

реальности.

Литература

[1] Wisegeek (2012), "WhatIsZigBee?", [Online]. Available: <http://www.wisegeek.com/what-is-ZigBee.htm>

[2] Daintree (2010), "Getting Started with ZigBee and IEEE 802.15.4", [Online]. Available: http://www.daintree.net/dowloads/whitepapers/ZigBee_primer.pdf

[3] Cristina, and J. Lopez. "A security analysis for wireless sensor mesh networks in highly critical systems." IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews) 40.4 (2010): 419-428.

[4] Burchfield, T. Ryan, S. Venkatesan, and Douglas Weiner. "Maximizing throughput in ZigBee wireless networks through analysis, simulations, and implementations." Proc. Int. Workshop Localized Algor. Protocols WSNs. 2007.

[5] Yakubova M.Z., Yakubov B.M. Doklad na 9-oy MNTK «Energetika, telekommunikasii i visshie obrazovanie v sovremennix usloviyax» Almati 2014.

Коньшин С.В. Проректор по академической деятельности Некоммерческого акционерного общества

УДК 0-470-09123-1

Абдуҳадов А.А.

ОПТИК ТРАНСПОРТ ТАРМОҚЛАРИНИНГ БАРҚАРОР ИШЛАШИГА ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИДАГИ УЗИЛИШЛАРНИНГ ТАЪСИРЛАРИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Телекоммуникация тармоқлари электр энергиясининг инфратузилмасига асосланганлиги сабабли, электр таъминотини барқарорлигини таъминлаш билан тармоқнинг яшовчанлигини, барқарор ишлаши ва доимий алоқа жараёнини таъминлаш мумкин. Электр ва алоқа тармоқларининг ишлаш фаолияти бир-бирига боғлиқ, ҳар бир тармоқда юзага келадиган узилишлар бир-бирининг иш жараёнига жиддий таъсир кўрсатади. Ушбу мақолада электр ва алоқа тармоқларининг бир-бирига боғлиқлиги ва электр тармоғидаги узилишларни оптик транспорт тармоқларининг барқарор ишлашига таъсирлари ўрганиб чиқилади ва таҳлил қилинади.

Калит сўзлар: Оптик транспорт тармоғи, тармоқ қурилмалари, транспорт тармоғида узилишлар, оптик транспорт тармоғининг барқарорлигини таъминлаш, электр тармоғида узилишлар, каскадли узилишлар, ақлли электр тармоғи.

Сўнги ўн йилликларда телекоммуникация транспорт тармоқларида амалга оширилган энг кўзга кўринадиган ютуқлардан бири – узоқ масофаларга катта ҳажмли маълумотларни юқори тезликларда узатиш имкониятини яратилганидир. Бундай имкониятлар албатта оптик муҳитлардан фойдаланиб амалга оширилди, ҳамда оптик кабеллар транспорт тармоқлари учун имконияти энг юқори технология сифатида кенг фойдаланилмоқда. Умуман олган, бошқа турдаги муқобил узатиш муҳитлари билан таққослаганда, оптик муҳитлар юқори ўтказувчанлик қобилияти ва ўзига хос кўплаб афзалликларни қўллаб қувватлайди. Аммо, айни вақтда оптик кабелларни ишлаб чиқариш жараёни бир оз қиммат ва нотўғри эксплуатация жараёнларида оптик кабелни шикастланиш эҳтимоллиги юқори. Қўшимча қилиб айтганда, оптик транспорт тармоғининг электр тармоғи билан ўзаро боғлиқ ҳолда ишлашни ҳисобга олса, электр тармоғида юзага келувчи ҳар бир узилишлар оптик тармоқларида жиддий муаммоларга сабаб бўлиши дунё миқёсидаги долзарб масалалардан ҳисобланади.

Ҳар қандай тизимни баҳоловчи энг муҳим параметрларидан бири бу тизимнинг барқарорлигини таъминлашдир. Агар исталган тизим юқори ўтказувчанлик қобилияти ва иш самарадорлигига эга бўлса-ю, барқарор ишламаса, бундай тизимнинг имконияти чекланган бўлади. Оптик транспорт тармоқларини ўрганишда унинг барқарор ишлашини

АУЭС, Республика Казахстан

Якубова М.З. академик КазНАЕН, проф., каф. «Телекоммуникационные системы и сети», АУЭС, Республика Казахстан

Рахимов Б.Н. д.т.н. Заместитель начальника Специального факультета ТУИТ, Республика Узбекистан

Якубов Б.М. докторант АУЭС, Республика Казахстан

Байкенов А.С. Зав. каф. ТКСС, АУЭС, Республика Казахстан

Annotation. The publication focuses on the use of innovative ZigBee IP technology when integrating with the Internet and other networks based on edge routers and other devices, further exploring such an integrated network based on the simulation model using the Opnet modeler 14.5 application to study its characteristics based on experiments conducted on models.

Keywords: ZigBee, 6LoWPAN, PANA, sensor networks, coordinator, router, innovative integrated network.

баҳолашга алоҳида эътибор қаратиш мақсадга мувофиқдир. Тармоқ барқарорлигига таъсир этувчи омилларни чуқур таҳлил этиб, муаммоларни бартараф этиш йўллари ишлаб чиқиш дунё миқёсидаги долзарб масалалардан бири бўлиб қолмоқда. Шу кунга қадар оптик транспорт тармоқларидаги турли носозликлар сабабли юзага келадиган узилишларни олдиндан аниқлаш, қисқа вақтда бартараф этиш ва фаол алоқа жараёнини сақлаб қолиш бўйича назарий ечимлар ишлаб чиқилди.

Ушбу мақолада электр энергиясининг оптик транспорт тармоқларининг барқарор ишлашига таъсири, тармоқ элементлари учун умумий энергиянинг сарфи, ҳамда электр энергияси тармоғидаги узилишларнинг транспорт тармоқларига бўладиган таъсирлари ўрганилди. Шунингдек, оптик транспорт тармоқларининг электр тармоғига боғлиқлигини баҳолашда биринчи навбатда бир йил мобайнида оптик транспорт тармоқлари ва ҳатто унинг энг кичик элементлари учун сарфланадиган энергия истеъмоли ҳақидаги маълумотларни келтириб ўтиш ўринлидир.

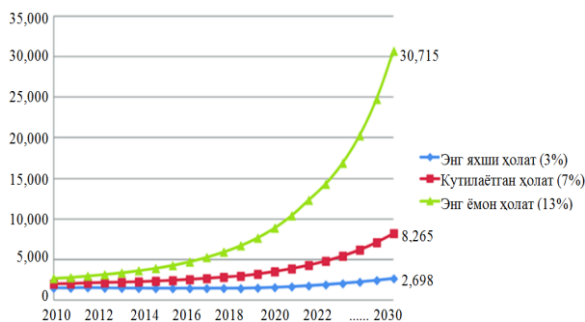
Оптик кабеллардан ҳар бир соҳада юқори тезликда маълумот алмашиш, катта сифимли мультимедияли ахборотларни юқори тезликда қабул қилиш ва узатиш имконияти яратилди. Бироқ дунё миқёсида тармоқ хизмати фойдаланувчилари сонининг ортиши, маълумот алмашишини тезлиги ва хизмат кўрсатиш сифатига бўлган талабларнинг ҳам ортишига сабаб бўлди. Натижада

тармоқ қурилмаларининг ошиб бораётган оқимни бир нуктадан иккичисига узатиши учун одатда сарфланадиган энергия миқдоридан кўра кўпроқ энергияни сарф қилишига олиб келди.

В.Короама ва бошқалар 2007-2012 йилларда глобал телекоммуникация тармоқлари учун сарфланган электр энергиясининг тахминий кўрсаткичларини ҳисоблаб чиқишди. Улар амалга оширган илмий натижаларга кўра, фақатгина 2007 йилда АКТ соҳаси учун сарфланган электр энергияси дунё миқёсида сарфланган умумий энергиянинг 3,9% ташкил қилган. 2012 йилга келиб бу кўрсаткич 4,6% етган. Йилдан-йилга тармоқдаги оқимнинг ортиб бориши, электр энергия сарфидаги кўрсаткичларнинг давомли ошиб боришига олиб келмоқда. Жумладан, 2020 йилга келиб бу кўрсаткич умумий энергиянинг 8% миқдорига етиш кутилмоқда.

Шунингдек муаллифлар электр энергияси истеъмоли миқдори ҳар йили 10% га ортиб бориши мумкинлигини ҳисоблаб чиқишган [1]. Мисол учун, биргина 2014 йилда глобал телекоммуникация тармоқ қурилмалари учун 1500ТВт*соат электр энергияси сарф қилинган. Бу кўрсаткич Япония ва Германия давлатлари томонидан сарф қилинган умумий электр энергияси миқдорига тенг ёки 1985 йилда бутун дунёда ёритиш тизимлари учун сарфланган энергия кўрсаткичига тенг экан. 2018 йилга келиб телекоммуникация тармоқлари учун умумий сарфланадиган электр энергияси миқдори 1996,5ТВт*соатга етиши мумкин экан (1-расм).

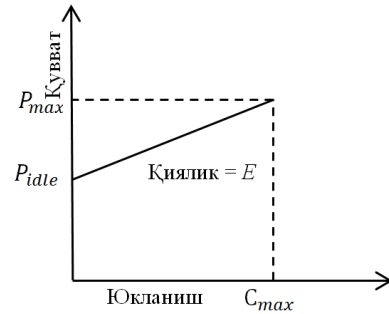
1-расмда тармоқ қурилмалари учун сарфланадиган умумий энергия миқдорининг йиллар оралиғида ошиб бориш кўрсатилган. Тармоқни лойиҳалашда қурилмалар учун сарф қилинаётган энергия миқдори аниқ ҳисоблаб чиқилмаса ва тўғри баҳоланмаса, катта миқдордаги энергия исроф бўлиши мумкин экан. Айни вақтда асосий коммутация пунктлари ва маълумотлар базасини тўғри лойиҳалаш муҳим масала бўлиб қолмоқда, энди тармоқ сифатини оптик ё элетроник қурилмалар сифими билангина эмас, балки уларнинг энергия истеъмоли миқдорини баҳолаш асосий талабга айланиб бормоқда. Транспорт тармоқларини лойиҳалашда энергия истеъмолини тўғри баҳоламаслик, электр тармоғида тасодифий узилиш ҳолатларида таянч энергия манбалари (UPS тизимлари) талаби доирасидаги энергияни таъминлаб бера олмаслигига, бу эса ўз навбатида тармоқда маълумотлар оқимини узатишда жиддий йўқотишларга сабаб бўлишига олиб келиши мумкин.



1-расм. Телекоммуникация тармоқлари учун сарф этилган ва этилиши тахмин қилинган электр энергияси истеъмолининг йиллик кўрсаткичлари

Шу сабаб бўлса керак, сўнгги йилларда, тармоқ қурилмалари учун сарфланаётган энергия истеъмоли миқдорини ҳисоблаш ва ортиқча энергия сарфини олдини олишга қаратилган қатор тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Ушбу йўналиш янги бўлишига қарамасдан, бу соҳа бўйича ҳозирги кунга қадар кўплаб илмий-таҳлилий мақолалар чоп этирилди. Шу ўринда таъкидлаш жоизки, телекоммуникация транспорт тармоқларида фойдаланилаётган барча фаол қурилмалар энергия истеъмолига асосланган. Умумий қурилмалар сони ва истеъмол қиладиган энергия миқдори ҳақидаги маълумотларнинг етарлича бўлмаганлиги сабабли, улар учун сарфланадиган умумий энергия миқдорини аниқ баҳолашнинг имкони мавжуд эмас. Аммо, илмий тадқиқотчилар глобал тармоқлар учун сарфланаётган умумий энергия истеъмоли миқдорини моделлаштириш орқали, глобал тармоқдаги умумий энергиянинг сарфини тахминан ҳисоблаб чиқишга эришишган [2].



2-расм. Тармоқ элементлари қувватининг юкланишга боғлиқлиги характеристикаси

Сўнгги йилларда тармоқ элементлари учун сарфланган энергия истеъмолини ўрганиш натижаларидан маълум бўладики, ҳар бир тармоқ элементининг қувват истеъмоли унинг ўтказувчанлик қобилиятига боғлиқ экан. Қурилмада сарф қилинган энергия қувватининг қурилма ўтказувчанлик қобилиятига боғлиқлиги 2-расмда келтирилган. Кўп ҳолларда бу боғлиқлик 1-ифода орқали ҳисоблаб топилади:

$$P(t) = P_{idle} + EC(t) = P_{idle} + \frac{(P_{max} - P_{idle})}{C_{max}} C(t) \quad (1)$$

Бу ерда P_{idle} – қурилманинг ўтказувчанлик қобилияти $C(t) = 0$ бўлган вақтдаги тармоқ элементининг қувват истеъмолига мос келувчи қувват бўлиб, у элементнинг “idle қуввати” дейилади. P_{max} ифодаси орқали ўтказувчанлик қобилияти максимум ҳолатда (C_{max}) элемент истеъмол қилиши мумкин бўлган максимум қувват аниқланади. Ваниҳоят, чизикли ташкил этувчи $E = (P_{max} - P_{idle})/C_{max}$ нинг бирлиги Жоул/с билан ифодланади. Бу ифодани шартли равишда “ҳар бир битга тўғри келувчи инструментал энергия” дейилади. Кўпгина тармоқ элементлари учун E нолга жуда яқин ёки тенг бўлади (яъни $P_{max} \approx P_{idle}$) деб олинади. Танланган конфигурация учун кўплаб йирик маршрутизаторларда $P_{idle} > 0.9 P_{max}$ кўринишида бўлади. Бошқа қурилмаларда эса E миқдори катта бўлиши ҳам мумкин. Катта бўлган ҳолатда P_{max} нинг қиймати P_{idle} нинг қийматидан сезиларли даражада катта бўлади, мисол учун мобил база станцияларидаги ҳолат каби.

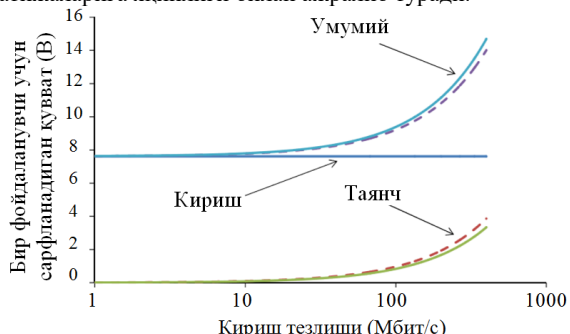
Оқим ҳажмининг ўзгаришларига камроқ боғлиқ бўладиган баъзи тармоқ элементларининг ўртача қувват истеъмоли шакллантирилган махсус жадваллар орқали аниқланиши мумкин. 1-жадвалда стандарт формула ва қабул қилинган қийматларга асосан ҳисобланган баъзи тармоқ элементларининг ўртача қувват истеъмоли келтирилган. Бу маълумотлар Финисар маълумотларидан олинган бўлиб, унда спектрал филтрлаш ва

коммутациялаш вазифаларини бажарувчи фаол элементлар, улардаги портлар сонидан катгий назар, муайян миқдорда бир хил энергия истеъмол қилади деб ҳисобланган.

1-жадвал. Қабул қилинган баъзи тармоқ элементларининг ўртача қувват истеъмоли.

Платанинг қўшимча элементи	Идентификатор	Қувват истеъмоли (Вт)
Асосий бошқарув модули	P_BCB	30
WSS	P_WSS	20
Бош коммутатор (MSC)	P_MSC	5
EDFA кучайтиргич (MSC ва ASC учун)	P_OAN	5
EDFA дастлабги кучайтиргич	P_OAP	25
EDFA ёрдамчи кучайтиргич	P_OAB	35
Оптик характеристикалари мониторинги	P_OPM	5
Оптик назорат канали	P_OSC	5

Сўнгги йилларда, юқоридаги жадвалда келтирилган кўрсаткичлардан фойдаланиб, 10Гбит/с ва 100Гбит/с тезликка эга қурилмалардан иборат 10 та тугунда сарф этиладиган умумий қувват истеъмоли ҳисоблаб чиқилган [3]. Тадқиқот натижасига кўра тармоқ қурилмалари учун сарф этилган умумий энергия миқдори 1500Вт- 3000Вт (Тбит/с) оралиғида бўлар экан (ўртача 2400Вт). Шу кунга қадар интернет тармоғи орқали маълумот узатиш жараёнида сарф қилинадиган электр энергияси қувватини ва интенсивлигини баҳолаш бўйича қатор илмий ишлар амалга оширилган. Улар орасида Балига ва бошқалар томонидан олинган натижалар ўзининг реал тармоқ натижаларига яқинлиги билан ажралиб туради.



3-расм. Балига усулига асосан (узлуксиз чизик) ва Хинтон формуласи асосида (узук чизик) ҳар бир фойдаланувчининг қувват истеъмоли учун ҳисобланган натижалар тасвирланган. Усулларда қурилма ва лойиҳалаш талаблари бир хил деб қаралган

Балига олиб борган ишга яқин ишлардан бирини

Хинтон ва бошқалар ҳам амалга оширишган. Улар ўзига хос усулга асосланиб оптик тармоқ бўйлаб турли ўлчамли маълумотларни узатишда сарфланадиган энергия сарфини аниқлашган [4]. Бунда улар каналма-канал оқим юкланишларини ҳисоблаш усулидан фойдаланмасдан, балки тармоқни кичик бўлақларга бўлиб, энергия сарфини умумлаштириб ҳисоблаб чиқишган. Жараёнда реал тармоқ юкланишлари инобатга олинган. Шунингдек тармоқнинг онлайн хизматлари учун ўзларининг моделларига асосан формула ишлаб чиқишган ва у орқали ҳисобланган график 3-расмда тасвирланган.

К.Хинтонга ўзининг ишда оптик тармоқларида электр энергияси истеъмоли ҳисоблаб, тезлиги 100Мб/с бўлган кириш тармоқларида умумий қувват истеъмолининг 30% и VDN (video distributed network)сиз Интернетга ва 4,5% и WDM каналларига тўғри келишини кўрсатган [4]. Шунингдек у Интернетда сарфланаётган электр энергияси кириш тезлиги ортиши билан ошишини, жумладан юқори кириш тезлиги учун паст кириш тезлигига қараганда 2 марта кўп энергия сарфланаётганини амалда ҳисоблаб чиққан. Юқори бит тезлигида шаҳар чети ва таянч тармоқларида қувват истеъмоли сезиларли даражада кўп бўлиб, ҳар бир бит учун сарфланадиган энергияни ортиб бориши аниқланган. Паст бит тезликларида ҳар бир бит учун 7,5 мкЖ энергия талаб қилинса, юқори бит тезликларида ҳар бир бит учун 12 мкЖ дан 14 мкЖ гача энергия сарфланиши Балига томонидан илмий исботланган.

Р.Болла ва бошқалар эса бугунги кунда Интернет тармоғининг энергия истеъмолини ўрганиб, тармоқ истеъмол қиладиган умумий энергиянинг 30% улуши кириш тармоқларига ва 70% улуши транспорт ва таянч тармоқларига тўғри келишини кўрсатиб беришган [5].

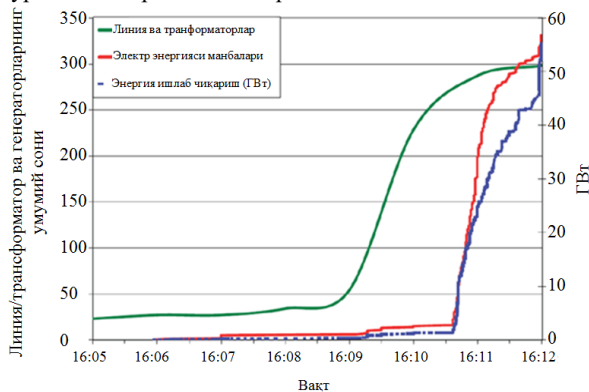
Замонавий телекоммуникация транспорт тармоқларига қўйиладиган асосий талаблардан бири – узатиш линияларида содир бўладиган тасодифий ёки қасдан амалга ошириладиган физик ва мантикий канал узилишлари, нотўғри эксплуатация жараёнлари, электр таъминотида узилишларнинг давомли содир бўлиши, табиий офатлар ва шунга ўхшаш бошқа кўринишдаги турли ҳолатларда транспорт тармоқларининг хизмат кўрсатиш имкониятини сақлаб қолишидир.

Тармоқ барқарорлигига таъсир этувчи омиллар ичида электр таъминотининг узилиб қолиш омили энг жиддий таъсир килувчи омил ҳисобланади. Шунинг учун ҳам, электр энергиясини тежаш ва ортиқча энергия сарфини олдини олиш мақсадида электр тармоқларидан ақлли электр тармоқларига ўтиш жараёни режалаштирилмоқда. Ақлли электр тармоқлари тармоқ қурилмаларининг эҳтиёжидан келиб чиқиб, улар учун ортиқча энергия сарф этилишини олдини олади ва энергияни тўғри тақсимлаш имкониятини қўллаб қувватлайди. Қуйида ушбу боғлиқликларнинг оптик транспорт тармоқлари барқарор ишлашига кўрсатадиган таъсири ўрганилади.

Электр ва алоқа тармоқлари ўзаро узвий боғлиқ бўлган инфратузилмалар бўлиб, электр тармоғида жиддий узилишларнинг содир бўлиши транспорт тармоқларида йирик фалокатларни келтириб чиқариши мумкин. Бу жаҳон тажрибасидан ҳам маълум. Мисол учун 2012 йилда рўй берган Сэнди тўфони, ҳамда 2013 йилда Онтариода бўлган муз бўрони катта ҳудудларда электр энергиясининг узилишига, натижада табиий офат узук муддат давомида транспорт тармоқларининг электр тармоғидан узилиб қолишига сабаб бўлган.

Амалиётда бундай ҳодисалар электр ва алоқа тармоқларидаги ўзаро боғланишнинг каскад узилиши деб

ном олган. Бу каби ҳодисалар натижасида кўп сонли алоқа линиялари узилиши мумкин [6]. Бу жараёнда линия ва трансформаторларнинг узилиши, генераторларда ишлаб чиқилаётган қувватнинг камайиши жараёни график кўринишда 4-расмда келтирилган.



4-расм. 2004 йилда АҚШ ва Канадада рўй берган табиий офат натижасида электр таъминотидаги каскадли узилиш жараёни [6]

Электр ва алоқа тармоқларидаги каскад узилишларни ўрганиш ва муаммоларини ҳал қилиш тадқиқот соҳасида янги йўналиш сифатида шаклланди. Қисқа вақт ичида ушбу йўналишда изланиш олиб борувчиларнинг сони ортиб борди. Шу билан бирга, изланишлар натижасида янги-янги муаммолар аниқланди ва улар турли синфларга ажратилди. Таклиф этилган ечимлар тармоқнинг муҳим ташкил этувчиларидаги кичик ва катта узилишларни камайтириш ва бошқариб бўлмайдиган юкланишларнинг сонини чеклаш имкониятларини берди. Бу эса ўз навбатида электр ва алоқа тармоқларидаги каскад узилишлари сабабли юзага келаётган узилишлар сонининг камайишига олиб келади [6, 10].

Шунингдек юқори қатлам қурилмаларида, масалан, маршрутлаш жараёнига электр тармоғидаги узилишларнинг таъсири ўрганилди. Маршрутлаш тугунлари ва қувват таъминоти тугунлари ўртасидаги боғлиқлик даражасини моделлаштиришда биринчи марта ўзаро бир-бирига таъсир этувчи факторлар киритилган. Ўзаро таъсирнинг қиймати катта бўлса қувват тугунларига боғлиқ бўлган кичик қувват йўқолиши ҳам кўп бўлиши ва бу маршрутлаш тугунларининг ишдан тўхташига сабаб бўлиши ҳамда факторлар асосан географик жойлашувга қараб баҳоланиши аниқланди [8].

Кейинчалик Италия миллий электр тармоғи томонидан Интернет топологияларидан фойдаланиб чуқур таҳлилий фаолиятлар олиб борилди. Биринчи навбатда Италия электр тармоғи учун тугун даражасидаги топологик таҳлил ўтказилди, натижалардан маълум бўлдики, бу модел Шимолий Америка электр тармоғи учун ҳам бир хил имкониятга эга экан.

Олим Ж.Кастет ва Ж.Салехлар қувват-алоқа тармоқларининг такорланувчи каскадли узилишларини ўрганиб чиқдилар [9]. Аниқроқ айтганда, электр энергиянинг узилиши алоқа тугунларининг узилишига, бу эса ўз навбатида яна қўшимча электр тугунларининг энергия мамбадан узилиб қолишига олиб келиши ўрганилди.

Энергия тармоғини алоқа тармоқларига бўладиган таъсирларини ўрганишда, тизимнинг бутунлай ишдан тўхтаб қолишига олиб келувчи қатламлардаги тугунлар орасидаги бир йўналишли ва икки йўналишли ўзаро

боғлиқлигини аниқлаш тажрибадан ўтказилди. Яна бир таклиф этилган моделда тугунлардан, катта тугунлардан, қатламлардан, қатламлараро каналлардан, тармоқ қатламларидан ва қатлам ичидаги каналлардан ташкил топган гетероген тармоқни ўзаро боғланган кўпқатламли тармоққа ёйиб, унинг барқарорлиги таҳлил қилинди [10]. Биринчи марта ақлли узатиш тармоғида алоқанинг узилиб қолиши таъсирлари ўрганилди, яъни носозликлардан кейинги юкланишлар ҳисобланди [11].

Юқорида кўрилган ишларда асосий эътибор ўзаро боғланган тармоқларда рўй берувчи каскадли узилишларига қаратилган, аммо хизмат кўрсатиш сифати (QoS) ҳисобга олинмаган. Транспорт тармоқларидаги хизмат кўрсатиш сифатининг электр тармоқларидаги хизмат кўрсатиш сифатига боғлиқлиги баъзи изланишларда кўриб кетилган. Бунда электр тармоқларининг хизмат кўрсатиш сифатини баҳолаш куйидаги формуладан фойдаланиб амалга оширилган:

$$QoS^{EL} = 1 - \frac{\sum [P_i - P^0_i]}{\sum P^0_i} \quad (2)$$

Бу ерда P_i бу i тугундаги узилган қувват оқими, P^0_i - "ўртача ҳолатдаги" қувват оқими. Интернет тармоғидаги хизмат кўрсатиш сифатини аниқлаш куйидагича ҳисобланган:

$$QoS^{INT} = (m/M) / (<T> / <T_0>) \quad (3)$$

Бу ерда m ва M мос равишда узатилган пакетлари сонига тенг; $<T>$ ва $<T_0>$ мос ҳолда бузилишлар бўлган ва бўлмаган ҳолатлардаги пакетларни ўртача етказиб бериш вақтидир. Шундан кейин улар QoS^{INT} ва QoS^{EL} ўртасидаги кучли ночизикли боғлиқлигини баҳолашган.

Хулоса

Телекоммуникация транспорт тармоқларининг электр энергияси инфратузилмасига асосланганлиги сабабли, электр энергияни барқарор бўлишини таъминлаш билан транспорт тармоқларининг яшовчанлиги ва барқарор ишлашини таъминлашга эришиш мумкин.

Ўрганилган таҳлил натижаларидан, бугунги кунда оптик транспорт тармоқларидаги оптик қурилмалар ва электр қурилмалар йилдан йилга кичик миқдорли энергия истеъмол қилишга асосланиб ишлаб чиқарилмоқда ва тармоқнинг умумий электр энергияси истеъмоли кўрсаткичи ҳам параллел равишда йилдан-йилга ортиб бормоқда.

Оптик транспорт тармоқларида электр энергияси сабабли юзага келаётган узилишлар асосий муаммо ҳисобланиб, борган сари долзарб муаммо кўринишида ривожланар экан.

Адабиётлар

1. V.Coroama, L.Hilty "Assessing internet energy intensity: a review of methods and results" // Environ. impact assess.-2014, -256-261p.
2. <http://www.finisar.com/>
3. J.Baliga "Energy consumption of optical IP networks" // IEEE J. Lightwave Technology, -2009, 1243-1246p.
4. K.Hinton, F.Jalali "Energy consumption modelling of optical networks" // Photon network communication, -2015, -112-116p.
5. R.Bolla, R.Bruschi and others "Energy efficiency in the future Internet: A survey of existing approaches and trends in energy-aware fixed network infrastructures" // IEEE communication surveys & tutorials, -2011, -vol.13, -no.2, -223-239p.
6. S.Buldyrev, "Catastrophic cascade of failures in

interdependent networks” // Nature letters, -2010, -vol.464, -25-33p.

7. S.Neumayer, E.Modiano, “Assessing the effect of geographically correlated failures on interconnected power-communication networks” // IEEE smartgridcomm, -2013, -78-83p.

8. V.Rosato “Modelling interdependent infrastructure using interacting dynamical models” // International journal of critical infrastructures, -2008, -vol.4,-No.½, -63-79p.

9. J. Castet, J. Saleh, “Interdependent multi-layer networks: Modelling and survivability analysis with applications to space-based networks” // PLoS ONE, -vol.8, -no.4, -2013, 32-39p.

10. M. Rahnamay-Naeini, M. Hayat, “On the role of power-grid and communication system interdependencies on cascading failures” // IEEE Global conference on signal and information processing, -Austin, -2015, 85-89p.

11. M.Parandehgheibi, E.Modiano, “Robustness of interdependent networks: The case of communication networks and the power grid” // IEEE globecom, -Atlanta, -2013, 691-694p.

Абдураходов Абдумухит Абдурашид ўгли

ТАТУ, Телекоммуникация технологиялари факультети, П

босқич магистри

Тел.: (99) 878-77-00

abdumuxit020@gmail.com

A.A.Abduahadov

Analysis of the effects of the failures in power supply for stability of optical transport networks

As telecommunication networks based on electricity infrastructure, it is possible to support communication of the transport networks with persistency, stability and permanency by providing stability of power supply systems. Working processes of electricity and communication networks are related with each other, failures in each network seriously effect one another's working process. In this paper, has been analyzed and studied the working processes of electricity and communication networks, effects the failures in power supply for stability of optical transport networks

key words: optical transport networks, network devices, the failure in transport network, providing stability of optical transport networks, the failure in electricity network, cascade failure, smart grid.

УДК 621.396.41

Ибраимов Р.Р, Давронбеков Д.А.

ПРЕРЫВИСТОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ РАСПИСАНИЙ ПО ВЫЕМКЕ ПИСЕМ С СЕТИ ПОЧТОВЫХ ЯЩИКОВ

Аннотация. Определяются последовательности моментов прибытия транспортных средств на пункты расположения почтовых ящиков сети для выемки корреспонденции, обеспечивающие наименьшее среднее (или суммарные) потери времени абонентов на доставку корреспонденции до центрального объекта почтовой связи.

Ключевые слова: почтовая сеть, почтовые ящики, корреспонденция, минимизация, время ожидания, расписание движения транспортных средств, абоненты.

Введение. Критерии оптимизации маршрутов движения транспортных средств (ТС) при выемке корреспонденций из сети почтовых ящиков (ПЯ) рассматриваются в работе «Критерии и принципы оптимизации маршрутов при выемке корреспонденций из сети почтовых ящиков» [1]. Используя теорию массового обслуживания определяются оптимальные пункты расположения ПЯ, позволяющие минимизировать суммарные затраты времени всех абонентов при доставке корреспонденции в центральные объекты почтовой связи (ЦОПС). При условии, что затраты времени каждого абонента остаются приблизительно одинаковыми. Решение данной задачи получено в общем виде.

В развитии этой работы, рассмотрим задачу по определению последовательности моментов прибытия ТС на пункты расположения ПЯ для выемки корреспонденции, которая обеспечивает наименьшее среднее (или суммарные) потери времени абонентов на доставку корреспонденции до ЦОПС. Решается задача также с позиции теории массового обслуживания [2].

Постановка задачи

В данной задаче корреспонденция вынимается по прибытию ТС следующего по определенному маршруту, поэтому необходимо заранее задать интенсивность поступления корреспонденции на данном (n -й) ПЯ для всех моментов t в течении суток, $M(t)$.

Требуется определить моменты прибытия ТС к данному ПЯ, $t_1(n), t_2(n), \dots, t_k(n), \dots, t_k(n)$, которые минимизируют длительности ожиданий выемки корреспонденции на n -ом ПЯ. Число рейсов за сутки K

определяется соответствующими нормативными нормами и техническими возможностями парка, обслуживающий данный маршрут и далее будем рассматривать как заданное число.

Метод решения

Корреспонденция абонента, опустившего письмо в ПЯ в момент t после отбытия $k - 1$ – го рейса ТС будет ожидать выемки до момента прибытия k – го рейса, $t_k(n)$ в течение времени $t - t_k(n)$.

Суммарное время ожидания всех корреспонденций таких абонентов k – го рейса на n -ом пункте установки ПЯ составит:

$$r_{kn} = \sum_{t=t_{k-1}(n)}^{t_k(n)} r[t_k(n) - t]M_n(t)dt, \quad (1)$$

где $r(s)$ – «штраф» за потери время s .

Поскольку все ТС данного маршрута движутся в течение рейса по трассе, как правило, с приблизительно одинаковой средней скоростью, моменты их прибытия на n -ый пункт $t_k(n)$, сдвинуты относительно моментов отбытия с начальной станции t_k , приблизительно на одну и ту же величину $\tau(n)$:

$$t_n(k) = t_n + \tau(k)$$

Производя в выражении r_{kn} замену переменных, получим

$$r_{kn} = \sum_{s=t_{k-1}(n)}^{t_k(n)} r(t_n - s)M_n(s - r_{ki})ds. \quad (2)$$

На всех N пунктах установки ПЯ маршрута суммарное время ожидания корреспонденций абонентов k го рейса составит:

$$r_k = \sum_{n=1}^N r_{kn} = \sum_{t=t_{k-1}}^{t_k} r(t_k - s)M(s)ds, \quad (3)$$

64