

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау  
институты

«Энергетика» кафедрасы

Оралтай Ерасыл Ерентайұлы

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

220 кВ тарату желілерінде электр энергиясы және қуат шығындарын азайту.

5B071800 – «Электр энергетикасы»

Алматы 2021

КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНЕСТІРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау  
институты

«Энергетика» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ**

Кафедра меңгерушісі  
PhD, қауымдастырылған  
профессор

 Сарсенбаев Е.А.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «220 кВ тарату желілерінде электр энергиясы және қуат  
шығындарын азайту»

5B071800 – «Электр энергетикасы»

Орындаған:



Оралтай Е.Е

Ғылыми жетекші

лектор

 Д.Б.Аденова  
« 10 » маусым 2021 ж.

Алматы 2021

КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНЕСТІРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау  
институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі  
PhD, қауымдастырылған  
профессор

 Сарсенбаев Е.А.  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Оралтай Ерасыл Ерентайұлы

Тақырыбы «220 кВ тарату желілерінде электр энергиясы және қуат шығындарын азайту».

Университет ректорының 2020 ж. « 24 » қарашадағы №. 2131-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 10 » маусым 2021 ж

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Энергетикалық желідегі шығын түсінігі

б) Қолданылған элементтерге мәлімет.

в) Энергетикалық зерттеу

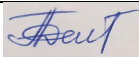
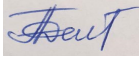
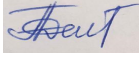

Материалдар тізімі: *Материалдарды слайдпен дайындау*

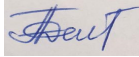
Ұсынылатын негізгі әдебиет: 3 атау

Дипломдық жұмысты дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Энергетикалық желідегі шығын түсінігі	04.06.21	Жоқ
Қолданылған элементтерге мәлімет.	04.06.21	Жоқ
Энергетикалық зерттеу	04.06.21	Жоқ

Аяқталған жұмысқа қойылған  
кеңесшілер мен норма бақылаушының  
**қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Аденова Д.Б. Лектор	02.06.21	
Технологиялық және есептік бөлім	Аденова Д.Б. Лектор	02.06.21	
Арнайы бөлім	Аденова Д.Б. Лектор	02.06.21	
Норма бақылаушы	Бердибеков, А.О. сениор-лектор		

Ғылыми жетекшісі  / Д.Б Аденова /  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент  / Е.Е Оралтай /

Күні

«26 » қараша 2020 ж.

## Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста электр беріліс желілерінің мәндеріне сәйкес жалпылама есептеу. Кернеулерін, қысқа тұйықталу токтарын және кедергілерін, қуат шығындарын есептеу арқылы мәндеріне қарай сәйкестендіріп трансформаторлар, сымдар және тректер мен қатар қорғаныстық аппараттар таңдалып алынды. Тарату желісіндегі электр энергиясы және қуат шығындарын азайту шаралары қарастырылды.

## Аннотация

В данной дипломной работе была изучена общий расчет по номиналам линий электропередачи. Трансформаторы, провода и опоры, а также устройства защиты были выбраны по номиналам напряжений, токов короткого замыкания и сопротивлений, потребляемой мощности в соответствии с их значениями. Рассмотрены меры по снижению потери электроэнергии и мощности в распределительной сети.

## Annotation

In this thesis, the general calculation of the ratings of power lines was studied. Transformers, wires and supports, as well as protection devices were selected according to the ratings of voltages, short-circuit currents and resistances, power consumption in accordance with their values. Measures to reduce the loss of electricity and power in the distribution network are considered.

## МАЗМҰНЫ

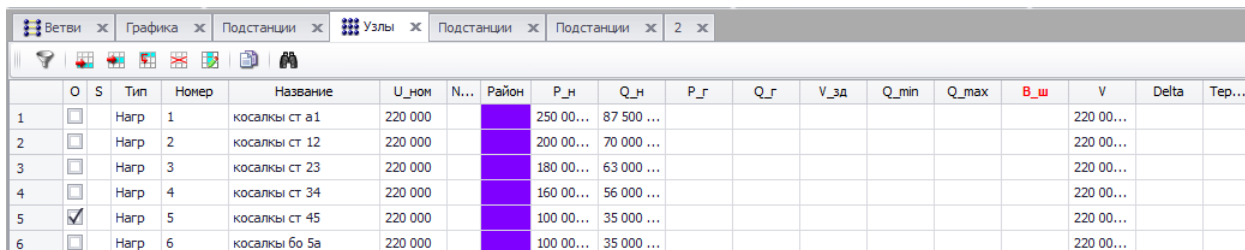
Кіріспе	1
1.1 Қосалқы станцияны құруға керекті мәндерге сәйкес жобалау үлгілері	7
1.1.1 Электр тарату желілерінің номиналды керрнеуін таңдау	10
1.1.2 Трансформаторлық есептеулер	10
1.1.3 Трансформатордың кедергілерін және шығындарын есептеу	11
1.1.4 Бөлім аралық қуаттардың таралуы	16
1.2 Өуе желісінің қимасы және кедергі аралық шығындары	17
1.2.1 Жүктемелерге сәйкес шығындарды анықтау	24
1.3 Электроэнергиялық шығындарды анықтау	31
2.1 Экономикалық бөлім	34
3.1 Қауіпсіздік ескертпелер	35

## КІРІСПЕ

220 кВ тық тораптарда немесе басқада электр беріліс желілерінде болатын шығын ол аумақтық, аудан аралық электр энергиясын өндірудегі және өндірілген электр энергия көзімен халықты қамтамасыз етудегі экономикалық әрі қауіпсіздік жағдайлары барысында қарастырылуы керек мәселе реті болып табылады. Энергияда және қуаттар жүйесінде шығын көлемі жоғары дәрежеде орыналатын болса экономикалық жағында жылдық есептік көрсеткіш бойынша келтірілген ақшалай шығын өз қажеттілігін толтыралмауы экономикалық шығынның басты қиыншылығы болып табылады. Қауіпсіздік тұрғысында желі бойында немесе тарату қондырғыларында шығынның жоғары дәрежеде болуы ол қолданылып отырған тарату қондырғыларының жұмыс жасау қабілеттілік мерзімін айтарлықтай дәрежеге дейін азайтуы ол техникалық апаттардың болуы ықтималдығын жоғары дәрежеге дейін жеткізеді. Шығындарды азайту барысы жобалардың ұсынылуы бойынша есептік көрсеткіштерімен дәлелдендіріліп жоба бойынша сәйкес қондырғылар орналастырылады.

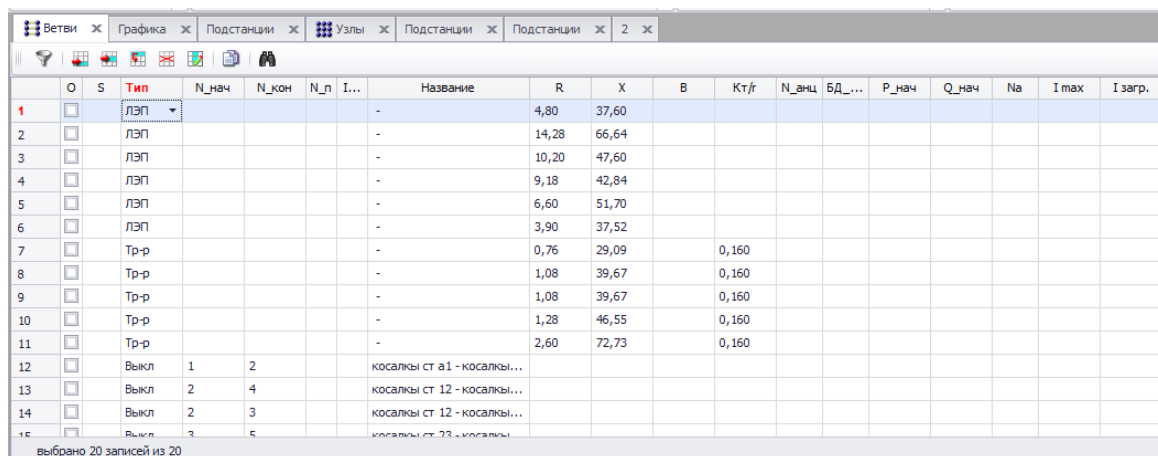
# 1 Электр желісін белгіленген 5 торап бойынша жобалау.

Жобалау барысында шығындық түрлерге алдын ала анықтамалар берілу мен RastrWin программасы арқылық қосалқы станциялық мәліметтерді есептеуден кейінгі жүктемелік тізбекке қолданылуы керек жобалық сұлбасын алу



	O	S	Тип	Номер	Название	U_ном	N...	Район	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q_max	B_ш	V	Delta	Тер...
1	<input type="checkbox"/>		Нагр	1	косалкы ст а1	220 000			250 00...	87 500 ...							220 00...		
2	<input type="checkbox"/>		Нагр	2	косалкы ст 12	220 000			200 00...	70 000 ...							220 00...		
3	<input type="checkbox"/>		Нагр	3	косалкы ст 23	220 000			180 00...	63 000 ...							220 00...		
4	<input type="checkbox"/>		Нагр	4	косалкы ст 34	220 000			160 00...	56 000 ...							220 00...		
5	<input checked="" type="checkbox"/>		Нагр	5	косалкы ст 45	220 000			100 00...	35 000 ...							220 00...		
6	<input type="checkbox"/>		Нагр	6	косалкы бо 5а	220 000			100 00...	35 000 ...							220 00...		

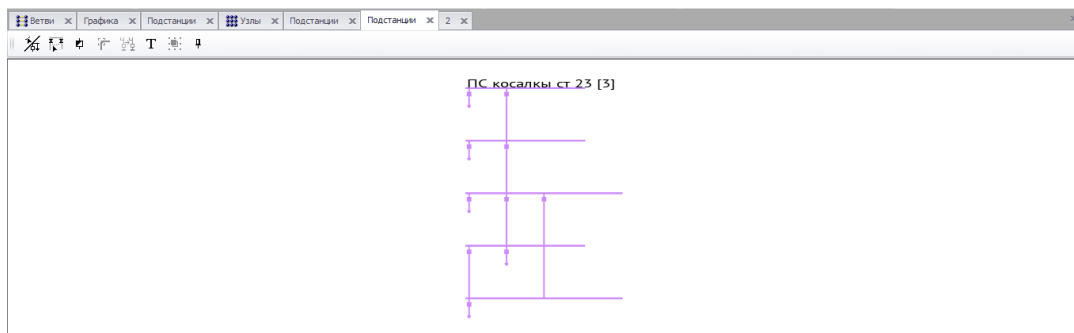
## 1.1 сурет-RastrWin программасына берілістік кернеулермен қуаттарды еңгізу



	O	S	Тип	N_нач	N_кон	N_п	I...	Название	R	X	B	Кт/г	N_анц	БД...	P_нач	Q_нач	Na	I max	I загр.
1	<input type="checkbox"/>		ЛЭП					-	4,80	37,60									
2	<input type="checkbox"/>		ЛЭП					-	14,28	66,64									
3	<input type="checkbox"/>		ЛЭП					-	10,20	47,60									
4	<input type="checkbox"/>		ЛЭП					-	9,18	42,84									
5	<input type="checkbox"/>		ЛЭП					-	6,60	51,70									
6	<input type="checkbox"/>		ЛЭП					-	3,90	37,52									
7	<input type="checkbox"/>		Тр-р					-	0,76	29,09		0,160							
8	<input type="checkbox"/>		Тр-р					-	1,08	39,67		0,160							
9	<input type="checkbox"/>		Тр-р					-	1,08	39,67		0,160							
10	<input type="checkbox"/>		Тр-р					-	1,28	46,55		0,160							
11	<input type="checkbox"/>		Тр-р					-	2,60	72,73		0,160							
12	<input type="checkbox"/>		Выкл	1	2			косалкы ст а1 - косалкы...											
13	<input type="checkbox"/>		Выкл	2	4			косалкы ст 12 - косалкы...											
14	<input type="checkbox"/>		Выкл	2	3			косалкы ст 12 - косалкы...											
15	<input type="checkbox"/>		Выкл	3	5			косалкы ст 23 - косалкы...											

выбрано 20 записей из 20

## 1.2 сурет-RastrWin программасына сәйкесінше орналастырылған желімен трансформаторлар мәліметтері



1.3 сурет-RastrWin программасында жобалық түрде екіншілікті тізбекті қуаттық тұтынуы төмен (қуат таралу сұлбасындағы 1.8 сурет те келтірілген мәнге тура) бөліктен алуға тиісті екіншілікті тізбегі.

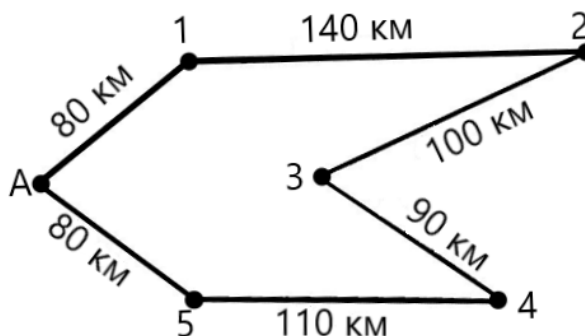


## 1.1 Электр беріліс желісінің схемасын құруға керекті мәндерге сәйкес жобалау үлгілері

Электрлік тораптар арқылы тарату қондырғыларының сан алуан түрлілігі электр көзімен тұтынушыларға дейінгі арақашықтыққа байланысты және осынау тораптардың таралу ауданына, тұтынып отырған қуатына, сенімділіктеріне қажетті талаптың түрлеріне тікелей тәуелді.

### 1 кесте-берілген тораптың мәндері

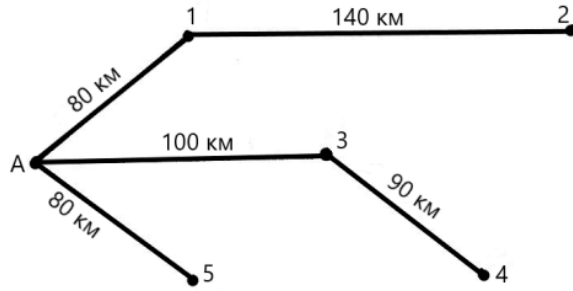
Қосалқы станцияның екіншілікті кернеу шинасына активті жүктемесін есептеу., МВт					Максималды жүктемеде жұмыс істеу уақыты.
$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$T_m$
250	200	180	160	100	3800
$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Q_5$	$\cos\varphi = 0.71$
87.5	70	63	56	35	$\operatorname{tg}\varphi = 0.35$



### 1.4 сурет–Тораптың жалпылама жобасы тұйықталған жүйеде

### 1.2 кесте-берілген тораптың мәндері

Тораптар	Арақашықтық, км
A-1	80
1-2	140
2-3	100
3-4	90
4-5	110
5-A	80



**1.5 сурет-Тораптың жалпылама жобасы тұйықталмаған жүйеде**

**1.3 кесте-берілген тораптың мәндері**

Тораптар	Арақашықтық , км
A-1	80
1-2	140
A-3	100
3-4	90
A-5	80

Бұл дипломдық жобада тарату желілерінің тұйықталмаған түрі қарастырылған. Бұл жұмыста жобалаудың тұйықталмаған түрінің алыну мақсаты энергиялық және қуаттық шығындарын азайту мақсатында желінің тиімді екенін дәлелдеу есептеу нұсқалары бойынша экономикалық шығындарында көрсету. Ал тұйықталмаған желіде шығындардың салыстырмалы түрде тұйықталғаннан көп болуына байланысты бұл жоба барысында тек берілу схемасы көрсетіліп кетті.

**1.1.1 Электр тарату желілерінің номиналды кернеуін таңдау**

Номиналды кернеуді анықтау формуласы:

$$U = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{l} + \frac{2500}{P}}} \tag{1.1}$$

l – желінің ұзындығы;  
P – активті қуат.

$$U1 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{80} + \frac{2500}{250}}} = 248.06\text{kB}$$

$$U2 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{140} + \frac{2500}{200}}} = 249.44\text{kB}$$

$$U3 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{100} + \frac{2500}{180}}} = 230.08\text{kB}$$

$$U4 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{90} + \frac{2500}{160}}} = 217.3\text{kB}$$

$$U5 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{110} + \frac{2500}{100}}} = 183.97\text{kB}$$

### 1.1.2 Трансформаторлар таңдау

$$S_{\text{тр}} = \sqrt{P^2 + Q^2} * 0.7 \quad (1.2)$$

мұндағы P – активті қуат, МВт;

S - трансформатордың қуаты МВА

Q- реактивті қуат, МВар

$$S_{\text{тр}1} = \sqrt{250^2 + 87,5^2} * 0,7 = 185,4 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{тр}2} = \sqrt{200^2 + 70^2} * 0,7 = 148,32 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{тр}3} = \sqrt{180^2 + 63^2} * 0,7 = 133,5 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{тр}4} = \sqrt{160^2 + 56^2} * 0,7 = 118,66 \text{ МВА}$$

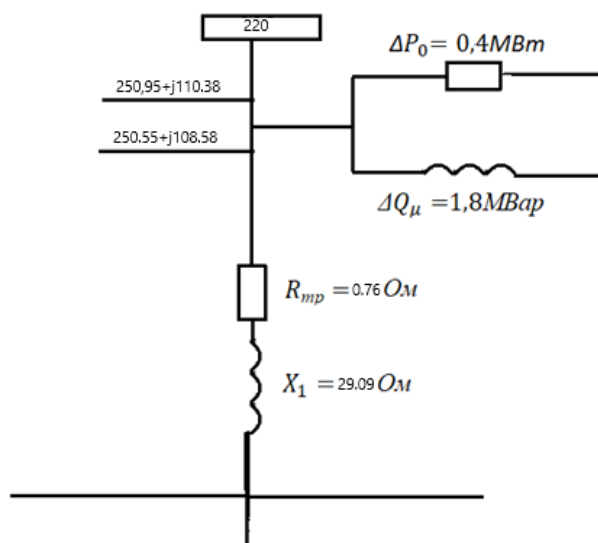
$$S_{\text{тр}5} = \sqrt{100^2 + 35^2} * 0,7 = 74,16 \text{ МВА}$$

### 1.4 кесте-Таңдалған трансформаторлар параметрлері

ТР1-ТДЦ	200000/220
ТР2-ТРДЦН	160000/220
ТР3-ТРДЦН	160000/220
ТР4-ТДЦ	125000/220
ТР1-ТДЦ	80000/220

### 1.1.3 Трансформатор орам кедергілері

ТР-1



### 1.6 сурет-ТР1-ТДЦ-200000/220 типті трансформаторының алмастыру схемасы

Трансформатордың активті кедергісі:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.т}} \cdot U_{\text{н}}^2}{10^3 \cdot S_{\text{н}}^2} \quad (1.3)$$

$$R_{\text{тр}} = \frac{580 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 200^2} = 0,760 \text{ м}$$

Реактивті кедергі әр орамға:

$$X_1 = \frac{U_{\text{к}}\% \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}} \quad (1.4)$$

$$X_1 = \frac{11 \cdot 230^2}{100 \cdot 200} = 29,09 \text{ Ом},$$

Трансформаторға келтірілген активті реактивті шығындар:

$$\Delta P_1 = \frac{250^2 + 87,5^2}{220^2} \cdot \frac{0,76}{2} = 0,55 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_1 = \frac{250^2 + 87,5^2}{220^2} \cdot \frac{29,9}{2} = 21,08 \text{ МВар},$$

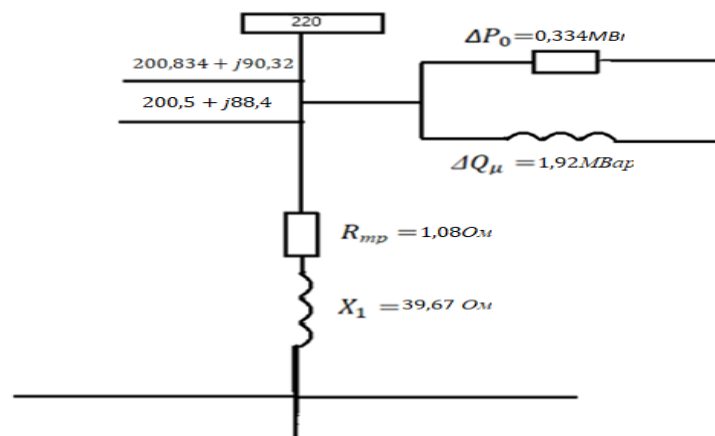
$$P_1' + jQ_1' = (250 + 0,55) + j(87,5 + 21,08) = 250,55 + j108,58$$

$$\Delta P_0 = 2 \cdot 200 \text{ кВт} = 0,4 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,45 \cdot 200}{100} \cdot 2 = 1,8 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (250,55 + 0,4) + j(108,58 + 1,8) = 250,95 + j110,38$$

ТР-2



### 1.7 сурет-ТР2-ТРДЦН160000/220 - типті трансформаторы

Трансформатордың активті кедергісі:

$$R_{\text{тр}} = \frac{525 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 160^2} = 1,08 \text{ Ом}$$

Реактивті кедергі әр орамға:

$$X_1 = \frac{12 \cdot 230^2}{100 \cdot 160} = 39,67 \text{ Ом},$$

Трансформаторға келтірілген активті реактивті шығындар:

$$\Delta P_1 = \frac{200^2 + 70^2}{220^2} \cdot \frac{1,08}{2} = 0,5 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_1 = \frac{200^2 + 70^2}{220^2} \cdot \frac{39,67}{2} = 18,4 \text{ МВар},$$

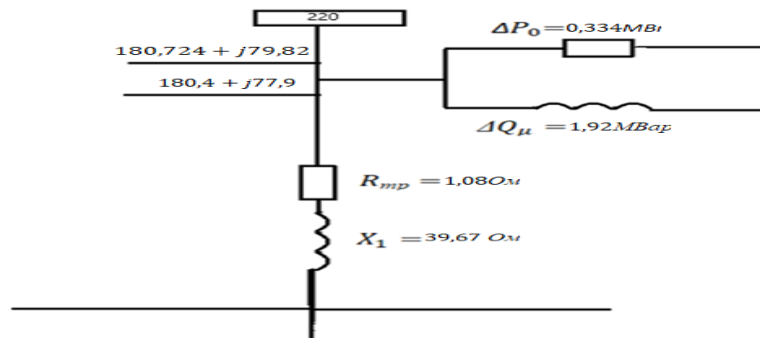
$$P_1' + jQ_1' = (200 + 0,5) + j(70 + 18,4) = 200,5 + j88,4$$

$$\Delta P_0 = 2 \cdot 167,2 \text{ кВт} = 0,334 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,6 \cdot 160}{100} \cdot 2 = 1,92 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (200,5 + 0,334) + j(88,4 + 1,92) = 200,834 + j90,32$$

ТР-3



### 1.8 сурет-ТР3-ТРДЦН 160000/220- типті трансформаторы

Трансформатордың активті кедергісі

$$R_{тр} = \frac{525 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 160^2} = 1,08 \text{ Ом}$$

Реактивті кедергі әр орамға:

$$X_1 = \frac{12 \cdot 230^2}{100 \cdot 160} = 39,67 \text{ Ом},$$

Трансформаторға келтірілген активті реактивті шығындар

$$\Delta P_1 = \frac{180^2 + 63^2}{220^2} \cdot \frac{1,08}{2} = 0,4 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_1 = \frac{180^2 + 63^2}{220^2} \cdot \frac{39,67}{2} = 14,9 \text{ МВар},$$

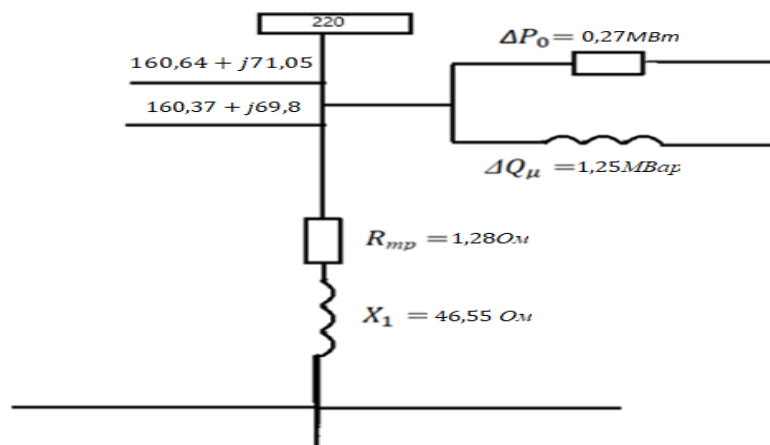
$$P_1' + jQ_1' = (180 + 0,4) + j(63 + 14,9) = 180,4 + j77,9$$

$$\Delta P_0 = 2 \cdot 167,2 \text{ кВт} = 0,334 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,6 \cdot 160}{100} \cdot 2 = 1,92 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (180,4 + 0,334) + j(77,9 + 1,92) = 180,724 + j79,82$$

ТР-4



### 1.9 сурет-ТР4-ТДЦ 125000/220 типті трансформаторы

Трансформатордың активті кедергісі

$$R_{тр} = \frac{380 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 125^2} = 1,28 \text{ Ом}$$

Реактивті кедергі әр орамға:

$$X_1 = \frac{11 \cdot 230^2}{100 \cdot 120} = 46,55 \text{ Ом},$$

Трансформаторға келтірілген активті реактивті шығындар

$$\Delta P_1 = \frac{160^2 + 56^2}{220^2} \cdot \frac{1,28}{2} = 0,37 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_1 = \frac{160^2 + 56^2}{220^2} \cdot \frac{46,55}{2} = 13,8 \text{ МВар},$$

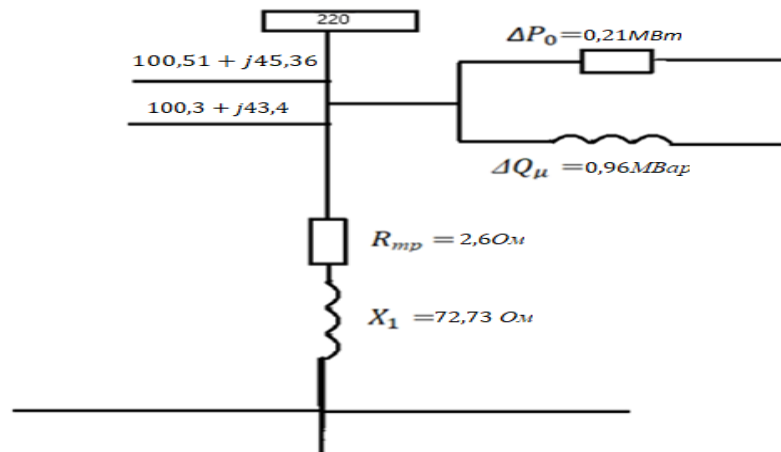
$$P_1' + jQ_1' = (160 + 0,37) + j(56 + 13,8) = 160,37 + j69,8$$

$$\Delta P_0 = 2 \cdot 135 \text{ кВт} = 0,27 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,5 \cdot 125}{100} \cdot 2 = 1,25 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (160,37 + 0,27) + j(69,8 + 1,25) = 160,64 + j71,05$$

ТР-5



### 1.10 сурет-ТР5-ТДЦ 80000/220 типті трансформаторы

Трансформатордың активті кедергісі

$$R_{\text{тр}} = \frac{320 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 80^2} = 2,6 \text{ Ом}$$

Реактивті кедергі әр орамға:

$$X_1 = \frac{11 \cdot 230^2}{100 \cdot 80} = 72,73 \text{ Ом},$$

Трансформаторға келтірілген активті реактивті шығындар:

$$\Delta P_1 = \frac{100^2 + 35^2}{220^2} \cdot \frac{2,6}{10} = 0,3 \text{ МВт},$$



$$\Delta Q_1 = \frac{100^2 + 35^2}{220^2} \cdot \frac{72,73}{2} = 8,4 \text{ MBar},$$

$$P'_1 + jQ'_1 = (100 + 0,3) + j(35 + 8,4) = 100,3 + j43,4$$

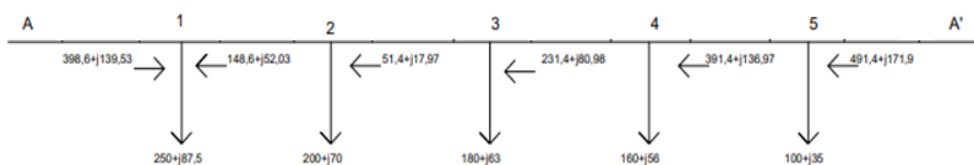
$$\Delta P_0 = 2 \cdot 105 \text{ кВт} = 0,21 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,6 \cdot 80}{100} \cdot 2 = 0,96 \text{ MBar},$$

$$\Delta P''_1 + jQ''_1 = (100,3 + 0,21) + j(43,4 + 0,96) = 100,51 + j45,36$$

#### 1.1.4 Қуат таралуын есептеу

Қуат таралуы екі жақты қорек көзін беру сызбасы тәрізді орындалады келтірілген бағыт қуаттардың мәндік өзгерісі бойынша ауыстырылады.



#### 1.11 сурет-Тұйықталған жүйедегі бөлікте қуат таралуы

$$P_{A1} = \frac{\sum PL}{L_{AB}} \quad (1.5)$$

$$P_{A1} = \frac{\sum PL}{L_{AB}} = \frac{P_5(L_{5,4} + L_{4,3} + L_{3,2} + L_{2,1} + L_{1A}) + P_4(L_{4,3} + L_{3,2} + L_{2,1} + L_{1A}) + P_3(L_{3,2} + L_{2,1} + L_{1A}) + P_2(L_{2,1} + L_{1A}) + P_1(L_{1A})}{(L_{5,4} + L_{4,3} + L_{3,2} + L_{2,1} + L_{1A} + L_{5A})} = 398.6 \text{ МВт}$$

$$Q_{A1} = \frac{\sum QL}{L_{AB}} = \frac{Q_5(L_{5,4} + L_{4,3} + L_{3,2} + L_{2,1} + L_{1A}) + Q_4(L_{4,3} + L_{3,2} + L_{2,1} + L_{1A}) + Q_3(L_{3,2} + L_{2,1} + L_{1A}) + Q_2(L_{2,1} + L_{1A}) + Q_1(L_{1A})}{(L_{5,4} + L_{4,3} + L_{3,2} + L_{2,1} + L_{1A} + L_{5A})} = 139.53 \text{ МВар}$$

$$P_{A5} = \frac{\sum PL}{L_{AB}} = \frac{P_1(L_{1,2} + L_{2,3} + L_{3,4} + L_{4,5} + L_{5A}) + P_2(L_{2,3} + L_{3,4} + L_{4,5} + L_{5A}) + P_3(L_{3,4} + L_{4,5} + L_{5A}) + P_4(L_{4,5} + L_{5A}) + P_5(L_{5A})}{(L_{5,4} + L_{4,3} + L_{3,2} + L_{2,1} + L_{1A} + L_{5A})} = 491,4 \text{ МВт}$$

$$Q_{A5} = \frac{\sum QL}{L_{AB}} = \frac{Q_1(L_{12}+L_{23}+L_{34}+L_{45}+L_{5A})+Q_2(L_{23}+L_{34}+L_{45}+L_{5A})+Q_3(L_{34}+L_{45}+L_{5A})+Q_4(L_{45}+L_{5A})+Q_5(L_{5A})}{(L_{5.4}+L_{43}+L_{32}+L_{21}+L_{1A}+L_{5A})} = 171.96\text{MVar}$$

## 1.2 Желідегі токтарды анықтау

Анықталған токтарға (1.6) сәйкес әуе желісінің қималарын табу арқылы желі маркаларын таңдау:

$$I_{12} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 220} \quad (1.6)$$

$$I_{12} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 220} = \frac{\sqrt{148.6^2 + 52.03^2}}{\sqrt{3} * 220} = 0.413\text{kA}$$

$$I_{23} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 220} = \frac{\sqrt{51.4^2 + 17.97^2}}{\sqrt{3} * 220} = 0.142\text{kA}$$

$$I_{34} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 220} = \frac{\sqrt{231.4^2 + 80.97^2}}{\sqrt{3} * 220} = 0.64\text{kA}$$

$$I_{45} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 220} = \frac{\sqrt{391.4^2 + 136.97^2}}{\sqrt{3} * 220} = 1.08\text{kA}$$

$$I_{A5} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 220} = \frac{\sqrt{491.4^2 + 171.9^2}}{\sqrt{3} * 220} = 1.36\text{kA}$$

$$I_{ecA1} = I_{A1} * \alpha_i * \alpha_t = 1.108 * 1.05 * 1.5 = 1.745\text{kA}$$

$$I_{ec12} = I_{12} * \alpha_i * \alpha_t = 0.413 * 1.05 * 1.5 = 650\text{A}$$

$$I_{ec23} = I_{23} * \alpha_i * \alpha_t = 0.142 * 1.05 * 1.5 = 223\text{A}$$

$$I_{ec34} = I_{34} * \alpha_i * \alpha_t = 0.64 * 1.05 * 1.5 = 1008\text{A}$$

$$I_{ec45} = I_{45} * \alpha_i * \alpha_t = 1.08 * 1.05 * 1.5 = 1701\text{A}$$

$$I_{ecA5} = I_{A5} * \alpha_i * \alpha_t = 1.36 * 1.05 * 1.5 = 2142\text{A}$$

Қималарды табу (1.7) формуласы бойынша есептелініп өткізгіштер маркасын таңдау:

$$S_{эс} = \frac{I}{j_{эк}} \quad (1.7)$$

$j_{эк}$  – Ток тығыздығы

$$j_{эк} = 1,3 \text{ А/мм}^2$$

$$S_{эсA1} = \frac{1745}{1.3} = 1342.3$$

$$S_{эс12} = \frac{650}{1.3} = 500$$

$$S_{эс23} = \frac{223}{1.3} = 171.53$$

$$S_{эс34} = \frac{1008}{1.3} = 775.38$$

$$S_{эс45} = \frac{1701}{1.3} = 1308.46$$

$$S_{эсA5} = \frac{2142}{1.3} = 1647.7$$

### 1.5 кесте-Таңдалған өткізгіштер маркалары

Желі	Ток , А	Қимасы
А-1	1745	3 х АС-500/64
1-2	650	3 х АС-300/66
2-3	223	3 х АС-300/66
3-4	1008	3 х АС-300/66
4-5	1701	3 х АС-500/64
А-5	2142	3 х АС-600/72

Таңдалған маркаларға сәйкес есептемелер ретін жүргізу, желі бойындағы шығындарды анақтауға жол ашатын есептемелер берілісі

Бөлімше А-1 3 X AC 500/64

Сымдарның арасындағы орташа геометриялық арақашықтық

$$D_{cp} = \sqrt[3]{D_1 D_2 D_3} \quad (1.8)$$

$$D_{cp} = \sqrt[3]{7 \cdot 7 \cdot 14} = 8.81 \text{ м.}$$

Желінің активті кедергісі

$$R = r_o \cdot l, \quad (1.9)$$

$$R = 0,06 \cdot 80 = 4,8 \text{ Ом.}$$

Желінің реактивті кедергісі

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{cp}/r) + 0,0157, \quad (1.10)$$

$r$  – сымның радиусы:

$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$$

$$r = \sqrt{\frac{500}{3,14}} = 12,61 \text{ мм}$$

$$r_{\text{экв}} = \sqrt[3]{12,61 \cdot 3,9^2} = 5,76$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{881}{5,76}\right) + 0,157 = 0,47 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,47 \cdot 80 = 37,6 \text{ Ом}$$

$$b_{ол} = 7,58 \cdot 10^{-6} / \lg \cdot (D_{cp}/r) ,$$

$$b_{ол} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{881}{5,76}\right)} = 3,46 \cdot 10^{-6} \text{ См/км.}$$

Желінің сыйымдылықты өткізгіштігі  $b_l$ :

$$b_l = b_0 l \quad (1.11)$$

$$b_{\text{л}} = 3,46 \cdot 10^{-6} \cdot 80 = 276,8 \cdot 10^{-6} \text{ CM.}$$

$$Q_c = 0,5 \cdot 276,8 \cdot 10^{-6} \cdot 220^2 = 6,69$$

$$E_0 = 30,3 \cdot 0,82 \left( 1 + \frac{0,299}{\sqrt{5,76}} \right) = 27,94 \frac{kB}{cm}$$

$$E = \frac{0,354 \cdot 220}{5,76 \cdot \log\left(\frac{881}{5,76}\right)} = 6,18$$

Бөлімше 1-2 3 X AC 300/66

$$D_{\text{cp}} = \sqrt[3]{7 \cdot 7 \cdot 14} = 8,81 \text{ м.}$$

$$R = 0,102 \cdot 140 = 14,28 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{\text{cp}}/r) + 0,157$$

$$r = \sqrt{\frac{300}{3,14}} = 9,77 \text{ мм}$$

$$r_{\text{ЭКВ}} = \sqrt[3]{9,77 \cdot 3,9^2} = 5,29$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{881}{5,29}\right) + 0,157 = 0,47 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,47 \cdot 140 = 66,64 \text{ Ом}$$

$$b_{\text{ол}} = 7,58 \cdot 10^{-6} / \lg(D_{\text{cp}}/r) ,$$

$$b_{\text{ол}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{881}{5,29}\right)} = 3,41 \cdot 10^{-6} \text{ CM/км.}$$

$$b_{\text{л}} = 3,41 \cdot 10^{-6} \cdot 140 = 477,4 \cdot 10^{-6} \text{ CM.}$$

$$Q_c = 0,5 \cdot 477,4 \cdot 10^{-6} \cdot 220^2 = 11,55$$

$$E_0 = 30,3 \cdot 0,82 \left( 1 + \frac{0,299}{\sqrt{5,29}} \right) = 28,07$$

$$E = \frac{0,354 \cdot 220}{5,29 \cdot \log\left(\frac{881}{5,29}\right)} = 15,3$$

Бөлімше 2-3 3 X AC 300/66

$$D_{cp} = \sqrt[3]{7 \cdot 7 \cdot 14} = 8.81 \text{ м.}$$

$$R = 0,102 \cdot 100 = 10.2 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{cp}/r) + 0,157$$

$$r = \sqrt{\frac{300}{3,14}} = 9.77 \text{ мм}$$

$$r_{эKB} = \sqrt[3]{9.77 \cdot 3.9^2} = 5.29$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{881}{5.29}\right) + 0,157 = 0,47 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,47 \cdot 100 = 47 \text{ Ом}$$

$$b_{ол} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{881}{5.29}\right)} = 3,41 \cdot 10^{-6} \text{ См/км.}$$

$$b_{л} = 3,41 \cdot 10^{-6} \cdot 100 = 341 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

$$Q_c = 0.5 \cdot 341 \cdot 10^{-6} \cdot 220^2 = 8.25$$

$$E_0 = 30.3 \cdot 0.82 \left(1 + \frac{0.299}{\sqrt{5.29}}\right) = 28.07$$

$$E = \frac{0.354 \cdot 220}{5.29 \cdot \lg\left(\frac{881}{5.29}\right)} = 15.3$$

Бөлімше 3-4 3 X AC 300/66

$$D_{cp} = \sqrt[3]{7 \cdot 7 \cdot 14} = 8.81 \text{ м.}$$

$$R = 0,102 \cdot 90 = 9.18 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{cp}/r) + 0,157$$

$$r = \sqrt{\frac{300}{3,14}} = 9.77 \text{ мм}$$

$$r_{\text{ЭКВ}} = \sqrt[3]{9.77 * 3.9^2} = 5.29$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{881}{5.29}\right) + 0,157 = 0,47 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,47 \cdot 90 = 42.84 \text{ Ом}$$

$$b_{\text{ол}} = 7,58 \cdot 10^{-6} / \lg \cdot (D_{\text{cp}}/r)$$

$$b_{\text{ол}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{881}{5.29}\right)} = 3,41 \cdot 10^{-6} \text{ См/км.}$$

$$b_{\text{л}} = 3,41 \cdot 10^{-6} \cdot 90 = 306.9 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

$$Q_c = 0.5 * 306.9 * 10^{-6} * 220^2 = 7.42$$

$$E_0 = 30.3 * 0.82 \left(1 + \frac{0.299}{\sqrt{5.29}}\right) = 28.07$$

$$E = \frac{0.354 * 220}{5.29 * \lg\left(\frac{881}{5.29}\right)} = 15.3$$

Бөлімше 4-5 3 X AC 500/64

$$D_{\text{cp}} = \sqrt[3]{7 \cdot 7 \cdot 14} = 8.81 \text{ м.}$$

$$R = 0,06 \cdot 110 = 6.6 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{\text{cp}}/r) + 0,0157$$

$$r = \sqrt{\frac{500}{3,14}} = 12,61 \text{ мм}$$

$$r_{\text{ЭКВ}} = \sqrt[3]{12.61 * 3.9^2} = 5.76$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{881}{5.76}\right) + 0,157 = 0,47 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,47 \cdot 110 = 51.7 \text{ Ом}$$

$$b_{\text{ол}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{881}{12,61}\right)} = 3,46 \cdot 10^{-6} \text{ См/км.}$$

$$b_{\text{л}} = 3,68 \cdot 10^{-6} \cdot 110 = 380.6 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

$$Q_c = 0.5 * 380.6 * 10^{-6} * 220^2 = 9.19$$

$$E_0 = 30.3 * 0.82 \left( 1 + \frac{0.299}{\sqrt{5.76}} \right) = 27.94 \frac{\text{kB}}{\text{cm}}$$

$$E = \frac{0.354 * 220}{5.76 * \log\left(\frac{881}{5.76}\right)} = 6.18$$

Бөлімше А-5 3 X AC 600/72

$$D_{cp} = \sqrt[3]{7 \cdot 7 \cdot 14} = 8.81 \text{ м.}$$

$$R = 0,0498 \cdot 80 = 4,8 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{cp}/r) + 0,0157$$

$$r = \sqrt{\frac{600}{3,14}} = 13.82 \text{ мм}$$

$$r_{\text{ЭКВ}} = \sqrt[3]{13.82 * 3.9^2} = 5.94$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{881}{5.94}\right) + 0,0157 = 0,469 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,469 \cdot 80 = 37,52 \text{ Ом}$$

$$b_{\text{ол}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{881}{5.94}\right)} = 3,49 \cdot 10^{-6} \text{ СМ/км.}$$

$$b_{\text{л}} = 3,49 \cdot 10^{-6} \cdot 80 = 279.2 \cdot 10^{-6} \text{ СМ.}$$

$$Q_c = 0.5 * 279.2 * 10^{-6} * 220^2 = 6.75$$

$$E_0 = 30.3 * 0.82 \left( 1 + \frac{0.299}{\sqrt{5.94}} \right) = 27.89 \frac{\text{kB}}{\text{cm}}$$

$$E = \frac{0.354 * 220}{5.94 * \log\left(\frac{881}{5.94}\right)} = 6.03$$

### 1.2.1 Әр түрлі жүктемелік беріліс сызбаларын түсіру



$$S_{a-B} = P_B + j(Q_B - Q_{ca-B}), \quad (1.12)$$

Активті шығын

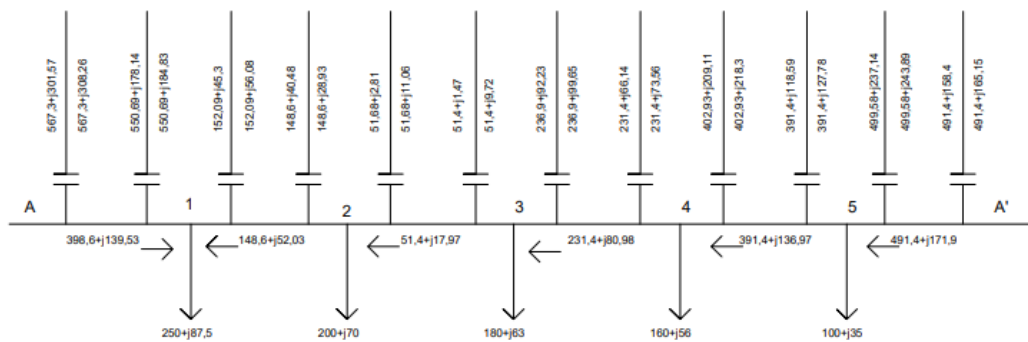
$$\Delta P_{a-B} = \frac{P_{a-B}^2 - Q_{a-B}^2}{U_H^2} \cdot R_{a-B} \quad (1.13)$$

Реактивті шығын

$$\Delta Q_{a-B} = \frac{P_{a-B}^2 - Q_{a-B}^2}{U_H^2} \cdot X_{a-B}, \quad (1.14)$$

$$S_{II} = S_{a-B} + \Delta S_{a-B} = (P_{a-B} + \Delta P_{a-B}) + j(Q_{a-B} + \Delta Q_{a-B}),$$

$$S'_{a-B} = P_{II} + j(Q_{II} - Q_{ca-B}).$$



1.12 сурет-Тұйықталған жүйеде максималды жүктеме

Бөлімше 1-2

$$S_{1-2} = 148,6 + j(52,03-11,55) = 148,6 + j40,48,$$

$$\Delta P_{1-2} = \frac{148,6^2 + 40,48^2}{220^2} \cdot \frac{14,28}{2} = 3,49 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{1-2} = \frac{148,6^2 + 40,48^2}{220^2} \cdot \frac{66,64}{2} = 16,32 \text{ кВар},$$

$$S = (148,6 + 3,49) + j(40,48 + 16,32) = 152,09 + j56,8$$

$$S \cdot = 152,09 + j(56,8-11,55) = 152,09 + j45,3$$

Бөлімше А-1

$$S = (398.6 + 152.09) + j(139.53 + 45.3) = 550.69 + j184.83$$

$$S_{A1} = 550.69 + j(184.83 - 6.69) = 550.69 + j178.14$$

$$\Delta P_{A1} = \frac{550.69^2 + 178.14^2}{220^2} \cdot \frac{4.8}{2} = 16.61 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{A1} = \frac{550.69^2 + 178.14^2}{220^2} \cdot \frac{37.6}{2} = 130.12 \text{ кВар},$$

$$S = (550.69 + 16.61) + j(178.14 + 130.12) = 567.3 + j308.26$$

$$S^* = 567.3 + j(308.26 - 11.55) = 567.3 + j301.57$$

Бөлімше 2-3

$$S_{2-3} = 51.4 + j(17.97 - 8.25) = 51.4 + j9.72,$$

$$\Delta P_{2-3} = \frac{51.4^2 + 9.72^2}{220^2} \cdot \frac{4.8}{2} = 3.49 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{2-3} = \frac{51.4^2 + 9.72^2}{220^2} \cdot \frac{47.6}{2} = 1.34 \text{ кВар},$$

$$S = (51.4 + 0.28) + j(9.72 + 1.34) = 51.68 + j11.06$$

$$S^* = 51.68 + j(11.06 - 8.25) = 51.68 + j2.81$$

Бөлімше 3-4

$$S_{3-4} = 231.4 + j(80.98 - 7.42) = 231.4 + j73.56,$$

$$\Delta P_{3-4} = \frac{231.4^2 + 73.56^2}{220^2} \cdot \frac{9.18}{2} = 5.59 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{3-4} = \frac{231.4^2 + 73.56^2}{220^2} \cdot \frac{42.84}{2} = 26.09 \text{ кВар},$$

$$S = (231.4 + 5.59) + j(73.56 + 26.09) = 236.99 + j99.65$$

$$S^* = 236.99 + j(99.65 - 7.42) = 236.99 + j92.23$$

Участок 4-5

$$S_{4-5} = 391.4 + j(136.97 - 9.19) = 391.4 + j127.78,$$

$$\Delta P_{4-5} = \frac{391.4^2 + 127.78^2}{220^2} \cdot \frac{6.6}{2} = 11.55 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{4-5} = \frac{391.4^2 + 127.78^2}{220^2} \cdot \frac{51.7}{2} = 90.52 \text{ кВар},$$

$$S = (391.4 + 11.55) + j(127.78 + 90.52) = 402.95 + j218.3$$

$$S^* = 402.95 + j(218.3 - 9.19) = 402.95 + j209.11$$

Бөлімше 5-А'

$$S_{5-A'} = 491.4 + j(171.9 - 6.75) = 491.4 + j165.15,$$

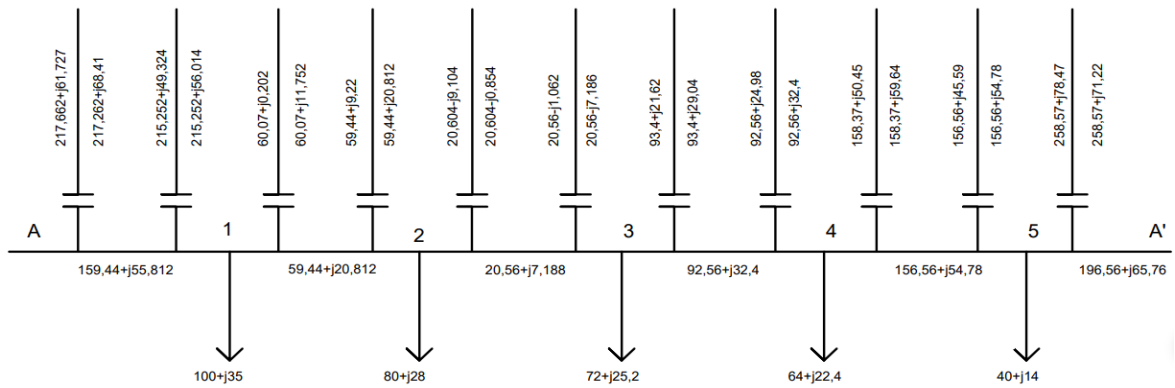
$$\Delta P_{5-A'} = \frac{491.4^2 + 165.15^2}{220^2} \cdot \frac{3.9}{2} = 8.18 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{5-A'} = \frac{491.4^2 + 165.15^2}{220^2} \cdot \frac{37.52}{2} = 78.74 \text{ кВар},$$

$$S = (491.4 + 8.18) + j(165.15 + 78.74) = 499.58 + j243.89$$

$$S^* = 499.58 + j(243.89 - 6.75) = 499.58 + j237.14$$

Минималды жүйе



### 1.13 сурет-Тұйықталған жүйеде минималды жүктеме

Бөлімше 1-2

$$S_{1-2} = 59,44 + j(20,812 - 11,55) = 59,44 + j9,262,$$

$$\Delta P_{1-2} = \frac{59,44^2 + 9,262^2}{220^2} \cdot \frac{14,28}{2} = 0,53 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{1-2} = \frac{59,44^2 + 9,262^2}{220^2} \cdot \frac{66,64}{2} = 2,49 \text{ кВар},$$

$$S = (59,44 + 0,53) + j(9,262 + 2,49) = 60,07 + j11,752$$

$$S^* = 60,07 + j(11,752 - 11,55) = 60,07 + j0,202$$

Бөлімше А-1

$$S = (159,44 + 60,07) + j(55,812 + 0,202) = 215,252 + j56,014$$

$$S_{A1} = 215,252 + j(56,014 - 6,69) = 215,252 + j49,324$$

$$\Delta P_{A1} = \frac{215,252^2 + 49,324^2}{220^2} \cdot \frac{4,8}{2} = 2,41 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{A1} = \frac{215,252^2 + 49,324^2}{220^2} \cdot \frac{37,6}{2} = 19,093 \text{ кВар},$$

$$S = (215,252 + 2,41) + j(49,324 + 19,093) = 217,662 + j68,41$$

$$S^* = 217,662 + j(68,41-6,69) = 217,662 + j61,727$$

Бөлімше 2-3

$$S_{2-3} = 20,56 + j(7,188-8.25) = 20,56 + j-1,062,$$

$$\Delta P_{2-3} = \frac{20,56^2 + (-1.062)^2}{220^2} \cdot \frac{10.2}{2} = 0.044 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{2-3} = \frac{20,56^2 + (-1.062)^2}{220^2} \cdot \frac{47.6}{2} = 0.208 \text{ кВар},$$

$$S = (20.56 + 0.044) + j(-1.062 + 0.208) = 20.604 + j(-0.854)$$

$$S^* = 20.604 + j(11.06-8.25) = 20.604 + j-9.104$$

Бөлімше 3-4

$$S_{3-4} = 92.56 + j(32.4-4.06) = 93.4 + j45.59,$$

$$\Delta P_{3-4} = \frac{92.56^2 + 24.98^2}{220^2} \cdot \frac{9.18}{2} = 0.87 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{3-4} = \frac{92.56^2 + 24.98^2}{220^2} \cdot \frac{42.84}{2} = 4.06 \text{ кВар},$$

$$S = (92.56 + 0.87) + j(24.98 + 4.06) = 93.4 + j29.04$$

$$S^* = 93.4 + j(29.04-7.42) = 93.4 + j21.62$$

Бөлімше 4-5

$$S_{4-5} = 156.56 + j(54.78-9.19) = 156.56 + j45.59,$$

$$\Delta P_{4-5} = \frac{156.56^2 + 45.59^2}{220^2} \cdot \frac{6.6}{2} = 1.81 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{4-5} = \frac{156.56^2 + 45.59^2}{220^2} \cdot \frac{51.7}{2} = 14.5 \text{ кВар},$$

$$S = (156.56 + 1.81) + j(45.59 + 14.05) = 158.37 + j59.64$$

$$S^* = 158.37 + j(59.64 - 9.19) = 158.37 + j50.45$$

Бөлімше 5-A'

$$S_{5-A'} = 196.56 + j(68.76 - 6.75) = 196.56 + j62.01,$$

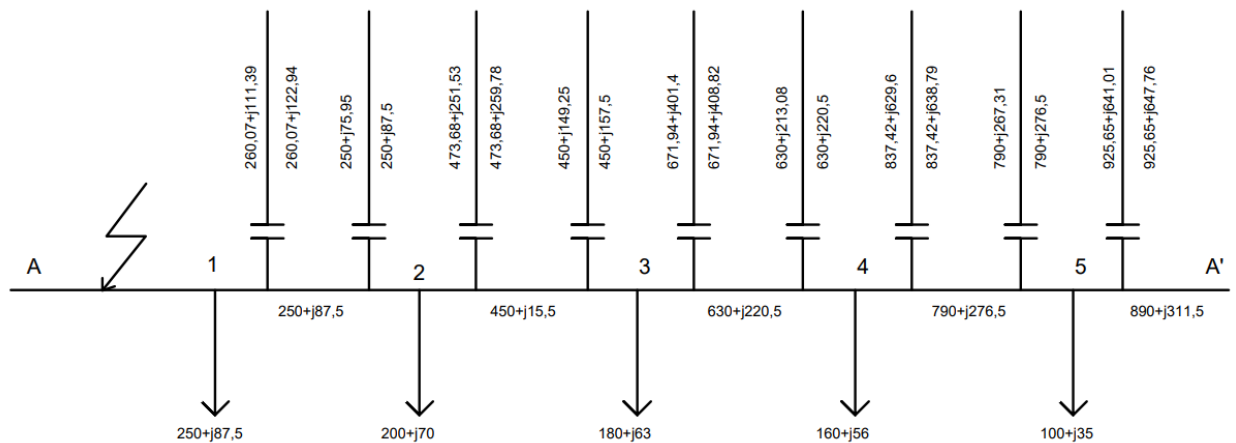
$$\Delta P_{5-A'} = \frac{196.56^2 + 62.01^2}{220^2} \cdot \frac{3.9}{2} = 1.71 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{5-A'} = \frac{196.56^2 + 62.01^2}{220^2} \cdot \frac{37.52}{2} = 16.46 \text{ кВар},$$

$$S = (196.56 + 1.71) + j(62.01 + 16.46) = 258.57 + j78.47$$

$$S^* = 258.57 + j(78.47 - 6.75) = 258.57 + j71.72$$

Апаттық жүйе



1.14 сурет-Тұйықталған жүйеде апаттық жүктеме

Бөлімше 1-2

$$S_{1-2} = 250 + j(87,5 - 11,55) = 250 + j75,95,$$

$$\Delta P_{1-2} = \frac{250^2 + 75,95^2}{220^2} \cdot \frac{14,28}{2} = 10,07 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{1-2} = \frac{250^2 + 75,95^2}{220^2} \cdot \frac{66,64}{2} = 46,99 \text{ кВар},$$

$$S = (250 + 10,07) + j(75,95 + 46,99) = 260,07 + j122,94$$

$$S^* = 260,07 + j(122,94 - 11,55) = 260,07 + j111,39$$

Бөлімше 2-3

$$S_{2-3} = 450 + j(157,5 - 8,25) = 450 + j149,25,$$

$$\Delta P_{2-3} = \frac{450^2 + 149,25^2}{220^2} \cdot \frac{10,2}{2} = 23,68 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{2-3} = \frac{450^2 + 149,25^2}{220^2} \cdot \frac{47,6}{2} = 110,53 \text{ кВар},$$

$$S = (450 + 23,68) + j(149,25 + 110,53) = 473,68 + j259,78$$

$$S^* = 473,68 + j(259,78 - 8,25) = 473,68 + j251,53$$

Бөлімше 3-4

$$S_{3-4} = 630 + j(220 - 7,42) = 630 + j213,8,$$

$$\Delta P_{3-4} = \frac{630^2 + 213,08^2}{220^2} \cdot \frac{9,18}{2} = 41,94 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{3-4} = \frac{630^2 + 213,08^2}{220^2} \cdot \frac{42,84}{2} = 195,74 \text{ кВар},$$

$$S = (630 + 41,94) + j(213,08 + 195,74) = 671,94 + j408,82$$

$$S^* = 671,94 + j(408,82 - 7,42) = 671,94 + j401,4$$

Бөлімше 4-5

$$S_{4-5} = 790 + j(276,5 - 9,19) = 790 + j267,31,$$

$$\Delta P_{4-5} = \frac{790^2 + 267,31^2}{220^2} \cdot \frac{6.6}{2} = 47,42 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{4-5} = \frac{790^2 + 267,31^2}{220^2} \cdot \frac{51.7}{2} = 371,48 \text{ кВар},$$

$$S = (790 + 47,42) + j(267,31 + 371,48) = 837,42 + j638,79$$

$$S^* = 837,42 + j(638,79 - 9.19) = 837,42 + j629,6$$

Бөлімше 5-А'

$$S_{5-A'} = 890 + j(311,5 - 6.75) = 890 + j304,75,$$

$$\Delta P_{5-A'} = \frac{890^2 + 304,75^2}{220^2} \cdot \frac{3.9}{2} = 35,65 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{5-A'} = \frac{890^2 + 304,75^2}{220^2} \cdot \frac{37.52}{2} = 304,01 \text{ кВар},$$

$$S = (890 + 35,65) + j(304,75 + 3423,01) = 925,65 + j647,76$$

$$S^* = 925,65 + j(647,76 - 6.75) = 925,65 + j641,01$$

Енді осы есептеу барыстарына сәйкес электроэнергиялық шығындарды анықтауға жалпы керекті формула (1.15):

$$\Delta W = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot r \cdot \tau \cdot 10^3 \quad (1.15)$$

$\Delta W$ - әр бір бөлік бойынша келтірілген энергиялық шығыны

$$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 3800 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760$$

Максималды режимдегі А-1 бөлік бойынша

$$\Delta W_{A1} = \frac{398.6^2 + 139.53^2}{220^2} \cdot \frac{37.9}{2} * 2225,2 * 10^3 = 155384 * 10^3 \text{ кВт/с}$$

Максималды режимдегі 1-2 бөлік бойынша



$$\Delta W_{12} = \frac{148.6^2 + 52.03^2}{220^2} \cdot \frac{68.15}{2} * 2225,2 * 10^3 = 39034,1 * 10^3 \text{ Вт/с}$$

Максималды режимдегі 2-3 бөлік бойынша

$$\Delta W_{23} = \frac{51.4^2 + 17.97^2}{220^2} \cdot \frac{48.68}{2} * 2225,2 * 10^3 = 3317,81 * 10^3 \text{ Вт/с}$$

Максималды режимдегі 3-4 бөлік бойынша

$$\Delta W_{34} = \frac{231.4^2 + 80.98^2}{220^2} \cdot \frac{43.812}{2} * 2225,2 * 10^3 = 60532,4 * 10^3 \text{ Вт/с}$$

Максималды режимдегі 4-5 бөлік бойынша

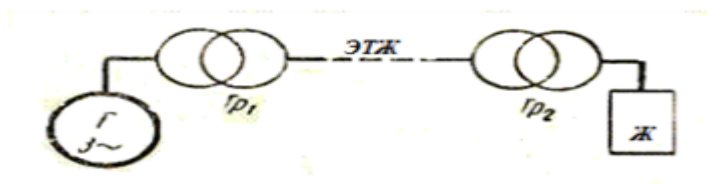
$$\Delta W_{4-5} = \frac{391.4^2 + 136.97^2}{220^2} \cdot \frac{52.11}{2} * 2225,2 * 10^3 = 205982 * 10^3 \text{ Вт/с}$$

Максималды режимдегі 5-А бөлік бойынша

$$\Delta W_{5-A} = \frac{491.4^2 + 117.9^2}{220^2} \cdot \frac{37.72}{2} * 2225,2 * 10^3 = 221433 * 10^3 \text{ Вт/с}$$

$$\begin{aligned} \Delta W_c &= (155384 + 39034,1 + 3317,81 + 60532,4 + 205982 + 221433) \\ &= 685683,31 \cdot 10^3 \text{ Вт/с} \end{aligned}$$

Қазіргі уақытта айнымалы тоқтағы алыс қашықтыққа электрлік тасымалдаудың беріліс желілерінде 35, 110, 220, 400, 500 кВ кернеу бағаналарын тұрғызады. Бұндай жоғарғы кернеулі мәндегі шаманы бірден ала алмаймыз; Тұтынушы бөлігіде максималды дәрежеде 220-500 В арасындағы кернеулергеғана жүктемелік аспаптарын қоя алады тіпті ең жоғарғы көрсеткіктегі кернеуді қолдану аспаптары 6-10 кВ шамасында бұндай жағдайлардың тұрақты бір ритмде орындалуын трансформаторлар тізбегі негізгі қызметті атқарады.



**1.15 сурет–Электр тарату желісіндегі трансформаторларды пайдалану тізбегі**

Қуат және энергиялық шығындарды төмендету жолдары:

Жүктемелердің қалыпты жұмыс істеуі үшін олардың жұмыстық түрлеріне қарай активті және реактивті жүктемелер болып бөлінеді. Реактивті қуат шығындары көбінесе қозғалтқыштарда және индуктивтілік орамды аспаптарда қолданылады. Желіде реактивті қуатты тұтыну азайған сәтте активті қуат үнемделі артады. Сол себептіде тізбек бойында Синхронды компенсатор немесе  $Q_{\text{нбк}}$  батареяларын қою арқылы реактивтіге кеткен шығындарды реттеп соған сәйкес активті қуатқа кеткен шығындарды азайтуға болады.

Параллель трансформаторларды қолдану желідегі энергиялық және қуаттық шығындарды азайтуға өзіндік әсерін айтарлықтай тигізеді.

Егер параллель трансформатор қосылу барысында орамалар арасында айырмашылық болған сәтте оның ара қатынасына қарау керек яғни 10% тең аспауы керек. Мысалы мына теңдіктерге сәйкес

$$\frac{S_1}{S_{11}} = \frac{I_1}{I_{11}} = \frac{K_{11}}{K_1}$$

Екі трансформатор қысқа тұйықталу кернеуі пайыздық көрсеткіштеріне қарай айырмашылығын анықтап жарамды не жарамсыз екенін анықтапаламыз мысалы А-1 бөлігінде қолданылған трансформатор қуатын алып 200 МВА қысқа тұйықталу кернеуі  $U_{\text{к1}} = 6.5\%$   $U_{\text{к11}} = 6\%$  деп қарастыратын болсақ  $\frac{U_{\text{к11}}}{U_{\text{к1}}} = \frac{6}{6.5} = 0.9$  демек  $0.9S_{11} = 0.9 \cdot 200 = 180 \text{ МВА}$

Шамасына тең келедіде яғни бұл трансформаторларды толыққанды пайдалануға болатын проценттік көлемі 90% ға дейін төмендейді егер бұл көрсеткіш шамасын 10% дан асыратын болса параллель трансформаторлық іске қосу орындалмай қалады. Тиісінше параллель трансформатормен екі тізбекті желі түрі қолданылып шығынды есептеулер барысында трансформаторлар мен желілік кедергілер екі есе азаяды.

## 2.1 Экономикалық бөлім

Қосалқы станцияға салынатын жалпы салым мөлшері

$$K = K_L + K_{ОРУ} + K_T \quad (2.1)$$

$$K = 1468334750 + 198028800 + 2760000000 = 4426363550 \text{ тг}$$

$K_L$  - Электр желісіне кеткен салым,  
 $K_{ОРУ}$  - Тарату қондырғылары салымы  
 $K_T$  - Трансформаторларға кеткен салым

$$K_T = K_T \cdot n_T \quad (2.2)$$

$n_T$  - трансформатор саны

$$K_T = 230\,000\,000 \cdot 12 = 2\,760\,000\,000 \text{ тг}$$

$$K_L = K_L \cdot L \quad (2.3)$$

$$K_L = 2340 \cdot 600\,000 = 1\,404\,000\,000 \text{ тг}$$

$L$  - Желі ұзындығы

$$K_{ОРУ} = K_B n_B + K_P n_P \quad (2.4)$$

$$K_{ОРУ} = 5500\,000 \cdot 24 + 1375600 \cdot 48 = 198028800 \text{ тг}$$

$n_B$  - Ажыратқыш саны

$$K_B = 5500000 \text{ тг}$$

$n_P$  - Айырғыш саны

$$K_P = 1375600 \text{ тг}$$

### 2.1 кесте – Тіреулердің есептемелік жекелей бағалары

Атауы	Аудан	Түрі	Желі маркасы	Бағасы
А-1	II	1	АС-3х500/64	31750тг
1-2	II	1	АС-3х300/66	24200тг
2-3	II	1	АС-3х300/66	24200тг
3-4	II	1	АС-3х300/66	24200тг
4-5	II	1	АС-3х300/66	24200тг
А'	II	1	АС-3х600/72	35250

Электр қондырғылар заңдылығына (ПУЭ) сәйкес тіреулер арақашықтығы ортаңғы есеппен 245 м ді құрайды демек

## 2.2 кесте-Тіреулердің жалпылама есептік бағалары

Аумақ	Саны	Жалпы бағасы
А-1	327	10382250 тг
1-2	572	13842400 тг
2-3	408	9873600 тг
3-4	367	8881400 тг
4-5	448	10841600 тг
5-А'	326	10513500 тг
Жалпы баға		64334750 тг

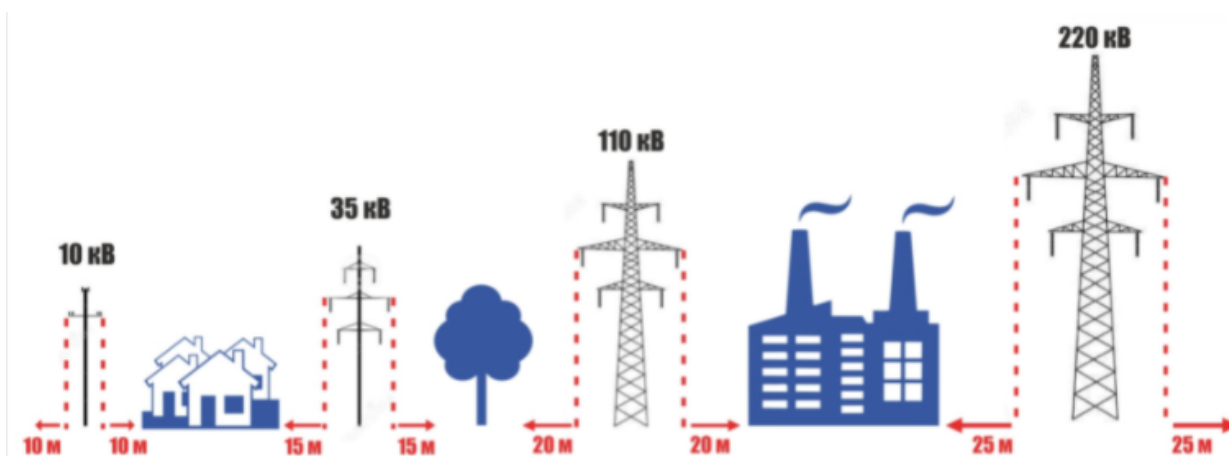
$I_T$ -Өндірістегі жылдық шығын.

$$\Delta W_c = (155384 + 39034,1 + 3317,81 + 60532,4 + 205982 + 221433) \\ = 685683,31 \cdot 10^3 \text{ Вт/с}$$

$$I_T = 685\,683\,000 \cdot 18 = 12\,342\,299 \text{ тг}$$

Жалпылама есептеулер барысында бұл жылдық шығындар белгіленген тарифтар бойынша есептелінеді бұл орындалған бағалар реті толығымен дерлік 220 кВ-тық электр беріліс желісінің жолын тұрғызылуына кететін шығын мөлшері болып табылады.

## 3.1 Қауіпсіздік ескертулері



3.1 сурет-Қоныс орындарына тыйым салынатын аумақ мөлшері

Қандайда қоныс орындарын немес үй-жайларды, демалыс орындарын осы қорғалған мөлшер көлемін ескерусіз шартты орындамаса адам өміріне айтарлықтай қауіп төнуі мүмкін мысалы 220 кВ- тық желі аумағында 25 м ден жақын ара қашықтықта қоныс орыны немесе үй-жайлар салынып желі маңында апатты жағдайлар орын алса адам өлімі жағдайына әкелуі мүмкін.

Желі аймағында тыйым салынатын жұмыстар жүргізу түрлері:



### **3.2 сурет-Жұмыс жасаудағы қауіптілік шарты.**

Қандайда бір құрылыстық немесе аграрлық жұмыстар жүргізілу барысында бағандардың ұзындығы ескерілу керек егер ол шарттар орындалмаған жағдайда техникалық және адам денсаулығына түрлі дәрежедегі қауіптілік жағдайына әкелуі мүмкін. Аспалы немесе мұнаралы крандармен жұмыс жүргізуге тыйым салынады.

### **3,2 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары**

Электр қауіпсіздігі ол белгілі бір ережелік бекітпелер арқылы орын алады мысалы керекті 3 ереже жиынтығы

- 1) ПТБ – ҚТЕ
- 2) ПУЭ – ЭҚКЕ
- 3) ПТЭ - ТҚЖЕ

Электр қауіпсіздік ережелері тиісінше қондырғыларға кернеулеріне тиісінше орындалу ретімен қарастырылады оларда қолданылатын адам өміріне зақым тигізетін құрылғыларды бақылау яғни:

- оқшауламаларды бақылау және оларды сынақтан өткізу,
- жерге тұйықталу жағдайларын реттеу
- өткізгіштерді бір бірінен жанасудан сақтау,
- қорғаныстық ажырату.

Қорғаныстың жалпы түрлері ол тарату қосалқы станцияларының төменгі кернеулі бөліктерінде кездеседі себебі анализдік реттік бақылау шараларында жоғарғы вольтты қондырғылар тиімсіздік тудырады.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмысты қорытындылайтын болсақ берілген тапсырма бойынша қуат шығыны мен энергиялық шығындарды үнемдеуге керекті яғни өндірушімен тұтынушы арасындағы тасымалдауға керекті элементтерде болатын бір қатар шығындарды реттеу барысында екі тізбекті тарату желісін пайдалану арқылы азайту жолдары қарастырылып кетті бұл жұмыс барысында жобалаудың тек тұйықталған түрі қарастырылып кетті себебі желі мен трансформаторларға келтірілетін шығындардың ең озық шешімі тұйықталған жүйе түрі болып табылады және экономикалық есптік жағынан да тұйықталмаған желіден үнемдірек.

- ТР1-ТДЦ 200000/220, ТР2-ТРДЦН 160000/220, ТР3-ТРДЦН 160000/220, ТР4-ТДЦ 125000/220, ТР1-ТДЦ 80000/220 осы жұмыс барысында таңдалған трансформаторлар түрлері және параллельдік күйде орындалғандықтан жобалық есептеу барысында дәлме дәл мәндек шамадағы күйде қарастырып өттік  $k_1 = k_{11}$ ;  $\frac{S_1}{S_{11}} = \frac{I_1}{I_{11}} = \frac{K_{11}}{K_1}$ ; осы орындалуы керек шарттар жүйесінде.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб. пособие / Петрова С.С.; Под ред. С.А. Мартынова. - Л.: ЛПИ им. М.И. Калашникова, 1980. - 76 с. УДК 621.311.2(0.75.8)
2. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования” под редакцией Ю.Г.Барыбина и др. – М. Энергоатомиздат, 1991
3. Проектирование электрической сети Малдыбаева Т. С., Бердибеков А. О. Аденова Д. методические указания к курсовой работе для студентов специальности 5в071800) - Алматы: КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2011. с. 1-45.

# ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ

## ШКІРІ

Дипломдық жұмысқа

(жұмыстың аталуы)

Оралтай Ерасыл Ерентайұлы

(білім алушының аты жөні)

5B071800-“Электр энергетикасы”

(шифр және мамандық атауы)

Тақырыбы:

220 кВ тарату желілерінде электр энергиясы және қуат шығындарын азайту

Дипломдық жұмыс Абай аудандық электр желісі аймағында тәжірибе жасалына отырып орындалған. Бұл дипломдық жұмысты бастамас бұрын студент алдында осы 2020-2021 оқу жылында бірнеше есептер мен тәжірибелер орындау алға қойылды. Студент алға қойған тапсырмалардың барлығын жоғары ғылыми деңгейде орындап, Абай аудандық ЭЖ аймағында есептеулер жүргізіліп, тәжірибелер алды.

Бұл жұмыс негізгі төрт бөлімнен тұрады, негізгі бөлім, оның ішінде есептік бөлім ,экономикалық және қоршаған ортаға қауыпсіздік бөлімдерінен тұрады. Негізі бөлімде барлық есептеулер мен зерттеулер жүргізілген.

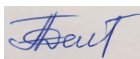
Тәжірибе жасау барысында студент еңбекқорлылығымен, сараптамалық қабілеттілігі жоғары деңгейде екендігін дәлелдеді. Сонымен қатар, тапсырманы өз уақытында орындап, жауапкершілігі мен кәсіби дәрежесі жоғары екендігін көрсетті. Барлық бірге жүргізілген есептер мен бақылауларды өте жоғары деңгейде орындап отырды.

Дипломдық жұмыс жоғары ғылыми-техникалық деңгейде жазылып, үздік бағалауға ие.

**Ғылыми жетекші**

Лектор, т.ғ.м. Аденова Д.Б

( қызметі, ғылыми дәрежесі, атағы)



Ф. И.О.

(қолы)

«09» маусым. 2021ж.





## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Оралтай Ерасыл Ерентайұлы

**Название:** 220 кВ тарату желілерінде электр энергиясы және қуат шығындарын азайту

**Координатор:** Ерлан Сарсенбаев

**Коэффициент подобия 1:** 14.9

**Коэффициент подобия 2:** 8.4

**Замена букв:** 10

**Интервалы:** 0

**Микропробелы:** 42

**Белые знаки:** 0

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

..... Допущен к защите .....

..... 09.06.2021 .....

Дата

.....  
.....

Подпись Научного руководителя

**Протокол анализа Отчета подобия**

**заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Оралтай Ерасыл Ерентайұлы

**Название:** 220 кВ тарату желілерінде электр энергиясы және қуат шығындарын азайту

**Координатор:** Ерлан Сарсенбаев

**Коэффициент подобия 1:**14.9

**Коэффициент подобия 2:**8.4

**Замена букв:**10

**Интервалы:**0

**Микропробелы:**42

**Белые знаки:**0

**После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

**Обоснование:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Дата

09.06.2021



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Допущен к защите

09.06.2021

Дата



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения