули поддерживают амплитудную модуляцию (АМ). Однако фирма Telecontrolli также производит и поставляет радиомодули с частотной модуляцией (ЧМ), например, передающий RTFQ1-XX и приёмный RRFQ1-XXX. Схемы подключения данных модулей незначительно отличаются от рассмотренных выше.

Среда разработки mikroC предоставляет библиотеку для манипулирования сигналами в коде Манчестер. Для работы с КМ используются следующие функции: ManReceiveConfig, ManReceiveInit, ManReceive, ManSendConfig, ManSendInit, ManSend, ManSynchro.

Вызовы функций приёма КМ (ManReceiveConfig, ManReceiveInit, ManReceive) являются блокирующими, т.е. микроконтроллер будет ожидать, пока действие (приём байта, синхронизация и т.п.) не будет

выполнено. Функции приёма ограничены по скорости обмена на уровне 340...560 бод.

Радиоприёмный модуль RR4-XXX представляет собой гибридную схему сверхрегенеративного приёмника. Рабочая частота XXX, указываемая заказчиком, может находиться в диапазоне от 200 до 450 МГц. Данный модуль сохраняет высокочастотную стабильность при механических колебаниях, транспортировке и в широком диапазоне температур. Высокая точность обеспечивается запатентованным процессом лазерной подстройки частоты.

## **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ В СОСТАВЕ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**

*М.М. Хасанов (ТГТУ)  
Ш.З. Курбанбаев (ТГТУ)*

Современный этап научно-технического прогресса характеризуется широким внедрением различных цифровых устройств и систем во все отрасли народного хозяйства.

Постоянное усложнение решаемых ими задач, а также повышение ответственности выполняемых функций, выдвинули на первый план проблему обеспечения высокой надежности и эффективности сложных цифровых систем.

Обеспечение бесперебойной работы цифровой аппаратуры, при воздействии различных условий эксплуатации, также должно сопровождаться и эксплуатационным контролем, и носить прогнозирующий и диагностирующий характеры.

В настоящее время показатели надежности относятся к числу основных технических характеристик, на обеспечение которых направлены усилия многих специалистов на всех этапах создания сложных цифровых систем.

Очень многие современные автоматические системы работают с помощью программ, заложенных в памяти их устройств. В свою очередь программы являются специфической формой записи алгоритмов, по которым производятся необходимые операции в работе системы. Поэтому проверка правильности работы системы или устройства при выполнении программы весьма необходима.

При этом возникает задача комплексной проверки функционирования системы с программным обеспечением в целом или ее отдельных элементов, средств или устройств. Программные методы контроля позволяют обеспечить контроль функционирования совокупности блоков,

трактов и подсистем в сочетании, характерном для конкретной автоматизированной системы.

Программные методы контроля характеризуются следующими специфическими показателями:

1) длиной участка, охваченного контролем  $L$ ; величина  $L$  численно может быть выражена либо числом команд, имеющихся в участке, либо временем выполнения участка;

2) вероятностью обнаружения ошибки, возникшей в результате отказа,  $P_0$ ;

3) вероятностью обнаружения ошибки, возникшей в результате сбоя,  $P_c$ ;

4) относительным увеличением участка программы, охваченного контролем

$$\Delta L = \frac{L - L_0}{L_0}$$

где  $L$  – число команд участка программы, охваченного контролем;  $L_0$  – число команд этого же участка программы при отсутствии контроля;

5) коэффициентом снижения производительности

где  $T_0$  – затрата времени на реализацию программы (участка) при отсутствии контроля;

$T$  – фактическая затрата времени на реализацию программы (участка).

Контроль хода программ опирается на общие принципы их построения и заключается в проверке правильности выполнения линейных и циклических участков программ, разветвлений, правильности обращения к стандартным подпрограммам и т.д.

Важно отметить, что на этапе производства больших интегральных схем (БИС), так же необходимо проводить пошаговый контроль качества выпускаемого изделия. В частности, при конструировании «закладывается» основа, от которой будет зависеть надежность работы изделия.

Среди перспективных конструкций следует отметить разработку микропроцессорных устройств (МПУ) на многослойных подложках, выполненных по тонко- или толсто пленочной технологии, а также изготовление на одной пластине кремния или другого полупроводника некоммутированных БИС.

Одним из примеров улучшения качества при конструировании изделия – это сокращение линейных размеров соединений и расстояния между ними приводит к росту омического сопротивления проводников и увеличению паразитных реактивностей, влияющих на быстродействие и помехоустойчивость проектируемых БИС. Среди структурных и схемотехнических методов, позволяющих сократить число межэлементных соединений и повысить производительность МПУ, следует отметить:



конвейерные структуры; вычисление приращений к iK функциям, а не самой функции; использование поразрядной обработки информации; много микропроцессорные системы с перестраиваемой структурой.

На рисунке приведена структура перспективных методов конструирования.



Перспективные методы конструирования

Таким образом, разработка перспективных методов конструирования, использование программных методов контроля, и поэтапная проверка качества БИС при производстве, в совокупности дадут нам высокие показатели надежности разрабатываемой радиоэлектронной аппаратуры.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ

*Я. Т. Юсупов (ИТТУ)*

*Б. Б. Ибрагимова (ТГТУ)*

За последнее время появилось много работ зарубежных авторов, посвященных проектированию и применению микропроцессорных средств в различных отраслях техники, в том числе и в радиоэлектронике.

При проектировании радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) на микропроцессорных сверхбольших интегральных схемах (СБИС), в отличие от комбинационных цифровых устройств необходима совместная разработка программного обеспечения и аппаратных средств.

На этапе постановки задачи определяются входные и выходные требования к МПУ, математические методы решения поставленной задачи, разрабатываются алгоритмы решения задачи и взаимодействия МПУ с РЭА.

Анализируя алгоритмы, решаемые МПУ и РЭА, формируются требования и ограничения на их реализацию. Эти этапы являются типичными для любой РЭА и поэтому обычно не вызывают затруднений.

На последующих этапах процесс проектирования раздваивается на аппаратную и программную части. Первый же этап: выбор типа МП и структуры МПУ требует от специалиста знаний элементной базы МПУ, их систем команд, имеющегося программного обеспечения, средств отладки и т. п. На основе этих знаний осуществляется разбиение структуры МПУ на аппаратную и программную части. Далее, исходя из выбранной структуры МПУ, конкретизируются требования к программному обеспечению и аппаратурным средствам. Осуществляется предварительная разработка программы и аппаратуры. Оцениваются основные характеристики МПУ. Эти характеристики сравниваются с требованиями, предъявляемыми к МПУ. Если полученные характеристики являются удовлетворительными, то осуществляется совместная отладка программного обеспечения и аппаратурных средств. По результатам отладки выпускается техническая документация.

Если характеристики не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к МПУ, выбирается другой МП или изменяется структура МПУ и весь процесс проектирования повторяется. Если для всего имеющегося в распоряжении разработчика набора МП и допустимых структур построения МПУ не будет найдено удовлетворительное решение, то необходимо изменить требования, предъявляемые к МПУ. Это достигается либо выбором более эффективных математических методов и алгоритмов, либо перераспределением задач между РЭА и МПУ.

Здесь основное внимание будет уделено следующим этапам: выбору типа МП и структуры МПУ, предварительной разработке программного обеспечения и аппаратных средств, определению характеристик МПУ.

Кроме разработки программного обеспечения можно выделить еще ряд особенностей применения МПУ в РЭА: реальный масштаб времени (РМВ) обработки сигналов, использование аппаратных микропроцессоров, разработка специальных периферийных устройств и интерфейсных схем.

Под РМВ обработки сигналов понимается необходимость обеспечения временного ограничения на выполнение алгоритма обработки сигналов:

$$T_{np} < T,$$

где  $T_{np}$  — время выполнения программы микропроцессором;  $T$  — допустимое время выполнения программы.

Значение  $T_{np}$  зависит от выполняемого алгоритма обработки, типа МП, его системы команд, структуры и т. п. Значение  $T$  определяется структурой и требованиями к РЭА, параметрами обрабатываемого сигнала. Для различных РЭА и сигналов  $T$  определяется по-разному. Рассмотрим, как определяется  $T$  для МП быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Пример. Пусть МП БПФ решает задачу спектрального анализа сигнала, имеющего следующие параметры: полоса анализируемых частот  $\Delta F = 100$  кГц, длительность обрабатываемого сигнала  $T_c = 10$  мс. Требуется определить  $T$  для МП БПФ и МП базовой операции.

Для обеспечения РМВ необходимо, чтобы допустимое время спектрального анализа  $T < T_c$ , т. е. время выполнения программы БПФ МП должно быть не более 10 мс. Частота дискретизации (при использовании квадратурных каналов)  $F_a = \Delta F = 100$  кГц. Размерность обрабатываемого массива  $N = 2\Delta F T_c = 2 \cdot 10^3$ . Число выполняемых базовых операций (БО)  $N_{BO} = N/2 \cdot \log_2 N = 11 \cdot 10^3$ . Допустимое время выполнения одной БО:

$$T_{BO} < 0,9 \text{ мкс.}$$

Микропроцессор БО не обеспечивает решение данной задачи в РМВ. Поэтому необходимо использовать в МП БО вместо двух – четыре умножителя, либо в МП БПФ использовать несколько МП БО. Допустимое время согласованной фильтрации более чем в 2 раза меньше времени спектрального анализа, так как включает вычисление обратного дискретного преобразования Фурье и умножение на импульсную характеристику. Параметр  $T$  для МП управления лучом фазированной антенной решетки (ФАР) определяется максимально допустимым временем обнаружения цели  $T_0$ :

$$T < T_0.$$

Для большинства задач обработки сигналов быстродействие микропроцессорных вычислителей недостаточно. Необходимо построение многомикропроцессорных систем.

Существенное повышение быстродействия МПЧУ может дать применение аппаратных микропроцессоров, реализующих наиболее сложные, с вычислительной точки зрения, участки алгоритма обработки. Так, использование матричного сумматора в вычислителе управления лучом ФАР (пример выше) позволяет осуществить расчет фазового распределения за время, приблизительно равное  $9T_c$ .

## ОГРАНИЧЕНИЕ ДОСТУПА В СИСТЕМАХ ЦИФРОВОГО ТВ ВЕЩАНИЯ

*Ф.А. Ходжаев (ГУИТ, магистрант)*

Цифровая технология позволила значительно расширить число и номенклатуру услуг, предоставляемых системами ТВ вещания. Часть новых услуг являются платными, или предназначенными для небольших специфических групп пользователей. Таким образом, возникает задача ограничения доступа широкой аудитории пользователей к службам, программам вещания, дополнительной информации и другим данным, входящим в состав мультиплекса, но распространяемым по подписке.

В системах цифрового ТВ вещания, в отличие от аналоговых систем, становится возможным применить эффективные, стойкие к взлому алгоритмы защиты информации. Системы с ограниченным доступом (СОД) отличаются от обычных систем использованием операций

скремблирования и шифрования, предотвращающих несанкционированный прием.

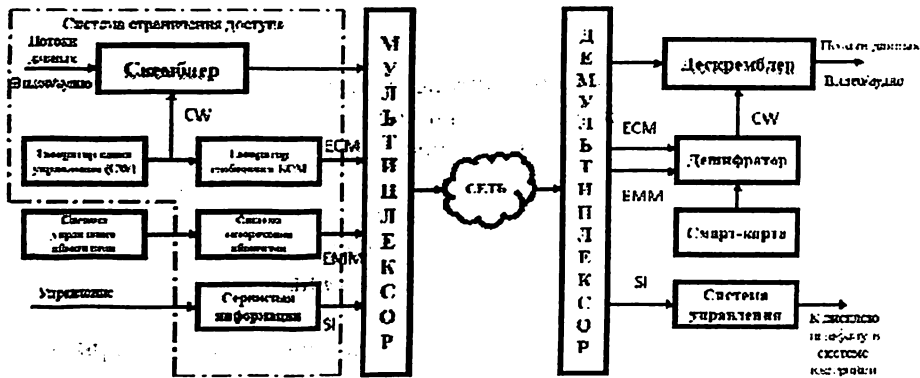
Скремблирование — это процесс придания неразборчивости цифровым потокам звука, изображения и данных.

Шифрование представляет собой процесс защиты секретных ключей, которые должны быть переданы вместе со скремблированным сигналом для работы дешифратора скремблированных последовательностей (дескремблера). После дескремблирования какие-либо дефекты звука и изображения, вызванные работой СОД, должны отсутствовать. СОД должна быть прозрачна.

Потребность ограничения доступа может возникнуть, например, в следующих типичных случаях:

- при необходимости взимать платежи с тех зрителей, которые хотят иметь доступ к определенным программам или услугам;
- по соображениям охраны авторских прав на программы при вещании в специфических географических зонах, например, на территории других стран (такой территориальный контроль может быть предписан и обеспечен, если приемник имеет встроенную глобальную систему определения местоположения GPS);
- при желании облегчить родительский контроль (т.е. ограничить доступ детей к некоторым категориям программ).

Общие принципы организации системы цифрового ТВ вещания с ограничением доступа показаны на рисунке. При формировании транспортного потока данные подвергаются скремблированию, т.е. преобразованию структуры по псевдослучайному закону. Это делает информацию "нечитаемой", т.е. недоступной для тех пользователей, которые не имеют специального ключа доступа. Управление скремблером осуществляется с помощью специальных кодовых комбинаций, называемых словами управления (Control Word, CW), вырабатываемых соответствующим генератором. Кодовые слова участвуют также в формировании сообщения, управляющих правом доступа (Entitlement Control Message, ECM). Сообщения ECM обеспечивают выделение в абонентском интегрированном приемнике-декодере IRD слов управления, синхронизирующих дескремблер и дающих ключ доступа к закрытой службе. Но операция дескремблирования возможна только после приема сообщений, предоставляющих право доступа (Entitlement Management Message, EMM), которые формируются и передаются системой управления (администрирования) абонентами (Subscriber Management System, SMS) и системой авторизации абонента (Subscriber Authorisation System, SAS). Сообщения ECM являются долговременным ключом, обеспечивающим процесс пересылки в приемник кодированных слов управления. Они изменяются достаточно редко — примерно раз в месяц.



Функциональная схема ограничения доступа в системе цифрового ТВ вещания

В системах цифрового ТВ вещания стандартизированы два основных подхода к способам ограничения доступа, называемые "SimulCrypt" и "MultiCrypt".

В варианте SimulCrypt множество приемников-декодеров используют одноименную систему ограничения доступа, основанную на едином алгоритме скремблирования. Этот вариант позволяет обеспечить передачу в одном транспортном потоке MPEG-2 вместе с программой нескольких отдельных сообщений ЕСМ (Entitlement Control Message). Таким образом, несколько различных СОД управляют доступом к одной скремблированной передаче. Применимость метода SimulCrypt основывается на коммерческом соглашении между различными провайдерами программ об использовании одной встроенной в приемники-декодеры СОД для просмотра всех программ, независимо от того, были ли эти программы скремблированы одной или несколькими СОД. Вариант SimulCrypt позволяет одной и той же программе, в которую введены различные потоки битов, управляющие ограничением доступа, быть воспроизведенной на нескольких приемниках с различным оборудованием для ограничения доступа.

В варианте MultiCrypt многие приемники имеют единый интерфейс шины персонального компьютера PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*) между стандартным модулем СОД и приемником-декодером, что позволяет передавать параллельно несколько программ, использующих различные СОД. В этом случае вещатели могут использовать модули, изготовленные различными производителями, что дополнительно повышает устойчивость системы от посягательств пиратов. Единый интерфейс работает на уровне транспортного потока MPEG-2, и хотя он изначально предназначен для ограничения доступа, он может также оказаться полезным для других целей, например, для электронных путеводителей по программе. После установки в приемник модуля

ограниченного доступа с единым интерфейсом PCMCIA различные СОД могут адресоваться последовательно этим приемникам-декодерам.

Выбор того или иного варианта доступа остается за провайдером и пользователем.

При всех вариантах построения СОД в приемнике-декодере могут быть выделены две части системы ограничения доступа:

1) подсистема дешифрирования и 2) подсистема дескремблирования. Первая переводит в рабочее состояние кодированные ключи, полученные IRD (управления, синхронизирующих дескремблер), которые необходимы для работы дескремблера; вторая делает понятными полученные данные изображения и звука.

В настоящее время в большинстве случаев роль ключа ограничения доступа выполняют сменные смарт-карты, взаимозаменяемые считывающие устройства, которые устанавливаются в приемники-декодеры с использованием единого интерфейса PCMCIA.

## **ИНТЕРАКТИВ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТИЗИМИНИ ТАДБИҚ ЭТИШНИНГ УМУМИЙ МАСАЛАЛАРИ**

*Ж.А. Абдужамилев (ТАТУ, магистрант)*

Микроэлектроника, микросистематехника, телевизион сигналларга рақамли ишлов бериш, оптоэлектроника, нанотехнология, оптик: толали алоқа линиялари магистраллари, Интернет ва маълумотларни узатишнинг бошқа протоколларини тадбиқ этиш – буларнинг барчаси биргаликда техник прогрессга, қуролланиш тизимига ва телекоммуникация бозорига катта таъсир кўрсатади. 2000 йилдан бошлаб умумий фойдаланилувчи телефон тармоқлари (ТфОП) операторларининг даромадлари пасаяётганлиги қайд этилмоқда. Бунга мобил алоқа ва интернет-телефониянинг ривожланиши сабаб бўлди. Маълумки ТфОП тизимлари каналларни коммутациялаш принципига асосан ишлайди. Ахборот сигналларини Интернет–протокол бўйича узатиш кодланган импультларнинг қисқа пакетларини шакллантириш ва уларни умумий транспорт магистралли орқали узатишга асосланган.

Дастлаб, пакетли узатиш усули маълумотларни узатишнинг катта тезлигини ва ишончлилигини таъминлай олмади. Бугунги кунда узатиш тезлиги кескин ошди ва узатиш сифати етарлича яхшиланди ва пакетли узатиш тармоғидан узатилаётган маълумотлар ҳажми коммутацияланадан каналлардан узатилаётган ахборот ҳажмидан ошиб кетди.

2005 йилда дунёда IPTV абонетлари сони 1 млн ни ташкил этарди. IPTV тармоқлари абонетлари сонининг қуйидагича ўсиш динамикаси кузатилди: 2005 й. – 1 млн; 2006 й. – 2 млн; 2007 йил. – 4 млн; 2008 й. – 16 млн. J'son & Partners Consulting компаниясининг ҳисоботига кўра 2014 йилнинг биринчи ярмигача бўлган даврда IPTV абонетлари сони кескин

ошди. Шу даврга келиб IPTV абонетлари базаси АҚШ нинг ўзида 100 млн, Россияда 37.1 млн, Польшада 11.4 млн хўжаликни ташкил этди.

Ўўловли телевидение оммавийлашиб бораётган шароитда, кўпгина рўйхатга олинган алоқа операторлари даромадларини ошириш мақсадида телевизион узатиш хизматларини кўрсатишни бошламоқдалар. КТТ тармоқларида янги сервисларни тадбиқ этиш операторларга кўшимча даромад келтириши мумкин. Интерактив телевидение хизматларини киритиш катта имкониятлар келтиради. “interactive TV” (iTV – интерактив телевидение, ИТВ) атамаси турли муаллифлар томонидан турлича таърифланиб келмоқда. Бунга сабаб – йўлдошли, мобил, кабелли ва Интернет телевиденияда интерфаоллик турлича ташкил этилганлигидир.

ИТВ ташкилий-техник тизим бўлиб, унинг асосида ахборот алмашиниш учун хизмат килувчи дастурий-аппарат воситаларининг комплекси туради. Халқаро техник жамият томонидан маъқулланган стандартлар ёрдамида узатилаётган видеокагорни ночизиқли равишда ўзгартирадиган кўйидаги хизматларни ИТВ таркибига киритиш мумкин: теледастурни аввалдан ёзиб олиш ва уни реклама роликларисиз томоша қилиш, битта теледастур доирасида ортиқча контентни узатиш ва уни абонент танлаб кўра олиши, таълим теледастурларидаги телеблокларни кўчириш, уларни кўп мароталаб кўриш ва ҳ.к.

Маълумки, Microsoft компанияси ТВ сегментни ўзлаштиришни 1997 йилда Web-TV компаниясини сотиб олиш билан бошлаган. Бугунги кунда Microsoft компанияси стандарт телевизорларга ўрнатиладиган махсус кўшимча қурилмаларни ва дастурий таъминотни таклиф қилмоқда, улар кўйидаги янги функцияларни бажаришга имкон беради: интеграллашган видеоқўшимчали интерактив дастурлар; бошқа телеканалларни фон сифатида кўриш имконини берувчи “кадрдаги кадр” (“расмдаги расм”), приставкалар орқали Интернетга кириш. Интерактив телевидение, Халқаро электрадоқа иттифоқи (МСЭ) белгилашича, реал ёки квазиреал вақтда кўрсатилаётган хизматларнинг характериға ва мазмуниға телетомошабин ўзининг фикрини билдира олиш имконини берадиган хизматларға эға, бунинг учун телетомошабин КТТнинг бошқарув марказиға, телестудияға ёки интерактив жараёнда иштирок этаётган бошқа провайдерларға зарур хабарларни жўнатиши мумкин.

Телевидениеда интерактивликка ўтиш телевизион узатишлар тизимининг ўзгаришиға олиб келади. Истеъмолчи керакли фильмларға, концертлар ва спорт мусобақаларининг видеоёзувлари, web-саҳифалар, ўйинлар, аудиоёзувларға дастурий навигатор ёрдамида буюртма бериши мумкин бўлади. Рекламали бўлақларни автоматик тарзда чиқариб ташлаган холда ва буюртма қилинган дастурларни сақлаб қўйиб, ўзиға қулай вақтда томоша қилиши мумкин. Провайдер ва операторларнинг ривожланишиға телетомошабинларни теледастур муаллифлари билан ҳамкорлик қилишға жалб қилувчи услублар, ҳамда таклиф этиладиган контент асосий калит бўлади.

Кўпгина экспертларнинг фикрича, телеомошабин Интернет фойдаланувчисининг яна бир нусхаси бўлиб қолмайди. Бунинг учун эса, интерактив дастурлар пассив кузатувчи учун ҳам қизиқарли бўлиши керак. Янги *viewer* атамасининг пайдо бўлиши ҳам бежиз эмас (*viewer* – кузатувчи, *user* – фойдаланувчи, истеъмолчи). У фаол томошабинлар билан мулоқотни кучайтириб бориши ва шу билан бирга пассив кузатувчиларни ҳам йўқотмаслиги учун дастурларнинг янги иловаларини ва форматларини ривожлантириб бориши лозим бўлади.

Телевидениедан келиб чиққан ҳолда: уларни “дастурларни интерактив ишлаб чиқариш” деб, компьютер тилидан келиб чиққан ҳолда эса “телекўрсатувларни дастурлаш” деб аташ мумкин. Тасвирга олинган ва монтаж қилинган кўрсатувга яратилган дастурлар комплекс ёрдамда ҳаволалар, триггерлар, фаол зоналар қўпилиши, экран формати ўзгартирилиши мумкин. Ҳозирда кўпгина телеканаллар ўз теледастурларини интерактив имкониятлардан фойдаланиб узатмоқдалар. Одатдаги “бир томонламали” теледастурлар, *web*-сайтлар, *iTV* ва маълумот узатишлар билан комплекс биргаиқда кўрилмақда. Статистиканинг кўрсатишича, интерактив теледастурларнинг тан. нархи оддийларига нисбатан бир қанча баланд. Шунинг учун, интерактив телекўрсатувларни яратиш видеохизматлар кўрсатишнинг умумий концепциясига интеграллашгандагина ўзини оқлайди.

Интерактив телекўрсатувлар муаллифларининг ҳақолатидан бири – теледастурларни турли хил ахборотлар билан тўлдириб ташлаш ҳисобланади. Кўпчилиكنинг фикрича, одамларда ахборот қанчалик кўп бўлса, қарор қабул қилиш шунчалик осон бўлади. Аслида, психологларнинг таъкидлашича, ортиқча ахборот қарор қабул қилиш мантиқини бузади. Телеомошабинлар бу ҳавфни фикран сезиб, мавжуд ахборотнинг барчасига “ташланишга” шопилмайдилар.

*IPTV* тармоқларига Интернет ўйинларни киритиб бориш билан боғлиқ бўлган интерактивликнинг яна бир томонини кўриб чиқиш мумкин. Бу ўйинларнинг кўпчилиги жамиятдаги маънавий, ахлоқий ва маданий иқлимни ёмонлаштиришга олиб келади. Интернет ўйинларнинг таъсири батафсил ўрганиб чиқилган. Бу ўйинлар келтирган зарарларнинг энг қисқа рўйхати ҳам салбий таассурот қолдиради. Масалан, психологлар қатор катта жиноятларни “шуттерлар” ўйини (кўп сонли қотилликларни чақирадиган ўйин жанри, инглизчада *shoot* – ўқ узиш) билан боғлайдилар. Ёки зўравонликка чақирадиган *GTA* (*Grand Theft Auto* – автомобилларни ўғирлаш) ўйини. Бундай ўйинлар билан қандай қилиб курашиш мумкин? Йўли битта – тармоқ оператори жавобгарлик ҳиссига эга бўлган ҳолда ўзининг интерактив ўйинлар кутубхонасини имкон даражасида маънавий нуқтан назарда муҳокамадан ўтказиб туриши зарур.



# К ВОПРОСУ ФИЛЬТРАЦИИ СТАЦИОНАРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ФЛУКТУАЦИОННЫХ ПОМЕХ

Абдуазизов А.А., Юсупов Я.Т., Ядгарова Н.А.

Известно, при приеме дискретных сигналов решаются следующие задачи: обнаружение, различение, оценивание и воспроизведение.

В зависимости от задачи, поставленной перед системой радиосвязи в некоторых случаях при приеме сигналов необходимость решения одного, двух и более задач последовательно. Так, как во всех каналах связи, даже при отсутствии полезного сигнала присутствуют внутренние (тепловые), внешние непреднамеренные и преднамеренные помехи. Реально на входе приемника имеется некий смесь полезного сигнала и помехи, которую в общем случае принято представлять в следующем виде:

$$x(t) = s(t) + w(t) \quad (1)$$

В цифровых системах связи заранее известно форма принимаемого сигнала, скорость передачи и т.д. В некоторых системах вместе с сигналом несущим полезное сообщение передаются и сигналы синхронизации. При приеме дискретных сигналов используются априорные вероятности передачи отдельных сигналов, в общем случае  $P(S_i, t)$  из множества сигналов  $\in P(S_i, t)$ . В системах передачи дискретных сигналов  $i = 2$ , а в многопозиционных системах  $i = M$ , где  $M$  – количество используемых ортогональных сигналов.

Для большинства систем радиосвязи окончательное решение о регистрации  $S_j(t)$  одного из совокупности  $i = 2, 3, \dots, M$  принимает решающим устройством.

Приемное устройство (рис.1) обрабатывая смесь сигнала+помеха, т.е.,  $x(t) = S_i(t) + w(t)$ , вычисляет апостериорную вероятность наличия в этой смеси, который в общем случае является непрерывной функцией времени.

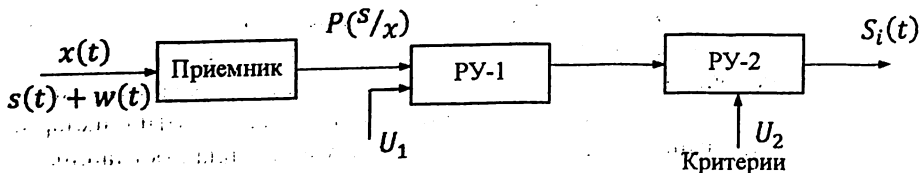


Рис. 1.

Решающее устройство (РУ-1) сравнивает апостериорную вероятность о наличии или отсутствии полезного сигнала  $S(t)$  в смеси  $x(t) = S_i(t) + w(t)$ , по отсчету снятому из этой смеси в определенный момент времени, который обеспечивает максимум апостериорной

вероятности  $P(S_i/x)$ , с некоторым порогом  $U_1$ . При этом если уровень сигнала на входе РУ-1  $u > U_1$ , считывается на вход приемника поступил один из ортогональных сигналов  $S_i(t)$ ; в противном случае, если  $u \leq U_1$ , то принимается решение о том, что полезный сигнал  $S_i(t)$  отсутствует.

Для повышения вероятности обнаружения сигнала, необходимо установить оптимальный порог решающего устройства  $U_1$ , используя все возможные статистические априорные сведения (информации) о сигналах  $S_i(t)$  и вероятностные свойства помехи  $w(t)$  и дополнительные критерии (условия) которые зависят от задачи, поставленной перед системой связи. Например, в радиолокации дополнительной информацией является вероятность ложной тревоги и правильного приема, которая в свою очередь зависит от величины риска (потерь) при наступлении ошибки первого вида  $P_I$  или второго вида  $P_{II}$ .

В большинстве случаев априори известно форма сигналов  $S_i$  и помеха представляющий собой случайный процесс подчиняется нормальному (Гауссова) закону распределения со средним значением нуль и плотностью вероятности

$$P(w) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_w} e^{-\frac{w^2}{2\sigma_w^2}}$$

Если сигнал принимает только два  $S_0$  и  $S_1$  значения с априорными вероятностями  $P_0$  и  $P_1$ , то  $P_1 = 1 - P_0$ .

При этом на входе РУ-2, возможно появление одного из двух значений плотности вероятности:

$p_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_w} e^{-\frac{x^2}{2\sigma_w^2}}$  – при отсутствии на входе приемника сигнала  $S$  (гипотеза  $H_0$ ).  $x(t)$  состоит только из помехи  $w(t)$ , т.е.  $x(t) = w(t)$ ;

$p_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_w} e^{-\frac{(x-S)^2}{2\sigma_w^2}}$  – при наличии сигнала  $S$  (гипотеза  $H_1$ ).

При этом возможны два вида ошибок: ошибка  $P_I$  в случае когда РУ-1 принимает решение о наличии сигнала, когда фактически сигнал  $S(t)$  отсутствует – ложное срабатывание; ошибка  $P_{II}$  – когда РУ-1 не срабатывает, когда фактически в смеси  $x(t)$  содержится полезный сигнал  $S(t)$  (пропущен сигнала – пропуск цели).

При этом в соответствии с рис. 2. вероятность ложного срабатывания определяется следующим выражением:

$$\alpha(U) = \int_U^{\infty} P_0(x) dx;$$

а вероятность пропуска сигнала (цели)

$$\beta(U) = \int_{-\infty}^U P_1(x) dx.$$

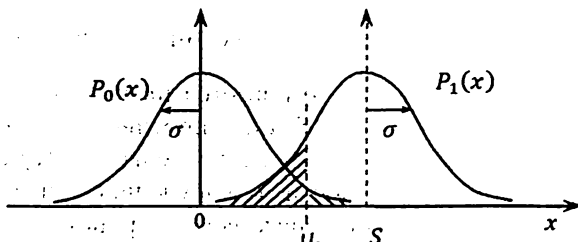


Рис. 2.

При этом вероятность правильного обнаружения сигнала будет определяться следующим выражением:

$$P_{\text{по}}(U) = 1 - \beta(U).$$

Значения  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $P_{\text{по}}$  – зависят от выбранного значения  $U$  – порога срабатывания решающего устройства РУ-2, а порог РУ-2 в свою очередь, зависит от отношения сигнал-помеха на входе приемника, который вычисляет апостериорную вероятность о наличии или отсутствии сигнала в смеси сигнал+помеха.

## РАЗРЕШЕНИЕ И РАЗЛИЧЕНИЕ ПРИ ПРИЕМЕ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ

*Абдуазизов А.А., Юсупов Я.Т., Ядгарова Н.А.*

В цифровых радиотехнических системах передачи информации на входе её приемника заранее известно форма принимаемого сигнала: частота несущей, вид манипуляции и скорость передачи сигналов. В настоящее время достаточно хорошо изучены статистическая теория радиотехнических систем различного назначения. Известно, вероятность правильного приема в первую очередь зависит от используемого способа модуляции в передатчике РТС и отношения сигнал-помеха на входе приемника. Как правило, при расчете параметров линии радиосвязи не учитывается форма используемых сигналов в РТС, от правильного выбора которой в значительной степени зависит вероятность правильного обнаружения, различения и в итоге качество воспроизведения сообщения.

Как правило, при передаче дискретных сообщений и соответствующих им сигналов стараются использовать противоположные или ортогональные сигналы, при которой обеспечивается степень различимости  $\gamma = 1 - R_{i,j}$ , где  $R_{i,j}$  – коэффициент корреляции используемых сигналов. Так как,  $\gamma = 1 - R_{i,j}$ , то достаточным условием различения сигналов при их приеме является взаимная ортогональность используемых сигналов.

При передаче дискретных сообщений каждому элементу сообщения  $u_j$  ставится в соответствие некоторый сигнал  $S_j$ , которого требуется передавать по радиоканалу с минимальными искажениями. Для этого требуется построить такой алгоритм приема суммы сигнала и помехи, позволяющий оптимальным образом различать обнаруженные приемником сигналы  $S_j(t)$  ( $j = 1, 2, \dots, N$ ) между собой.

В качестве примера рассмотрим передачу двоичных сообщений  $U_1$  и  $U_2$ , при помощи сигналов  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$  с априорными вероятностями  $P_1$  и  $P_2$  и их различение между собой при присутствии флуктуационной помехи. При этом будем считать, что каждый из этих сигналов  $S_j(t)$  ( $j = 1, 2$ ) будет иметь конечную энергию

$$E_j = \int_{-\infty}^{\infty} S_j^2(t) dt < \infty.$$

При прохождении через дискретный канал связи на полезный сигнал накладывается аддитивная помеха  $w(t)$ , который представляет собой стационарный случайный процесс с равномерной (в эффективной полосе частот, где размещены спектральные составляющие сигналов  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$ ) с плотностью мощности  $G_w(w)$ , равной  $N_0$ . Тогда в каждый момент времени на входе приемника будет  $x(t) = S_1(t) + w(t)$  или  $x(t) = S_2(t) + w(t)$ , с априорными вероятностями  $P_1$  и  $P_2$  соответственно.

Для этого необходимо, так синтезировать сигналы  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$  и задать алгоритм функционирования приемника, чтобы он автоматически различал ситуацию наличия на своем входе сигнала  $S_1(t)$  или  $S_2(t)$  наилучшим образом, т.е. с требуемой вероятностью правильного приема  $P_{П}$ . Для этого необходимо установить критерии через которые будут оцениваться об оптимальности приемника. Для этого необходимо максимизировать отношение сигнал/шум  $q_1$  и  $q_2$  для случаев передачи сигналов  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$ , кроме этого необходимо вычислять функции взаимной корреляции между сигналами  $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$  и помехой  $w(t)$  и их условные вероятности при отсутствии помехи и присутствии помехи:

$$E_{11}; E_{22}; E_{12} \text{ и } E_{21}; P_{11}; P_{22}; P_{12} \text{ и } P_{21}.$$

Здесь  $E_{11}$  и  $E_{22}$  — энергия сигналов;  $E_{12}$  и  $E_{21}$  — взаимная энергия (корреляция) сигналов и  $P_{11}$  и  $P_{22}$  — вероятность правильного приема сигналов, соответственно  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$ ;  $P_{12}$  и  $P_{21}$  — вероятности ошибочного приема сигналов  $S_2$  вместо  $S_1$  и  $S_1$  вместо  $S_2$  соответственно. На рис. 1. приведены графики условных вероятностей  $P_{11}$  и  $P_{12}$  при поступлении на вход приемника сигнала  $S_1(t)$ .

Рассмотрим оптимизацию приемно-решающего устройства, при определенных ограничениях на форму сигналов  $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$  и их энергию. При этом будем считать  $E_1 = E_2 = E$  и  $q_1 = q_2 = q$ .

Минимизируем взаимную энергию сигналов  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$ , т.е. их взаимную корреляцию, в результате получим

$$N_0 e_{12} = -E = \int_{-\infty}^{\infty} S_1(t) S_2(t).$$

Минимум  $e_{12}$  достигается при  $S_1(t) = -S_2(t)$ ;  $e_{12} = e_{21} = -q$ ;  $U_1 = U_2 = 0$ . Для этого случая

$$P_{12} = P_{21} = \int_0^{\infty} P_{12}(E) dE = \frac{1}{2} [1 - \operatorname{erf}(\sqrt{q/2})];$$

$$P_{22} = P_{11} = \int_0^{\infty} P_{11}(E) dE = \frac{1}{2} [1 + \operatorname{erf}(\sqrt{q/2})].$$

При этом  $P_{12} = 1 - P_{11}$ .

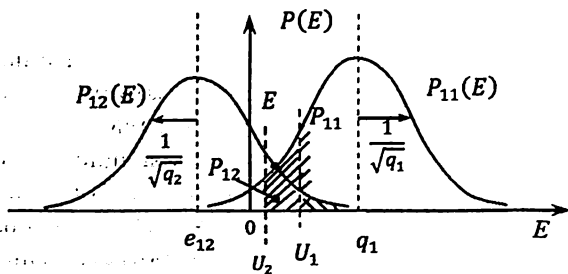


Рис. 1.

Надежность работы двоичного канала определяется следующим выражением:

$$\lambda = 1 + P_{11} \log P_{11} + (1 - P_{11}) \log(1 - P_{11}).$$

Зависимость надежности  $\lambda$  симметричного бинарного канала от величины отношения помеха/сигнал  $1/q$  приведена на рис. 2.

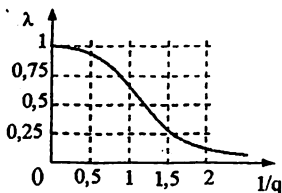


Рис. 2.

В качестве сигнала обеспечивающего максимальную надежность можно использовать фазоманипулированный сигнал с  $\Delta\varphi = \pm 180^\circ$ . В этом случае в результате проведения процедуры поиска и обнаружения на выходе симметричного бинарного канала передачи дискретных сообщений появляется один из следующих сигналов:

$$S_1(t) = S(t) \cos \omega t \text{ (при } \varphi = 0 \text{)};$$

$$S_2(t) = S(t) \cos(\omega t - \varphi) = -S(t) \cos \omega t \text{ (при } \varphi = 180^\circ\text{)}.$$

Применение таких сигналов в магистральных трактах подвижных систем радиосвязи, например транкинговой связи обеспечивает их высокую надежность, которая необходимо для её нормального функционирования.

## МУНДАРИЖА

1.	<i>Абдухадов А.А., Жумабоев А.Я.</i> IP ТАРМОҚЛАРИДА IPTV ИЛОВАЛАРИДАГИ ХАТОЛАРНИ АНИҚЛАШ ВА ТЎҒИРЛАШНИНГ ТАҲЛИЛИ.....	7
2.	<i>Абдухадов А.А., Саптаров А.А.</i> ЗАМОНАВИЙ МУЛЬТИМЕДИА ХИЗМАТЛАРИНИ ТАЪМИНЛАШДА RTP/RTSP ПРОТОКОЛЛАРИНИНГ АҲАМИЯТИ.....	9
3.	<i>Abdikodirov F.A., Juraev N.M.</i> AWG – BASED PACKET SWITCHING FABRICS ARCHITECTURES.....	11
4.	<i>Абдуллаев А.М., Нурмухамедова Т.У.</i> ВОЛОКОННО–ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ И ИНТЕРНЕТ.....	13
5.	<i>Абдухалилов Б.З.</i> МНОГОАГЕНТНЫЙ ПОДХОД ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССА САМООРГАНИЗАЦИИ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И СЕТЯХ.....	17
6.	<i>Абдухалилов Б.З., Алиев С.И.</i> ТЎЛИҚ ОПТИК ТАРМОҚЛАР (ALL OPTIC NETWORKS): ОПТИК КОММУТАТОРЛАР ВА УЛАРИНИНГ ТУРЛАРИ.....	19
7.	<i>Ахмедходжаев А.А.</i> СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИНТЕРНЕТА.....	21
8.	<i>Begmatov Sh. A., Jalilova S.H.</i> ANALYSIS OF RANDOM DIGITAL CODE USING OCDMA SYSTEMS.....	23
9.	<i>Бекмуродов Ф.Қ., Рахманова Ш.Л.</i> ОТРИЦАТЕЛЬНО НАВЕДЁННЫЕ СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ПРИ ТЕРМОРАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ЛАЗЕРНЫХ ФОСФАТНЫХ СТЕКОЛ, СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ ПЕРЕМЕННОЙ ВАЛЕНТНОСТИ $[Ce^{3+}, Ce^{4+}]$ .....	25
10.	<i>Берганов И.Р., Хилолиддинов О.А.</i> ОБ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СВЯЗИ.....	27
11.	<i>Гафуров А.Р.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОПТИЧЕСКОГО CDMA И ОПТИЧЕСКОГО CDMA С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WDM.....	30
12.	<i>Деханов О.Р.</i> СИСТЕМА ОХРАНЫ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К MSAN.....	32
13.	<i>Дудюк С.Н., Нуштаева О.Х.</i> ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОЛС В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ.....	36
14.	<i>Жуманазаров У.У.</i> СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ... ..	39
15.	<i>Жуманазаров У.У.</i> ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯДА ВИРТУАЛ АХБОРОТ ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИ.....	41
16.	<i>Жураева Н.И., Каримов Т.А.</i> РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ГРАНАТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНИКЕ.....	44
17.	<i>Иббатова Д.Х.</i> КЕЙИНГИ АВЛОД АЛОҚА ТАРМОҚЛАРИДА СИНХРОНИЗАЦИЯ.....	46
18.	<i>Исаев Р.И.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ.....	49
19.	<i>Ишанходжаева Ф.Т.</i> ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА УСЛУГ СВЯЗИ: ПОДХОДЫ И ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ.....	54
20.	<i>Камалиддинов Р.З., Маткурбоннов Д.М.</i> ПОЛИМЕРЛИ ОПТИК ТОЛА ТЕХНОЛОГИЯСИ.....	56

21.	<i>Комордин А.И., Эльчиев Ж.Д.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМНОГО ОСАЖДЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ УСИЛИВАЮЩИХ СРЕД И ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ	58
22.	<i>Курбанов А.А.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОПТОВОЛОКОННОГО КАБЕЛЯ.....	62
23.	<i>Мамадалиев Б.К.</i> АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ WDM .....	64
24.	<i>Мамадалиев Б.К.</i> АХБОРОТ ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИ .....	67
25.	<i>Мирзимова Г.Х.</i> ОПТИК ТОЛА ОРҚАЛИ УЗАТИЛАДИГАН ҚУВВАТНИ ТАҢЛАШ ЙЎЛИ БИЛАН НОЧИЗИҚЛИЛИКЛАРНИ КАМАЙТИРИШ.....	70
26.	<i>Насимов Р.Х.</i> АБОНЕНТ ОПТИК КИРИШ ТАРМОҚЛАРИДА КАНАЛЛАРНИ КОД БЎЙИЧА АЖРАТИШ УСУЛЛАРИНИҢ ТАҲЛИЛИ.....	73
27.	<i>Насимов Р.Х., Хайтбаев А.Ф.</i> ОПТИК CDMA ТИЗИМЛАРИНИҢ ТАҲЛИЛИ.....	75
28.	<i>Никитин Д.А.</i> МОНИТОРИНГ СЕТЕВОГО ТРАФИКА В PON.....	77
29.	<i>Норкобилов С.А., Алимов У.Б.</i> ОЧИҚ ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИ.....	81
30.	<i>Парсиев С.С., Абдушиев У.М.</i> МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ И ЖИВУЧЕСТИ СЕТЕЙ СВЯЗИ.....	82
31.	<i>Раждатова Р.Н.</i> ОПТИК ТАРМОҚЛАРДА МРАС НИ ҚУЛЛАШНИҢ АҲАМИЯТИ.....	86
32.	<i>Раждатова Р.Н.</i> ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТАРМОҚЛАРИДА ОПТИК КОММУТАТОРЛАРНИ ҚУЛЛАШ.....	88
33.	<i>Rakhmatov K.R.</i> SOLITON TRANSMISSION IN OPTICAL FIBER.....	91
34.	<i>Rakhmatov K.R., Nasimov R.K.</i> PERFORMANCE EVALUATION OF A SUB CARRIER MULTIPLEXING OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM.....	93
35.	<i>Рахмонова Г.С., Эргашалиев А.В.</i> ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИГА ЎЛЧАШЛАР МЕНЕЖМЕНТИ МОДЕЛИНИ ЖОРИЙ КИЛИШНИҢ ХУСУСИЯТЛАРИ.....	95
36.	<i>Б.А. Рўзиев Б.А., Юнусов Н.</i> ОПТИК УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН P-I-N ФОТОДИОДЛИ ФОТОҚАБУЛҚИЛГИЧ ҚУРИЛМАНИҢ СХЕМОТЕХНИК ЕЧИМЛАРИ.....	99
37.	<i>Рустимова М.Б., Алимов У.Б.</i> ЯРИМЎТҚАЗИЧ ЛАЗЕР ДИОД НУРИНИ МОДУЛЯЦИЯЛАШ ВА ИШЛАШИ.....	102
38.	<i>Karimova U.N., Sultanov U.A.</i> TESTING METHODS OF FIBER-OPTICAL CABLES.....	104
39.	<i>Султанов У.А.</i> МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ.....	106
40.	<i>Тургунов Б.А.</i> ОПТИЧЕСКИЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФОТОННОГО КОММУТАЦИИ.....	109
41.	<i>Фозилов С.М.</i> ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	111
42.	<i>Фозилов С.М.</i> МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ЗАТУХАНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ.....	113
43.	<i>Хайдарбекова М.М., Ибрагимова Д.</i> ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИДА ЎЛЧАШЛАР НОАНИКЛИГИНИ БАҲОЛАШ.....	115
44.	<i>Халмонов Ш.К., Юнусов Н.</i> ОПТОЭЛЕКТРОН КОММУТАТОР ВА УНИНИ СХЕМОТЕХНИК ЕЧИМЛАРИ.....	119



45.	<i>Шаюсупова Л.Р.</i> ОПТИЧЕСКИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНЫЕ СЕТИ СВЯЗИ: ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ И ТАРИФНАЯ ПОЛИТИКА.....	122
46.	<i>Халбаев Б.А., Ликонцев А.Н., Ликонцев Д.Н.</i> ЭТАЛОННЫЕ СЕТИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ DVB-T.....	126
47.	<i>Ахмедова Г.Н.</i> ФАВКУЛОДДА ВАЗИЯТЛАРДА ФУҚАРОЛАРНИ ҲИМОЯЛАНГАНЛИК ДАРАЖАСИНИ ОЛДИНДАН АЙТИБ БЕРИШ...	131
48.	<i>Ахмедова Г.Н.</i> ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШОВҚИНИ ВА УЛАРНИНГ ИНСОН ОРГАНИЗМИГА ТАЪСИРИ.....	133
49.	<i>Султонова М.О.</i> OFDM ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ.....	136
50.	<i>Ибрайимов Р.Р.; Халбаева М.З.</i> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ ИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ.....	139
51.	<i>Давронбеков Д.А.</i> К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОНЯТИЯ ЖИВУЧЕСТИ СЕТЕЙ СВЯЗИ.....	141
52.	<i>Хатамов А.П.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «МАТЛАВ» ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ШУМА НА КАНАЛ СВЯЗИ, ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ МОДУЛЯЦИИ.....	144
53.	<i>Хатамов А.П.</i> РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ПОЗИЦИОНЕРА ДЛЯ ПРИЕМНОЙ СПУТНИКОВОЙ АНТЕННЫ.....	146
54.	<i>Шоюсупова Х.Х., Собирова У.Ш.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭМС РЭС ПРИ ПОМОЩИ ДВУХКАНАЛЬНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ ПОМЕХ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ С ЧМ.....	148
55.	<i>Давронбеков Д.А.</i> ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИВУЧЕСТИ СИСТЕМ СВЯЗИ.....	150
56.	<i>Шоюсупова Х.Х., Собирова У.Ш.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ.....	152
57.	<i>Ну Э.В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	154
58.	<i>Ибрайимов Р.Р.</i> ТЕХНОЛОГИЯ “MACHINE-TO-MACHINE”.....	156
59.	<i>Васильев С.А.</i> РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА АППАРАТУРЫ ВРЕМЕННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ КАНАЛОВ.....	158
60.	<i>Халикова М.О., Мирхабибова Ж.М.</i> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ОПОВЕЩЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	160
61.	<i>Кадиров А.А., Ахмедов И.И.</i> РАЗРАБОТКА Н-УСТАНОВКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ.....	164
62.	<i>Шарипова Н.М.</i> ОБЗОР ФОРМАТОВ ВИДЕОЗАПИСИ.....	167
63.	<i>Тураев Н.</i> ОСОБЕННОСТИ КВАДРАТУРНОЙ ФАЗОВОЙ МОДУЛЯЦИИ.....	168
64.	<i>Ярмухамедов А.А., Жабборов А.Б.</i> АКТИВНАЯ КОЛЛЕКТОРНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ РАБОЧИХ РЕЖИМОВ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ.....	170
65.	<i>Гаспаров А.А., Саттаров А.Р.</i> СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ЗВУКА С ВЫСОКИМ КАЧЕСТВОМ ПРИ ПОМОЩИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МИКРОСХЕМЫ.....	172
66.	<i>Саматова М.Ф.</i> АНАЛИЗ ПОСТРОЕНИЯ КОДЕРА СЖАТИЯ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ, НА ОСНОВЕ ПСИХОАКУСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СЛУХА.....	174

67.	<i>Berdiev A.A., Rakhmanberdiev R.R.</i> THE SINGLE FREQUENCY NETWORK IN DIGITAL STANDARD DVB-T2.....	176
68.	<i>Бердиев А.А.</i> СПОСОБЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ФОРМИРОВАНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ ТВ – ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	177
69.	<i>Isroilov J.D.</i> FUTURES OF VOLTE TECHNOLOGY.....	180
70.	<i>Мадаминов Х.Х.</i> ТҮСИҚЛАР ВА МУКАММАЛ ЖОЙЛАШГАН БИНОЛАРДА РАДИОТЎЛҚИНЛАР ТАРҚАЛИШИ.....	181
71.	<i>Залов Н.</i> ОСОБЕННОСТИ ГИБРИДНОГО СИНТЕЗА ЧАСТОТ.....	184
72.	<i>Фазилжанов И.Р., Ибраимова Р.М.</i> ОЦЕНОЧНЫЙ ВЫБОР СПОСОБОВ ОХЛАЖДЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.....	187
73.	<i>Фазилжанов И.Р., Ким В.А.</i> ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕЧАТНЫМ УЗЛАМ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ, С ПОВЫШЕННЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ.....	190
74.	<i>Фазилжанова Ш.А., Фозилжонов Х.И.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «ADISIMPL» ПРИ РАСЧЕТЕ СИНТЕЗАТОРОВ С ФАПЧ.....	193
75.	<i>Ядгарова Н.А., Фозилжонов Х.И.</i> РАДИОБЛОКИРАТОРЫ СРЕДСТВ СОТОВОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА GSM.....	197
76.	<i>Зокиров Р.Г.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ЭМС РЭС ЦИФРОВОГО ВЕЩАНИЯ И МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ.....	202
77.	<i>Муминова М.О.</i> ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ LTE И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ OFDM.....	204
78.	<i>Шарипов Х.И.</i> МЕТОДЫ ОБЪЕКТИВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ.....	206
79.	<i>Шарипов Х.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ В СЕТЯХ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ С ИНФОРМАЦИОННЫМ СЖАТИЕМ.....	208
80.	<i>Хамидханова Н.Б.</i> СИСТЕМА ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ВИХРЕВОГО ДАТЧИКА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО УГЛА И ВОЗДУШНОЙ СКОРОСТИ.....	211
81.	<i>Ядгарова Н.А., Фозилжонова Л.И.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ МОДУЛЯТОРОВ И ДЕМОДУЛЯТОРОВ В ПРОГРАММЕ «NT MULTISIM».....	213
82.	<i>Абдукадиров А.Х.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИКЛАДНЫХ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ УЗБЕКИСТАНА.....	217
83.	<i>Абдукадыров А.Х., Ликонцев А.Н., Хакимов Э.Т., Ликонцев Д.Н.</i> ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЕЛИЧИНУ РАЗНЕСЕНИЯ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ НА ОДНОЙ ОПОРЕ.....	220
84.	<i>Мавлонов Ш.А., Мусаджанова Н.А.</i> КЛАССИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ И ИХ ОСОБЕННОСТИ.....	223
85.	<i>Юсупов Ф.</i> ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ.....	225
86.	<i>Абдуллаева Х.К.</i> ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТА МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ «LTEADVANCED».....	227
87.	<i>Абдуллаева Х.К.</i> ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТА БЕСПРОВОДНОЙ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СВЯЗИ IEEE 802.11AC.....	231
88.	<i>Мирзохидов У.М.</i> АНТЕННО-МАЧТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ СИСТЕМ СОТОВОЙ СВЯЗИ.....	233

89.	<i>Нигманов А.А., Шерматов Ж.И.</i> ВАЖНЕЙШИЕ КРИТЕРИИ И ПАРАМЕТРЫ ПРИЁМА СИГНАЛА НАЗЕМНОГО ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ.....	235
90.	<i>Газиев Х.Г.</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЕНСАЦИИ ДВИЖЕНИЯ.....	237
91.	<i>Газиев Х.Г., Собирова С.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ВЕЩАНИЯ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ..	239
92.	<i>Siddikov I.X., Qodirov F.M.</i> POWER THEORY FOR NONSINUSOIDAL CONDITIONS.....	242
93.	<i>Қодиров Ф.М., Астанов Д.Н.</i> УПРАВЛЯЕМЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ФИЛЬТРОКОМПЕНСИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.....	246
94.	<i>Ташманов Е.Б.</i> АНАЛИЗ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО МАСШТАБИРОВАНИЯ.....	250
95.	<i>Соатов Х.С.</i> ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ДЕЛИТЕЛЕЙ СИГНАЛОВ...	252
96.	<i>Ибрагимов Д.Б., Рахмонов С.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИПРОЦЕССОРНОГО МОДУЛЯ CUDA ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И СКОРОСТИ КОДИРОВАНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ.....	254
97.	<i>Турумбетов Б.К., Рейтинсаров Е.Н.</i> GSM ТАРМОФИНИНГ КОММУТАЦИЯ ВА ТАЯНЧ СТАНЦИЯЛАР ТИЗИМИНИНГ ТАРКИБИ.....	257
98.	<i>Ярмухамедов А.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ НА ГОМОСОСТАВНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ, РАБОТАЮЩЕГО В РЕЖИМЕ В.....	259
99.	<i>Хайидханова Н.Б.</i> ЛАЗЕРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ .....	261
100.	<i>Назаров М.М.</i> ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЖИВУЧЕСТИ СИСТЕМ МӨБИЛЬНОЙ СВЯЗИ, В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ.....	264
101.	<i>Назаров М.М.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТАЦИОНАРНЫХ И ПОДВИЖНЫХ РАДИОСЕТЯХ ОБМЕНА ДАННЫМИ.....	266
102.	<i>Рахманбердиев Р.А.</i> ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИДА РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕНИ РИВОЖЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ.....	269
103.	<i>Жураева Г.Х.</i> ПРОЦЕСС МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНЗИСТОРНОГО УМНОЖИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ.....	271
104.	<i>Жураева Г.Х.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛЬНЫХ СХЕМ ТРАНЗИСТОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ АМПЛИТУДНО-МОДУЛИРОВАННЫХ КОЛЕБАНИЙ С БАЗОВОЙ, КОЛЛЕКТОРНОЙ И ЭМИТТЕРНОЙ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ NI MULTISIM 11.....	273
105.	<i>Давронбеков Д.А., Уразов Т.А.</i> РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	276
106.	<i>Носиров Х.Х., Рахимов Т.Г.</i> КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД СЖАТИЯ ВЕЩАТЕЛЬНОЙ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ.....	279
107.	<i>Борисова Е.А.</i> АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕТЕЙ ПИТАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ.....	281

108.	Амурова Н.Ю. СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ НЕСИММЕТРИЧНОСТИ НАГРУЗКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.....	283
109.	Aliboyev O.A., Radjabov T.D. THE ONE METHOD CALCULATION OF SATELLITE POSITION .....	285
110.	Атанязов А.К. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПРИЕМНИКОВ ПО ПОБОЧНЫМ КАНАЛАМ ПРИЕМА.....	289
111.	Муталова Ш.А. ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРАКТИВНОГО ИНТЕРНЕТ ТЕЛЕВИДЕНИЯ.....	292
112.	Халбаева М.З. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОТКРЫТЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ.....	294
113.	Arifov N.K., Ibragimov I.I. SIMSIZ SENSOR TARMOQLAR UCHUN MARSHRUTIZATSİYALASH PROTOKOLI.....	296
114.	Азимов М.Р. СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ .....	298
115.	Абдуллаева С.М. УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В 3-Х ФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.....	304
116.	Назаров Х.Н., Рахимов Т.О. МУЛЬТИКООРДИНАТНЫЕ МЕХАТРОННЫЕ МОДУЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ.....	306
117.	Абидов Б.К. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВЕЩАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН.....	308
118.	Saldov J.R., Shodiev B.V. CHALLENGES FACED BY OPERATORS IN 4G LTE DEPLOYMENT.....	310
119.	Садуллаев И.Б. ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ СЛУЖЕБНОЙ СВЯЗИ.....	312
120.	Абдалимов М.Н. УСТРОЙСТВА РАЗДЕЛЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИГНАЛОВ И ОЦЕНКА ИХ КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ.....	314
121.	Жумагелдиев Э. Т. ОСОБЕННОСТИ УСИЛИТЕЛЕЙ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПЕРЕДАТЧИКОВ.....	316
122.	Турсунова А.А. ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ БИЛЛИНГА В СЕТЯХ LTE	318
123.	Ахмедова З.А., Носиров Х.Х. ЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ СЖАТИЯ ЗВУКА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ПРИМЕНЕНИЮ.....	319
124.	Маркин М.Д., Носиров Х.Х. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ «MOTIONCAPTURE».....	323
125.	Хамидов Х.А. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЧАСТОТНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ.....	325
126.	Саитов Ж.Р., Бахрамов А.Б. ОБЗОР РЕЖИМОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ СВЯЗИ.....	327
127.	Абдукадиров А.Х., Мадалимов Х.Х., Азимов М.Р. РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ОТ СТАНЦИИ ЦИФРОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА MENTUMPLANET.....	330
128.	Абсаломова Г. ТЕХНОЛОГИЯ NFC И ЕЕ ВОЗМОЖНОСТИ.....	334
129.	Морзичин И.А. ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ СТЕРЕОЗВУКА ФОРМАТА 5.1 С ПРИМЕНЕНИЕМ КОДЕКА DOLBYDIGITALPLUS.....	336

130.	Умаров У.А., Бердияров М.Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ОХВАТА ЦИФРОВЫМ ТЕЛЕВИДИЕНИЕМ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ.....	338
131.	Писецкий Ю.В. СТРУКТУРА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	341
132.	Атауллаев А.О., Арипов А.Б. МОДЕЛИРОВАНИЕ АЗИМУТАЛЬНОГО ПРИВОДА ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО УСТРОЙСТВА АНТЕННЫ.....	343
133.	Алимов У.Б., Норқобилов С.А. ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТА CDMA2000.....	345
134.	Оттажонов У.А., Тожиёв Т.Х. ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ УСЛУГИ IPTV ПРИ ПОМОЩИ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	347
135.	Исмаилов У.А. АМПЛИТУДНО-ФАЗОВАЯ КОНВЕРСИЯ И СПОСОБЫ ЕЕ УМЕНЬШЕНИЯ.....	349
136.	Мирзаев Д.А. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ...	351
137.	Мирзаев Д.А. НЕКОТОРЫЕ ПРИНЦИПЫ АНАЛИЗА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	354
138.	Валиева Л.Р. ОСОБЕННОСТИ МЕЖКАДРОВОЙ ОБРАБОТКИ ТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ВИДЕОКОДЕКАХ НА ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯХ.....	356
139.	Султонова М.О. СИМСИЗ АЛОҚА ТИЗИМЛАРИНИ ТАШКИЛ ЭТИШ ХУСУСИЯЛАРИ.....	361
140.	Эмиетов С.Д. ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СЕТЯХ LTE.....	364
141.	Холмидов М.Р.Х. LTE ТИЗИМЛАРДА ХИЗМАТ КЎРСАТИШ СИФАТИНИ ОШИРИШ УСУЛЛАРИ.....	366
142.	Shamsiyev A.S. SIMSIZ ALOQA TIZIMLARINING ISHONCHLILIGINI VAHOLASH HUSUSIYATLARI.....	368
143.	Алиджанов Х.Ф. ОСОБЕННОСТИ ТЕСТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МИМО В ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ.....	369
144.	Сабиров Р.Р., Мухитдинов А.А. БАЗОВЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА В ЦИФРОВОМ РАДИОВЕЩАНИИ.....	371
145.	Сабиров Р.Р., Мухитдинов А.А. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СТЕРЕО ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ.....	373
146.	Жумаев Ю.Р., Ашуров А. АНАЛИЗ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ СГЛАЖЕННЫХ Т-ПОТОКОВ.....	375
147.	Жумаев Ю.Р., Ашуров А. АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКОГО МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ СО СНИЖЕНИЕМ ДЕТАЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ.....	378
148.	Васильева А.А. АНАЛИЗ ТИПОВ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ СМАРТФОНОВ.....	381
149.	Васильева А.А. РАЗВИТИЕ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ИХ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ОБРАБОТКИ.....	385
150.	Гаврилов И.А., Пузыль А.Н. ВЕЙВЛЕТ ВИДЕОКОДЕК С БОЛЬШОЙ ВЕЛИЧИНОЙ СЖАТИЯ ВИДЕОПОТОКА.....	389
151.	Гаврилов И.А. ВЫБОР МЕТОДА ЯРКОСТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БОЛЬШИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СЖАТИЯ ВИДЕОПОТОКА.....	393

152.	Давлатова Х.Р. АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ КОДИРОВАННЫХ ТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ.....	396
153.	Ибрагимов Р.Р. ОСОБЕННОСТИ СЖАТИЯ ВИДЕОДАНЫХ НА ОСНОВЕ РАЗДЕЛИМЫХ И НЕРАЗДЕЛИМЫХ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ.....	400
154.	Ибрагимов Р.Р. РЕАЛИЗАЦИЯ НЕРАЗДЕЛИМОГО ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ 3-Х ТОЧЕЧНОГО ВЕЙВЛЕТ ФИЛЬТРА LEGALL 5,3 ДЛЯ СЖАТИЯ ТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	403
155.	Исмаилов У.Н. ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТА СЖАТИЯ ТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ H.265.....	405
156.	Исмаилова З.А. АНАЛИЗ ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫХ МЕТОДОВ МАСШТАБИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	408
157.	Исмаилова З.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ БИЛИНЕЙНОЙ И БИКУБИЧЕСКОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ.....	411
158.	Ишматова Л.А. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЗРЕШЕНИЯ И ЧЕТКОСТИ НА КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЙ И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ.....	414
159.	Ким М.В. ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	416
160.	Мухамедова Д.Б. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОЛЬШИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СЖАТИЯ ВИДЕОПОТОКОВ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ ..	419
161.	Сагатов М.Х. АНАЛИЗ ПОСТРОЕНИЯ И РАБОТЫ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ.....	421
162.	Аритова У.Х. ИШОНЧСИЗ ҚАБУЛ ЗОНАЛАРИДА МОБИЛ АЛОҚАНИ ТАШКИЛЛАШТИРИШ.....	425
163.	Губенко В.А. ПРОБЛЕМЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ АНТЕНН.....	427
164.	Губенко В.А. МИНИАТЮРИЗАЦИЯ АНТЕНН РАДИОУСТРОЙСТВ.....	429
165.	Исмаилов Ж.К. ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ АНТЕННЫ ДЛЯ СИСТЕМ РАДИОКОНТРОЛЯ .....	431
166.	Каримов Р., Будаев В. ПРОБЛЕМЫ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.....	433
167.	Раимбердиева Д.А. НЕЭКВИДИСТАНТНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ В СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ.....	436
168.	Мирзаахмедов Х.С., Юсупова А.Р. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СОТОВОЙ СВЯЗИ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ.....	438
169.	Шахобиддинов А.Ш., Ликонцев Д.Н. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ОБЛУЧЕНИЯ .....	440
170.	Юсупова А.Р. БИНО ИЧИДА РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ СИГНАЛЛАРИНИ ҚАБУЛ ҚИЛИШ.....	444
171.	Шахобиддинов А.Ш., Ликонцев Д.Н. РАДИОУДЛИНИТЕЛЬ СОТОВОЙ СВЯЗИ ДЛЯ МЕСТ НЕУВЕРЕННОГО ПРИЕМА.....	446
172.	Тигай П.А. ОСОБЕННОСТИ ПОКРЫТИЯ ТЕРРИТОРИИ Г. ТАШКЕНТА ЦИФРОВЫМ ТЕЛЕВЕЩАНИЕМ.....	448
173.	Шакирова Н.Ф. КОАКСИАЛЬНЫЕ ФИДЕРЫ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ.....	451
174.	Аритова У.Х. ИНЖЕКЦИОННО - ВОЛЬТАИЧЕСКИЙ УПРАВЛЯЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР ТОКА.....	453

175.	<i>Арипов Х.К., Сайтакаев Р.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДУАЛЬНОСТИ МИКРОСХЕМЫ ТТЛ И-НЕ К ФУНКЦИИ ИЛИ-НЕ.....	455
176.	<i>Тошматов Ш.Т., Разматова Д.М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСХЕМЫ ТТЛ И-НЕ В РЕЖИМЕ ДЕШИФРАТОРА.....	457
177.	<i>Тошматов Ш.Т., Аббосов Н.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДУАЛЬНОСТИ МИКРОСХЕМЫ ТТЛ ИЛИ-НЕ К ФУНКЦИИ И-НЕ .....	459
178.	<i>Ахмедова А.Х.</i> АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ КОДЕКА HEVC/H.265.....	461
179.	<i>Иброхимов Б.Н., Мустафакулов У.У.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ДОСТУПА В ИНТЕРНЕТ ПО СЕТЯМ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ .....	463
180.	<i>Муталова Ш.А., Ибрагимов Ф.Ш.</i> ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ.....	465
181.	<i>Буриев Б.Х., Рахимов Б.Н.</i> АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА В ЦИФРОВОМ ТЕЛЕВИДЕНИИ.....	467
182.	<i>Султонова Д.Э., Набиева Н.</i> АНАЛИЗ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ.....	470
183.	<i>Султонова Д.Э.</i> РАҚАМЛИ ТЕЛЕРАДИОЭШИТТИРИШ ТИЗИМЛАРИДА КЕНГ ПОЛОСАЛИ СИМСИЗ АЛОҚА ТИЗИМЛАРИНИ ҚЎЛЛАНИЛИШИНИНГ ТАҲЛИЛИ.....	472
184.	<i>Суюнов А.Б., Рахимов Б.Н.</i> ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ В ЦИФРОВОМ ТЕЛЕВИДЕНИИ.....	476
185.	<i>Гулямова С.Т., Арипов М.Х.</i> ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОСВЯЗИ МЕЖДУ МИКРОКОНТРОЛЛЕРАМИ.....	478
186.	<i>Хасанов М.М., Курбонбаев Ш.З.</i> МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ В СОСТАВЕ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ.....	480
187.	<i>Юсутов Я.Т., Ибрагимова Б.Б.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ.....	482
188.	<i>Ходжаев Ф.А.</i> ОГРАНИЧЕНИЕ ДОСТУПА В СИСТЕМАХ ЦИФРОВОГО ТВ ВЕЩАНИЯ.....	484
189.	<i>Абдужамилев Ж.А.</i> ИНТЕРАКТИВ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТИЗИМИНИ ТАДБИҚ ЭТИШНИНГ УМУМИЙ МАСАЛАЛАРИ.....	487
190.	<i>Абдуазизов А.А., Юсутов Я.Т., Ядгарова Н.А.</i> К ВОПРОСУ ФИЛЬТРАЦИИ СТАЦИОНАРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ФЛУКТУАЦИОННЫХ ПОМЕХ.....	490
191.	<i>Абдуазизов А.А., Юсутов Я.Т., Ядгарова Н.А.</i> РАЗРЕШЕНИЕ И РАЗЛИЧЕНИЕ ПРИ ПРИЕМЕ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ.....	492

Тўшламларни шакллантирувчи: Я.Т. Юсупов

Маъсул муҳаррир: А.А. Абдуазизов

**Bosishga ruxsat etildi 01.03.2015. Bichimi 60x84<sup>1/16</sup>  
«Times New Roman» garniturasida. Ofset bosma usulda bosildi.  
Nashr b. t. 31,5. Nuxyasi: 75.**

**“O‘quv-ta’lim metodik” DUK bosmaxonasida chop etildi.  
Furqat ko‘chasi, 174-uy.  
Tel: (+998 71) 245-06-98**