

ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ ИШ РЕЖИМИНИ ОПТИМАЛЛАШНИНГ ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИГА ТАЪСИРИ

Олимжон Усубович Отамирзаев

Наманган муҳандислик-қурилиш институти

АННОТАЦИЯ

Мақолада электр тармоқлари иш режимини оптималлашнинг энергия самарадорлигига таъсири ва электр тармоқларида қувватни оптимал тақсимлаш усуллари таҳлил қилинган. Шу билан бирга электр тармоқлари оптимал иш режимида ишлатилганда энергия исрофини сезиларли камайиши ҳисоб-китоблар орқали очиб берилган.

Калит сўзлар: Оптимал иш режими, энергия самарадорлик, электр тармоқлари, қувват оқими, қувват исрофи, оптималлаш мезон кўрсаткичи.

АННОТАЦИЯ

В статье анализируется влияние оптимизации режима работы электрических сетей на энергоэффективность и методы оптимального распределения мощности в электрических сетях. При этом расчетным путем выявлено существенное снижение энергопотребления при использовании электрических сетей в оптимальном режиме работы.

Ключевые слова: Оптимальный режим работы, энергоэффективность, электрические сети, поток мощности, потеря мощности, критерия оптимизации.

КИРИШ

Электр тармоқларини оптималлашда асосий омил сифатида линиянинг ўтказувчанлик (ўтказиш) хусусияти олинади ва одатда худди шу омил (линиянинг ўтказувчанлик хусусияти) оптималлашнинг асосий мезон кўрсаткичи ҳисобланади. Қолган барча омиллар қўшимча мезон кўрсаткичлари ҳисобланади.

Линиянинг ўтказувчанлик (ўтказиш) хусусияти дейилганда электр станциясидан узатилган қувватни қанчалик ўтказиши назарда тутилади.

Линиянинг бирламчи параметрлари (актив қаршилиги- r_0 ва ўтказувчанлиги- g_0) реактив қаршилиги- X_0 ва ўтказувчанлиги- B_0 га нисбатан жуда кичик бўлган линиялар *идеал (исрофсиз) линиялар* деб аталади.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ

Идеал (исрофсиз) ЭУЛ учун узатилаётган қувват чегараси қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$P_{\text{чегара}} = \frac{E \cdot U}{X_{\Sigma}}$$

Бу ерда: E -генераторнинг ЭЮК;

U -шиналардаги кучланиш;

$X_{\Sigma} = X_{\text{ген}} + X_{\text{тр}} + X_{\text{л}}$ -реактив қаршиликлар йиғиндиси;

$X_{\text{ген}}$ –генераторнинг реактив қаршилиги;

$X_{\text{тр}}$ –линия бошидаги ва охиридаги трансформаторларнинг реактив қаршилиги;

$X_{\text{л}}$ -линиянинг реактив қаршилиги.

ЭУЛ нинг узатиш (ўтказувчанлик) хусусиятини ошириш йўлларида бири, бу линиянинг тўлқин қаршилиги ва тўлқин узунлиги деб аталувчи параметрларини ўзгартиришдир.

$$Z_T = \sqrt{\frac{X_0}{B_0}} = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}} \text{ -Линиянинг тўлқин қаршилиги;}$$

$$\lambda = \alpha_0 \cdot l = l \sqrt{X_0 \cdot B_0} = l \cdot \omega \sqrt{L_0 \cdot C_0} \text{ -Линиянинг тўлқин узунлиги.}$$

Бу ерда α_0 -линиянинг сўниш коэффициенти.

Олиб борилган изланишлар шуни кўрсатдики, линия параметрларини компенсация қилишнинг энг мақбул йўлларида бири, бу тўлқин қаршилигини компенсация қилишдир, бу билан линиянинг ўтказувчанлик хусусияти оширилади. Буни амалга оширишда нисбатан жуда содда усул, яъни фазаларни ажратиш (хар бир фаза симини бир неча толаларга ажратиш) усулидан фойдаланилади. Бунда линиянинг индуктивлиги камаяди, шу билан бирга линиянинг сиғими ортади, бу эса линиянинг тўлқин қаршилигини камайишига олиб келади.

Тарқатиш электр тармоқларининг самарали ишлаши янги тармоқларни лойihalашдаги ва ишлаб турган тармоқларни такомиллаштиришдаги вазифаларни қанчалик тўғри бажарилишига боғлиқ бўлади. Тарқатиш электр тармоқларини лойihalаш жараёнида оптималлаш маълум бир комплекс вазифаларни ўз ичига олади, бунда оптималлаш мезон кўрсаткичи сифатида бир неча параметрлар назарда тутилади, жумладан ўтказиш хусусияти, кучланиш сифати, электр таъминоти узулуксизлиги, капитал харажатлар, электр энергия исрофи ва бошқалар.

Электр тармоғини лойихалашдаги асосий параметрлардан бири бу номинал кучланишдир. Юқори кучланиши қўллаш бу линиянинг ўтказиш хусусиятини оширашига олиб келади. Агар ҳисобий юклама ўзгармай қолса, у холда қувват ва энергия исрофи камаяди. Агар 10 кВ кучланиш ўрнига 20 кВ кучланиш қўлланилса, қувват исрофи 4 марта камаяди.

Албатта, кучланишни ошириш капитал сарф харажатларни ошишига олиб келади, айниқса бу подстанциянинг электр қурилма ва жихозларига сарфланадиган харажатларни ошишига олиб келади. Захирани таъминлаш ва эксплуатация қилиш шартларига мувофиқ маълум бир жуғрофий ҳудудда ва битта тарқатиш тармоғида бир неча номинал кучланишга эга бўлиш мумкин эмас, шунинг учун одатда номинал кучланишни оптималлаш бундай жойларда олиб борилмайди. Бу вазифани маълум изланиш ва ҳисоб-китоблар ўтказилгандан кейин шу ҳудуд учун оптимал кучланиш тизимини ишлаб чиқилади ва лойихаланади.

Оптимал кучланишни аниқлаш масаласини ҳал қилишда ўз-ўзидан иккинчи масала, яъни 35-110 кВ подстанцияга уланган электр тармоғини самарали таъсир доирасини аниқлаш масаласи ҳам қўшилади. Бу масалани ҳал қилишда тарқатиш тармоғидаги тарқатиш қурилмалари ва трансформатор подстанциялар сонини аниқлаш зарур бўлади. Бу маълум бир изланиш ва ҳисоб-китоблар олиб боришни талаб этади.

Оптималлашнинг бошқа мезон кўрсаткичи, бу компенсация қурилмаси қувватини мтқдори ҳисобланади. КҚ ни ўрнатиш тармоқнинг иш режимини яхшиланишига олиб келади, нафақат исрофни камайтиради, балки кучланиш сифатини ва линиянинг ўтказиш хусусиятини оширади.

Кучланиши 1000 В гача бўлган электр тармоқларидаги асосий вазифалардан бири бу фаза юкламаларини тенглаштириш ҳисобланади. Бунга одатда бундай электр тармоқларида бир фазали электр энергич истеъмолчилари кўп бўлганлиги сабаб бўлади. Бундай электр тармоқлари учун қуйидаги тенгсизликни ёзиш мумкин бўлади:

$$I_A^2 + I_B^2 + I_C^2 > 3I_{\text{ўр}}^2$$

Бу ерда: I_A , I_B , I_C -мос фазалардаги линия тоқлари;

$$I_{\text{ўр}} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} \text{ -фазалардаги ўртача ток.}$$

Фазаларда бир хил юклама бўлгандаги қувват ва энергия исрофи юклама ҳар хил бўлгандаги қувват ва энергия исрофидан кам бўлади. Фаза юкламаларини тенглаштириш вазифасини лойихалаш жараёнида маълум бир қисмини, бир хил истеъмолчиларни

фазаларга тенг тақсимлаш йўли билан амалга ошириш мумкин. Лекин сутка давомида ҳар бир фазадаги юкламаларни ўзгариб туриши носимметрикликнинг асосий сабабчиси бўлганлиги сабабли, фаза юкламаларини тенглаштириш вазифасини тўла амалга ошириш мумкин бўлмай қолади.

Электр тармоқларини модернизация ва реконструкция қилиш жараёнида оптималлашнинг бошқа йўллари ҳам мавжуд, масалан, тарқатиш тармоқларидаги трансформатор қувватларини тартибга солиш, манан эскирган трансформаторларни янгиси билан алмаштириш ва бошқалар.

Йиллар ўтиши билан трансформаторнинг асл қуввати лойихаланган қувватдан ортиб кетиши мумкин, бунда техник шартлар талабига асосан ўта юкламада ишлаётган трансформаторларни катта қувватли трансформаторлар билан алмаштириш зарур бўлади. Бунда салт ишлаш режимидаги қувват исрофи кўпаяди, юкламали қувват исрофи эса камайди. Демак тарқатиш электр тармоқларининг иш режимини оптималлашда ушбу омилларни ҳисобга олиш зарур бўлади.

Қуввати 20 МВА бўлган электр тармоғини (Расм-1.а) оптимал ажралиш (узилиш) нуқтасини аниқлаймиз. Энг катта юкламаларда тармоқ тугунларидаги қувват МВ·А ларда, тугунлар орасидаги линиянинг қаршиликлари Ом ларда берилган бўлиб, кучланиш $U_1=U_2=35$ кВ га тенг. Оптималлашни мезон кўрсаткичи сифатида энг кичик йиғинди қувват исрофини оламиз.

Фақат актив қаршиликка эга электр тармоқларида энг самарали қувватларни тақсимланиши, бу тармоқдаги оқим тақсимланиши (ток тақсимланиши) билан мос келади. Ҳар қандай электр тармоғи учун умумий ҳолда қуйидаги контур тенгламаларини тузиш мумкин:

$$\sum_{ij=1}^n I_{ij} \cdot R_{ij} = 0 \text{ ёки } \sum_{ij=1}^n S_{ij} \cdot R_{ij} = 0$$

Бу ерда S_{ij} ва R_{ij} - тармоқнинг ij -қисмидаги қувват оқими ва қаршилиги.

Ҳар бир тугундаги тўла қаршиликларни модулини (эффektiv қийматини) ҳисоблаймиз:

$$S_3 = 6 + j4 \quad S_3 = 7,2 \text{ МВА}$$

$$S_4 = 5 + j3 \quad S_4 = 5,8 \text{ МВА}$$

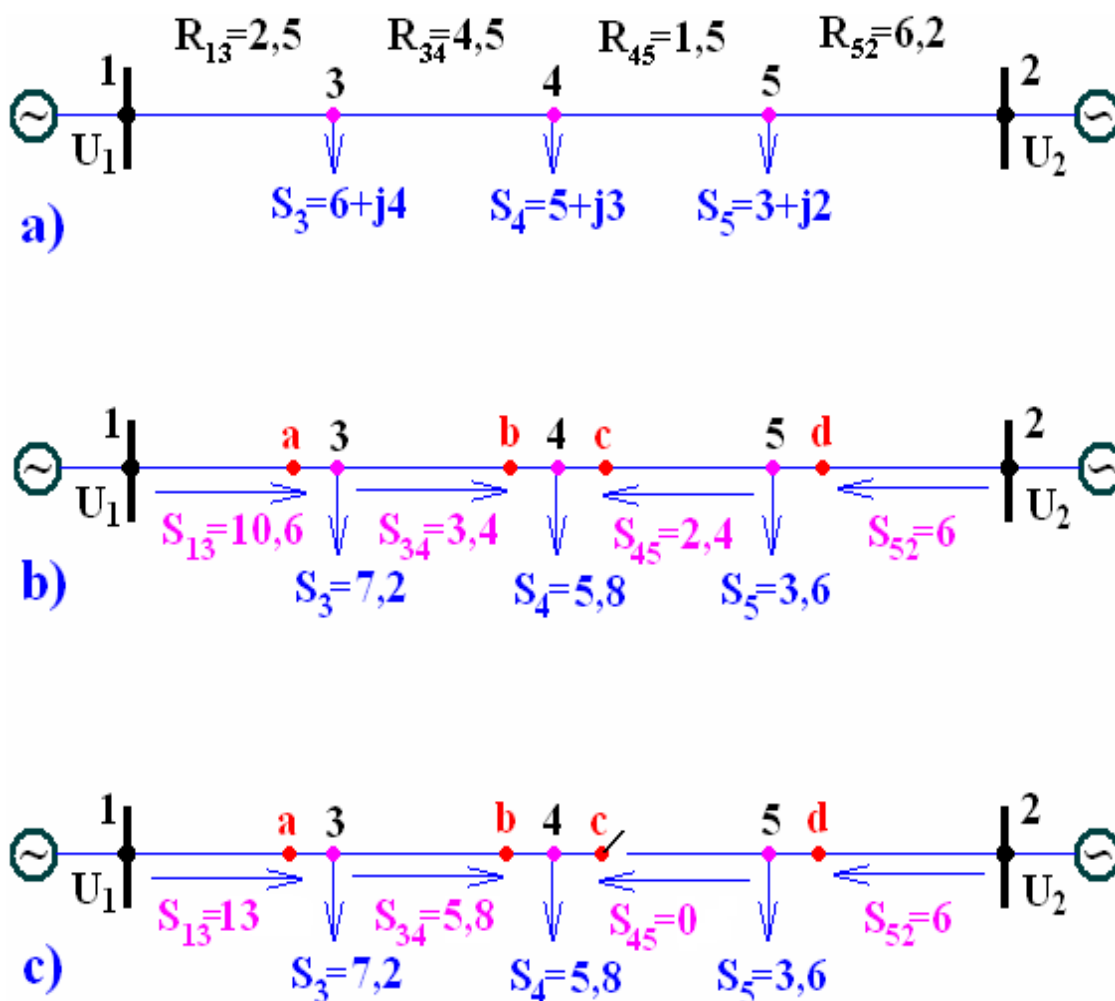
$$S_5 = 3 + j2 \quad S_5 = 3,6 \text{ МВА}$$

Юқоридаги тенгламани тармоқнинг 1-3 қисми учун тузамиз:

$$S_{13} \cdot 2,5 + (S_{13} - 7,2) \cdot 4,5 + (S_{13} - 7,2 - 5,8) \cdot 1,5 + (S_{13} - 7,2 - 5,8 - 3,6) \cdot 6,2 = 0$$

бундан $S_{13} = 10,6$ МВА га тенглиги келиб чиқади.





Расм-1. Икки томонлама таъминланган электр тармоқ схемаси

- a) ЭТ нинг бошлангич схемаси;
- b) ЭТ нинг қувватлари оптимал тақсимланган схемаси;
- c) ЭТ нинг оптимал узилиш нуқтаси.

Кирхгофнинг биринчи қонунига асосан занжирнинг бошқа қисмларидаги қувват оқимларини ҳам ҳисоблаймиз:

$$S_{34} = S_{13} - S_3 = 10,6 - 7,2 = 3,4 \text{ МВА}$$

$$S_{45} = S_{34} - S_4 = 3,4 - 5,8 = -2,4 \text{ МВА}$$

$$S_{52} = S_{45} - S_5 = -2,4 - 3,6 = -6,0 \text{ МВА}$$

Қувватлар оқимидаги манфий ишоралар қувват оқимининг (ток оқимининг) йўналиши қарама-қарши эканлигидан далолат беради, яъни электр тармоғининг 4-5 ва 5-2 қисмларидаги истеъмолчилар 2-манбадан таъминланаётганлини билдиради. (Расм-1.b).

НАТИЖАЛАР ВА МУҲОКАМА

Берилган электр тармоғининг (Расм-1.б) барча нукталиридан бирида (а,б,с, д) ажратиш мумкин бўлади, ажратиш нуқтаси қаерлигидан қатъий назар барча тугунлар (3,4 ва 5) биринчи нуқтадан ёки иккинчи нуқтадан таъминланади.

Энг кичик йиғинди қувват исрофини мезон кўрсаткичи сифатида қаралганда 4-нуқта энг оптимал ажратиш нуқтаси ҳисобланади, лекин бу нуқта икки тамондан таъминланган. Шунинг учун ушбу нуқтага йўналган қувват оқими қайси томонда камроқ бўлса, худди шу жойда (Расм-1.с) тармоқни ажратиш мақсадга мувофиқ бўлади ва бунда қувватлар тақсимланиши оптимал тақсимланишга жуда яқин бўлади.

Электр тармоғида “С” нуқта ажратиш нуқтаси бўлганда йиғинди қувват исрофини қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$\Delta P_c = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (13^2 \cdot 2,5 + 5,8^2 \cdot 4,5 + 3,6^2 \cdot 6,2) = 0,53 \text{ МВт}$$

Электр тармоғида “С” нуқта энг оптимал ажратиш нуқтаси эканлигини текшириб қўрамиз, бунинг учун тармоқнинг бошқа нуқталарини ажратиш нуқтаси деб қаралгандаги қувват исрофини ҳисоблаймиз ва уларни бир-бири билан таққослаймиз.

Ажратиш нуқтаси “б” бўлганда (Расм-1.а) йиғинди қувват исрофини қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$\Delta P_b = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (7,2^2 \cdot 2,5 + 5,8^2 \cdot 1,5 + 9,4^2 \cdot 6,2) = 0,59 \text{ МВт}$$

Ажратиш нуқтаси “а” бўлганда (Расм-2.5.б) йиғинди қувват исрофини қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$\Delta P_a = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (7,2^2 \cdot 4,5 + 13^2 \cdot 1,5 + 16,6^2 \cdot 6,2) = 1,79 \text{ МВт}$$

Ажратиш нуқтаси “d” бўлганда йиғинди қувват исрофини қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$\Delta P_d = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (16,6^2 \cdot 2,5 + 9,4^2 \cdot 4,5 + 3,6^2 \cdot 1,5) = 0,9 \text{ МВт}$$

Олиб борилган ҳисоб-китоблардан шу нарса маълум бўладики, ажратиш нуқтаси сифатида “а”, “б” ёки “d” нуқта олинганда қувват исрофи “с” нуқтадагига нисбатан катта чиқди, демак ушбу тармоқдаги оптимал узилиш нуқтаси “с” нуқта ҳисобланади.

Бизга маълумки хар қандай электр тармоғидаги юклама йил давомида бирхил бўлмайди, шунинг учун электр тармоғининг энг оптимал узилиш нуқтасини аниқлашда йиллик юклама графигини ҳам эътиборга олиш керак бўлади. Агар йиллик юклама графигида электр тармоғидаги энг катта узатиладиган қувват вақти 1000 соат, қолган 7760 соат эса энг катта қувватни 80% ни ташкил этса, оптимал ажратиш нуқтаси “с” нуқта бўлмаслиги мумкин.

Юклама графигини 7760 соат вақти учун хар бир тугундаги қувватларни аниқлаймиз:

$$S_3=7,2 \cdot 0,8=5,8 \text{ МВА}$$

$$S_4=5,8 \cdot 0,8=4,6 \text{ МВА}$$

$$S_5=3,6 \cdot 0,8=2,9 \text{ МВА}$$

Тармоқнинг 1-3 қисми қувват оқимини аниқлаймиз:

$$S_{13} \cdot 2,5 + (S_{13} - 5,8) \cdot 4,5 + (S_{13} - 5,8 - 4,6) \cdot 1,5 + (S_{13} - 5,8 - 4,6 - 2,9) \cdot 6,2 = 0$$

бундан $S_{13}=7,1$ МВА га тенглиги келиб чиқади.

Юклама максимал бўлмаганда ажратиш нуқтаси “С” ва “b” бўлган холлар учун актив қувват исрофини аниқлаймиз:

$$\Delta P_{c2} = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (8,7^2 \cdot 2,5 + 2,9^2 \cdot 4,5 + 1,8^2 \cdot 6,2) = 0,2 \text{ МВт}$$

$$\Delta P_{b2} = \sum_{ij=1}^n \frac{S_{ij}^2}{U^2} \cdot R_{ij} = \frac{1}{35^2} (5,8^2 \cdot 2,5 + 2,9^2 \cdot 1,5 + 4,7^2 \cdot 6,2) = 0,19 \text{ МВт}$$

Йил давомида хар хил юклама бўлишини ҳисобга олган холда, ажратиш нуқтаси “b” ва “С” бўлгандаги йиллик электр энергия исрофини ҳисоблаймиз:

$$\Delta W_b = \Delta P_b \cdot 1000 + \Delta P_{b2} \cdot 7760 = 0,59 \cdot 1000 + 0,19 \cdot 7760 = 1764,4 \text{ МВт} \cdot \text{соат};$$

$$\Delta W_c = \Delta P_c \cdot 1000 + \Delta P_{c2} \cdot 7760 = 0,53 \cdot 1000 + 0,20 \cdot 7760 = 2082 \text{ МВт} \cdot \text{соат}$$

Бундан кўриниб турибдики тармоқнинг оптимал ажратиш нуқтаси “С” нуқта эмас балки, “b” нуқта экан, чунки йиллик электр энергия исрофи ажратиш нуқтаси “С” нуқта бўлганда катта чиқди.

Биз ҳеч қандай капитал сарф харажатларсиз, икки томонлама таъминланган электр тармоғида қувватни оптимал тақсимлаш билан, яъни электр тармоғидаги электр энергия исрофини камайтириш билан иқтисодий самарадорликни оширишга эришиш мумкинлигини аниқладик.

Йил давомида хар хил юклама бўлишини ҳисобга олган холда, ажратиш нуқтаси “b” ва “С” бўлгандаги йиллик электр энергия исрофини юқорида ҳисобладик.

Йиллик электр энергия исрофи камайишини ҳисоблаймиз:

$$\delta W_{\text{йил}} = \Delta W_c - \Delta W_b = 2082 - 1764,4 = 317,6 \text{ МВт}\cdot\text{соат}.$$

Йиллик электр энергия исрофини камайтириш ҳисобига олинандиган фойдани ҳисоблаймиз:

$$D_{\text{йил}} = \delta W_{\text{йил}} \cdot \beta = 317,6 \cdot 295 = 93\,692 \text{ минг сўм};$$

Бу ерда $\beta = 295$ сўм/кВт·соат -1 кВт·соат электр энергия нархи.

ХУЛОСА

Ҳисоблаш натижаларини таҳлил қилганимизда маълум бўлдики икки томонлама таъминланган электр тармоғидаги юкларни оптимал тақсимлаганимизда электр энергия исрофи 317,6 МВт·соатга камаяди, бу эса йиллик дароматни 93 миллион 692 минг сўмга ошишига олиб келади.

Ўрганилаётган умумий қуввати 20 МВА бўлган электр тармоғида йил давомида ҳар хил юкларни бўлишини ҳисобга олган ҳолда, ажратиш нуқтаси “b” ва “c” бўлгандаги, яъни қувват оптимал тақсимланган ва оптимал тақсимланмагандаги йиллик электр энергия исрофлари ҳисобланиб, ўзаро таққосланди ва қуйидаги хулосаларга келинди:

➤ олиб борилган ҳисоб-китоблардан шу нарса маълум бўладики, ажратиш нуқтаси сифатида “a”, “b” ёки “d” нуқта олинганда қувват исрофи “c” нуқтадагига нисбатан катта чиқди, демак ушбу тармоқдаги оптимал узилиш нуқтаси “c” нуқта ҳисобланади.

➤ ҳар қандай электр тармоғидаги юкларни йил давомида бирхил бўлмайди, шунинг учун электр тармоғининг энг оптимал узилиш нуқтасини аниқлашда йиллик юкларни графигини ҳам эътиборга олиш керак бўлади. Агар йиллик юкларни графигида электр тармоғидаги энг катта узатиладиган қувват вақти қувватнинг кичик қийматлари узатиладиган вақтга нисбатан кичик бўлса, оптимал ажратиш нуқтаси “c” нуқта бўлмаслиги мумкин.

REFERENCES

1. Набиев, М. Я. (2020). Проблемы и перспективы развития электроэнергетики в современных условиях. Экономика и социум, (5-2), 3-5.
2. Otamirzaev, O. U., Zokirova, D. N. M., & Sharipov, F. F. (2019). USE OF ENERGY SAVING CABLES IN ELECTRIC ENERGY TRANSFER. Научное знание современности, (3), 92-96.
3. Герасимов А.А. и другие. Передача и распределение электрической энергии. Краснодар. Феникс, 2018 год.

4. Пахомов М.А. Современный опыт энергосбережения зарубежных стран. Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №1 2019 год.
5. Valijonova, X. M., & Nabiev, M. Y. (2022). OPPORTUNITIES USING OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN UZBEKISTAN. Экономика и социум, (2-1 (93)), 157-160.
6. Юсупов, О. Я., Зокирова, Д. Н., Тойчиева, М. О., & Мухиддинова, Ф. Б. (2019). Методы и средства контроля показателей качества электрической энергии. Экономика и социум, (3 (58)), 512-515.
7. Атамирзаев, Т. У., & Зокирова, Д. Н. (2019). Modern technologies and devices with use of secondary energy sources in uzbekistan and in the world. Научное знание современности, (2), 39-43.
8. Turgunpulatovich, A. O., & Usubovich, O. O. (2019). Economic relations of employment in the republic of Uzbekistan. Asian Journal of Multidimensional Research (AJMR), 8(7), 95-100.
9. Usubovich, O. O., & Nematillaevna, Z. D. (2022). Problems Arising From the Use of the Case-Study Method and Methods of Their Prevention. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES AND HISTORY, 3(6), 5-10.
10. Атамирзаев, Т. У., Зокирова, Д. Н., Абдусатторов, Н. Н., & Исмоилов, Х. А. (2019). Энергосбережения при внедрении в производство асинхронных двигателей с совмещёнными обмотками (адсо). Экономика и социум, (3 (58)), 125-128.

