

**Коммерциялық емес  
акционерлік қоғам**



**АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА  
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС  
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электр станциялары және  
электр энергетикалық жүйелері

## **ЭЛЕКТР ТОРАПТАРЫ МЕН ЖҮЙЕЛЕРІН ЖОБАЛАУ**

5B071800 –Электр энергетикасы мамандығы үшін  
курстық жобаға арналған әдістемелік нұсқаулар

Алматы 2017

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Оржанова Ж.К., Мукашева Р.Т. Электр тораптары мен жүйелерін жобалау 5B071800 –Электр энергетикасы мамандығы үшін курстық жобаға арналған әдістемелік нұсқаулар – Алматы: АЭЖБУ, 2017 ж

Электр тораптары мен жүйелерін жобалау пәні бойынша курстық жобаны орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықта электр тораптарды жобалаудың басты есептеу жұмыстары орындауға арналған және жұмыстың мақсаты тапсырмалардан, жұмысты орындау реті мен әдебиеттер тізімінен тұрады.

Сурет 6, кесте 25, әдебиеттер – 9 атау.

Пікір беруші: ЭА кафедрасының доценті О.К.Гали

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2017 ж. қосымша жоспары бойынша басылады.

©«Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2017 ж.

## Мазмұны

Кіріспе .....	4
1 Курстық жобаның мазмұны.....	5
1.1 Курстық жұмысқа арналған тапсырманың мазмұны.....	5
1.2 Курстық жобаны безендіруге қойылатын талаптар.....	5
2 Курстық жобалауға арналған тапсырмалар.....	6
3 Тұтынушылардың қуатын сипатты режимдерде анықтау.....	7
3.1 Активті және реактивті қуаттардың теңгерімін құру.....	7
3.2 Қосалқы станса трансформаторларының жоғарғы кернеулі шиналарындағы қуатты анықтау .....	8
4 Желінің кескіндемесін және номиналды кернеуін таңдау.....	9
4.1 Желінің кескіндемесін құру.....	9
4.2 Желі аумақтарында қуаттардың таралуын алдын-ала есептеу.....	9
4.3 Желінің номиналды кернеуін таңдау.....	9
4.4 Болжамды нұсқалардың техникалық жарамдылығын тексеру.....	9
5 Төмендеткіш қосалқы стансаларда трансформаторлардың санын және қуатын таңдау.....	11
6 Желі аумақтарында сым маркаларын таңдау.....	11
7 Қосалқы стансалардың электрлік байланыстар сұлбасы.....	11
8 Нұсқалар бойынша күрделі жұмсалымдарды анықтау.....	15
9 Максималды жүктемелер режимін электрлік есептеу.....	16
9.1 Орын басу сұлбасын құру және оның параметрлерін анықтау .....	16
9.2 Электр желісін максималды жүктемелер режимінде есептеу.....	16
10 Нұсқаларды техникалық-экономикалық салыстыру.....	17
11 Жүктемелік тораптардағы кернеулерді есептеу.....	18
11.1 Кернеулерді максималды жүктемелер режимінде анықтау .....	19
11.2 Апаттан кейінгі режимді есептеу.....	19
12 Желідегі кернеуді реттеу құралдарын таңдау.....	19
13 Желінің таңдалған нұсқасының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін анықтау.....	21
13.1 Өндірістің күрделі қаржы жұмсалымдарын және шығындарын айқындау.....	22
13.2 Электр желісінің техникалық-экономикалық көрсеткіштері.....	21
А қосымшасы.....	23
Әдебиеттер тізімі .....	36

## Кіріспе

Оқу жұмысының ең маңызды формаларының бірі курстық жобалау болып табылады, оның мақсаты – өз бетімен жұмыс жасаудың дағдыларын өндіру, берілген пән бойынша студенттердің білімін айқындау және алдағы кәсіби қызметте осы білімдерді қолдана алу. Курстық жобаны орындау үдерісінде студент оқу және ғылыми-техникалық әдебиеттермен өз бетінше жұмыс жасауы, алынған білімдерді жиынтықтай алуы, негізделген қорытындыларды шығаруы, қойылған тапсырмаларды шешу үшін техникалық және бағдарламалық құралдарды таңдау бойынша ұсынымдарды тұжырымдауы тиіс.

«Электр желілерін және жүйелерін жобалау» пәні зерттеу курстық жобаны орындауды қарастырады, оның тапсырмалары мыналар болып табылады:

- электр желілерін жобалау әдістері мен алгоритмдерін, қалыптасқан режимдерді есептеудің негіздерін меңгеру;

- электр желілерін жобалау бойынша кәсіби дағдыларды қалыптастыру.

Курстық жобаны орындау нәтижесінде студент:

- электр желілерін жобалаудың мақсаттарын, тапсырмаларын, қағидаларын, әдістерін және жалпы алгоритмін; электр желілерін жобалаудың техникалық-экономикалық негіздерін; электр желісінің оңтайлы нұсқасын таңдау белгілерін; электр желісінің құрылымдық сұлбасын таңдау тәртібін; электр желілерінің режимдерін есептеудің әдістерін; электр желісіндегі кернеуді реттеудің әдістері мен тәсілдерін *білуі тиіс*;

- электр желісі кескіндемесінің бәсекеге қабілетті нұсқаларын сенімділік факторын есепке ала отырып жасауды және талдауды; желінің номиналды кернеуін таңдауды; реактив қуатты өтемдеуді жүргізуді; сымдар мен кабельдердің қималарын, тағайындалуы әртүрлі және түрлі номиналды кернеулі желілерде күштік трансформаторларды таңдауды; электр желісі нұсқаларының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін есептеуді және оңтайлы нұсқаны таңдауды; электр желілерінің қалыптасқан режимдерін есептеуді; электр желісіндегі кернеуді реттеуді *жасай білуі тиіс*;

- аудандық электр желілерін нұсқалық негізде жобалау және анықтамалық әдебиетті пайдалану; электр желісінің қарастырылып отырған сұлбасы үшін оңтайлы параметрлерді таңдау; күрделі жүйелердің режимдерін есептеу және есептеу нәтижелерін талдау дағдаларын *меңгеруі тиіс*.

Курстық жұмыстың ерекшелігі - жобалаудың қолданбалы есептерін шешу жаңа білімнің туындауына алып келеді. Бұл қағида тұрғысында курстық жобалауды теориялық мәліметтерді оқып білуден және алынған білімдердің емтихан сұрақтарына немесе тестке жауап түрінде кейінгі қарапайым ұдайы өндірілуінен ажыратады. Аудандық электр желісін жобалау кезінде тәжірибелік сабақтарда және өзіндік жұмыс кезеңінде едәуір дәрежеде қалыптасатын дағдылар ерекше маңызды. Курстық жобалау кезінде әрбір

бөлімді орындау, түсіндірме жазбаны және жобаның сызбалық бөлігін безендіру кезінде іс жүзінде компьютерлік технологиялар қолданылады.

## **1 Курстық жобаның мазмұны**

Курстық жоба келесі бөлімдерден тұрады:

- тұтынушылардың қуатын сипатты режимдерде анықтау;
- желінің кескіндемесін және номиналды кернеуін таңдау;
- төмендеткіш қосалқы стансаларда трансформаторлар санын және қуатын таңдау;
- желі аумақтарында сым маркаларын таңдау;
- қосалқы стансалардың электрлік байланыстар сұлбасы;
- максималды жүктемелер режимін электрлік есептеу;
- нұсқаларды техникалық-экономикалық салыстыру;
- жүктемелік тораптардағы кернеулерді есептеу;
- желідегі кернеуді реттеу құралдарын таңдау;
- желінің таңдалған нұсқасының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін анықтау.

### **1.1 Курстық жұмысқа арналған тапсырманың мазмұны**

Жобада энергетикалық жүйенің  $X = 0$ ;  $Y = 0$  координаталары бар пунктте орналасқан қосалқы стансасынан 5 жүктеме торабын қосатын қайта электрлендірілетін ауданның электрмен жабдықтау сұлбасы әзірленеді.

1 қосымшада келтірілген тапсырмаларда келесі бастапқы деректер көрсетіледі:

- а) ең үлкен жүктемелер және соларға сәйкес  $\cos \varphi$  немесе  $\operatorname{tg} \varphi$  мәндері;
- б) жүктемелік тораптардың 1 мм: 1 км масштабтағы координаталары;
- в)  $T_m$  максималды жүктемені пайдалану сағаттарының саны.

Арнайы сұрақтар тереңдетілген пысықтау үшін жоба жетекшісі арқылы әрбір студентке жеке беріледі.

### **1.2 Курстық жобаны безендіруге қойылатын талаптар**

Курстық жоба есептеу- түсіндірме жазбалар мен сызбалар түрінде безендірілуі тиіс. Есептеу- түсіндірме жазбада: жоба атауы бар негізгі бет; жобадағы тапсырмалардың түпнұсқасы; мазмұны; жобаға сызбалар тізімі; жобаны әзірлеудің барлық кезеңдерін айқындайтын жобаның негізгі материалы; нәтижелердің талдануы; қабылданған шешімдердің қорытындылары және негіздемелері; әдебиеттер тізімі болуы қажет.

Әрбір тараудың басында есепті тұжырымдау, есептеулер үшін бастапқы деректерді, сонымен қатар сұрақты өңдеу кезінде сақталуы тиіс ережелер мен талартаптарды көрсету, шешімнің бірізділігін және әдістемесін, негізгі пайдаланылатын формулаларды мазмұндау қажет. Ары қарай есептеулердің

алынған нәтижелері, берілген тарау бойынша олардың талдауы мен қысқаша қорытындылары келтіріледі.

Есептеулерде жалпы түрдегі формулалар, шамалардың алмастырып қойылуы, нәтиже, өлшем бірлігі болуы тиіс. Жалпы түрде формулалар сол немесе басқа тұрпаттағы есептеулердің алғашқысын орындау кезінде келтіріледі, кейінгі жағдайларда тек қана ыңғайлы оқылатын кестелерге көшірілген есептеулердің нәтижелері келтіріледі.

Есептеу- түсіндірме жазбада қажетті суреттер болуы қажет. Мәтін 1 сәйкес терілуі тиіс, пайдаланылған әдеби дереккөздерге сілтеме келтірілуі тиіс.

Сызбалық бөлік екі парақта орындалады, онда бейнеленеді:

1) Ауданның электр желісі сұлбаларының болжамды нұсқалары; режим параметрлері көрсетілген техникалық-экономикалық салыстыру негізінде таңдалған нұсқаның орын ауыстыру сұлбасы.

2) Екі салыстырылатын нұсқалардың электрлік байланыстар сұлбалары.

Сызбалық бөлікте барлық желілер, трансформаторлар, ажыратқыштар, айырғыштар, бөлгіштер мен қысқа тұйықтағыштар және өтемдеуіш құрылғылар көрсетілуі тиіс, егер олар таңдалынған болса.

## **2 Курстық жобалауға арналған тапсырмалар**

Курстық жобаны орындауға арналған бастапқы деректер өте дербес. Әрбір студент берілген пәнді үш белгі: сынақ кітапшасының соңғы және соңғысының алдындағы саны бойынша, сондай-ақ өз фамилиясының бастапқы әрпі бойынша зерделеудің оқу жылына байланысты өзінің тапсырма нұсқасын анықтайды.

Курстық жобалауға арналған тапсырмалар деректердің үш тобынан тұрады:

а) I – ең үлкен жүктемелер мәні;

б) II – жүктемелік тораптардың 1,2 координаталары және  $T_{max}$ ;

в) III – жүктемелік тораптардың 3,4,5 координаталары және мұзтайғақ бойынша климаттық аудан.

Барлық студенттер үшін ортақ деректер болып табылады:

а) қуат коэффициенті  $\cos \varphi = 0,85$ ;

б) барлық жүктемелік тораптарда санаттар бойынша келесі пайыздық құрамды (тұтынушылардың макмималды қуатынан) қабылдау:

- I санат – 50%;

- II санат – 30%;

- III санат – 20%.

1-кестеге сәйкес сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша, пәннің оқу жылын ескере отырып бірінші топтағы бастапқы мәліметтердің нұсқа нөмірі белгіленеді.

1 кесте

Оқу жылы	Сынақ кітапшасының соңғы саны									
2017/2018	X	IX	VIII	VII	IV	V	VI	III	II	I
2018/2019	VI	VIII	IV	V	X	IX	III	II	I	VII
2019/2020	VII	IV	V	VI	I	III	II	VIII	IX	X

Сол сияқты, 2-ші кестеге сәйкес соңғы санының алдыңғысы бойынша екінші топтың бастапқы мәліметтері белгіленеді және тегінің бірінші әрпіне сәйкес, 3-ші кесте бойынша үшінші топтың бастапқы мәліметтері белгіленеді.

Тапсырмалардың нұсқалары 1-қосымшадағы кестелерде берілген.

2 кесте

Оқу жылы	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдыңғысы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2017/2018	VI	VIII	IV	V	X	IX	III	II	I	VII
2018/2019	VII	IV	V	VI	I	III	II	VIII	IX	X
2019/2020	X	IX	VIII	VII	IV	V	VI	III	II	I

3 кесте

Оқу жылы	Тегінің бірінші әрпі									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2017/2018	I	II	III	VI	V	X	IX	VIII	VII	VI
2018/2019	VI	VII	VIII	IX	X	V	VI	III	II	I
2019/2020	IX	X	V	VI	III	II	I	VI	VII	VIII

### 3 Тұтынушылардың қуатын тән режимде анықтау

#### 3.1 Активті және реактивті қуаттың баланстарын құрастыру

Электр желілерін жобалау тұтастай алғанда аудан және әрбір бөлек энергетикалық орталық үшін қуат балансын қамтамасыз ету мүмкіндігін тексереді. Қуат балансы тұтынушыларды қажетті сапалы көрсеткішті электр энергиясымен қамтамасыз ету үшін қажет. Қорек көзінің қуаты тұтынушылардың жалпы активті қуат жүктемесін жабуға тиіс.

Берілген курстық жобада қорек көзі ретінде қуатты энергия жүйесінің шиналары болып табылады, сол себептен активті қуат балансы тұтынушылардың барлық режимдерінде сақталады.

Курстық жобаның тапсырмасында жүктеме түйіндерінде максималды белсенді қуат мәндері,  $\cos \varphi$  өлшемі немесе  $tg \varphi$  максималды жүктеме режимі үшін, максималды қуат  $P_M$  және максималды пайдалану уақыты  $T_M$  көрсетіледі. Осы деректерді пайдалана отырып, максималды және минималды жүктемелердің режимі үшін, сәйкесінше, түйіндерде реактивті және толық күштерді табу керек.

Желілердегі қуат шығынын азайту және кернеудің қажетті сапасын қамтамасыз ету үшін қуат жүйесі жүктеме тораптарында тұтынылатын реактивті қуат мөлшеріне белгілі бір шектеу қойылады, яғни тұтынушылар қажетті жерде реактивті қуаттың бір бөлігін өндіруге (өтеуге) міндетті. Нақты жобалау жағдайында реактивті қуаттылықты оңтайлы дәрежедегі негіздеу техникалық-экономикалық есептер арқылы жүзеге асырылады [2,3,4], бұл дегеніміз өте қиын мәселе болып табылады.

Сол себептен оқыту жобаларын іске асыру кезінде орындалған есептеулерді жеңілдету үшін максималды жүктеме режимінде энергожүйеден тұтынылатын реактивті қуатты мынаған тең деп аламыз:

$$Q_m = (0,15 + 0,3)P_m. \quad (1)$$

Реактивтік қуаттың бұл мәндері келесі мәндерге сәйкес келеді  $\cos \varphi = 0,99 + 0,95$ .

### **3.2 Қосалқы станция трансформаторларының жоғары кернеулі шиналарындағы қуаттарды анықтау**

Қосалқы станцияның жоғары кернеудегі шиналардағы қуат трансформаторлардағы қуат шығындарынан және тұтынушылардың жүктемесінің қуатынан тұрады (реактивті қуаттың өтемақысын ескере отырып). Алғашқы жақындаған кезде трансформаторларда активті және реактивті қуаттың шығыны, тиісінше, олар арқылы өтетін жалпы қуаттың 2-5% және 8-10% шамасында бағалануы мүмкін:

$$\Delta P_T = (0,02 + 0,05)S_{mp}; \quad (2)$$

$$\Delta Q_T = (0,08 + 0,1)S_{mp}. \quad (3)$$

## **4 Желінің конфигурациясы мен номиналды кернеуін таңдау**

### **4.1 Желінің конфигурациясын тұрғызу**

Жобалау тәжірибесінде желінің рационалды конфигурациясын құру үшін тұтынушылардың белгілі бір орналасуы үшін масштабта миллиметрлік қағазға түсірілген желінің бірнеше нұсқасы (білім беру жобалауында бесеу жеткілікті) бар нұсқалық әдіс пайдаланылады.

Бұл ретте басшылыққа мынадай негізгі ережелері алу керек:

- бірінші санаттағы тұтынушылар екі тәуелсіз қуат көзінен электр энергиясымен қамтамасыз етілуі тиіс; егер мүмкін болса, екінші санаттағы тұтынушылар үшін екі тәуелсіз қуат көзінен береді (бір қос тізбекті желіні қолдануға рұқсат беріледі - екі тізбек бір тіректе ілінген);

- үшінші санаттағы электр қабылдағыштарды бір желі арқылы және бір трансформатор арқылы қуаттауға болады.



Ұсынылған нұсқаулықтардың желіні құру идеясы болуы керек (радиалды желі, сақиналық желі және т.б.). Нұсқаулықтарды таңдағанда келесі екі жағдай сақталуы керек:

- мүмкіндігінше, желінің ұзындығы аз болуы керек;
- әрбір тұтынушы үшін оның санатына қарай сенімділік дәрежесі қамтамасыз етілуі тиіс.

Желінің жалпы ұзындығын қысқарту үшін, магистральді желілерден дәнекерлеуді пайдалануға болады.

Желі конфигурация масштабындағы барлық жоспарланған нұсқаулықтар түйіндер саны мен жүктеменің санаты, желі ұзындығы бар миллиметрлік қағаз парағында салынады.

## **4.2 Желі бөлімдеріндегі қуатты таратуға арналған алдын-ала есептеулер**

Электр желілері ауданын жобалау кезеңінде кедергі әлі белгісіз, сондықтан қуаттардың ағыны желі бөлімдерінде шамамен анықталады. Радиалды желінің бас бөліктеріндегі қуаттар жеке тұтынушылардың жүктемелерін қосу арқылы анықталады. Тұйықталған желілерде ағымдарды бөлу барлық бөлімдердегі қиманың тұрақтылық жағдайларына сүйене отырып табады.

## **4.3 Желінің номиналды кернеуін таңдау**

Алдыңғы параграфта орындалған есептеулердің нәтижесінде қуаттардың ағыны желі бөлімдерінде анықталады. Қашықтық белгілі болғанда, сол қашықтыққа қажетті қуатын беріп, Стиллдің және А.М. Залесскийдің формулалары бойынша желі бөлімдерінде орынды кернеулер анықталады:

$$U = 4,34 \cdot \sqrt{l + 16P} \text{ кВ}; \quad (4)$$

$$U = \sqrt{P \cdot (100 + 15\sqrt{l})} \text{ кВ}. \quad (5)$$

Желінің бір немесе бірнеше бөлімдеріндегі жабық желілердегі қалыпты режимде олар аз жүктелетін болуы мүмкін және олардың номиналды кернеулері айналма желінің бас бөліктеріндегі номиналды кернеулерден өзгеше болады. Мұндай жағдайда, әдетте, бірдей кернеу жабық желінің барлық бөліктеріне қолданылады.

#### 4.4 Ұсынылған нұсқалардың техникалық жарамдылығын тексеру

Қарастырылған нұсқаулықтың техникалық жарамдылығы электр желілерінің максималды жүктеменің қалыпты жұмыс режимінде және апаттан кейінгі режимде тұтынушылар үшін қанағаттанарлық деңгейдегі кернеу деңгейін қамтамасыз ету қабілеті ретінде түсінеді. Таңдалған номиналды кернеулердің қолайлылығы жүктеме тораптарында кернеу мәндерін ең жоғары және ең төменгі режимдерде номиналды кернеумен салыстыра отырып тексеріледі.

Жоғары кернеулі шиналардағы қосалқы станциялардың кернеу деңгейін шамамен анықталуы желілердің белсенді және индуктивті қарсыласуының орташа мәндерін белгілеу арқылы жүргізіледі. Мысалы, сымдардың сызықтық активіті кедергілерінің мынадай мәндерін ұсынуға болады: 110 кВ желілер үшін  $r_0 = 0,33$  Ом/км, 220 кВ желілер үшін  $r_0 = 0,13$  Ом/км, сызықтық индуктивтілік кедергісін  $x_0 = 0,4$  Ом/км тең деп алуға болады.

Егер тораптағы кернеуде белгілі бір ауытқулар қалыпты жағдайда 15% -дан аз болса және апаттан кейінгі режимде 20% артық емес болса, онда таңдалған номиналды кернеу қажетті қуатты жіберуге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда кернеудің төмендеуінің бойлық құраушысын ғана ескеруімізге болады:

$$\Delta U = (PR + QX)/U. \quad (6)$$

Апаттан кейінгі жүйе элементтерінің жағдайын ең қашықтағы жүктеме тораптарында немесе сақиналық желінің қазіргі таратылу нүктесінде кернеудің тиісті деңгейін қамтамасыз ету үшін ең аз қолайлы жағдайдан таңдалады. Апатты режимнен кейін қорек көзіндегі кернеуді номиналды кернеуден 10% жоғары кернеумен қамтамасыз етуге рұқсат етіледі.

Ауданның электрмен жабдықтау сұлбаларының ұсынылған нұсқаларынан, алдын ала есептеулер мен ескертулер негізінде олар үшін техникалық және экономикалық салыстыру жүргізілетін екі ең ықтимал нұсқалар таңдалады.

#### 5 Төмен вольтты қосалқы станциялардағы трансформаторлардың саны мен қуатын таңдау

Барлық санаттағы қосалқы станцияларда (ҚС) орнатылған трансформаторлардың саны, әдетте, екіден аспайды. Екі трансформаторды орнату техникалық және экономикалық есептеулер негізінде, сондай-ақ қосалқы станцияда екі орташа кернеу (МВ) талап етілетін жағдайларда жүргізіледі.

Егер екі трансформатор орнатылса және орташа кернеу және номиналды кернеу желілерінде резервтеу болмаса, олардың әрқайсысы

қуаттылық трансформатордың жүктемесін номиналды режимде қосалқы станцияның жалпы жүктемесінің жалпы салмағының 70% -нан аспайтын көлемде және бір трансформатор жұмыстарды тастаған кезде жүктемені толығымен жабу шартымен таңдалады:

$$S_{mp} = \frac{S_{n/cm}}{1,4}. \quad (7)$$

Одан кейін номиналды қуаты бар қажетті трансформатор (автотрансформатор) типін таңдаңыз, бірақ трансформаторлардың біріне зиян келген жағдайда I және II санаттағы тұтынушыларды қуаттандыру мүмкіндігін ескере отырып.

## 6 Желілік бөлімдерде сымдар маркасын таңдау

Жобалау жұмыстарын біріктіру және жеңілдету үшін қазіргі уақытта экономикалық тұрғыдан тиімді сымды қималарды таңдау, экономикалық ток тығыздығының нормаланған мәндерін пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Экономиканың жай-күйін қанағаттандыратын желінің бөлімдері бойынша өткізгіштердің көлденең қималары мына формула бойынша анықталады:

$$F = \frac{I_{\max}}{J_{\text{эк}}}, \quad (8)$$

мұнда ,  $I_{\max} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}}}$  ең көп жүктеме режимінде бір тізбектің фазасындағы жүктеме тогы;

$J_{\text{эк}}$  - токтың экономикалық тығыздығы.

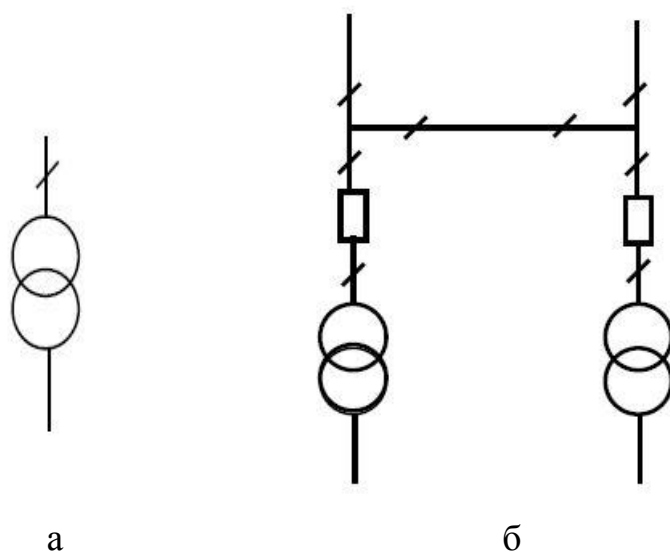
Осы формула бойынша анықталған сым қимасы сымдардағы корона механикалық беріктігінің шектеулерін ескере отырып, ең жақын стандартты көлденең қимаға дейін дөңгелектенеді.

Аудандық желілердің сымдарының көлденең қималарын таңдаған кезде, таңдалған сымның ұзақ мерзімді рұқсат етілген ағымымен секциядағы барынша мүмкін болатын ток шамасының мәнін салыстыру үшін азайтылған жылыту шектеулерін ескеру қажет. Сонымен қатар, ең үлкен ағымдар жобаланған сызық бойымен ағып жатқан режимдер қарастырылады. Осылайша, қос сұлба сызығы үшін, қосалқы станцияның максималды жүктеу кезеңінде параллельді тізбектердің біреуі ажыратылған жағдайда жылу сынағы орындалуы керек.

## 7 Қосалқы станциялардың электр қосылыстары сұлбасы

Аудандағы электрмен қамтамасыз етудің барынша ыңғайлы нұсқасын таңдау үшін тек қана емес, сонымен қатар қосалқы станциялардың жабдықтау құнын да ескеру қажет. Сондықтан [5] сәйкес қуат беру сұлбасының әрбір нұсқасы үшін қосалқы станциялардың электрлік қосылыстарын жоспарлау қажет.

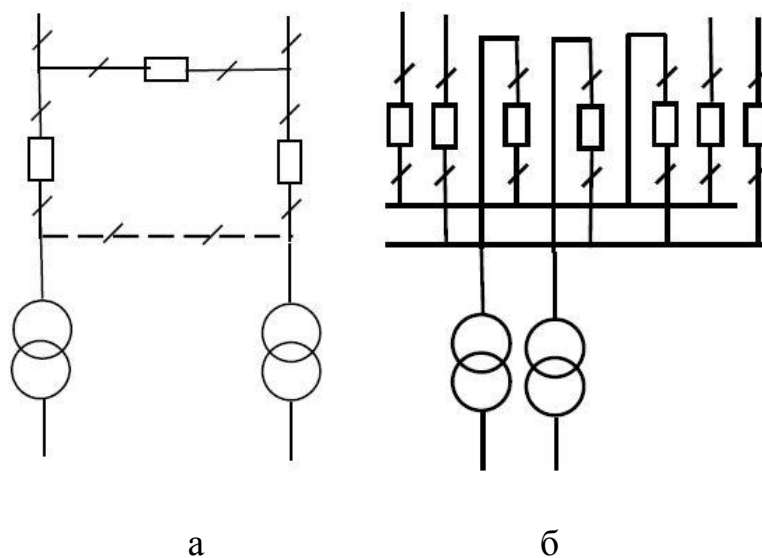
Қосалқы станцияның дизайнын таңдағанда,  $n$  байланыстарының (сызықтар мен трансформаторлардың) саны, сенімділік талаптары және коммутацияның ыңғайлылығы ескерілуі керек. Сонымен қатар қосалқы станция сұлбасын максималды жеңілдету қажет. Қосалқы станциялардың құнын айтарлықтай үлес қосқыштардың құнын білдіреді. Сондықтан, ең алдымен, көптеген қосқыштарды пайдаланбау мүмкіндігі қарастырылуы керек.



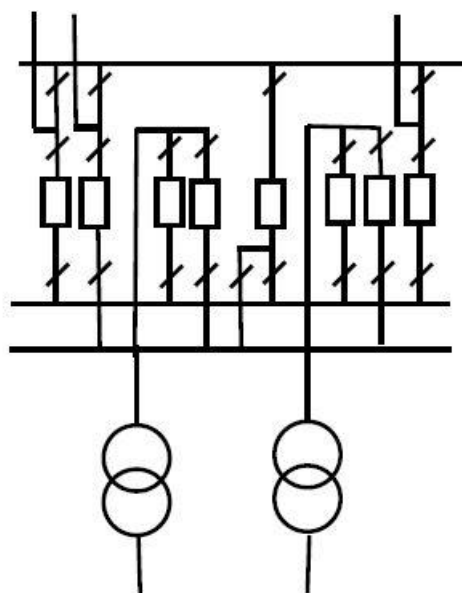
1 сурет – Түпкі ҚС сұлбасы

Түпкі бір-екі трансформаторлық қосалқы станциялар (1 сурет), әдетте, жоғары кернеу жағынан қосқышсыз [5] орындалады. Екі трансформаторлық қосалқы станциялардың желілік бөлігіндегі сепараторлар ажыратқыштарда, автоматты ажыратқышпен автоматты түрде немесе екі айырғыштан жасалған автоматты түрде жасалуы мүмкін.

Күштері 110 кВ кернеумен (2 сурет, а) 6-ға дейінгі қосқыштар саны бар сөндіргіштер үшін коммутациялық және айналма қосқышпен трансформаторлық сұлбалардағы сепараторлармен бір ажыратқыштар және бүйірлік автобус жүйесі қолданылады. Кернеуі 220 кВ кернеуі бар қосалқы станциялар (2, б) сұлбаға сәйкес жүзеге асырылады - бір коммутатормен және трансформаторлық сұлбалардағы коммутациялық шиналармен, секциялық және айналмалы коммутациялық қосқышпен ажыратылады.

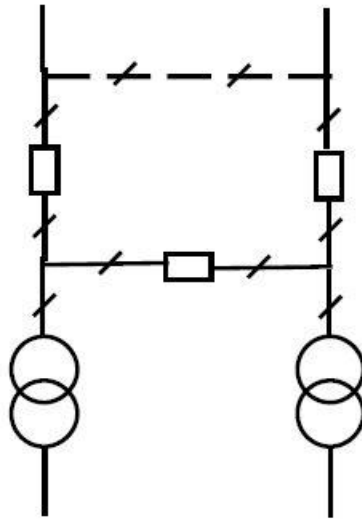


2 сурет – 110, 220 кВ өтпелі ҚС сұлбасы ( $n=6$ )



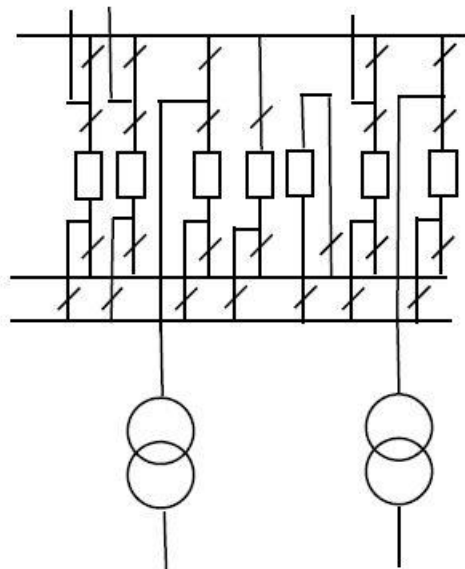
3 сурет - 110, 220 кВ өтпелі ҚС сұлбасы ( $n \geq 7$ )

2 сұлбаға сәйкес жасалған – ажыратқыш пен және бөлек секциялық және айналмалы ажыратқыштармен трансформаторлық сұлбаларда ажыратқыштары бар бүйірлік автобус жүйесі -7 және одан көп қосылыстардың саны 110, 220 кВ кернеуі бар қосалқы станциялар (3 сурет). Транзит қосалқы станция үшін жабық (сақиналық) желіні енгізу үшін көпіршікті схемалар қолданылады (4 сурет).



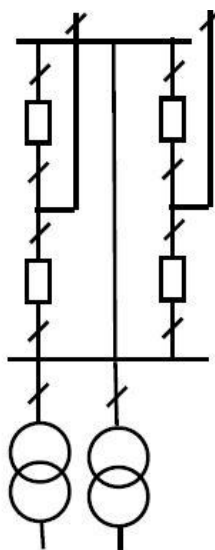
4 сурет – 35, 110, 220 кВ тразитті ҚС сұлбасы

7 және одан жоғары қосылыстардың саны, кейде (3 суреттің диаграммасы қолданылмайды), тізбек пайдаланылады - екі операциялық және бір айналмалы шина жүйесінде (5 сурет).



5 сурет - 110, 220 кВ ҚС сұлбасы

Орташа кернеу және номинальды кернеу тарапынан жауапты тұтынушының болуы және 330 МВА және одан жоғары 125 МВА және одан жоғары трансформаторлардың қуаты, 4-6 байланыстары бар, желілік секция қажеттілігі, төртбұрышты тізбектер (6 сурет) және кеңейтілген төртбұрышты (5) қолданылады.



6 сурет– Төртбұрыш сұлбасы  $U = 220 \text{ кВ}$ ,  $S_T \succ 125 \text{ МВА}$

Сұлба - бір блокты ажыратқыш шина жүйесі - ЖК, ОК және ТК жақтағы 35 кВ желілерге арналған. 110, 220 кВ кернеулі жағдайда ОК жағында 2,6 және 3-суреттердің сұлбалары кеңінен қолданылады. Бұл тарауда негізінен 35-220 кВ қосалқы станциялардың электрлік байланыстары барынша таралған схемалары ұсынылған, олар білім беру жобасының міндеттерін қанағаттандырады.

Мұнда келтірілген нұсқауларға [5, 6] басшылыққа алып, әрі қарай салыстыру үшін таңдаған екі электрмен жабдықтау нұсқаларының электрлік қосылыстарының диаграммасын жасау керек.

## 8 Күрделі салымдарды нұсқалар бойынша анықтау

Электр желілері мен қосалқы станцияларды салу үшін күрделі салымдар [5] ішіндегі жиынтық шығындар көрсеткіштерімен анықталады. Опциондарға салынатын инвестициялар ыңғайлы түрде желілер  $K_{ж}$  мен қосалқы станцияларды  $K_{к}$  салу құны бойынша бөлінеді.

Энергетикалық желі құрылысының құны негізінен полюстің материалына байланысты. Қазіргі кезде темірбетон бағандар желілері кеңінен қолданылады, сондықтан осы курстық жобаны жүзеге асыру кезінде негізінен темірбетон бағандарға назар аудару керек.

Жаңа жердегі қосалқы станцияның құрылысы дайындық жұмыстарынан басталады, ол қосалқы станцияның ВВ жағындағы желілерге қосылу түріне байланысты шығындардың тұрақты бөлігін жұмсайды. Қосалқы станциялардың құрылысына инвестициялар ашық таратушы қондырғылардың (АТҚ) құны мен трансформаторлардың құнын қамтиды.

## 9 Максималды жүктеме жағдайын электрлік есептеу

### 9.1 Ауыстыру сұлбасын құру және оның параметрлерін анықтау

Электр желісінің режимі осы элементтерді есептеу желісіне қосу ретіне сәйкес жекелеген элементтердің ауыстыру сұлбасын біріктіру нәтижесінде алынған ауыстыру сұлбасына байланысты есептеледі.

Аймақтық желілердің жобалау сұлбаларында электр желілері қатарлас өткізгіштігі бар П-пішінді алмастыру сұлбаларын қамтиды, олардың сыйымдылығы тек өткізгіштігі ескеріледі. Сондықтан, олар үшін белсенді және реакциялық кедергілерді және сыйымдылық өткізгіштігін анықтау қажет. Мұнда электр беру желісінің әрбір учаскесінің зарядтау сыйымдылығының жартысын есептеу ұсынылады:

$$Q_c = \frac{U^2 B}{2}; \quad (9)$$

$$B = b_0 \cdot l. \quad (10)$$

Трансформаторлар мен автотрансформаторлар белсенді және реактивтік кедергілермен және жеткізу сызығының жағында жұмыс істемейтін шығындарымен ауыстырылады.

### 9.2 Максималды жүктеме режимінде электр желісін есептеу

Содан кейін, электр желісінің режимі «бастапқы деректерге» сәйкес есептеледі - қуат көзіндегі кернеу және тұтынушының жүктеме қуаты белгілі. Белгілі болғандай, бұл жағдайда мәселе екі кезеңде шешіледі:

1) Түйін нүктелеріндегі кернеулер атаулыға тең деп есептеледі және қуат көзінің бағыты бойынша жүктемеден бастап (тікелей қозғалыс - жүктемеден қуат көзіне - қуат режимін есептеу) желінің элементтеріндегі қуат шығыны анықталады.

2) Электр қуатының бірінші сатысында кернеудің төмендеуі компоненттері желінің учаскелерінде анықталады және тораптардағы кернеулердің деңгейлері олардан есептеледі (керісінше энергия көзінен тұтынушыларға - кернеу режимін есептеу).

Осы жобалау сатысында максималды жүктеме режимін есептеудің мақсаты нұсқалардың техникалық-экономикалық негіздемесін жүргізу үшін қажетті желінің элементтеріндегі қуат шығынын анықтау болып табылады. Сондықтан, біз бірінші кезеңнің есептерін орындауға шектеу қоюымыз мүмкін.



## 10 Нұсқаларды техникалық және экономикалық салыстыру

Техникалық және экономикалық есептеулердің мақсаты жобаланған желінің сұлбасының оңтайлы нұсқасын таңдау болып табылады. Бұл үшін алдын-ала салыстырудан кейін жасалған ауданның электрмен жабдықтау сұлбасының екі нұсқасынан ең қолайлы (оңтайлы) опцияны таңдау қажет.

Сонымен қатар салыстырмалы нұсқалар электрмен жабдықтаудың сенімділігінде бірдей болмауы мүмкін. Бұл жағдайда нұсқаларды салыстыру электр энергиясының жеткіліксіздігінен болатын зиянның математикалық күтуін ескере отырып, болжамды шығындар формуласына сәйкес жасалуы тиіс. Қазіргі кезде тұтынушыға зиян келтіретін әдісті дәл және нақты анықтауға мүмкіндік беретін бірде-бір әдіс жоқ.

Сонымен қатар, инвестиция уақытын да, операциялық шығыстарды уақыттың өзгеруін ескеру қажет кез келген электр энергетикасы жүйесі дамып келеді. Дегенмен, жоғарыда аталған факторларды қатаң қарау, курстық жоба шеңберінде жүзеге асырылуы мүмкін емес.

Сондықтан курстық жобалауда келесі болжамдар жасалады:

1) Егер бір тізбекті ажырату жағдайында электр қуаты басқа схема арқылы жалғасатын болса немесе жалғыз электр тізбегі арқылы жалғасатын болса, нұсқалар сенімділіктің баламалы деп есептеледі (мысалы, радиалды екі сұлба және желілік желі).

2) Желідегі күрделі салымдар біржолғы болып саналады, ал жыл сайынғы шығындар тұрақты болып саналады.

Бұл жағдайда нұсқаларды бағалау төменде келтірілген анықтамамен анықталатын болжамды шығындарға негізделеді:

$$Z_i = E_H K_i + I_{ai} + I_{zi}, \text{ мың теңге/жыл}, \quad (11)$$

мұнда  $i = 1, 2$  - салыстырылған нұсқалардың саны;

$E_H$  - инвестициялық тиімділіктің нормативтік коэффициенті, 0,12 тең;

$K$  - желілік мекемелерге күрделі салымдар, мың теңге;

$I_a$  - электр энергиясының тозуы, жөндеу және техникалық қызмет көрсету бойынша жыл сайынғы толық шегерімдер, жылына мың теңге;

$I_z$  - желіде электр энергиясын жоғалтуға жұмсалатын шығындар, жылына мың теңге.

Электр желісін тозу, жөндеу және техникалық қызмет көрсету бойынша толық шегерімдер төменде көрсетілген:

$$I_a = \sum_{j=1}^{ni} P_j K_j, \quad (12)$$

мұнда  $K_j$  - желінің  $j$ -ші элементіне күрделі салымдар;

$P_j$  -  $j$ -ші элемент үшін амортизация нормасы.

Әрбір опция бойынша энергия шығынын өтеу бойынша шығындар мынадай формула бойынша анықталады:

$$I_3 = \Delta P' \cdot \tau \cdot Z_0' + \Delta P'' \cdot 8760 \cdot Z_0'', \text{ мың тенге/жыл}, \quad (13)$$

мұнда  $\Delta P'$  - жүктелуіне байланысты (электр желісінің кернеуіне, трансформатор орамаларына және т.б.) шығындарға байланысты ауыспалы қуат шығыны;

$\Delta P''$  - жүктемеден тәуелсіз қуаттың тұрақты жоғалуы (трансформаторлардың бос тұрып қалуының жоғалуы, 220 кВ және одан жоғары желілерде корона жоғалуы);

$Z_0', Z_0''$  - тиісінше айнымалы және тұрақты шығындарды өтеуге арналған нақты шығындар;

$\tau, \tau'' = 8760$  - тиісінше айнымалы және тұрақты қуат шығындарына ( $\tau$  қисықтан алынған [6], сағаттар, яғни,  $\tau'' = 8760$  жабдықтың жұмыс істеу уақытына тең) ең үлкен шығындардың уақыты.

Осы өрнектерге сүйене отырып, салыстырылған опциялардың әрқайсысына сметалық шығындар анықталады. Экономикалық индикаторларға оңтайлы болып оптималды баға төмен бағамен сипатталады. Егер салыстырылған опциндардың болжамды шығындарындағы айырмашылық 5% -дан аспаса, опциялар бірдей экономикалық болып саналады. Бұл жағдайда ұсынылған нұсқаны таңдау олардың сипаттамаларын инженерлік бағалауға негізделген. Мұндай бағалау схеманың перспективаларын, пайдаланудың қарапайымдылығын, материалдар мен жабдықтардың тапшылығын, пайдаланылған жабдықтың сериясын және т.б. қамтиды.

Барлық кейінгі есептеулер техникалық және экономикалық салыстыру нәтижесі бойынша, ауданның энергиямен жабдықтау сызбасының нұсқасы бойынша таңдалғандар үшін жасалады.

## **11 Жүктеме тораптарындағы кернеулерді есептеу**

Нағыз дизайн жағдайында, әдетте, электр желісі номиналды (максималды және минималды) және бірнеше кейінгі төтенше жағдайларға есептеледі.

Курстық жобаның шектеулі көлеміне байланысты тек екі режимді қарастыру керек: ең көп жүктеме режимі және ең ауыр кейінгі режим.

### **11.1 Ең көп жүктеме режимінде кернеулерді анықтау**

Алғашқы кезеңде тексерілген максималды жүктеме режимінде электр энергиясын бөлуді есептеу үшін есептеу нәтижесі қосалқы станция трансформаторларындағы шиналардың кернеу деңгейін есептеу мүмкіндігін

береді. Бұл желілік режим параметрлерінің бірінші жуықтауының анықтамасын жасайды.

Аймақтық электр желілерінің режимін есептеуде жоғары дәлдікке қол жеткізу үшін кейде бірінші иерацияда анықталған режим параметрлерін нақтылау керек, яғни, екінші иерация есептеледі. Дегенмен, жобалау білімінде бірінші жақындаған кезде өзіңізді шектей аласыз.

## 11.2 Апаттан кейінгі режимді есептеу

Шамамен есептеулердің деректерін талдай отырып, апатты жағдайдан кейін жобалаушы тұрғысынан ең қиынын таңдаңыз. Сонымен қатар, «бастапқы деректерге» сәйкес, таңдалған кейінгі авариялық режимнің алғашқы электр итерациясы есептеледі. Есептеудің екінші кезеңінде (көзден тұтынушыға дейін), ЖК жағына сілтеме жасалған трансформаторлардың ТК және ОК шиналарындағы кернеу де анықталады.

## 12 Желінің кернеуін реттеу құралдарын таңдау

Электр қабылдағыштардың кернеу сапасына қойылатын талаптарды қамтамасыз ету үшін, жобаланған желінің түйіндеріндегі кернеулердің мәндері белгілі бір шектерде болуы керек. Рұқсат етілген кернеу режимі желінің түрлі нүктелерінде кернеуді реттеуге мүмкіндік беретін арнайы құрылғылардың көмегімен қамтамасыз етілуі мүмкін. Кернеуді реттеу қуат көздері мен қосалқы станциялардың шиналарында жүргізіледі.

Жобаны іске асыру кезінде кернеуді реттеудің негізгі құралы ретінде жүктеме астында автоматты трансформаторлық трансформаторлар (трансформаторлар жүктеме айырғыштары бар) қолданылады. Жоғары кернеу жағынан тармақтарды таңдау, әдетте, төменгі кернеу жағында кернеуді реттеу шарттарына сәйкес жүргізілуі тиіс.

Екі орамалы трансформаторлардың жоғары вольтты жағында тармақтарды таңдау келесідей іске асырылады.

Барлық қосалқы станциялар үшін жоғары кернеу жағына жататын трансформатордың төменгі жағындағы кернеу алдыңғы есептеулер бойынша анықталады.

Трансформатордың төменгі бөлігіндегі кернеу -  $U_1$  жоғары жаққа қолданылатын бірдей кернеу -  $U_2$ , түрлендіру коэффициенті арқылы өрнектейміз:

$$U_2 = \frac{U_1'}{K_T}, \quad (14)$$

мұнда  $K_T = \frac{U_{1тарм}}{U_{2ном}}$ , - крандар айырғышының тармағына сәйкес келетін

трансформация коэффициенті;

$U_{1тарм}$  - жоғары борттық ораманың тиісті тармағындағы кернеу;

$U_{2ном}$  - трансформатордың қайталама орамасының номиналды кернеуі.

Қажетті кернеу  $U_{2ж}$  трансформатордың төменгі жағында белгілі болса, тиісті басқару тетігінің кернеуі тең болады:

$$U_{1тарм} = \frac{U_{2ном}}{U_{2ж}} U_2' \quad (15)$$

Егер  $U_{2ном} = U_{2ж}, U_{1тарм} = U_2'$ .

Егер трансформатор кранын ауыстырғышты кестеден белгілі клапанның айырбастауышы таңдалған трансформаторлардың паспортының деректері мен жүктеме айырғыштарына сәйкес жасалса, ең жақын стандартты тармақ таңдалып, төменгі жақтағы нақты кернеу анықталады:

$$U_{2н} = \frac{U_2'}{K_T}, \quad (16)$$

мұнда  $K_T = \frac{U_{2тарм}}{U_{2ном}}$ , - таңдалған стандартты тармаққа сәйкес нақты

өзгеру коэффициенті.

Үш орамдық трансформаторлар жоғары кернеу орамасындағы жүктеме кезінде кернеуді реттеу арқылы шығарылады, ал орташа кернеу орамында қозғалусыз трансформация коэффициентін өзгертуге арналған тармақтар бар. Төменгі және орташа кернеулер үшін күнделікті жүктеме диаграммаларындағы өзгерістердің сипаты сәйкес келмейді, орташа кернеу орамасына сәйкес желілік реттегіш трансформаторлар енгізіледі.

Сондықтан үштік орамдағы трансформаторлардың жоғары жағындағы крандар айырғыштар төменгі кернеу жағында қалаған деңгейді қамтамасыз ету шарты бойынша таңдалады.

Орта жағында кернеудің қажетті деңгейін сызықтық реттегіштер қамтамасыз етеді деп болжамдаймыз.

Қазіргі уақытта автотрансформаторлар орташа вольтты орамдағы жүктеме айырғышымен орындалады, ал қажет болған жағдайда желілік реттегіштер (бустерлік трансформаторлар) төмен вольтты орамаға қосылған.

Бұл есептеулер барлық есептелген жұмыс режимдерінде ең нашар кернеу жағдайлары бар қосалқы станциялар үшін жүргізіледі.

Таспалардың көмегімен контрпуляциялау мүмкін болмаса, өтемақы құрылғыларды қосымша орнату қажет. Соңғысы, әдетте, статикалық

конденсаторлардың батареялары орнатылып, тиісті қосалқы станцияның 6, 10 кВ-тық автобусына орнатылды.

Статикалық конденсатор батареясының қуаты мынандай өрнекпен анықталуы мүмкін:

$$Q_{\kappa} = \frac{U'_{i\text{жс}} (U'_{i\text{жс}} - U'_i)}{X_{\sigma}} \cdot \frac{U_n^2}{U'_{\text{жс}}^2}, \quad (17)$$

мұнда  $U'_{i\text{жс}}$  -  $i$ -қосалқыстанцияның төменгі вольтты шиналардағы жоғары кернеуге қатысты қажетті кернеу;

$U'_i$  - КО ескерместен бұрынғы есептеуде алынған сол қосалқы станцияның шиналарындағы кернеу;

$X_{\sigma}$  - қуат орталығының және осы қосалқы станцияның автобусын жалғайтын желінің баламалы реактивті кедергісі.

Осыдан кейін, бұрын жүргізілген есептеулер нақтыланып, нәтижесінде қосалқы станцияның жоғары жағына қолданылатын кернеудің жаңа мәні және трансформатордың жүктеме кранын ауыстырғыш үшін қайтадан кран қайта таңдалады.

### **13 Таңдалған желі параметрінің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін анықтау**

#### **13.1 Инвестициялық және өндірістік шығындарды нақтылау**

2-бөлімдегі реактивті қуат теңгерімін құрастырған кезде, тұтынушыларды  $\cos \varphi$  реттеуші деңгейге көтеру үшін қажетті өтемақы құрылғылардың қуаттары анықталды. Алдыңғы бөлімде қосалқы станциядағы тиісті кернеу деңгейін қамтамасыз ету үшін қажетті өтемдік құрылғылардың қуаттары анықталды. Осы есептеулердің нәтижесінде өтемдік құрылғылардың жалпы қуаты анықталып, түрлері, тип және номиналды қуат таңдалады [6].

Бұдан басқа, таңдалған опцияның жалпы инвестициялық және өндірістік шығындары реактивті қуат көздерінің құнын ескере отырып көрсетіледі [6].

#### **13.2 Электр желісінің техникалық-экономикалық көрсеткіштері**

Жалпыланған техникалық және экономикалық көрсеткіштердің көмегімен электр энергиясын беру үшін таңдалған опцияны бағалау қажет. Мұндай көрсеткіштерге мыналар жатады:

1) Электр қуатын берудің тиімділігі:

$$\eta_p = \frac{\sum_i P_{Mi}}{\sum_i P_{Mi} + \sum_j \Delta P_j}. \quad (18)$$

2) Энергияны беру тиімділігі:

$$\eta_{\varepsilon} = \frac{\sum_i P_{Mi} T_{Mi}}{\sum_i P_{Mi} T_{Mi} + \sum_j \Delta \mathcal{E}_j}; \quad (19)$$

$$\Delta \mathcal{E}_j = \Delta P_j \tau_j. \quad (20)$$

3) Энергияны тасымалдау құны:

$$C_c = \frac{И}{\mathcal{E}}; \quad (21)$$

$$\mathcal{E} = \sum_i P_{Mi} T_{Mi}. \quad (22)$$

4) Энергияны берудің нақты сметалық құны:

$$C_{\Pi} = \frac{З}{\mathcal{E}}, \quad (23)$$

Мұнда  $P_{Mi}$  - I-ші торап тұтынушыларының максималды жүктеме режиміндегі қуаты;

$\Delta \mathcal{E}_j, \Delta P_j$  - желінің j-ші элементінде энергия мен қуаттың жоғалуы;

$T_{Mi}$  - максималды жүктемені пайдалану уақыты;

З - шығындарды азайту;

И - толық жылдық шығындар.

## А қосымшасы

А.1 кесте – курстық жобаға арналған тапсырма нұсқалары

№ нұсқа	I топтың берілгендері (сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша)					II топтың берілгендері (сынақ кітапшасының соңғысының алдыңғы саны бойынша)					III топтың берілгендері ( студенттің тегінің алғашқы әріпі бойынша)						
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	1		2		T <sub>макс</sub>	3		4		5		Климаттық ауд.
						X	Y	X	Y	5100	X	Y	X	Y	X	Y	
0	25	50	70	25	20	45	15	25	55	5600	20	-35	-15	-55	20	-75	1
1	30	40	65	30	25	-45	15	-25	55	6000	-20	-35	15	-55	-20	-75	2
2	35	35	50	35	15	-45	-15	-25	-55	6500	20	35	-15	55	20	75	3
3	40	30	55	20	25	45	-15	25	-55	4000	-20	35	15	55	-20	75	4
4	45	25	50	30	15	15	45	55	25	4500	-35	20	-55	-15	-75	20	4
5	50	30	45	50	30	-15	45	-55	25	5500	35	20	55	-15	75	20	3
6	55	40	40	60	20	-15	-45	-55	-25	3500	-35	-20	-55	15	-75	-20	2
7	60	40	35	35	30	-15	-45	55	-25	4800	35	-20	-55	15	75	-20	1
8	65	35	30	35	25	10	45	50	30	6200	40	0	40	40	75	20	3
9	70	30	25	40	30	-45	10	-30	50	5000	30	30	-55	0	-65	40	2

А.2 кесте –220 кВ арналған үш орамды үшфазалы трансформаторлар және автотрансформаторлар

Трансформатормен автотрансформаторлардың түрлері	$S_{ном, МВА}$	Реттеу аралығы, %	Каталог бойынша берілгендері					
			$U_{ном}, кВ$ орамы			$U_{к}, \%$ орамы		
			В	С	Н	В-С	В-Н	С-Н
ТДТН-10000/220	10	$\pm 8x1,5$	230	22; 38,5	6,6; 11	-	-	-
ТДТН-25000/220	25	$\pm 8x1,5$	230	22; 27,5; 38,5	6,6; 11	12,5	20	6,5
АТДТН-32000/220/110	32	$\pm 6x2,0$	230	121	6,6; 11; 38,5	11	34	21
ТДТН-40000/220	40	$\pm 8x1,5$	230	22; 27,5; 38,5	6,6; 11	22,0 (12,5)	12,5 (22)	9,5
ТДЦТН-63000/220	63	$\pm 6x2,0$	230	22; 38,5	6,6; 11	24 (12,5)	12,5 (24)	10,5
АТДТН-63000/220/110	63	$\pm 6x2,0$	230	121	6,6; 11; 27,5; 38,5	11	35	22
АТДЦТН-125000/220/110	125	$\pm 6x2,0$	230	121	6,6; 11; 13,8; 38,5	11	31	19
АТДЦТН-200000/220/110	200	$\pm 6x2,0$	230	121	6,6; 11; 13,8; 38,5	11	32	20

А.2 кестенің соңы

Трансформатормен автотрансформаторлардың түрлері	Каталог бойынша берілгендері					Есептік берілгендер						$Q_{xx}, кВар$
	$P_{к, кВт},$ орамы			$P_{бж, кВт},$	$I_{xx}, \%$	$R_{mp}, Ом$			$X_{mp}, Ом$			
	В-С	В-Н	С-Н			В	С	Н	В	С	Н	
ТДТН-10000/220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ТДТН-25000/220	-	135	-	50	1,2	5,72	5,72	5,72	276	0	148	300
АТДТН-32000/220/110	-	145	-	32	0,6	3,74	3,74	7,50	198	0	364	192
ТДТН-40000/220	-	240	-	66	1,1	3,97	3,97	3,97	165	126 (0)	(0)126	440
ТДЦТН-63000/220	-	320	-	91	1,0	2,13	2,13	2,13	109	92,5 (0)	0(92,5)	630
АТДТН-63000/220/110	-	215	-	45	0,5	1,43	1,43	2,90	100	0	193	315
АТДЦТН-125000/220/110	-	290	-	85	0,5	0,50	0,50	1,00	48,6	0	82,5	625
АТДЦТН-200000/220/110	430	360	320	125	0,5	0,39	0,20	1,15	30,4	0	54	1000



А.3 кесте –220 кВ үш фазалық екі орамды трансформатор мен автотрансформаторлар

Трансформатормен автотрансформаторлардың түрлері	$S_{ном, МВА}$	Реттеу аралығы, %	Каталог бойынша берілгендері						Есептік берілгендер		
			$U_{ном}, кВ$ орамы		$U_{к}, \%$	$\Delta P_{кз}, кВт,$	$\Delta P_{хх}, кВт,$	$I_{хх}, \%$	$R_{mp}, Ом$	$X_{mp}, Ом$	$Q_{хх}, кВар$
			В	Н							
ТРДН-32000/220	32	$\pm 8x1,5$	230	6,6/6,6	12	167	53	0,90	8,66	198,5	288
ТРДЦН-63000/220	63	$\pm 8x1,5$	230	6,6/11,11/11	12	300	82	0,80	4,00	100	504
ТДЦ-80000/220	80	$\pm 2x2,5$	242	6,3/10,5/13,8	11	320	105	0,60	2,64	72,8	480
ТРДЦН-100000/220	100	$\pm 8x1,5$	230	11/11	12	360	115	0,70	1,90	63	700
ТДЦ-125000/220	125	$\pm 2x2,5$	242	6,3/10,5/13,8	11	380	135	0,50	1,27	46,5	625
ТРДЦН-160000/220	160	$\pm 8x1,5$	230	11/11	12	526	167	0,60	1,08	39,7	960
ТДЦ-200000/220	200	$\pm 8x1,5$	242	13,8/15/75/18	11	580	200	0,45	0,77	29	900
ТДЦ-250000/220	250	$\pm 8x1,5$	242	13,8/15,75	11	650	240	0,45	0,55	23,2	1125
ТДЦ-400000/220	400	$\pm 8x1,5$	242	13,8/15,75/20	11	880	330	0,40	0,29	14,5	1600
ТЦ-630000/220	630	$\pm 8x1,5$	242	15,75/20	11	1300	380	0,35	0,17	9,2	2200

А.4 кесте –110 кВ үш фазалы үш орамды трансформаторлар

Трансформаторлар түрі	$S_{ном}$ МВА	Каталог бойынша берілгендері									Есептік берілгендер						$Q_{хх}, кВар$
		$U_{ном}, кВ$ орам			$U_{к}, \%$ орам			$\Delta P_{кз}, кВт$	$\Delta P_{хх}, кВт$	$I_{хх}, \%$	$R_{mp}, Ом$			$X_{mp}, Ом$			
		В	С	Н	В-С	В-Н	С-Н				В	С	Н	В	С	Н	
ТМТН-6300/110	6,3	115	22;38,5	6,6	11; 10,5	17	6	60	14	1,20	10	10	10	225	0	131	75,5
ТДТН-10000/110	10	115	22;38,5	6,6	11; 10,5	17	6	80	19	1,10	5,30	5,30	5,30	142	0	82	110
ТДТН-16000/110	16	115	27,5;38,5	6,6	11; 10,5	17	6	105	26	1,05	2,70	2,70	2,70	88	0	52	168
ТДТН-25000/110	25	115	22;38,5	6,6	11; 10,5	17	6	145	36	1,00	1,50	1,50	1,50	54	0	33	250
ТДЦТН-25000/110	25	115	27,5;38,5	6,6	11; 10,5	17	6	145	45	1,00	1,50	1,50	1,50	57	0	20,6	250
ТДТН-40000/110	40	115	27,5;38,5	6,6	11; 10,5	17	6	230	50	0,90	0,95	0,95	0,95	35,4	0	20,6	360
ТДТН-63000/110	63	115	38,5	6,6	11; 10,5	17	6	310	70	0,85	0,52	0,52	0,52	22,6	0	13,1	536
ТДЦТН-80000/110	80	115	38,5	6,6	11; 10,5	17	6	390	82	0,80	0,40	0,40	0,40	17,7	0	10,3	640

А.5 кесте –110 кВ үш фазалы екі орамды трансформаторлар

Трансформаторлар түрлері	$S_{ном, МВА}$	Реттеу аралығы, %	Каталог бойынша берілгендері						Есептік берілгендер		
			$U_{ном}, кВ$ орамы		$U_{к}, \%$	$\Delta P_{кз, кВт.}$	$\Delta P_{xx, кВт.}$	$I_{xx}, \%$	$R_{mp}, Ом$	$X_{mp}, Ом$	$Q_{xx}, кВар$
			В	Н							
ТДН-10000/110	10	$\pm 9x1,78$	115	6,6/11/22/38,5	10,5	60	14	0,90	7,95	139	90
ТДН-16000/110	16	$\pm 9x1,78$	115	6,6/11/22/38,5	10,5	85	21	0,85	4,38	86,7	136
ТРДН-25000/110	25	$\pm 9x1,78$	115	6,3/10,5	10,5	120	29	0,80	2,54	55,9	200
ТРДН-32000/110	32	$\pm 9x1,78$	115	6,3/10,5	10,5	145	35	0,75	1,87	43,5	240
ТРДНС-32000/110	32	$\pm 9x1,78$	115	6,3/10,5	16,0	145	35	0,75	1,87	66	240
ТРДН-40000/110	40	$\pm 9x1,78$	115	6,3/10,5	10,5	175	42	0,70	1,44	34,8	280
ТРДНС-40000/110	40	$\pm 9x1,78$	115	6,3/10,5	16,0	175	42	0,70	1,44	52,8	280
ТД-40000/110	40	$\pm 2x2,50$	115	3,15/6,3/10,5	10,5	175	52	0,70	1,44	34,8	280
ТРДЦН-63000/110	63	$\pm 9x1,78$	115	6,3/10,5	10,5	260	59	0,65	0,87	22	410
ТРДЦН-80000/110	80	$\pm 9x1,78$	121	6,3/10,5/13,8	10,5	315	70	0,60	0,65	17,3	480
ТД-80000/110	80	$\pm 2x2,50$	121	10,5/13,8	10,5	315	70	0,60	0,65	17,3	480
ТДЦ-125000/110	125	$\pm 2x2,50$	121	13,8/15,75	10,5	520	120	0,55	0,33	11,1	678
ТДЦ-200000/110	200	$\pm 2x2,50$	121	18/20	10,5	700	170	0,50	0,23	6,9	1000

А.6 кесте –35 кВ үш фазалы үш орамды трансформаторлар

Трансформаторлар түрлері	$S_{ном}$ МВА	Реттеу аралығы, %	Каталог бойынша берілгендері						$\Delta P_{кз, кВт.}$	$\Delta P_{xx, кВт.}$	$I_{xx}, \%$
			$U_{ном}, кВ$ орамы			$U_{к}, \%$ орамы					
			В	С	Н	В-С	В-Н	С-Н			
ТМТН-6300/35	6,3	$\pm 8x1,5$	35	10,5 (11)	6,3 (6,6)	7,5	7,5	16,5	55	12	0,85
ТМТН-10000/35	10	$\pm 8x1,5$	36,75	10,5 (11)	6,3 (6,6)	16,5	8,0	7,2	75	18	0,85
ТМТН-16000/35	16,0	$\pm 8x1,5$	36,75	10,5 (11)	6,3 (6,6)	17	8,0	7,5	115	23	0,65

А.6 кестенің соңы

Трансформаторлар түрлері	Есептік берілгендер						$Q_{xx}, \text{кВар}$
	$R_{тр}, \text{Ом}$ орамдары			$X_{тр}, \text{Ом}$ орамдары			
	В	С	Н	В	С	Н	
ТМТН-6300/35	0,94	0,94	0,94	11,7	17,8	17,8	53,5
ТМТН-10000/35	0,51	0,51	0,51	11,7	10,6	10,6	85
ТМТН-16000/35	0,30	0,30	0,30	7,5	7,0	7,0	105

А.7 кесте –Токтың экономикалық тығыздығы

Өткізгіштің атаулары	$T_{\text{макс}}, \text{сағ} / \text{жыл}$ ездегі $I_{\text{эк}}, \text{А} / \text{мм}^2$ тығыздығы		
Жалаңаш өткізгіш пен шиналар: мыс және алюминий	1000-3000	3001-5000	5001-8760
ТМД Европалық бөлім, Кавказдық, Байкалдық	2,5	2,1	1,8
Қиыр Шығыс, Сібір орталығы	1,3	1,1	1,0
Қазақстан, Орта Азия	1,5	1,4	1,3

А.8 кестесі –220 кВ әуе желісінің бағасы, мың.тенге/км

Тірек түрі	Мұздақ аудан бойынша	Өткізгіш маркасындағы желінің бағасы			
		АС-240	АС-300	АС-400	АС-500
Бір тізбекті темір бетонды	I	12,4	13,7	15,0	16,0
	II	13,2	14,5	15,7	16,8
	III	13,3	14,7	15,9	17,0
	IV	15,5	16,9	18,0	19,2

А.9 кесте–35 кВ үшфазалы екі орамды трансформаторлар

Трансформаторлар түрлері	$S_{ном}$ МВА	Реттеу аралығы, %	Каталог бойынша берілгендері						Есептік берілгендер		
			$U_{ном}, кВ$ орамы		$U_k, \%$	$\Delta P_{кз, кВм},$	$\Delta P_{xx, кВм},$	$I_{xx}, \%$	$R_{mp}, Ом$	$X_{mp}, Ом$	$Q_{xx}, кВар$
			В	Н							
ТД-10000/35	10	$\pm 2x2,50$	38,50	6,3/10,5	7,5	65	14,50	0,80	0,87	10,10	80
ТДН-10000/35	10	$\pm 8x1,5$	36,75	6,3/10,5	8,0	65	14,50	0,80	0,87	10,80	80
ТДНС-10000/35	10	$\pm 8x1,5$	36,75	6,3	14,0	85	14,50	0,80	1,14	18,90	80
ТД-16000/35	16	$\pm 2x2,50$	38,50	6,3/10,5	8,0	90	21	0,75	0,48	6,75	120
ТДН-16000/35	16	$\pm 8x1,5$	36,75	6,3/10,5	8,0	90	21	0,75	0,48	6,75	120
ТДНС-16000/35	16	$\pm 8x1,5$	36,75	6,3	10,0	105	21	0,75	0,55	8,40	120
ТДН-25000/35	25	$\pm 8x1,5$	36,75	6,3/10,5	8,0	125	29	0,70	0,27	4,30	175
ТДНС-25000/35	25	$\pm 8x1,5$	36,75	6,3	10,0	135	29	0,70	0,29	5,40	175
ТРДН-25000/35	32	$\pm 8x1,5$	36,75	6,3	9,5	145	29	0,70	0,31	5,10	175
ТРДН-32000/35	40	$\pm 8x1,5$	36,75	6,3/10,5	11,5	180	33	0,70	0,23	4,85	224
ТД-40000/35	40	$\pm 2x2,50$	38,50	6,3/10,5	8,5	180	39	0,65	0,15	2,87	260
ТРДН-40000/35	40	$\pm 8x1,5$	36,75	6,3/10,5	8,5	225	39	0,65	0,20	2,90	260

А.10 кесте –110 кВ әуе желісінің бағасы, мың.тенге/км

Тірек түрі	Мұздақ аудан бойынша	өткізгіш маркасындағы желінің бағасы						
		АС-70	АС-95	АС-120	АС-150	АС-185	АС-240	АС-300
Бір тізбекті темір бетонды	I	7,7	7,9	8,2	8,6	9,0	9,6	10,3
	II	8,1	8,3	8,6	9,0	9,4	10,0	10,7
	III	9,4	9,6	9,9	10,3	10,7	11,3	12,0
	IV	10,4	10,6	10,9	11,3	11,7	12,3	13,0

А.11 кесте – Болаталюминді өткізгіштің басты сипаттамалары

Ном.қимасы $\text{мм}^2 \frac{\text{алюм}}{\text{сталь}}$	Активті кедергісі $\text{Ом/км}$	Токтық жүктеме жіберілімі, $A$	Ном.қимасы $\text{мм}^2 \frac{\text{алюм}}{\text{сталь}}$	Активті кедергісі $\text{Ом/км}$	Токтық жүктеме жіберілімі, $A$	Ном.қимасы $\text{мм}^2 \frac{\text{алюм}}{\text{сталь}}$	Активті кедергісі $\text{Ом/км}$	Токтық жүктеме жіберілімі, $A$
10/1,8	2,695	80	120/19	0,270	380	240/39	0,132	610
16/2,7	1,772	105	120/27	0,249	380	240/56	0,131	610
25/4,2	1,146	130	150/19	0,210	445	300/39	0,108	690
35/6,2	0,733	175	150/24	0,210	445	300/48	0,108	690
50/8,0	0,592	210	150/34	0,210	445	300/66	0,108	690
70/11	0,460	265	185/24	0,154	510	300/204	0,108	690
70/12	0,460	266	185/29	0,170	510	400/22	0,081	835
95/16	0,330	330	185/43	0,158	510	400/51	0,080	835
95/15	0,314	330	185/126	0,170	510	400/64	0,080	835
95/14,1	0,316	330	240/32	0,130	610	400/93	0,079	835

А.12 кестесі–35 кВ әуе желісінің бағасы, мың.тенге/км

Тірек түрі	Мұздақ аудан бойынша	Өткізгіш маркасындағы желінің бағасы					
		АС-50	АС-70	АС-95	АС-120	АС-150	АС-185
Бір тізбекті темір бетонды	I	-	6,1	6,4	6,7	7,0	7,4
	II	-	6,7	7,0	7,3	7,6	8,0
	III	-	7,1	7,4	7,7	8,0	8,4
	IV	-	8,3	8,6	8,9	9,2	9,6

А.13 кесте –шунтталған конденсаторлық батарейканың есептік бағасы

Номиналды кернеу, кВ	Конденсатор КСА-0,66-30		Конденсатор КСА-0,66-40	
	Қондырылған қуат, МВар	бағасы мың.тенге	Қондырылған қуат, МВар	бағасы мың.тенге
6	3,4	44	6,7	61
	2x3,4	62	2x6,7	100
10	5,3	57	10,6	79
	2x5,3	96	2x10,6	157

А.14кесте –болаталюминді өткізгішпен бірге әуе желісінің индуктивті кедергісі

Өткізгіш арасындағы орташа геометриялық арақашықтығы	Өткізгіш маркалары үшін индуктивті кедергі, Ом/км,									
	АС-35	АС-50	АС-70	АС-95	АС-120	АС-150	АС-185	АС-240	АС-300	АС-400
2,0	0,403	0,392	0,382	0,371	0,365	0,358				
2,5	0,417	0,406	0,396	0,385	0,379	0,372				
3,0	0,429	0,418	0,408	0,397	0,391	0,384	0,377	0,369		
3,5	0,438	0,427	0,417	0,406	0,400	0,398	0,386	0,378		
4,0	0,446	0,435	0,425	0,414	0,408	0,401	0,394	0,386		
4,5			0,433	0,422	0,416	0,409	0,402	0,394		
5,0			0,440	0,429	0,423	0,416	0,409	0,401		
5,5					0,420	0,422	0,415	0,407		
6,0								0,413	0,404	0,396
6,5									0,400	0,400
7,0									0,414	0,406
7,5									0,418	0,409
8,0									0,422	0,414
8,5									0,425	0,418

А.15 кесте–Ажыратқышсыз 35-220 кВ АТҚ ұяшығының бағасы, мың.тенге

Жоғарғы кернеу жағындағы қосалқы станцияның қосылу сұлбасы	Кернеулі АТҚ бағасы, кВ		
	35	110	220
Айырғышы бар блок	3,7	6,9	15,6
Арасында автоматты жалғастырғышы бар екі блок	-	14,9/17,4	35,2/41,2
Жалғастырғыштағы айырғышымен қосымша желісі бар екі блок	-	30,8/33,3	-
Айырғышы бар жеке ұяшық	-	2,6	7,6

А.16 кесте – Болаталюминді сымы бар әуе желісіндегі сыйымдылықты өткізгіштік

Өткізгіш арасындағы орташа геометриялық арақашықтығы	Өткізгіштің сыйымдылығы, $1/Ом \cdot км \cdot 10^{-6}$							
	АС-70	АС-95	АС-120	АС-150	АС-185	АС-240	АС-300	АС-400
3,0	2,79	2,87	2,92	2,97	3,03	3,10		
3,5	2,73	2,81	2,85	2,90	2,96	3,02		
4,0	2,68	2,75	2,79	2,85	2,90	2,96		
4,5	2,62	2,69	2,74	2,79	2,84	2,89		
5,0	2,58	2,65	2,69	2,74	2,82	2,85		
5,5			2,67	2,70	2,74	2,80		
6,0						2,76	2,81	2,88
6,5							2,78	2,84
7,0							2,74	2,78
7,5							2,71	2,76
8,0							2,69	2,73
8,5							2,67	2,70

А.17 кестесі –35-220 кВ қосалқы станциясындағы тұрақты жұмсалым бөлігі

Кернеу	Жоғары кернеу жағындағы тораптарға қосалқы станцияларға қосылу түрі	Жұмсалым (Затраты), мың тенге
35/110	Ажыратқышсыз	40
	Ажыратқышпен бірге (айнымалы оперативті токта )	45
	Ажыратқышпен бірге (тұрақты оперативті токта)	100
110/10	Ажыратқышсыз	130
	Бір ажыратқышпен	200
	Бір ажыратқыштан көп	250
110/35/10	Ажыратқышсыз	140
	Бір ажыратқышпен	230
	Бір ажыратқыштан көп	280
220/110/10	Ажыратқышсыз	300
	Үш ажыратқышқа дейін	400
	Үш ажыратқыштан көп	600
220/35/10	Ажыратқышсыз	150
	Үш ажыратқышқа дейін	250
	Үш ажыратқыштан көп	450

А.18 кесте– ажыратқышпен бірге 35-220 кВ ұяшығының бағасы, мың тенге

Кернеу, кВ	Ажыратқыштың санытелер	Ажыратқышпен бірге ұяшықтың бағасы			
		ауалы		майлы	
		Өшу тогы кезінде, кА			
		40 дейін	40 көп	30 дейін	30 көп
35	3 дейін	19	-	12	-
	3	16	22	10	12
110	1	60	-	50	-
	2-4	40	-	30	40
	4 көп	36	-	26	36
150	1	80	-	-	-
	2-4	60	-	-	-
	4 көп	50	-	-	-



220	4 дейін 4 көп	90 70	- 110	80 65	- 100
-----	------------------	----------	----------	----------	----------

А.19 кесте –220 кВ трансформатор мен автотрансформатордың есептік бағасы, мың тенге

Қуат, МВА	Бағасы			
	Екіорамды трансформатор	АКР бірге үшорамды трансформатор	АКР бірге автотрансформатор	
10	-	-	130	-
25	-	2	150	-
32	-	155	-	154
40	-	-	170	-
63	-	190	200	177
80	180	-	-	195
100	-	230	-	225
125	200	-	-	250
160	-	288	-	290
200	250	-	-	356
250	280	-	-	360

20 кесте – қызмет көрсету мен амортизацияға жылсайынғы шығару калыптары (шартты белгі бойынша)

Торап элементінің атауы	Амортизация $P_a$	Қызмет көрсету мен жөндеу $P_a + P_o$	Жиынтық шығарылымдары $P$
35-220 кВ темірбетонды немесе металды тіректердегі әуелік желілер	0,025	0,003	0,028
Күштік электротехникалық жабдықтар, кВ			
20 дейін		0,040	0,104
35-150		0,030	0,094
220 және жоғары	0,064	0,020	0,084

А.21 кесте –35-110 кВ үшфазалық трансформатордың есептік бағасы, мың тенге

Қуат, МВА	Бағасы			
	Үшорамды трансформатор			АКР мен бірге үшорамды трансформаторс РПН
	АКР-сіз	АКР бірге	Тармақталған орама мен АКР бірге	
35 кВ				
10	27,4	39,0	-	42
15	35,0	50,0	-	55
25	-	55,0	56	-
32	-	-	77	-
40	61,5	-	90	-
110 кВ				
10	-	70	-	76
16	-	88	-	98
25	-	-	100	114
32	-	-	108	-
40	95	-	122	124
63	-	-	144	173
80	112	-	158	197
125	160	-	-	-
200	220	-	-	-

## Әдебиеттер тізімі

1 Стандарт НАО АУЭС. Учебно-методические и учебные работы. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию учебно-методических работ. СТ НАО 56023-1910-04-2014. Алматы.

2 Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии: Учеб.пособие. – Ростов-на Дону: Феникс, 2011.

3 Евдокунин Г.А. Электрические системы и сети: Учебное пособие для электроэнергетических спец. вузов. – СПб: Издательство Сизова М.П., 2012.

4 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. РД 34 РК.20.501-02. – 2012.

5 Справочник по проектированию электроэнергетических систем / под ред. С.С. Рокотяна, И.М. Шапиро/ - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 352 с.

6 Соколов С.Е., Сажин В.Н., Генбач Н.А. Электрические сети и системы. Учебное пособие.- АУЭС, 2010.

7 Оржанова Ж.К., Тергеусизова М.А. Проектирование электрических сетей и систем. Конспект лекций для студентов специальности 5В071800 – Электроэнергетика. Алматы: АУЭС, 2015.

8 Оржанова Ж.К., Утешкалиева Л.Ш. Электрические сети и системы. Сборник задач к практическим занятиям для студентов специальности 5В071800 – Электроэнергетика. – АУЭС: Алматы, 2017.

Оржанова Жанар Керимбековна  
Мукашева Райгуль Толеухановна

ЭЛЕКТР ТОРАПТАРЫ МЕН ЖҮЙЕЛЕРІН ЖОБАЛАУ

5B071800 –Электр энергетикасы мамандығы үшін  
курстық жобаға арналған әдістемелік нұсқаулар

Редактор Ж.Изтелеуова  
Стандарттау бойынша маман Н.Қ. Молдабекова

Баслымға \_\_\_\_\_ қол қойылды  
Таралымы 50 дана.  
Көлемі 2,0 оқу баспа табак

Пішімі 60x84 1/16  
Баспаханалық қағаз №1  
Тапсырыс № Бағасы 1000 теңге

«Алматы энергетика және байланыс университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамының  
көшірмелі-көбейткіш бюросы  
050013, Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126