

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТИ

"ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСИ" КАФЕДРАСИ

5520200 – "Электр энергетикаси" ва 5140900 – "Касбий таълим"
(Электр энергетика) йўналишларининг талабалари учун
"Электр тармоқлари ва тизимлари" фанидан курс лойиҳасини
бажариш учун

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТИ

"ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСИ" КАФЕДРАСИ

5520200 – "Электр энергетикаси" ва 5140900 – "Касбий таълим"
(Электр энергетика) йўналишларининг талабалари учун
"Электр тармоқлари ва тизимлари" фанидан курс лойиҳасини
бажариш учун

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА

ФарПИи услубий кенгаши
томонидан тасдиқланган.
Баён № ____ "____" ____ 2010 й.

ФАРҒОНА–2010

Ушбу услубий қўлланмада "Электр тармоқлари ва тизимлари" фанидан курс лойиҳасини бажаришда фойдаланиш учун мўлжалланди.

Услубий қўлланмада электр тармоқлари ва тизимларини лойиҳалашга боғлиқ бўлган масалалар ҳамда ҳисоблаш тартиби берилган.

Услубий қўлланма "Электр энергетикаси" кафедраси "___"_____2010 йилдаги "___" сонли мажлис баёнида тасдиқланган ва "Энергетика" факультети услубий кенгашининг "___"_____2010 йил "___" сондаги қарорига асосан босмахонадан чиқариш учун тавсия қилинган.

Тузувчилар: доц. Жабборов Т.К., к.ўқ. Буважомбоев М.

Такризчилар:

Шарофутдинов Х.Х. – ФарМЭТ директор муовини, т.ф.н, доцент,
Камолов С.К. – "ЭЭЭ" кафедраси катта ўқитувчиси

КИРИШ

Бу йўналишларни битирувчилари илмий–тадқиқот (тадқиқотчи–муҳандис) ва лойиҳалаш (лойиҳаловчи–муҳандис) ташкилотларида ва электр тармоқлари корхонасида (электрик–муҳандис), коллежларда (педагог–муҳандис) ишлаши мумкин.

Ўқув жараёнида курс лойиҳасига алоҳида аҳамият берилади, чунки у танланган йўналиш бўйича мустақил ишлашни ўргатади.

Курс лойиҳасини бажариш давомида, талаба назарий қисмида олинган билимларини мустаҳкамлаш, электр тизимларини лойиҳа қилиш усули, билдиргичлардан фойдаланиш, замонавий компьютерлар ёрдамида ҳисоб ва график ишларини бажаришни ўрганади.

1. Лойиҳалашни давомида талабалар қуйидагилар:

- туман электр тармоқларининг лойиҳалаш усули;
- туман электр тармоқларини номинал кучланиши, тизимнинг максимал, минимал ва авариядан кейинги режимларини ҳисоблаш;
- трансформаторлардаги кучланиш поғоналарини танлаш;
- ҳаво линиялари симларининг маркалари, куч трансформаторларининг кўрсаткичлари билан танишадилар.

2. Электр ўзгариш линияларининг ўтказувчанлик қобилиятини аниқлашни, трансформаторларнинг юклаш қобилиятини аниқлаш, вариантларни техник–иқтисодий қиёслаш усулини ўрганишни, трансформатор поғоналарини танлашни, компьютерларда дастурлар тузишни ва керакли ҳисобларни бажаришни ўрганишлари керак.

3. Ижобий томони:

- куч трансформаторлари, компенсация қурилмаларининг қувватини, электр узатиш линияларининг симларини танлашда, туман электр тармоқларини оптимал вариантларини танлаш йўлини ахтариш;

–Замонавий компьютер ёрдамида дастурлаш технологиясини ўрганиш;

- туман электр тармоқларини принципитал ва алмаштириш схемасини тузишда;

–арзон ва ишончли асбоб–ускуналар танлаш йўли билан иқтисодий ҳисобда туман электр тармоқларига тузатишлар киритиш.

4. Баҳолаш мезони: гуруҳ олдида курс лойиҳасини ҳимоя қилиш, энг яхши курс лойиҳаларини талабалар ишлари танловига тавсия қилиш.

Курс лойиҳаси топшириғида қуйидагилар кўрсатилади:

1. Электр манбаи (электр станцияси) ва истеъмолчиларнинг (юкламаларнинг) жойлашиши;
2. Электр тизимлари юкламаларининг тавсифлари (характеристикалари), хусусан: актив қувват ($P_{\text{макс}}$), максимал режимдаги, электр истеъмолчиларнинг тоифа (категория) лари, шу режимдаги бир йилда истеъмол қилинган электр энергияси;
3. Белгиланган қувват, $\cos\varphi_r$ ва электр станциясининг тури;

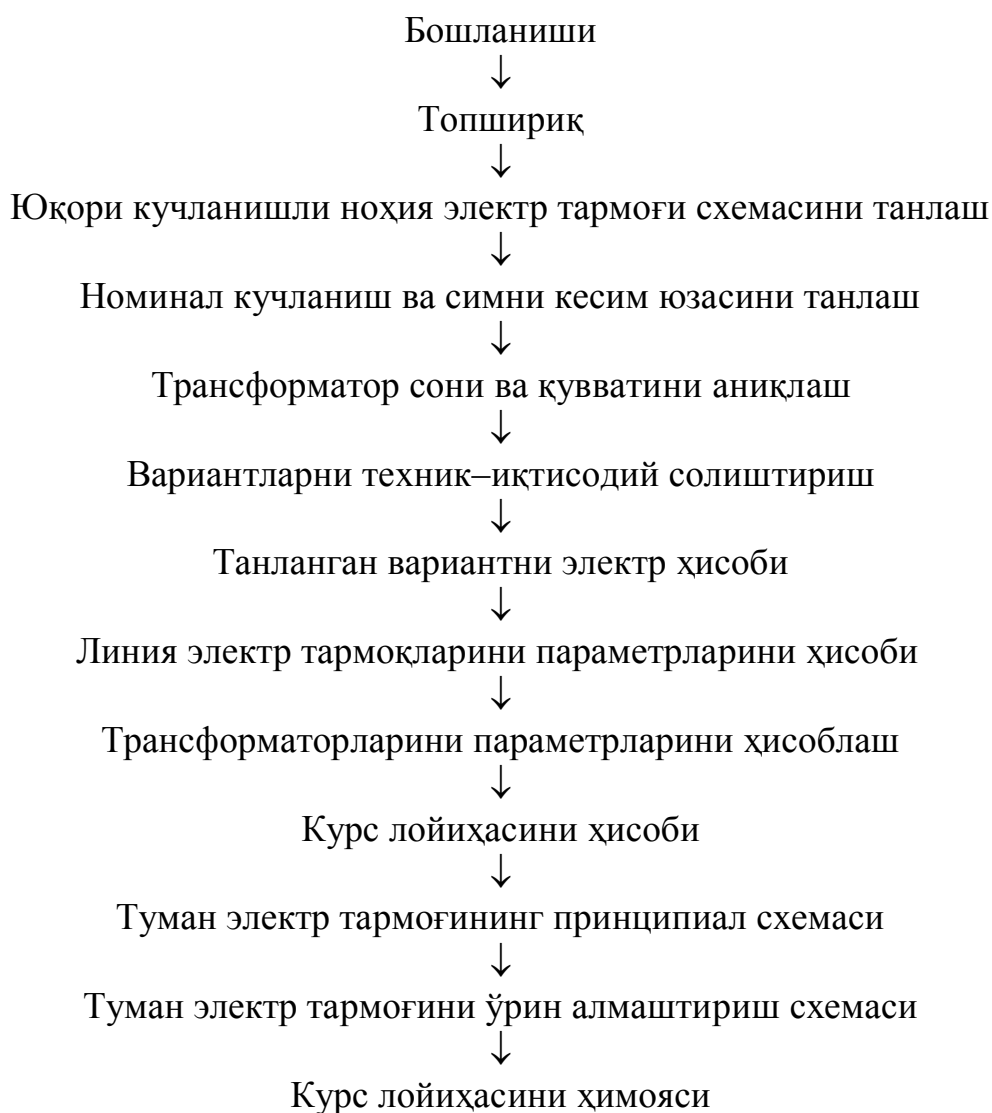
4. Ишлаб чиқарувчи ва истеъмол қилинувчи марказлар орасидаги масофалар.

Лойиҳада 2 та вариантнинг (очик ва ҳалқали тармоқ) техник–иқтисодий қиёслаш масаласи кўриб чиқилади.

Лойиҳалаш даврида талаба қўйилган масалани тартибли равишда ечишни, қабул қилинган ечимларни қисқа ва аниқ формада изоҳлашни, график қисмини техник жиҳатдан мукамал бажаришни ўрганиши керак.

Ушбу услубий қўлланма электр тармоқларини бир нечта вариантларини техник–иқтисодий солиштириш натижасида ва мақсадга мувофиқ бўлган вариантни танлашда талабага ёрдам беради.

Курс лойиҳаси қуйидагича кетма–кетликда бажарилувчи бўлимлардан иборат:



I. АКТИВ ВА РЕАКТИВ ҚУВВАТ МУВОЗАНАТИ

Электр тармоқларини лойиҳалашда аввало, электр станция ишлаб чиқараётган қувватни истеъмол қилинадиган қувват билан солиштириш мақсадида, қувватлар мувозанати тузилади.

1.1. АКТИВ ҚУВВАТ МУВОЗАНАТИ

Электр тизимларида электр станция генераторлари актив қувват манбаи бўлиб ҳисобланади. Улар барча юкларни таъминлашни, электр тармоқларини элементларидаги қувват исрофини ва станция ўз эҳтиёжи учун сарф бўладиган қувватни қоплаши, яъни вақтнинг ҳар бир дақиқасида қуйидаги актив қувватни мувозанати тенгламаси амал қилиш керак:

$$\sum P_r = \sum P_{\text{Ю}} * K_0 + \sum \Delta P_{\text{Л}} + \sum \Delta P_{\text{Т}} + P_{\text{ХЭ}}$$

Бу ерда: $\sum P_{\text{Ю}} = P_{\text{А}} + P_{\text{В}} + P_{\text{С}} + P_{\text{Д}} + P_{\text{Е}}$ – подстанцияларнинг ҳисоб қувватларининг йиғиндиси;

K_0 —истеъмолчилар ишлашининг бир вақтлилик коэффициенти. Туман подстанциялари учун $K_0=0,9$ олинади.

$\sum \Delta P_{\text{Ю}}$ —лойиҳа қилинувчи тармоқдаги актив қувват исрофи.

Дастлабки ҳисоб учун $\sum P_{\text{Ю}}$ дан 7 % олинади.

$$\sum \Delta P_{\text{Л}} = 7 * \sum P_{\text{Ю}} / 100$$

$\sum \Delta P_{\text{Т}}$ —Подстанция трансформаторларидаги актив қувват исрофидан 4% олинади.

$P_{\text{ХЭ}}$ —электр станциясининг хусусий эҳтиёжи учун сарфланувчи актив қувват:

Иссиқлик электр станциялари учун

$$P_{\text{ХЭ}} = 6\% * \sum P_{\text{Ю}} / 100,$$

Гидроэлектр станциялари учун

$$P_{\text{ХЭ}} = 0.5\% * \sum P_{\text{Ю}} / 100$$

Мисол учун (1–расм):

$$\sum P_{\text{Ю}} = 70 + 40 + 30 + 45 + 15 = 200 \text{ МВт}$$

$150 < 200 * 0.9 + 0.07 * 200 + 0.04 * 200 + 0.06 * 150 = 211$. Демак, электр станция қуввати етарли эмас. Шунинг учун етишмаётган актив қувват энергетика тизимидан олинади.

1.2. РЕАКТИВ ҚУВВАТ МУВОЗАНАТИ

Реактив қувват мувозанати кучланишни керакли қийматини таъминлаб туриш учун хизмат қилади. Энергетика тизимида реактив қувват манбаи, сифатида махсус компенсацияловчи қурилмалар: синхрон компенсаторлар ишлатилиши мумкин.

Реактив қуввати мувозанати қуйидаги кўринишга эга:

$$\sum Q_r + \sum Q_{\text{КУ}} = \sum Q_{\text{Н}} * K_0 + \sum \Delta Q_{\text{Т}}, \text{ Мвар}$$

Бу ерда: $\sum Q_r$ – электростанция генераторининг ишлаб чиқарилаётган реактив қувватининг йиғиндиси.

$$\Sigma Q_r = \Sigma P_r * \operatorname{tg} \varphi_r, \text{ Мвар}$$

ΣQ_H – истеъмоличилар реактив қувватининг йиғиндиси:

$$\Sigma Q_H = P_A * \operatorname{tg} \varphi_A + P_B * \operatorname{tg} \varphi_B + P_C \operatorname{tg} \varphi_C + P_D * \operatorname{tg} \varphi_D + P_E * \operatorname{tg} \varphi_E$$

Реактив қувват коэффиценти $\operatorname{tg} \varphi$ берилган қувват коэффиценти $\cos \varphi$ орқали аниқланади.

$\Sigma \Delta Q_T$ – трансформатордаги реактив қувват исрофларининг йиғиндиси

$$\Sigma \Delta Q_T = \Sigma P_H * 0,1$$

Компенсацияловчи қурилманинг талаб қилинувчи реактив қуввати:

$$\Sigma Q_{ky} = \Sigma Q_H * K_o + \Sigma \Delta Q_T - \Sigma Q_r$$

Компенсацияловчи қурилмалари мақсадга мувофиқ жойларга ўрнатилиши керак.

1–расмда келтирилган дастлабки маълумотлар учун:

$$\Sigma Q_r = 150 * 0.652 = 97.5 \text{ мВар},$$

$$\Sigma Q_H = 70 * 0.5124 + 40 * 0.363 + 30 * 0.363 + 45 * 0.5124 + 15 * 0.6459 = 94,024 \text{ мВар},$$

$$\Sigma \Delta Q_T = 94.024 * 0.1 = 9.402 \text{ мВар},$$

$$\Sigma Q_{ky} = 94.024 * 0.95 + 9.402 - 97.5 = 1.22 \text{ мВар}$$

Бу ҳолда компенсация қурилмаси "В" подстанциясида ўрнатилади.

$$97.5 + 1.22 = 94.024 * 0.95 + 9.402$$

$$\text{Демак, } 98.72 = 98.72 \text{ мВар}$$

II. ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИНИ БОҒЛАНИШ СХЕМАСИНИ ТАНЛАШ

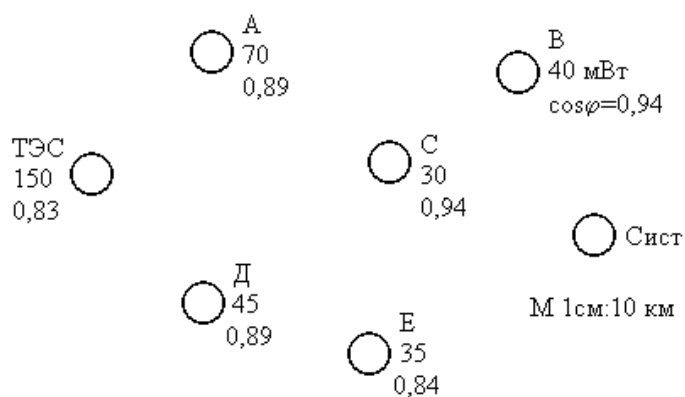
Электр тармоғининг боғланиш схемасини танлашда электростанция ва подстанцияларнинг жойлашиш ҳамда уларнинг энергетика тизимига уланишига қараб, электр тармоғининг мумкин бўлган 3–5 варианты кўриб чиқилади.

Вариантларни танлашда қуйидаги амал қилиниши шарт:

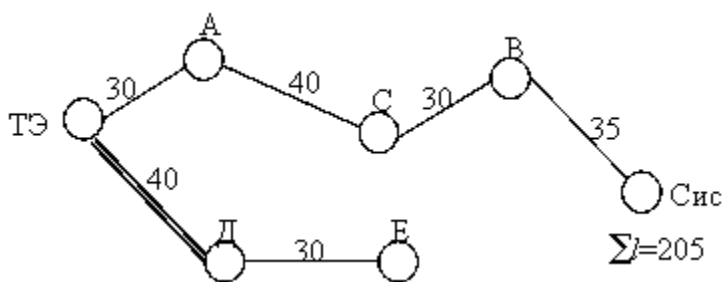
–Электр энергияни узатиш энг қисқа масофадан амалга оширилади.

–Биринчи ва иккинчи тоифа истеъмоличилари албатта бир–бирига боғлиқ бўлмаган иккита манбадан таъминланиши керак (ҳалқасимон тармоқ ёки икки занжирли очик тармоқ қуриш керак).

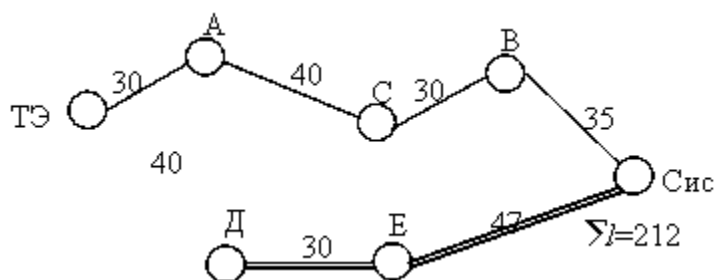
Тармоқ схемасининг танлаб олинган вариантлари масштаб бўйича чизилиб, ҳар бири учун линияларнинг умумий узунлиги аниқланади; техник–иқтисодий солиштириш учун ва кейинги ҳисоблар учун иккита энг яхши вариант (очик ва ҳалқасимон) танлаб олинади. 1–расмда келтирилган дастлабки маълумотлар учун тармоқ схемасининг вариантлари 2–расмда келтирилган.



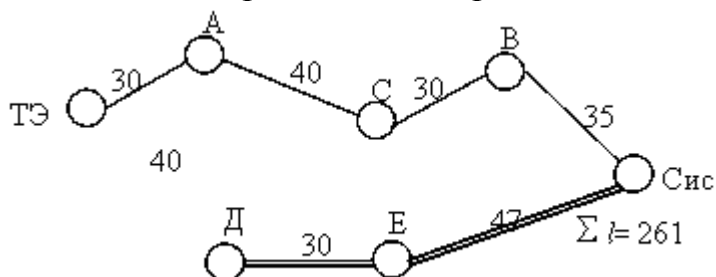
1-расм. Электр подстанциялари ва энергия манбаларининг жойлашуви.



2а-расм. Очик тармоқ.



2б-расм. Очик тармоқ.



2в-расм. Ҳалқасимон тармоқ.

III. ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ УЧУН ҚУВВАТ ВА ЭНЕРГИЯ ОҚИМЛАРИНИ АНИҚЛАШ

Симларнинг кесимини аниқлашда танланган вариант учун тармоқнинг ҳар бир қисмида қандай оқишини билиш керак. Ҳисобни очик тармоқ учун қувват оқимларини аниқлаш усулидан бошлаймиз. Очик тармоқ учун қувват оқимларини куйидаги мисолда кўришимиз мумкин. Ҳисоб учун маълумотлар 1-расмда келтирилган. Унинг асосида қабул қилинган иккита вариант

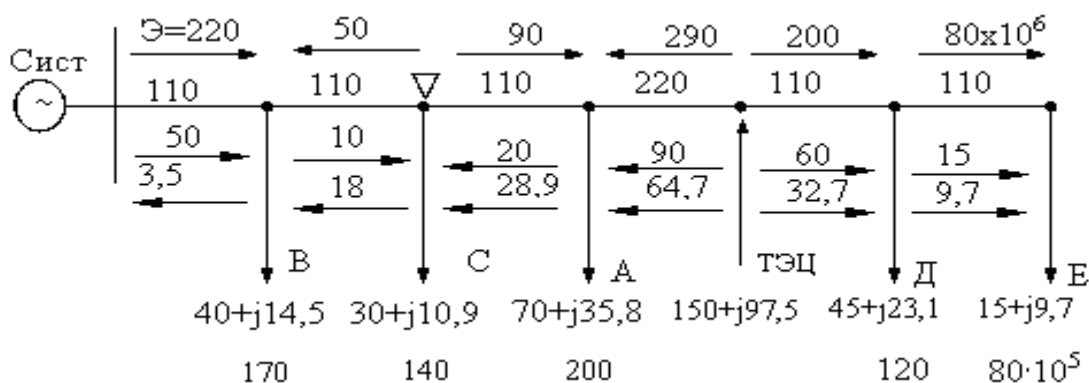
(ҳалқасимон ва очик тармоқ) учун ҳисоблаш схемасини тузамиз. Электр станция ва подстанцияларнинг берилган қувватларини комплекс кўринишда ёзамиз. Линияларда оқувчи актив ва реактив қувватларини аниқланган қийматлари ҳар бир линия қисми учун алоҳида ёзилади.

Линияларни ҳар бир қисми учун қувват оқимини аниқлаш энг аввало очик тармоқ учун бажарилади. Бунда қувват оқими тармоқнинг охириги қисмидан бошлаб ҳисобланади (3-расм).

Масалан: линияни "Д-Е" қисмида "Н" подстанциянинг, яъни $P_{Д-Е}=15$ МВт, "ТЭЦ-Д" қисмидаги қувват $P_{ТЭЦ-Д}=P_{Д}+P_{Е}=45+15=60$ МВт. Сўнг электр станциясининг қолган қуввати тарқатилади.

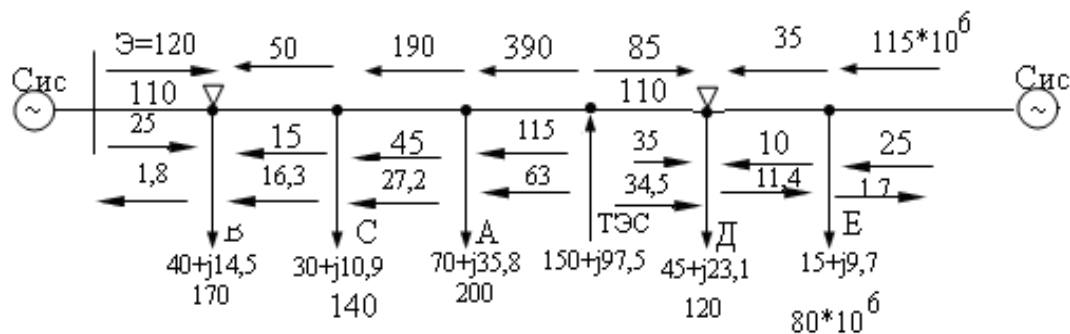
$$P_{ТЭС-Д}=150-60=90 \text{ МВт}$$

"С" ва "В" подстанцияларга етишмовчи қувват тизимдан олинади.



3-расм. Очик тармоқ учун қувват ва энергия оқимларини аниқлаш.

Ҳалқасимон тармоқ учун (4-расм) тизимни иккига бўлиб, икки томонлама таъминланувчи линия ҳосил қилинади. Тармоқ параметрлари номаълум бўлгани учун, "В" ёки "Е" подстанцияларгача бўлган қувватни, тизимдан олинувчи қувватни ярмига тенг деб олинади. $P_{сист-В}=P_{сист-Е}=50/2=25$ МВт. Сўнг, линияда оқаётган қувватлар аниқланиб, қувват оқимининг бўлиниш нуқтаси топилади. Реактив қувватлар ва актив электр энергия оқимлар ҳам худди шундай аниқланади. Актив энергия актив қувватга пропорционал ҳолда тақсимланди. Масалан, "В-С" ва "С-А" участкаларда 10 ва 20 кВт ли актив қувват бўлган ҳолда, "В-С" участкасида 50, "С-А" участкасида эса 90 млн*кВт*соат энергия узатилади.



4-расм. Ҳалқасимон тармоқ учун қувват ва энергия оқимларини аниқлаш

IV. НОМИНАЛ КУЧЛАНИШ ТАНЛАШ

Тармоқларни лойиҳалашда номинал кучланишни тўғри танлаш катта аҳамиятга эга. Одатда кичик номинал кучланишли тармоқ капитал ҳаракатлар бўйича арзонга тушади, лекин электр энергия исрофи ортиши туфайли катта эксплуатация сарф–ҳаракатларига олиб келади. Кучланиш ошиши қувват ва энергияни исрофини камайтиради, сим кесим юзасини камайтириш мумкин бўлади, тармоқни ривожланиши ошади, лекин капитал ҳаракатлар ошиб кетиши мумкин.

Кўп йиллик лойиҳалаш тажрибаларидан шу нарса маълум бўлдики, линиянинг номинал кучланиш масофа L ва узатаётган қувват P га боғлиқ бўлиб, қуйидаги ифода билан аниқланиши мумкин:

$$U_{ик} = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{L} + \frac{2500}{P}}}, \text{ кВ}$$

Бу ерда: L – линия узунлиги, км.

P – узатилаётган актив қувват, мВт.

$U_{ик}$ – ни қийматга яқин бўлган иқтисодий қулай кучланиш линиянинг ҳар бир қисми учун танлаб олинади.

V. ОЧИҚ СИМЛАРНИ КЕСИМ ЮЗАСИНИ ТАНЛАШ ВА УЛАРНИ ИССИҚЛИККА ЧИДАМЛИЛИГИНИ ТЕКШИРИШ

Иқтисодий ток интерваллар усули.

Бу усулда линиянинг ҳисоб токи иқтисодий ток интервалларига асосан қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$I_{хис} = I_5 * \alpha_i * \alpha_T, A$$

Бу ерда: I_5 – линиянинг 5–йилдаги токи бўлиб қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$I_5 = \frac{P_{хис}}{\sqrt{3}U_{ном} \cos \varphi}, A$$

Бу ерда: $P_{хис}$ – юкламанинг 5–йиллик ўсишига мўлжалланган линиядан оқувчи актив қувватнинг ҳисоб максимуми, (линиянинг ҳар бир қисми учун қувват ва энергия оқимларини аниқлаш схемаси 3,4–расмлардан олинади);

α_i – линияни эксплуатация қилиш йилларида юклама ўзгаришини ҳисобга олувчи коэффициент 110–220 кВли линиялар учун, $\alpha_i = 1,05$ га тенг.

α_T – линиянинг максимал юкламаларда ишлаш вақти T_m ни ва энергетика тизими максимумига тўғри келувчи коэффициент K_m ни ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, уни қиймати қуйидаги жадвал орқали аниқланади.

$U_{ном}, \text{ кВ}$	K_m	$T_m, \text{ соатда}$		
		4000 гача	4000÷6000	6000 дан юқори
35–330	1,0	0,8	1,0	1,3
	0,8	0,9	1,2	1,6
	0,6	1,1	1,5	2,2

Линиянинг максимал юкламаларда ишлаш вақти T_m – ни линиядан узатилаётган энергия – $\mathcal{E}$ ва актив қувват $-P_{\text{хис}}$ қиймати билан аниқланади:

$$T_m = \frac{\mathcal{E} \cdot 10^6 (\text{ккВ} \cdot \text{с})}{P_p \cdot 10^3 (\text{кВт})}, \text{ соат}$$

Симнинг кесим юзаси маълумотнома адабиётнинг [7.8–жадвал, 281 бет, С.С.Рокотян ва И.М.Шапиродан] кучланиш $U_{\text{ном}}$, таянчининг материали ва минтақага боғлиқ ҳолда танланади (И1–жадвал).

Симнинг кесимига қўйилган техник чегаралар:

а). 110 кВ ли линиялар учун кесим АС–70 дан кам бўлмаган симлар (тож ёйи таъсир камайтириш шарти бўйича) ва АС–300 дан юқори бўлмаган (типик таянчларнинг мустаҳкамлик шарти бўйича);

б). Шунга ўхшаш 220 кВ ли линиялар учун АС–240 дан кам бўлмаслик ва АС–500 дан юқори бўлмаслиги керак.

Иккала вариант учун ҳисобланган сим кесимларининг натижалари 1–жадвалда келтирилган.

Симларнинг дастлабки кесим юзаларини танлаш

1–жадвал

Тармоқ қисмининг белгиланиши	$U_{\text{ном}}$, кВ	I_5 , А	T_m , соат	α_T	$I_{\text{хис}}$, А	Сим маркаси	$I_{\text{рух.эт.}}$, А
I–вариант учун (Очиқ тармоқ)							
В–Е В–ТЭС ТЭС–А А–С С–Д Д–сист.	110	73	7000	1,6	124	АС–120	420
II–вариант учун (ёпиқ тармоқ)							
Е–сист. В–Е В–ТЭС ТЭС–А А–С С–Д Д–сист.							

Танланган симнинг иссиқликка чидамлилиги қуйидаги формула ёрдамида текширилади: $I_{\text{хис}} \leq I_{\text{рухс.эт.}}$

Бу ерда: $I_{\text{рухс.эт.}}$ –берилган сим учун рухсат этилган узоқ муддатли қизиш шарти бўйича токи, А. Унинг қиймати жадвалдан олинади. Масалан: АС–70 маркали сим учун 265 А, АС–9 учун–330 А; АС–120–390 А; АС–150–450 А; АС–185–510 А; АС–240–605 А; АС–300–710 А; АС–400–830 А; АС–500–945 А га тенг.

Ўрта Осиё ва Қозоғистон бирлашган электр тизимлари учун 110–220 кВли пўлат–алюмин симли ҳаво линиялари учун юклама тоқларининг иқтисодий интерваллари 2–жадвалда келтирилган (А2, 7.8–жадвал).

$U_{ном}$, кВ	Таянч тури	Таянч материали	Музлам бўйича тоифаси	Битта занжирнинг мм ² кесимдаги иқтисодий юкламаси, А								
				70	95	120	150	185	240	300	400	500
35	Бир занжирли	Темир–бетон	I–II	–	110	170	220					
		Пўлат		85	130	150	220					
	Икки занжирли	Темир–бетон	I–II	100	130	185	200					
		Пўлат		95	145	150	200					
110	Бир занжирли	Темир–бетон	I–II	55	–	150	200	235	400			
		Пўлат		55	120	–	200	230	400			
	Икки занжирли	Темир–бетон	I–II	65	110	165	205	230	380			
		Пўлат		65	125	–	225	240	380			
220	Бир занжирли	Темир–бетон	I–II	I –	–	–	–	–	305	420	520	720
		Пўлат		IV								
	Икки занжирли	Темир–бетон	I–II	I –	–	–	–	–	330	405	495	700
		Пўлат		IV								

VI. КУЧ ТРАНСФОРМАТОРЛАРИНИ ҚУВВАТИ ВА СОНИНИ ТАНЛАШ

Агар истеъмолчиларнинг кўпчилик қисми биринчи ва иккинчи тоифали бўлса, иккита трансформаторли подстанциядан фойдаланиш тавсия қилинади. Ҳар бир ўрнатилган трансформатор, агар улардан биттаси ишдан чиқса, иккинчиси биринчи ва иккинчи тоифали барча истеъмолчиларни электр энергия билан таъминлаши керак. Трансформаторларнинг ўта юкланиш қобилятини ҳисобга олган ҳолда, ҳар бир трансформаторнинг қуввати қуйидаги шарт бўйича танланади:

$$S_T = (0,65 \div 0,7) S_{п.хис.}, \text{ мВА}$$

Бу ерда, $S_{п.хис.}$ – подстанциянинг ҳисоб қуввати.

Подстанциянинг ҳисоб қуввати сифатида:

–Икки чўлғамли трансформаторларда берилган подстанциянинг ҳисоб қуввати;

–уч чўлғамли трансформаторларда ёки автотрансформаторларда ўрта ва пастки чўлғамдан оқиб ўтувчи қувватлар йиғиндиси, яъни юқори чўлғамдан ўтувчи қувватларни олиш тавсия этилади.

Подстанцияларда уч чўлғамли автотрансформаторларни ўрнатиш, подстанция билан боғланувчи линияларнинг танланган кучланишларига боғлиқ бўлади.

Масалан: "А" подстанциясига 220 кВ ли линия келиб, 110 кВ ли линия чиқиб кетсин. Бу ҳолда, "А" подстанциясида уч чўлғамли автотрансформатор ўрнатилади.

–"А" подстанциясининг ҳисобий қуввати:

$$S_{п.хис.} = \sqrt{P_A^2 + Q_A^2} = \sqrt{70^2 + 35.8^2} = 78,62 \text{ мВА}$$

Ҳар бир трансформаторнинг қуввати, $S_T = 0,7 \cdot 78,62 = 55,04$ мВА га тенг. S_T нинг қийматига қараб, маълумотномалардан ёки И2–жадвалдан ҳисоб қувватига тенг бўлган трансформаторнинг номинал қуввати $S_{нт} = 63$ мВА трансформатор

танлаб олинади. В, С, Д, Е подстанциялар учун трансформатор танлаш юқоридаги ўхшаш бажарилади. Ҳисоб натижаларини 2–жадвалда келтирилади.

VII. ТРАНСФОРМАТОРЛАРДА ҚУВВАТ ИСРОФЛАРИНИ АНИҚЛАШ

Трансформаторларни номинал қувватларини аниқлашда, маълумотнома адабиётлар жадвалларидан бир вақтнинг ўзида қуйидаги маълумотларни ҳам ёзиб олинади:

ΔP_{xx} – салт юриш пайтидаги актив қувват исрофи яъни трансформаторнинг пўлатидаги исрофи, кВт;

ΔP_{k3} – трансформатор тўлиқ юкланган пайтида унинг чўлғамларидаги актив қувват исрофи, кВт.

U_{k3} – трансформатордаги қисқа туташув кучланиши, %.

I_{xx} – трансформаторнинг салт юришдаги токи, %.

Трансформатордаги актив қувват исрофи:

$$\Delta P_T = \Delta P_{xx} + (K_3)^2 \cdot \Delta P_{k3}, \text{ кВт}$$

Бу ерда: K_3 – трансформаторнинг юкланиш коэффиценти,

$$K_3 = \frac{S_{н.хис.}}{S_{HT} \cdot n_T}$$

Реактив қувват исрофи:

Икки чўлғамли трансформаторларда қуйидагича аниқланади:

$$\Delta Q_T = \frac{S_{ном.Т}}{100} (I_x \% + U_k K_3^2)$$

Уч чўлғамли трансформаторларда ва автотрансформаторларда қуйидагича аниқланади:

$$\Delta Q_T = \frac{S_{ном.Т}}{100} * (I_x \% + U_{BH} * K_{3BH}^2 + U_{CH} * K_{3CH}^2 + U_{HH} * K_{3HH}^2), \text{ мВар}$$

Бу ерда:

Трансформатор ва автотрансформаторларнинг техник маълумотлари

ТИП	$S_{ном.Т}$ мВА	Пределы регулируе- ния	$U_{ном.}$ кВ	U_k %	P_k кВт	P_x кВт	I_{xx} %
А. Трёхфазные, двух обмоточные трансформаторы 110 кВ							
ТДН–10000/110	10	$\pm 9 \times 1,78\%$	115/6.6	10.5	60	14	0.7
ТДН–16000/110	16	$\pm 9 \times 1,78\%$	115/6.6	10.5	85	19	0.7
ТРДН– 25000/110	25	$9 \times 1,78$	115/6.6	10.5	120	27	0.7
ТРДН–40000/110	40	$9 \times 1,78$	115/6.6	10.5	172	36	0.65
ТРДЦН–63000/110	63	$9 \times 1,78$	115/6.6	10.5	260	36	0.6
ТРДЦН–80000/110	80	$9 \times 1,78$	115/6.6	10.5	310	70	0.6
ТРДЦН–125000/110	125	$9 \times 1,78$	115/6.6	10.5	400	100	0.55
Б. Трёхфазные, двух обмоточные 220 кВ							
ТРДЦН–40000/220		$8 \times 1,5$	230/6.6	12	170	50	0.9
ТРДЦН–63000/220		$8 \times 1,5$	230/6.6	12	300	82	0.8

ТДЦ-80000/220		2x2.5	242/10.5	11	320	105	0.6
ТРДЦН-100000/220		8x1,5	230/11	12	360	115	0.7
ТРДЦН-160000/220		8x1,5	230/11	12	525	167	0.6
В. Трехфазные, трех обмоточные автотрансформаторы							
АТДЦТН-63000/220/110	63	6*2	230/121/6,6	11/35/22	215	45	0.5
АТДЦТН-125000/220/110	125	6*2	230/121/6,6	11/45/28	290	85	0.5
АТДЦТН-200000/220/110	200	6*2	230/121/6,6	11/32/20	430	125	0.5
АТДЦТН-250000/220/110	250	6*2	230/121/6,6	11,5/33,4/20,8	520	145	0.5

Ҳисоб натижалари 2–жадвалда келтирилади.

Трансформаторлар қувватини ва сонини танлаш.

2–жадвал

Подстанцияни белгиланиши	S _п , мВА	Тоифа	п _т , шт	S _{ном.т.} , мВА	Трансформатор типи
I – ВАРИАНТ					
А В С Д Е	$\sqrt{80^2 + 86^2}$	1	2	63	АТДЦТН-63-230/121/11
II – ВАРИАНТ					
А В С Д Е					

Уч чўлғамли автотрансформаторларда ёки автотрансформаторларда ҳисоб натижалари 3–жадвалда келтирилади.

Трансформаторларда қуввати исрофларини аниқлаш

3–жадвал

Подстанцияларни белгиланиши	$S_{ном,т}$ <i>мВА</i>	$K_з$	Трансформаторларнинг маълумотлари				ΔP_m , <i>мВт</i>	ΔQ_m , <i>мВАР</i>
			ΔP_x , <i>кВт</i>	ΔP_{κ} , <i>кВт</i>	U_{κ} , %	I_x , %		
I–ВАРИАНТ								
А В С Д Е	63	0.65	73	245	10.5	0.6	0.15	2.30
II–ВАРИАНТ								
А В С Д Е								

VIII. ЛИНИЯ ҚИСМЛАРИДАГИ ҚУВВАТ ИСРОФИ ВА СИҒИМИЙ ҚУВВАТНИ АНИҚЛАШ

Линия қисмлардаги актив ва реактив қувват исрофлари қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\Delta P_{\text{Л}} = \frac{P_x^2 l_k r_0 + Q_x^2 l_k r_0}{U_{\text{НОМ}}^2}, \text{ мВт}$$

$$\Delta Q_{\text{Л}} = \frac{P_x^2 l_k x_0 + Q_x^2 l_k x_0}{U_{\text{НОМ}}^2}, \text{ мВар}$$

Қисмнинг сиғимий қуввати:

$$Q_C = \frac{l_k 10^{-6}}{2} U_{\text{НОМ}}^2, \text{ мВар}$$

Бунда, $P_{\text{хис}}$ ва $Q_{\text{хис}}$ – линия қисмидаги ҳисобий қувват, мВт ва кВар;

ℓ_k – линия қисмининг узунлиги км; r_0 , x_0 – 1 км линиянинг актив ва индуктив қаршилиги, Ом/км.

Маълумотнома адабиётлардан симнинг кесим юзаси ва таянчлардаги симлар орасидаги масофага қараб олинади (1–жадвал, И8, И9);

ϵ_0 – 1 км линиянинг сиғим ўтказувчанлиги, см/км (И10–жадвал).

Ҳисоблар линиянинг ҳар бир қисми учун бажарилиб, натижалар 4–жадвалга ёзилади.

IX. ТАНЛАНГАН ТАРМОҚ ВАРИАНТЛАРИНИ ТЕХНИК–ИҚТИСОДИЙ АСОСЛАШ

Техник–иқтисодий ҳисобларнинг ҳажмига линия ва подстанцияларнинг иккала вариант учун капитал ва эксплуатация ва келтирилган сарф–ҳаражатлари киради. Ҳисоб иккала вариант учун келтирилган сарф–ҳаражатларни қиёслаб, келтирилган сарф–ҳаражатлари кам бўлган вариантни танлаб олиш билан тугалланади.

9.1. КАПИТАЛ ҲАРАЖАТЛАРНИ АНИҚЛАШ

–Линиядаги капитал ҳаражатлар қуйидагича аниқланади: $K_{\text{Л}} = K_0 \ell_k$, (минг сўм);

–Подстанцияда эса $K_{\text{П}} = K_{\text{Т}} n_{\text{Т}} + K_{\text{Я}} n_{\text{Я}}$ (минг сўм).

Бу ерда: K_0 – 1 км линияни капитал ҳаражатлари, (минг сўм/км).

Маълумотлардан сим маркаси линияни кучланишига қараб олинади (ИЗ–жадвал);

ℓ_k – линия қисмининг узунлиги, км;

$K_{\text{Т}}$, $n_{\text{Т}}$ – подстанция трансформаторларининг нарҳи ва сони;

$K_{\text{Я}}$, $n_{\text{Я}}$ – подстанция ячейкаларининг нарҳи ва сони.

Ҳисоб натижалари И5–жадвалда келтирилади. Подстанциянинг капитал ҳаражатларини И4–жадвалдан ҳам аниқлаш мумкин.

ЛИНИЯНИНГ ҚУВВАТ ИСРОФЛАРИ ВА ҚУВВАТЛАРИ

И5–жадвал

Линия қисмлари	P_p мВт	Q_p мВАР	r_o	X_o	B_o Ом/км	$\Delta P_{\text{л}}$ мВт	$\Delta Q_{\text{л}}$ мВАР	Q_c мВАР
			Ом/км					
I–ВАРИАНТ								
$B-E$ $B-TЭС$ $TЭС-A$ $A-C$ $C-D-$ $сист$	10	10	0.46	0.433	2.62	0.15	0.14	0.3
II–ВАРИАНТ								
$B-E$ $B-TЭС$ $TЭС-A$ $A-C$ $C-D$ $D-сист.$								

1 КМ ЛИНИЯ УЧУН КАПИТАЛ ҲАРАЖАТЛАР

ИЗ–жадвал

$U_{ном}$ кВ	Таянч турлари	K_o , тыс.руб/км								
		АС– 70	АС– 95	АС– 120	АС– 150	АС– 185	АСО240	АСО300	АСО400	АСО500
110	Темир–бетонли, бир занжирли	8.1	8.3	8.6	9.0	9.4	10.0	10.7	–	–
110	Темир–бетонли, икки занжирли	13.9	14.3	19.9	15.5	16.4	17.7	8.8	–	–
220	Темирли, бир занжирли	–	–	–	–	–	17.3	18.6	19.8	20.9
220	Темирли, икки занжирли	–	–	–	–	–	28.0	30.6	33.1	35.3

ПОДСТАНЦИЯ НАРҲИ

И4–жадвал

Трансформатор ва автотрансформаторлар сони, мВА	$U_{ном}$, кВ	Нарҳи, минг сўм	Трансформатор ва автотрансформаторлар сони ва қуввати, МВА	$U_{ном}$, кВ	нарҳи, минг сўм
2x32	220/110/35	680	2x16	110/6–10	390
2x63	”	950	2x16	”	480
2x80	”	1040	2x25	”	600
2x100	”	1300	2x32	”	660
2x125	”	1440	2x40	”	780
2x160	”	1900	2x63	”	810
2x225	”	3110	2x80	”	920

ЛИНИЯ ВА ПОДСТАНЦИЯ УЧУН ҲАРАЖАТЛАР

5–жадвал

Линия қисмлари	Сим маркаси	ℓ , км	K_0 минг сўм/км	K_l , минг сўм	K_n , минг сўм
<i>I–ВАРИАНТ</i>					
<i>Д–Е</i>					<i>Е</i>
<i>Д–ТЭС</i>					<i>Д</i>
<i>ТЭС–А</i>					<i>ТЭС</i>
<i>А–С</i>					<i>А</i>
<i>С–В</i>					<i>С</i>
<i>В–сист</i>					<i>В</i>
<i>II–ВАРИАНТ</i>					
<i>Сис–Е</i>					<i>Е</i>
<i>Е–Д</i>					<i>Д</i>
<i>Д–ТЭС</i>					<i>ТЭС</i>
<i>ТЭС–А</i>					<i>А</i>
<i>А–С</i>					<i>С</i>
<i>С–В</i>					<i>В</i>
<i>В–сист</i>					–

9.2. ЙИЛЛИК ЭКСПЛУАТАЦИЯ ҲАРАЖАТЛАРИНИ АНИҚЛАШ

–Линия учун (ҳар бир қисм алоҳида аниқланади):

$$C_{эл} = \frac{P_{ал} \% + P_{хиз.л} \%}{100} \cdot K_l + C_{пл} + Y_l, \text{ минг сўм}$$

–Подстанция учун

$$C_{эн} = \frac{P_{ап} \% + P_{хиз.п} \%}{100} \cdot K_n + C_{пп} + Y_n, \text{ минг сўм}$$

Бу ерда: $P_{ал}$, $P_{хис.л}$ – линиянинг амортизацияси ва хизмати учун ажратмалар K_l дан фоиз ҳисобида олинади (И5–жадвал).

$P_{ап}$ %, $P_{хиз.п}$ % – юқоридагидай, фақат, подстанция учун (И5–жадвалдан олинади).

Электр тармоғини амортизацияси ва хизмати учун
йиллик ажратмалар миқдори

И5–жадвал

$U_{ном}$, кВ	Таянч материали	Амортизация ажратмасининг миқдори, %	Хизмат учун ажратма, %
<i>ҲАВО ЛИНИЯЛАРИДА</i>			
35– 150	Бир занжирли темир–бетонли ва темирли	2.4	0.4
35– 150	Икки занжирли темир–бетонли ва темирли	2.8	0.4
220	Темир–бетонли ва темирли	2.24	0.36
<i>ПОДСТАНЦИЯЛАРДА</i>			
35–	–	6.4	3.0
150	–	6.4	2.0
220			

$C_{пл}$ – Линия қисмларидаги йиллик электр энергия исрофининг нархи.

$$C_{пл} = \Delta P_{л} * \tau * C_0 * 10^{-5}, \text{ минг сўм}$$

$\Delta P_{л}$ – линия қисмидаги актив қувват исрофи, кВт (И4–жадвалдан олинади).

τ – линия юкламасидаги максимал исроф вақти.

$$\tau = (0,124 + T_{м} * 10^{-4})^2 * 8760, \text{ соат}$$

$T_{м}$ – линиядаги максимал юкламаларда ишлаш вақти (юқорида аниқланган қийматлар олинади);

C_0 – 1 кВт*соат исроф бўлган электр энергиянинг нархи, Ўрта Осиё учун $C_0=1,26$ тийин/кВт*соат.

$C_{пл}$ – подстанциядаги йиллик электр энергиянинг қувват исрофи, И3–жадвалдан олинади.

$$C_{пт} = n_{т} * \Delta P_{т} * \tau * C_0 * 10^{-5}, \text{ минг сўм.}$$

$n_{т}$ – подстанциядаги трансформаторлар сони;

$\Delta P_{т}$ – трансформатордаги актив қувват исрофи, И3–жадвалдан олинади;

τ, C_0 – подстанция билан боғланувчи, таъминловчи линияларига ўхшаш.

9.3. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИНИНГ УЗИЛИШИ НАТИЖАСИДА КЕЛТИРИЛГАН ЗАРАРНИ АНИҚЛАШ

–линия кесимлари учун:

$$Y_{л} = Y_0 * \frac{\lambda_k T_B}{100 * 8760} * P_x * T_{м}, \text{ минг сўм.}$$

–подстанция учун:

$$Y_{п} = Y_0 * \frac{\lambda * l_k * T_B * n_{т}}{8760} + P_x * T_{м}, \text{ минг сўм.}$$

Бу ерда: Y_0 – солиштирма зарар (0.6 сўм/кВт*соат).

λ – 100 км линияга тўғри келувчи, бир йилдаги узилишларнинг тахминий сони (И6–жадвалдан олинади).

T_B – узилишдан сўнги тикланиш вақти, яъни узилиш сабабини аниқлаш ва тузатиш учун керак бўлувчи тахминий вақт (И7–жадвалдан олинади).

СИМЛАРДАГИ УЗИЛИШЛАРНИНГ ПАРАМЕТРЛАРИ, (рад/йил 100 км линия)

И6–жадвал

Электр таъминоти схемасининг элементи	220 кВ	110 кВ	35 кВ
Бир занжирли ҳаво линияси	0.6	1.1	1.4
Икки занжирли (бирор занжир узилса)	0.5	0.9	1.1
Трансформатор ва автотрансформаторлар	0.02	0.02	0.01

Электр тармоғи элементининг ўртача тикланиш вақти
 $T_{в} * 10^{-3}$ – йил/рад

И7–жадвал

Электр таъминоти схемасининг элементи	220 кВ	110 кВ	35 кВ
Бир занжирли ҳаво линияси	1.1	1.0	1.0
Икки занжирли (битта занжир узилса)	0.2	0.4	0.8
Трансформатор ва автотрансформаторлар	80	60	45

T_B нинг қиймати зарарни аниқлаш ифодасида соатларда қўйилган, *йил/рад* дан ўтиш учун И7–жадвалидаги T_B нинг қийматини бир йилдаги соатлар сонига кўпайтирилади.

Масалан: $T_B = 0,9 \cdot 10^{-3} \cdot 8760 = 7,9$ соат

$P_{\text{хис}}$ – зарар аниқланаётган линия қисми учун ҳисобот қуввати, кВт да.

Мисол: 110 кВ ли ҳаво линиясининг узилиши натижасида келтирилган зарар аниқлансин.

Берилган: $\ell = 37$ км, $P_{\text{хис}} = 20$ мВА, $T_m = 4000$ с, $U_o = 0,6$ сўм / кВт*с

$$U_{\text{л}} = 0,6 \cdot \frac{1,1 \cdot 37 \cdot 8,76}{100 \cdot 8760} - 20000 \cdot 4000 = 19,3 \text{ минг сўм}$$

Зарар фақат бир томонлама таъминловчи тармоқ учун аниқланади. Икки томонлама таъминланувчи линиялар учун $U = 0$.

Подстанция учун зарар, кўриляётган вариетларда тикланган трансформаторларнинг кучланишлари ҳар хил бўлган ҳолда аниқланади. Бунда зарар трансформаторлар сони оз бўлган вариант учун ҳисобланади.

Ҳисоб натижалари И6–жадвалда келтирилган.

Х. МАЪҚУЛ БЎЛГАН ВАРИАНТНИ ТАНЛАШ

Вариантларни техник иқтисодий қиёслаш келтирилган сарф–ҳаражатлар усулида бажарилади. Келтирилган сарф–ҳаражатлар кам бўлган вариант энг маъқул вариант бўлиб ҳисобланади ва қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$Z_{\text{кел}} = E_n (K_{\text{л}} + K_{\text{п}}) + (C_{\text{эл}} + C_{\text{эп}}) + (U_{\text{л}} + U_{\text{п}}), \text{ минг сўм}$$

Бу ерда E_n – капитал ҳаражатларнинг норматив эффективлик коэффициенти, янги қуриляётган электр тармоқлари учун $E_n = 0,15$ га тенг.

Ҳисобланган натижалар И6–жадвалга ёзилади.

И6–жадвал

Линиянинг қисми	Капитал ҳаражатлар, минг сўм	Йиллик эксплуатацион ҳаражатлар, минг сўм	Линия йўқотишлари нархи, минг сўм	Зарар м.с., $U_{\text{л}} + U_{\text{п}}$	Келтирилган сарф–ҳаражатлар, минг сўм
<i>I–ВАРИАНТ</i>					
<i>В–Е</i> <i>В–ТЭС</i> <i>ТЭС–А</i> <i>А–С</i> <i>С–Д</i> <i>Д–сист.</i> <i>ИТОГО:</i>					
<i>II–ВАРИАНТ</i>					
<i>В–Е</i> <i>В–ТЭС</i> <i>ТЭС–А</i> <i>А–С</i> <i>С–Д</i> <i>Д–сист.</i> <i>ЖАМИ</i>					

XI. ҚУВВАТ ОҚИМЛАРИНИ АНИҚЛАШТИРИШ

Трансформатор ва линиялардаги қувват исрофи, линиялардаги заряд қуввати ҳисоблангандан сўнг, қувват оқимларини кўрсатилган исрофларни ҳисобга олган ҳолда аниқлашимиз мумкин.

Ҳисоблар техник-иқтисодий қиёслаш натижасида олинган вариант учун олиб борилади.

Масалан: "Сис–В" линия қисми учун:

$$P_{\text{СИС-В}} = P_2 + \Delta P_{T(B)} + \Delta P_{L(\text{СИС-В})}, \text{ минг сўм}$$

Бу ерда: P_2 – "Сис–В" линия қисмининг охиридаги актив қувват (исроф ҳисобига олинмаган ҳолда).

$\Delta P_{T(B)}$ – "Сис–В" линия қисмидан таъминловчи В подстанциядаги трансформаторнинг актив қувват исрофи.

$\Delta P_{L(\text{СИС-В})}$ – "Сис–В" линия қисмидаги актив қувват исрофи,

Шу линия қисмидаги реактив қувватни аниқлаш:

$$Q_{\text{СИС-В}} = Q_2 + \Delta Q_{T(B)} + \Delta Q_{L(\text{СИС-В})} * \Delta Q_{C(\text{СИС-В})}, \text{ мВар}$$

Бу ерда: $\Delta Q_{C(\text{СИС-В})}$ – "Сис–В" линия қисмидаги заряд қуввати (4-жадвалдан олинади).

XII. СИМНИНГ КЕСИМ ЮЗАЛАРИНИ АНИҚЛАШТИРИШ

Эксплуатация қилинаётган линиянинг бешинчи йилдаги токининг қиймати аниқланади.

Масалан: "Сис–В" линия қисми учун

$$I_{5(\text{СИС-В})} = \frac{\sqrt{P_{\text{СИС-В}}^2 + Q_{\text{СИС-В}}^2}}{\sqrt{3} * U_{\text{НОМ}}}, \text{ А}$$

"В–Е" участкасидаги ҳисоб токи

$$I_{X(\text{СИС-В})} = I_{5(\text{СИС-В})} * \alpha_i * \alpha_T, \text{ А}$$

С.С.Рокотян ва И.М.Шапиро маълумотнома китобининг 281-бетидаги 7.8-жадвалидан яна қайтадан симларни кесим юзасини аниқлаштирилган $I_{\text{ҳис}}$ асосида аниқлаймиз. Натижаларни эса И7-жадвалда келтирамиз.

И7-жадвал

Тармоқ қисми	Аниқлаштирилган қиймат		Сим маркаси	
	актив	реактив	дастлабкиси	аниқлаштирилган
Сис–В В–С С–А А–ТЭС ТЭС–Д Д–Е				

ХIII. ТАНЛАНГАН ВАРИАНТ УЧУН ЭЛЕКТР ТАРМОҒИНИ ПРИНЦИПАЛ СХЕМАСИНИ ТУЗИШ

Электр тармоғининг принцинал схемаси ҳисоблаш схемаси асосида чизилиб, Давлат стандартининг электр схемаларига қўйилган барча талабларига жавоб бериши керак.

Принципиал схемада қуйидагилар кўрсатилган:

- подстанцияларнинг номлари,
- трансформаторларнинг типи, қуввати ва кучланиши,
- подстанциянинг йиғма шиналаридаги номинал кучланиш,
- электр узатиш линияларининг узунликлари ва сим маркалари.

Танланган узатиш линияларининг принцинал схемаси 5–расмда кўрсатилган.

АС симининг 1 км учун актив (r_0) қаршилик қийматлари

И8–жадвал

Симнинг маркази	1 км ўтказгичнинг актив қаршилиги, Ом/км
АС–70	0.46
АС–95	0.33
АС–120	0.27
АС–150	0.21
АС–185	0.17
АС–240	0.130
АС–300	0.108
АС–400	0.080
АС–500	0.065

АС симнинг 1 км учун индуктив (x_0) қаршилик қийматлари

И9–жадвал

$D_{cp}, м$	АС–70	АС–95	АС–120	АС–150	АС–185	АСО–240	АСО–300	АС–400	АСО–500
3.0	0.408	0,397	0,391	0,384	0,377	0,357	–	–	–
3.5	0,417	0,406	0,400	0,398	0,386	0,366	–	–	–
4.0	0,425	0,414	0,408	0,401	0,394	0,375	–	–	–
5.0	0,440	0,429	0,423	0,416	0,409	0,390			
6.0	–	–	–	–	–	–	0.396	0.386	–
7.0	–	–	–	–	–	–	0.405	0.396	0.390

Ҳаво линияларининг сифим ўтказувчанликлари, $см/км \cdot 10^{-6}$

И10–жадвал

$D_{cp}, м$	АС–70	АС–95	АС–120	АС–150	АС–185	АСО–240	АСО–300	АС–400	АСО–500
3.0	2.79	2.87	2.92	2.97	3.03	3.11	–	–	–
3.5	2.73	2.81	2.85	2.90	2.96	3.03	–	–	–
4.0	2.68	2.75	2.79	2.85	2.90	2.96	–	–	–
5.0	2.58	2.65	2.69	2.74	2.82	2.86	–	–	–
6.0	–	–	–	–	–	2.80	2.80	2.87	–
7.0	–	–	–	–	–	2.70	2.72	2.80	2.77

D_{cp} – ҳаво линиялари симлари орасидаги ўртача геометрик масофа. 110 кВ учун –3–4 м., 220 кВ учун –5–7 м.

XIV. ТАРМОҚНИНГ КУЧЛАНИШ РЕЖИМИНИ ҲИСОБЛАШ

Ҳисоблашнинг асосий вазифаси линиянинг қисмларидаги кучланиш исрофи ва юкламалар уланган тугунларидаги ҳақиқий кучланишларини аниқлашдан иборатдир.

- а). Энг юқори юкламалар режими.
- б). Энг паст юкламалар режими.
- в). Авариядан кейинги режимлар учун олиб юборилади.

14. I. ЮКЛАМАЛАРИ ЭНГ ЮҚОРИ БЎЛГАН РЕЖИМ (максимал режим)

Линия қисмларидаги кучланиш исрофи қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\Delta U = \frac{P_X * r_0 * l + Q_X * x_0 * l}{U_{\text{хак}}}, \text{ кВ}$$

Бу ерда: P_X , Q_X – линия қисмидаги актив ва реактив ҳисоб қувватлари бўлиб, 7–жадвалдан аниқлаштирилган қиймати олинади:

r_0 , x_0 – аниқлаштирилган сим маркаси учун 1 км линиянинг актив ва индуктив қаршилиги.

l – Линия қисмининг узунлиги, км.

$U_{\text{хак}}$ – линия қисмининг бошидаги ҳақиқий кучланиш, кВ.

Агар линиянинг берилган қисмини таъминловчи масофага уланган бўлса (масалан, пасайтирилган трансформаторнинг иккиламчи чўлғами), $U_{\text{хак}} = U_{\text{ном.т}}$ бўлади.

Агар линия қисми таъминловчи линиянинг давоми бўлиб, кейин подстанцияга уланса, у ҳолда ҳақиқий кучланиш қуйидагича аниқланади:

$$U_{\text{хак}} = U_I - \Delta U, \text{ кВ}$$

Масалан: "ТЭС–Д" линия қисмидаги кучланиш исрофи қуйидагича топилади:

$$\Delta U_{\text{ТЭС-Д}} = \frac{62,3 * 0,21 * 40 + 36,4 * 0,409 * 40}{115} = 9,7 \text{ кВ}$$

"Д" подстанциясининг 110 кВ тармоққа уланиш нуқтасидаги ҳақиқий кучланиши:

$$U_D = U_{\text{ТЭЦ}} - \Delta U_{\text{ТЭС-Д}} = 121 - 9,7 = 111,3 \text{ кВ}$$

"Д–Е" линия қисмидаги кучланиш исрофи:

$$\Delta U_{\text{Д-Е}} = \frac{16 * 0,46 * 30 + 10,9 * 0,433 * 30}{111,3} = 3,2 \text{ кВ}$$

$$U_E = U_D - \Delta U_{\text{Д-Е}} = 111,3 - 3,2 = 108,1 \text{ кВ}$$

Агар ҳисоб қуввати симларнинг бўлиниш нуқтасидан таъминловчи манба томонга олиб борилса, у ҳолда кучланиш исрофи юкламалар уланган тугундаги ҳақиқий кучланишга қўшиб борилади. Масалан:

$$U_{\text{суст}} = U_B + \Delta U_{\text{Б-суст}} = 108,1 + \dots = 118,6 \text{ кВ ???????}$$

14.2. ЮКЛАМАЛАРИ ЭНГ ПАСТ БЎЛГАН РЕЖИМ (максимал режим)

Йиллик график қурилмаган ҳолда, минимал юкламани, максимал юкламани ярмига тенг деб қабул қилиш мумкин, яъни $P_{нм}=0,5 \cdot P_{нб}$ ва $Q_{нм}=0,5 \cdot Q_{нб}$.

Линия қисмларида кучланиш исрофлари ва тугунлардаги ҳақиқий кучланишлар максимал режимдагига ўхшаб аниқланади.

14.3. АВАРИЯДАН СЎНГГИ РЕЖИМ

Тармоқнинг авариядан сўнгги режимини ҳисоблаш учун энг оғир бўлган ҳолатда аниқланган. Масалан, очик тармоқда параллел ишлаётган линиянинг ишдан чиқишини олишимиз мумкин. Айтайлик, "ТЭС–А" қисми ишдан чиқсин. Шикастланган линия қисмини таъминлаш даврида "А", "С" ва "В" подстанциялар вақтинча энергетика тизимидан истеъмол қилиб туради. Бунда энг узоқда жойлашган истеъмолчи учун кучланиш пасайиши 15% гача рухсат этилади.

Подстанциялардаги кучланишни юклама остида ростлаш қурилмаси (РПН) ёрдамида кучланишни 16% гача ошириш мумкинлиги ҳисобга олинади. Авариядан сўнгги режимни ҳисоблаш схемаси чизилади (5–расмда бундай схема кўрсатилган). Бу схема учта юкламадан иборат бўлган (яъни, "А", "С", "В", ва система) очик тармоқдир. Қувват оқимлари аниқланганда максимал юклама "В–система" линия қисмида бўлади. Узоқда жойлашган истеъмолчининг кучланишининг пасайиши 15% дан ортиб кетса, маълум чоралар кўрилади. Масалан: "В–система" линия қисмидаги симнинг кесим юзаси катталаштирилади.

XV. ЎРИН АЛМАШТИРИШ СХЕМАЛАРИ, ТАРМОҚ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Ўрин алмаштириш схемалари тармоқнинг аниқ бир режими, яъни максимал, минимал ва авариядан сўнгги режим учун барча асосий параметрларни ўз ичига олган бўлиши керак.

Қуйидаги параметрларни кўрсатиш тавсия этилади:

- берилган режим учун подстанция шиналаридаги ҳақиқий кучланиш;
- линия ва трансформаторларнинг комплекс кўринишидаги актив ва реактив қаршиликлар;
- линияларнинг заряд қувватлари иккига бўлиниб, линиянинг боши ва охирига ёзиб қўйилади;
- берилган режимдаги истеъмол қилинаётган қувват комплекс ўринишида ёзилади.

Икки чўлғамли трансформаторлар учун актив ва индуктив қаршилик қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$R_T = \frac{\Delta P_K \cdot U_{НОМ,Т}^2}{S_{НОМ,Т}^2}, \text{ Ом}$$

$$X_T = \frac{U_{КЗ} \% \cdot U_{НОМ,Т}^2}{100 \cdot S_{НОМ,Т}}, \text{ Ом}$$

Бу ерда: $\Delta P_{\kappa 3}$ – трансформатор чўлғамидаги актив қувват исрофи, кВт.
 $U_{\kappa 3}$ – қисқа туташув кучланиш, %.

Уч чўлғамли трансформатор ва автотрансформатор учун актив ва индуктив қаршилик ҳар бир чўлғам учун алоҳида аниқланади.

$$R_1 = \frac{P_{K312} + P_{K313} - P_{K323}}{2} * \frac{U_{\text{НОМ,Т}}^2}{S_{\text{НОМ,Т}}^2}, \text{ Ом}$$

$$R_2 = r_{12} - R_1, \text{ Ом};$$

$$R_3 = r_{13} - R_1, \text{ Ом};$$

Бу ерда:

$$r_{12} = \frac{P_{K312} \cdot U_{\text{НОМ,Т}}^2}{S_{\text{НОМ,Т}}^2}, \text{ Ом};$$

$$r_{13} = \frac{P_{K313} \cdot U_{\text{НОМ,Т}}^2}{S_{\text{НОМ,Т}}^2}, \text{ Ом}$$

$$X_{T1} = \frac{U_{K312} + U_{K313} - U_{K323}}{2 * 100} * \frac{U_{\text{ВН}}^2}{S_{\text{НОМ,Т}}}, \text{ Ом}$$

$$X_{T2} = \frac{U_{K312} + U_{K323} - U_{K313}}{2 * 100} * \frac{U_{\text{ВН}}^2}{S_{\text{НОМ,Т}}}, \text{ Ом}$$

$$X_{T3} = \frac{U_{K313} + U_{K323} - U_{K312}}{2 * 100} * \frac{U_{\text{ВН}}^2}{S_{\text{НОМ,Т}}}, \text{ Ом}$$

Трансформатор ва автотрансформаторларнинг:

–актив ўтказувчанлиги:

$$G_T = \frac{P_{CT}(\text{МВт})}{U_{\text{НОМ}}^2(\text{кВ})}, \text{ См}$$

–индуктив ўтказувчанлиги

$$B_T = \frac{I_{XX} \% * S_{\text{НОМ,Т}}(\text{МВА})}{100 * U_{\text{НОМ,Т}}^2(\text{кВ})}, \text{ См}$$

Линиянинг актив ва индуктив қаршиликлари $R_L = r_0 * L$, $X_L = x_0 * L$. Ўрин алмаштириш схемасида эса комплекс кўринишда қуйидагича ёзилади:

Масалан: $r_0 = 0.64 \text{ Ом/км}$, $X_0 = 0.392 \text{ Ом/км}$ ва $L = 20 \text{ км}$ бўлганда, $12,8 + j7,84$. Шунга ўхшаш трансформатор чўлғамларининг актив ва индуктив қаршиликлари ҳам кўрсатилади.

XVI. ЮКЛАМА ОСТИДА КУЧЛАНИШНИ РОСТЛАШ ҚУРИЛМАСИНИНГ (ЮОР) ЧЕГАРАСИНИ ЕТАРЛИ ЭКАНЛИГИНИ ТЕКШИРИШ

Берилган подстанция трансформаторларидаги ЮОР (русчасига–РПН) қурилмасининг ростлаш чегарасини етарли эканлигини текшириш зарурияти доимо керак бўлиб туради. Чунки, линия ва трансформатор чўлғамларида кучланишнинг маълум қисми йўқолади. Кучланишни тиклаш учун ЮОР қурилмаси қўлланилади. Бу қурилма ёрдамида кучланишни юклама остида автоматик созлаш мумкин бўлади. ЮОР нинг созлаш чегараси маълумотнома адабиётларда техник қийматлар қаторида берилади.

Масалан: ТРДЦН типли трансформатор $\pm 9 * 1,78 \%$ ораликдаги 9 та созлаш поғоналарига эга, яъни кучланишни 9 та поғонага ошириш ва 9 поғонага

пасайтириш мумкин. Ҳар бир поғона кучланишни $U_{НОМ}$ дан 1,78% га ўзгартиради. Шундай қилиб, кучланишни $9 \cdot 1,78 = 16\%$ га ростлаш мумкин. Ҳар бир подстанцияда ЮОР нинг созлаш чегараси 10 кВ томонда етарли кучланишни ростлай олиши мумкинлиги текширилиб турилади.

Масалан: "Е" подстанциясини кўриб чиқайлик. Подстанцияда 3 фазали 2 чўлғамли ТДН–16000/110 трансформатори ўрнатилган. РПН нинг созлаш чегараси 115 кВ $\pm 9 \cdot 1,78\%$. Иккинчи чўлғамнинг кучланиши 11 кВ, $U_{кз}=10,5\%$. трансформаторнинг максимал юкламаси $S_T=15+j9,7$ мВА.

Трансформаторнинг бирламчи томондаги кучланиши $U_I=108,1$ кВ. Иккиламчи томондаги исталган кучланиш $U_{2ж}=10,2$ кВ. Минимал режимда $S_T=7,5+j4,8$ мВА, $U_I=115,2$ кВ, $U_{2ж}=10,5$ кВ. Максимал режим учун трансформатордаги кучланиш исрофи % ҳисобида ва кВ да аниқланади:

$$\Delta U_T = \frac{Q_{2\max}}{S_{НОМ}} \cdot U_{кз} \% = \frac{9,7}{16} \cdot 10,5 = 6,4\%$$

ёки

$$\Delta U_{T\max} = \frac{\Delta U_T \%}{100} \cdot U_{НОМ} = \frac{6,4}{100} \cdot 115 = 7,36\%$$

Минимал режим учун:

$$\Delta U_T = \frac{Q_{2\min}}{S_{НОМ,Т}} \cdot U_{кз} \% = \frac{4,8}{16} \cdot 10,5 = 3,18\%$$

$$\Delta U_{T\min} = \frac{3,25}{100} \cdot 115 = 3,62, \text{ кВ}$$

Трансформаторнинг бирламчи томонга келтирилган иккиламчи томонининг кучланиши:

–Максимал режимда

$$U_{2вн} = U_I - \Delta U_{T.\max} = 118,1 - 7,36 = 110,74 \text{ кВ}$$

–Минимал режимда

$$U_{2вн} = U_I - \Delta U_{T.\min} = 115,2 - 3,62 = 111,58 \text{ кВ}$$

Созлаш қурилмасини талаб қилинган ҳолат.

Максимал режимда:

$$U_I = \frac{U_{2вн} \cdot U_{II}}{U_{2ж}} = \frac{110,74 \cdot 11}{10,2} = 119,64$$

$$U_{НОМ,Т} \pm N \cdot 1,78\% = 115 + 2 \cdot (1,78/100) \cdot 115 = 115 + 4,10 = 119,10 \text{ кВ}$$

Демак, максимал режимда ЮОР $N=+2$ – ҳолатда ишлайди.

Минимал режимда:

$$U_I = \frac{111,58 \cdot 11}{10,5} = 116,89 \text{ кВ.}$$

$$U_{НОМ,Т} \pm N \cdot 1,78\% = 115 + 1 \cdot (1,78/100) \cdot 115 = 115 + 2,05 = 117,05 \text{ кВ}$$

Демак, минимал режимда ЮОР $N=+1$ – ҳолатда ишлайди.

Шундай қилиб, созлаш чегараси етарли, чунки $N=\pm 9$ дан четга чиққани йўқ.

Ҳисоб натижалари 6–расмда "Е" подстанциясида кўрсатилганнидек, ёзиб кўрсатилади.

XVII. КУРС ЛОЙИҲАСИГА ҚЎЙИЛГАН ТАЛАБЛАР

17. 1. Ҳисоб–тушунтириш хатини тартибга солиш

Ҳисоб–тушунтириш хати А4 форматли (210 x 297 мм) оқ қоғозда қўл ёзма ҳолида ёзилади. Тушунтириш хати қоғознинг бир томонига, чап томондан – 30 мм, ўнг томондан – 10 мм, юқори ва пастки томондан – 20–25 мм жой қолдириб ёзилади.

Ҳисоб–тушунтириш хатида барча керакли жадвал ва чизмалар лойиҳа мазмунига қараб жойлаштирилади ва уларнинг номлари ёзилиши шарт. Ҳисоблаш ифодалари ёзилганидан сўнг, унинг ҳар бир қиймати ҳақида тушунтириш бериб бориш мақсадга мувофиқ бўлади. Ҳар бир қиймат қайси адабиётдан олинганлиги ва адабиётлар рўйхатида қандай белгиланганлиги ёзиб борилади. Ҳисобларда албатта, ўлчов birlikлари келтирилади. Ҳисоб–тушунтириш хати ҳеч қандай хатосиз, аниқ, сўзларни қисқартмасдан ёзилиши шарт.

Қабул қилинган қарорлар техник терминлар ёрдамида аниқ қилиб асосланиши керак.

Ҳисоб–тушунтириш хатининг ҳар бир бўлими тартибли қилиб, араб сонлари билан белгиланади. Бўлимчалар эса бўлим белгиси олдида нукта қўйиб, сўнг тартиб белгиси қўйилади.

Жадвал ва чизмалар алоҳида араб сонлари билан белгиланади. Тушунтириш хатининг бетлари титул қоғозидан бошлаб қўйилиб борилади.

17. 2. ГРАФИК ҚИСМИ

Лойиҳанинг график қисми А2(295*420 мм) форматда бурчак штампи ватман варақни катта томонига чизилган ҳолда бажарилади.

Биринчи варақ чизмасида электр тармоғининг танланган варианты учун принципиал схемаси чизилади. Иккинчи варақ чизмасида максимал, минимал ва авариядан сўнгги режим учун ўрин алмаштириш схемалари чизилади.

Лойиҳанинг график қисмини бажаришда ГОСТ 2.720–74–2.748–68, ГОСТ 2.750–68–2.765–74; 2.710–81, 104–68 ҳамда DS.2.277–55–2005 ларда келтирилган шартли белгилардан фойдаланилади.

АДАБИЁТЛАР:

1. Правила устройства электротехнических установок, М., “Энергия”, 1985.
2. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро – М.: “ Энергоатомиздат ”, 1985.
3. Электротехнический справочник в 3–х томах, “Энергоатомиздат”, 1985.
4. И.П.Крючков и другие. "Электрическая часть электрической станций и подстанций". Справочные материалы, 1978.
5. О.В.Щербачев "Применение ЦВМ в электроэнергетике", Л., “Энергия”, 1980.
6. Л.А.Солдаткина, "Электрические сети и системы", М., “Энергия “, 1978.

МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	5
I. АКТИВ ВА РЕАКТИВ ҚУВВАТ МУВОЗАНАТИ.....	7
1.1. АКТИВ ҚУВВАТ МУВОЗАНАТИ.....	7
1.2. РЕАКТИВ ҚУВВАТ МУВОЗАНАТИ.....	7
II. ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИНИ БОҒЛАНИШ СХЕМАСИНИ ТАНЛАШ	8
III. ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ УЧУН ҚУВВАТ ВА ЭНЕРГИЯ	9
ОҚИМЛАРИНИ АНИҚЛАШ.....	9
IV. НОМИНАЛ КУЧЛАНИШ ТАНЛАШ.....	11
V. ОЧИҚ СИМЛАРНИ КЕСИМ ЮЗАСИНИ ТАНЛАШ ВА УЛАРНИ ИССИҚЛИККА ЧИДАМЛИЛИГИНИ ТЕКШИРИШ	11
VI. КУЧ ТРАНСФОРМАТОРЛАРИНИ ҚУВВАТИ ВА СОНИНИ ТАНЛАШ.....	13
VII. ТРАНСФОРМАТОРЛАРДА ҚУВВАТ ИСРОФЛАРИНИ АНИҚЛАШ.....	14
VIII. ЛИНИЯ ҚИСМЛАРИДАГИ ҚУВВАТ ИСРОФИ ВА СИҒИМИЙ ҚУВВАТНИ АНИҚЛАШ.....	16
IX. ТАНЛАНГАН ТАРМОҚ ВАРИАНТЛАРИНИ ТЕХНИК–ИҚТИСОДИЙ АСОСЛАШ	16
9.1. КАПИТАЛ ҲАРАЖАТЛАРНИ АНИҚЛАШ.....	16
9.2. ЙИЛЛИК ЭКСПЛУАТАЦИЯ ҲАРАЖАТЛАРИНИ АНИҚЛАШ	18
9.3. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИНИНГ УЗИЛИШИ НАТИЖАСИДА.....	19
КЕЛТИРИЛГАН ЗАРАРНИ АНИҚЛАШ	19
X. МАЪҚУЛ БЎЛГАН ВАРИАНТНИ ТАНЛАШ.....	20
XI. ҚУВВАТ ОҚИМЛАРИНИ АНИҚЛАШТИРИШ.....	21
XII. СИМНИНГ КЕСИМ ЮЗАЛАРИНИ АНИҚЛАШТИРИШ.....	21
XIII. ТАНЛАНГАН ВАРИАНТ УЧУН ЭЛЕКТР ТАРМОҒИНИ ПРИНЦИПИАЛ СХЕМАСИНИ ТУЗИШ.....	22
XIV. ТАРМОҚНИНГ КУЧЛАНИШ РЕЖИМИНИ ҲИСОБЛАШ.....	23
XV. ЎРИН АЛМАШТИРИШ СХЕМАЛАРИ, ТАРМОҚ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.....	24
XVI. ЮКЛАМА ОСТИДА КУЧЛАНИШНИ РОСТЛАШ ҚУРИЛМАСИНИНГ (ЮОР) ЧЕГАРАСИНИ ЕТАРЛИ ЭКАНЛИГИНИ ТЕКШИРИШ.....	25
XVII. КУРС ЛОЙИХАСИГА ҚЎЙИЛГАН ТАЛАБЛАР.....	27
АДАБИЁТЛАР:.....	27
МУНДАРИЖА.....	28