



Коммерциялық емес
акционерлік қоғам

ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ
АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ

АЭжБУ колледжі

ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАРЫ

0906000 –«Жылу электр станцияларының жылу энергетикалық қондырғылары»
мамандығының колледж студенттері үшін есептік-сызба жұмыстарды орындау
бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы, 2022

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Е.Г. Михалкова, Д.С. Заурбекова. Жылу электр станцияларының электр жабдықтары. 0906000 –«Жылу электр станцияларының жылу энергетикалық қондыргылары» мамандығының студенттері үшін есептік-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулыштар - Алматы: АӘжБУ КЕАК, 2022 . - 37 6.

Ұсынылып отырған жұмыста «Жылу электр станцияларының электр жабдықтары.» пәні бойынша есептік - сызба жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар мен нұсқалар бар.

Сурет - 10, кесте – 13, әдебиет көрсеткіші - 5 атау.

Пікір беруші: «ӘМӘЖ» кафедрасының PhD докторы Алмуратова Н.К.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы Энергетика және Байланыс Университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2022 ж. баспа жоспары бойынша басылады.

1 № 1 есептік – сызба жұмыс

2 1.1 Жұмыстың мақсаты және мәселелері

Есептік – сызба жұмыстың мақсаты абсолюттік бірліктерде электр жүктемесінің тәуліктік және жылдық графиқтерін түрғызу есептерінде, олардың параметрлерін анықтауда және техникалық әдебиетпен жұмыс жасау машиқтығын өрбітуде дербестікті дамыту.

Есептік – сызба жұмыс жүктеме графиқтерін түрғызу және негізгі параметрлерді анықтау негізгі міндеттері болып есептелецін типтік есеп. Есептік – сызба жұмыс төменде келтірілген нұсқалар бойынша орындалады.

1.2 Алғашқы мәліметтер

Жұмысты орындау үшін алғашқы мәліметтер нұсқаларға сәйкес қабылданады, мұнда беріледі:

- жүктеменің типтік графигі;
- тұтынушылардың максималды жүктемесі P_{max} ;
- жүктемелердің ұзактығы, қыс - жаз.

Есептік – сызба жұмысты орындау үшін алғашқы мәліметтер қатаң жеке берілген. Әр студент өз тапсырмасының нұсқасын үш нышан - фамилиясының бірінші әрпі, есепке алу кітапшасы шифрының соңғы және оның алдындағы сандары бойынша осы пәнді оқитын оқу жылынан тәуелді анықтайды. Алғашқы мәліметтер 1, а - е суреттері, 1.1 және 1.2 кестелері бойынша тандалады.

1.1 кесте - Тұтынушылардың максималды жүктемесі P_{max} , МВт

Оқу жылы	Есеп алу кітапшасының соңғы саны									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2021/2022	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
2022/2023	30	40	50	60	70	80	90	100	10	20
2023/2024	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10

1.2 кесте – Жүктемелер маусымының ұзақтығы, қыс – жаз және қарастырылатын кезеңнің ұзақтығы (күндер)

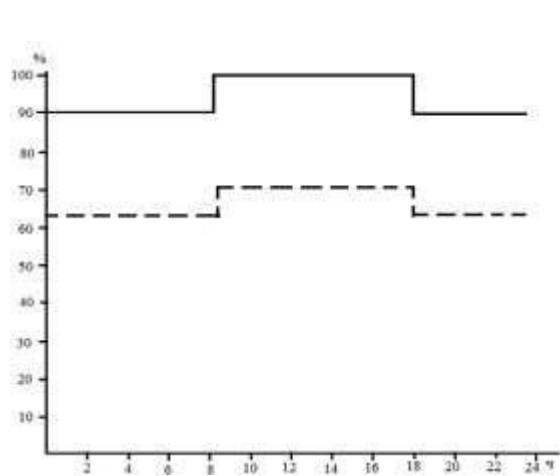
Оқу жылы	Маусым	Есеп алу кітапшасының соңғысының алдындағы саны									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2021/2022	қыс	235	225	215	205	195	185	175	165	155	145
	жаз	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
	Т	221	229	250	258	275	292	298	321	333	344
2022/2023	қыс	215	205	195	185	165	200	155	145	235	210
	жаз	150	160	170	180	200	165	210	220	130	155
	Т	280	290	298	321	333	344	275	260	245	230
2023/2024	қыс	210	200	190	180	170	160	150	140	230	220
	жаз	155	165	175	185	195	205	215	225	135	145
	Т	220	235	248	255	260	275	295	300	310	330

Есептік – түсіндіру жазбасы 10 көлемінде түсінікті және қысқа формада ЭЕМ – нің көмегімен А - 4 (210x297) форматының стандарттық параметрлерінде жасалынады. Жазбада барлық есептер келтіріліп, жұмыста қабылданған шешімдерді түсіндіретін негізгі қағидалы баптар қысқа жазылу керек.

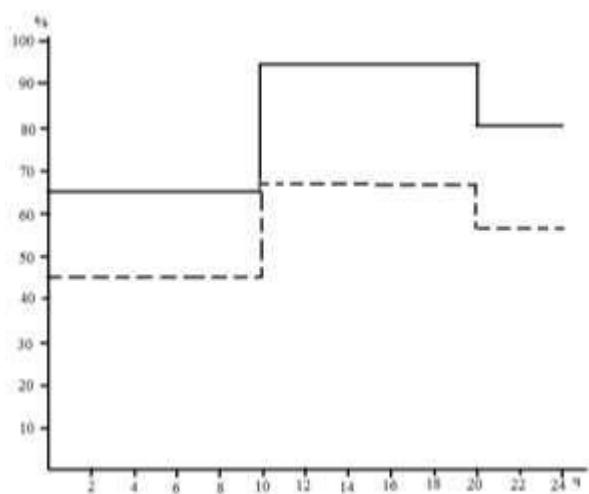
2.3 Жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар

1.3.1 Жалпы мәліметтер.

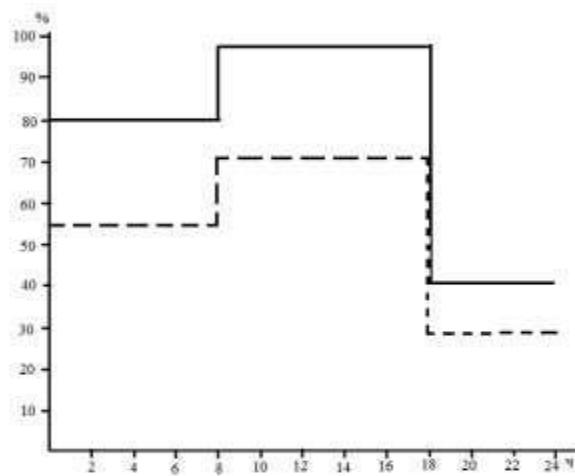
Бөлек тұтынушылардың электр жүктемесі, олай болса, энергия жүйесінде электростанциялардың жұмыс режимін анықтайтын олардың қосынды жүктемесі үзіліссіз өзгереді. Бұл жәйтті жүктеме графигімен сипаттау қабылданған, яғни уақыт бойынша электрқондырғы құатының (*тогының*) өзгеру диаграммасымен.



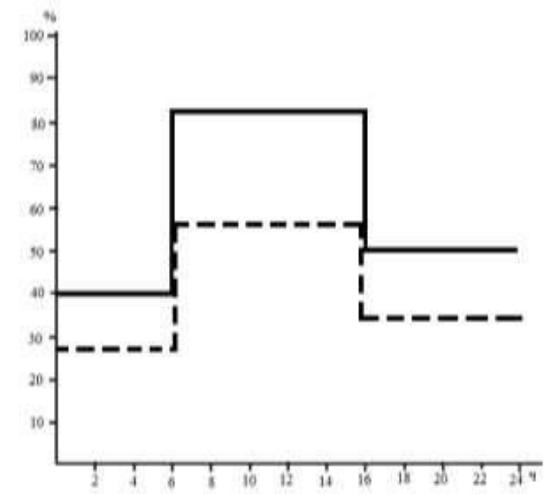
А ,Б , В, Г, Д



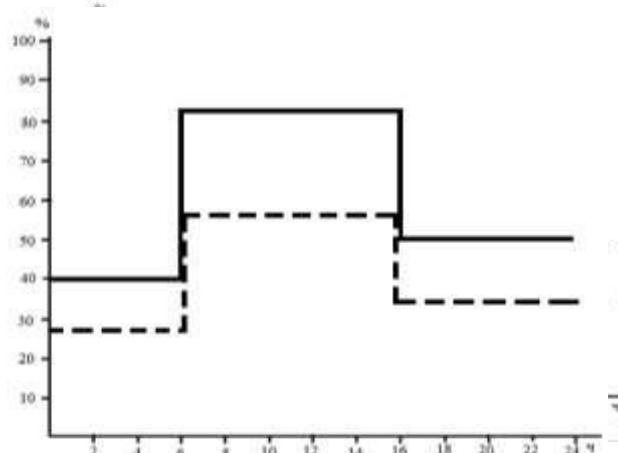
Е, Ж, З, И, К



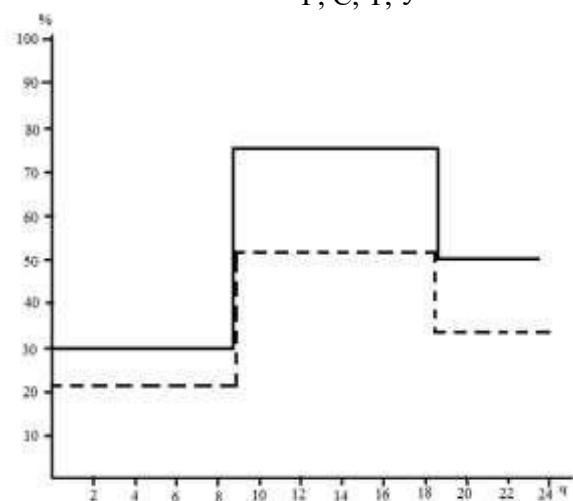
Л, М, Н, О, П



Р, С, Т, У



Ф, Х, Ц, Ч, Ш



Щ, Ы, Э, Ю, Я

1.1 сурет – Электр жүктемелерінің типтік графиктерінің нұсқалары

Тіркелетін параметрдің түрі бойынша электрқондырығының активтік P , реактивтік Q , толық (елестейтін) S қуаттарының және тогының I графиктерін айырады. Әдетте, графиктер белгілі уақыт аралығындағы жүктеменің өзгеруін көрсетеді. Осы нышан бойынша оларды тәуліктікке (24 сағат), маусымдыққа, жылдыққа және т.б. бөледі.

Зерттеу орны немесе олар жататын энергия жүйесінің элементі бойынша графиктерді келесі топтарға бөлуге болады:

- қосалқы станциялардың шиналарында анықталатын тұтынушылардың жүктеме графиктері;
- жүктеменің тораптық графиктері – аудандық және түйінді қосалқы станциялардың шиналарында;
- энергия жүйесінің нәтижелік жүктемесін сипаттайтын энергия жүйесі жүктемесінің графиктері;
- электростанциялар жүктемесінің графиктері.

Жүктеме графиктерін электрқондырығылар жұмысын талдау, электрмен жабдықтау жүйесін жобалау, электртұтыну болжамдарын құрастыру, жабдық жөндеуді жоспарлау және эксплуатация процесінде жұмыстың қалыпты режимін жүргізу үшін пайдаланады.

1.3.2 Тұтынушылар жүктемелерінің тәуліктік графиктері.

Жүктеменің іс жүзіндегі графикі уақыт бойынша тиісті параметрдің өзгеруін тіркейтін тіркеуші аспаптардың көмегімен алынады. Тұтынушылар жүктемесінің болжамдық графикі жобалау процесінде анықталады. Оны тұрғызу үшін алдымен электрқабылдағыштардың қосынды номиналды қуаты деп түсінетін орнатылған қуаты туралы мәліметтер болу керек. Активтік жүктеме үшін: $P_{opn} = \sum P_{nom}$.

Тұтынушылар қосалқы станцияларының шиналарындағы жалғанған қуат:

$$P_{np} = \frac{\sum P_{nom}}{n_{cp,n} n_{cp,c}},$$

мұнда $n_{cp,n}$ және $n_{cp,c}$ — номиналды жүктемедегі тұтынушылар электрқондырығыларының және жергілікті тораптың орта ПЭК.

Эксплуатация тәжірибесінде әдетте тұтынушылардың айғақты жүктемесі қосынды орнатылған қуаттан аз. Бұл жағдай біруақыттық k_0 және жүктелу k_3 коэффициенттерімен ескеріледі. Онда тұтынушылардың максималды жүктемесі үшін өрнектің түрі болады:

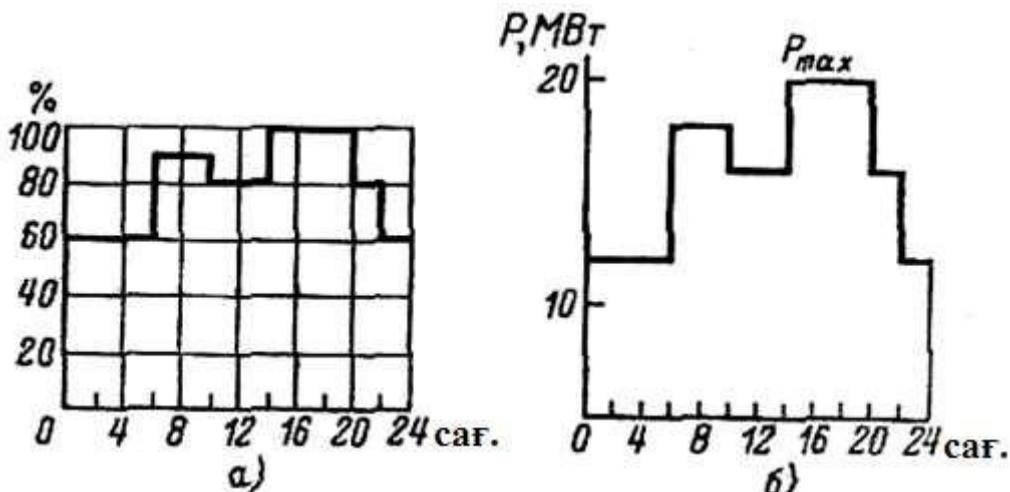
$$P_{max} = \frac{k_0 k_3}{n_{cp,n} n_{cp,c}} \sum P_{nom} = k_{cnp} \sum P_{nom},$$

мұнда k_{cnp} - тұтынушылардың қарастырылып отырған тобы үшін сұраныс коэффициенті.

Сұраныс коэффициенттері біртіпті тұтынушылардың эксплуатация тәжірибесінің негізінде анықталады және анықтамалық әдебиетте көлтіріледі.

P_{max} басқа графикті түрғызу үшін жобалағанда әдетте типтік графиктермен анықталатын уақыт бойынша тұтынушы жүктемесінің өзгеру сипатын білу керек.

Тұтынушының типтік графикі осыған ұқсас жұмыс істеп тұрган тұтынушыларды зерттеу нәтижелері бойынша салынады және а суретінде көрсетілген түрінде анықтамалық әдебиетте көлтіріледі.



а - типтік; б – аталған бірліктерде.

1.2 сурет – Тұтынушының активтік жүктемесінің тәуліктік графиктер

Есептеу ынғайлы болу үшін график сатылды жасалынады. Тәулік ішіндегі ен үлкен мүмкін жүктеме 100% қабылданады, ал графиктің қалған сатылары тәуліктің әр уақыты үшін салыстырмалы мәнін көрсетеді.

Белгілі P_{max} – де графиктің әр сатысы үшін қатынасты пайдаланып, типтік графикті тұтынушының жүктеме графикіне айналдыруға болады:

$$P_{cm} = \frac{n\%}{100} P_{max},$$

мұнда $n\%$ — типтік графиктің тиісті сатысының ординатасы, %.

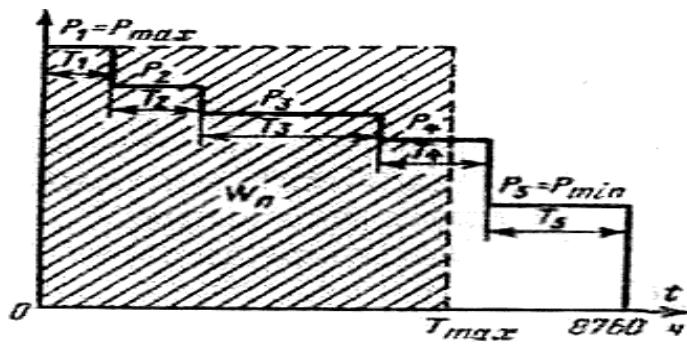
1.2, б суретінде $P_{max}=20$ МВт болғанда типтіктен алынған (1.2, а сурет) электрэнергия тұтынушысының графикі көрсетілген.

1.3.3 Жүктеме ұзақтығының жылдық графикі.

Бұл график қондырғының әртүрлі жүктемелермен жыл бойындағы жұмысының ұзақтығын көрсетеді. Ординаттар өсі бойынша тиісті масштабта жүктемелерді, абсцисстер өсі бойынша 0 – дең 8760 – қа дейінгі жылдың

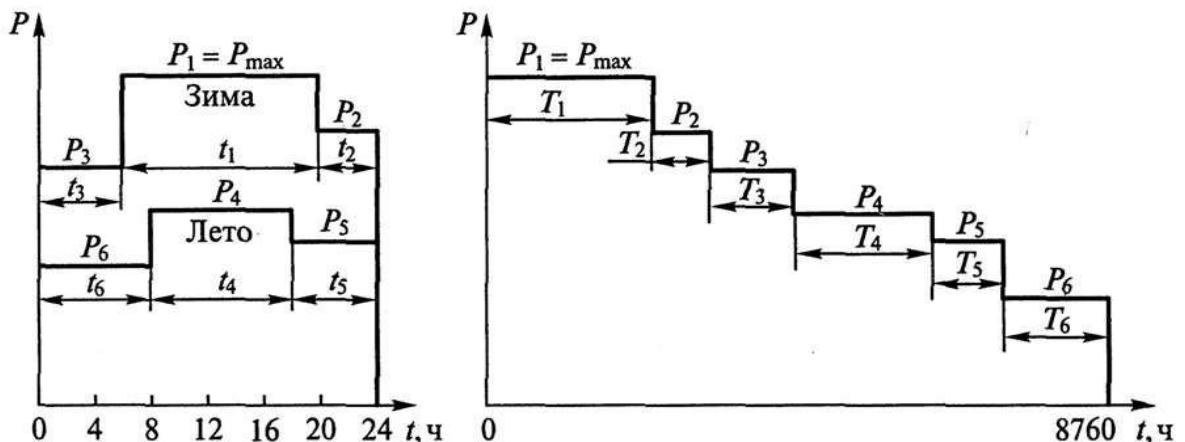
сағаттарын салады. Графикте жүктемелерді олардың азайуына қарай P_{max} - дан P_{min} дейін жайғастырады (1.3 сурет).

Жүктеме ұзақтығының жылдық графигін түрғызу белгілі тәулік графиктерінің негізінде жүргізіледі. 1.4 суретте графикті жүктеменің екі тәулік графиктерінің – қыстық (183 күн) және жаздық (182 күн) графиктерінің барлығында түрғызу тәсілі көрсетілген.



1.3 сурет - Жүктеме ұзақтығының жылдық графигі

Электрэнергияның кеңінен тараған тұтынушылары үшін анықтамалықтарда активтік және реактивтік жүктемелердің ұзақтық бойынша типтік графиктері келтіріледі.



1.4 сурет - Жүктеме ұзақтығының жылдық графигін түрғызу тәсілі

Жүктеме ұзақтығының графигін қондырғының техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің есептерінде, электрэнергия шығындарын еситегендегі, жыл бойында жабдықты пайдалануды бағалағанда және т.б қолданады.

2.3.4 Жүктеме графиктерінен анықталатын техникалық – экономикалық көрсеткіштер.

Активтік жүктеме графикінің қисығымен шектелген аудан қарастырылған мерзімдегі электрқондырғы өндірғен немесе тұтынған

энергияға тең:

$$W_{\Pi} = \sum P_i T_i,$$

мұнда P_i – графиктің і сатысының қуаты;

T_i – сатының ұзақтығы.

Қондырғының орта жүктемесі қарастырылатын мерзімде (тәулік, жыл)

$$P_{cp} = \frac{W_{\Pi}}{T},$$

мұнда T - қарастырылатын мерзімнің ұзақтығы;

W_n - қарастырылатын мерзімдегі электрэнергия.

Қондырғының жұмыс графигінің бірқалыпты емес дәрежесін толықтыру коэффициентімен бағалайды

$$k_{3n} = \frac{W_{\Pi}}{P_{max}T} = \frac{P_{cp}}{P_{max}}.$$

Жүктеме графигін толтыру коэффициенті қарастырылатын мерзімде (тәулік, жыл) электрэнергияның өндірілген (тұтынылған) саны, егер қондырғы жүктемесі барлық уақытта максималды болса, сол уақытта өндірілген (тұтынылған) энергияның санынан қанша есе аз болғанын көрсетеді. Әрине, график бірқалыпты болған сайын, K_{3n} мәні бірге жақын.

Қондырғының жүктеме графигін сипаттау үшін максималды жүктемені пайдаланудың шартты ұзақтығын қолдануға болады:

$$T_{max} = \frac{W_{\Pi}}{P_{max}} = \frac{P_{cp}T}{P_{max}} = k_{3n}T.$$

Бұл шама қарастырылатын T мерзімінде (әдетте жыл) қондырғы сол уақыт мерзімінде электрэнергияның W_n айғақты санын өндіріп (тұтыну) үшін қанша сағат өзгермейтін максималды жүктемемен жұмыс істей керек екенін көрсетеді.

Іс жүзінде орнатылған қуаттың пайдалану коэффициентін де

$$k_u = \frac{W_{\Pi}}{TP_{ycm}} = \frac{P_{cp}}{P_{ycm}u},$$

немесе орнатылған қуаттың пайдалану ұзақтығын да қолданады.

$$T_y = \frac{W_{\Pi}}{P_{ycm}} = k_u T.$$

k_u анықтағанда P_{ycm} деп резервтікті қосқандағы барлық агрегаттардың қосынды

орнатылған қуатын түсіну керек.

k_u пайдалану коэффициенті агрегаттардың орнатылған қуатын пайдалану дәрежесін сипаттайты. Әрине, $k_u < 1$, ал $T_{yct} < T.. P_{yct} \geq P_{max}$ қатынасын ескеріп, $k_u \leq k_{3n}$. алады.

2 Есептік-сызба жұмыс №2

2.1 Есептік-сызба жұмыстың мақсаты және мәселелері

Жұмыстың мақсаты: студенттерге қойылған тапсырмаларды өз бетімен шешім шығаруын дамыту, теориялық білімдерін баянды ету, техникалық әдебиеттерден алынған ақпараттарды тәжірбиемен үштастыра отырып электрлік станциялардың құрылымдық сұлбаларын таңдау жәнежүктемелердің балансын есептеу.

Есептеу-сызба жұмыс, бұл типтік есеп, оған кіретін мәселелер:

- генераторлардың түрін, олардың қоздыру және салқындану жүйелерін таңдау;
- станциялардың алғашқы құрылымдық сұлбаларын сыйзу (құрастыру);
- қалыпты режимде жүктемелердің қуат балансын есептеу (қалыпты режимде).

2.2 Есептік-сызба жұмыстың көлемі және мазмұны

2.2.1 Бастапқы берілгендері.

Есептеу-сызба жұмыстың бастапқы берілгендері нұсқаға сәйкес алынады, мұндағы берілгендер:

- станцияның және отынның түрі;
- станциядағы генераторлардың қуаты мен саны;
- электрлік жүктемелер, олардың кернеуі және қуаты;
 - энерго жүйемен станцияны байланыстыратын электр беру желілерінің саны, кернеуі және тағы басқа да керекті деректер.

Жүктеме графіктерін бірдей етіп алыш, олар қарастырылатын мысалда келтіріледі.

№ 2 Есептеу-графикалық жұмысты орындауға арналған тапсырмалардың нұсқалары 2.1-кестеде келтірілген. Нұсқалардағы тапсырмаларды студент өзінің топтағы тізім неміріне сәйкес таңдап алады. Мысалы, бірінші топта 20 студент болса, олар алдыңғы 20 нұсқалар тапсырмасын алады, ал екінші топтағы студенттер 21-ден әрі қарай нұсқалар тапсырмаларын алады, т.с.с. (нұсқалардағы тапсырмаларды таңдағанда түсініксіз мәселелерді оқытушымен келісіп шешу керек немесе тапсырмаларды оқытушының өзі анықтауы мүмкін).

2.2.2 Есептік – сызба жұмыстың мазмұны.

- 1) Салқындау және қоздыру туралы барлық параметрлері және берілгендері көрсетілген генераторлардың түрін тандау [1.2.3.4].
- 2) Электр станциялардың құрылымдық сұлбасының 2-3 нұсқасын қарастыру. Қарастырылатын тарату құрылғылардың нұсқалары, әр түрлі кернеудегі тарату құрылғылардағы (ТК) электрлік жалғану сұлбалары, трансформаторлар (автотрансформаторлар) балансының қуаты салыссырмалы болуы тиіс.
- 3) Жүктеменің тәуліктік сызбасын тұрғызу, қуат балансын анықтау

2.1 кесте – Есептік – сызба жұмысты орындауға керекті нұсқаулар тапсырмалары

ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҒЫ

№ нұсқалар	Отынтырі	Генераторлардың саны және қуаты, МВт	Генераторлық кернеудегі желілердің саны, жүктеменің қуаты, МВт	Ө.М. шығыны, %	ОҚТҚ номиналды кернеуі, кВ	ОҚТҚ желілерінің саны, жүктеменің қуаты, МВт	Жүктеменің ұзактығы, қыс/жаз	Жүйемен байланысты желілердің номиналды кернеуі, кВ	Желілер саны және ұзындығы, км
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Газ	2/32	10/3	5	35	2/8	150/215	110	2/25
2	Көмір	3/32	6/4	11	35	5/7	160/205	110	2/60
3	Мазут	3/32	10/3	7	35	2/10	140/225	110	2/55
4	Көмір	3/60	12/3; 10/2	8	35	2/18	150/215	110	2/40
5	Газ	3/60	20/4	6	35	2/15	175/190	110	2/65
6	Газ	3/63	15/5	5	35	3/16	170/195	110	2/55
7	Көмір	3/63	20/4	10	35	4/10	160/205	110	2/96
8	Мазут	3/63	15/3	7	35	4/15	140/225	110	2/60
9	Көмір	3/63	12/3	12	35	2/20	150/215	110	2/50
10	Мазут	3/60	18/4	7	35	2/20	180/185	110	2/40
11	Көмір	3/60	14/5	13	35	2/25	160/205	110	2/80
12	Мазут	4/32	10/5	6	35	3/12	150/215	110	2/50
13	Көмір	4/32	15/3	12	35	2/16	180/185	110	2/50
14	Көмір	4/60	10/1,5 8/5	12	35	4/15	160/205	110	2/45
15	Көмір	4/60	16/4	13	35	4/10	145/220	110	2/65
16	Мазут	4/63	18/4	6	35	2/16	165/200	110	2/60
17	Мазут	4/63	15/5	7	35	2/12	185/180	110	2/75
18	Газ	4/32	8/2	5	35	2/5	170/195	110	2/30
19	Көмір	4/32	10/1,5	9	35	2/7	190/175	110	2/40
20	Мазут	3/12	8/1,5	7	35	1/6	180/185	110	2/55
21	Газ	3/12	6/2	6	35	2/5	190/175	110	2/90
22	Газ	4/12	5/4	6	35	2/10	165/200	110	2/20

2.1 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23	Мазут	4/12	10/3	5	35	2/12	170/195	110	2/45
24	Газ	5/32	10/4; 5/3	5	35	2/15	175/190	110	2/70
25	Көмір	5/32	15/3; 10/2	11	35	2/13	190/175	110	2/85
26	Мазут	5/60	12/4; 8/3	5	35	4/20	180/185	110	2/110
27	Көмір	5/60	20/4; 20/3	12	35	2/25	165/200	110	2/75
28	Мазут	5/63	15/6	7	35	2/45	160/205	110	2/90
29	Газ	5/63	24/4	6	35	4/18	195/170	110	2/115
30	Көмір	5/32	20/2	14	35	4/10	190/175	110	2/80
31	Мазут	5/60	15/6	5	35	4/15	180/185	110	2/110
32	Мазут	5/63	20/5	6	35	4/25	165/200	110	2/90
33	Көмір	2/12; 1/32	10/2	11	35	1/6	160/205	110	2/40
34	Мазут	2/12; 1/32	10/1,5; 5/2	6	35	1/12	195/170	110	2/20
35	Газ	2/32; 1/60	15/2; 8/4	5	35	1/15	175/190	110	2/45
36	Көмір	2/32; 1/60	14/3; 12/4	10	35	1/20	150/215	110	2/80
37	Көмір	2/60; 1/100	16/5	10	35	3/20	140/225	110	2/70
38	Мазут	2/60; 1/110	14/4	7	35	2/15	155/210	110	2/65
39	Көмір	2/63; 1/120	15/6	12	110	4/20	150/215	220	2/90
40	Газ	2/63; 1/120	12/5	5	110	3/15	195/170	220	2/95
41	Газ	2/63; 1/120	20/4	6	35	4/12	140/225	220	2/82
42	Көмір	3/3; 1/60	24/3	10	35	2/25	155/210	110	2/54
43	Газ	3/32; 1/60	14/2	6	35	2/14	150/215	110	2/64
44	Газ	3/60; 1/100	14/6	5	35	4/40	155/210	110	2/20
45	Газ	3/60; 1/100	24/4	5	110	4/25	140/225	220	2/70
46	Көмір	3/63; 1/120	30/4	10	110	2/30	155/210	220	2/115
47	Газ	3/63; 1/120	10/3; 22/4	6	110	3/24	175/190	220	2/80
48	Газ	3/12; 1/32	10/1,5; 5/1,0	6	35	2/10	170/195	110	2/40
49	Көмір	3/12; 1/32	14/2	9	35	1/14	175/190	110	2/60
50	Газ	4/60; 1/100	10/5	7	110	4/20	150/215	220	2/150

2.1 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
51	Көмір	4/32; 1/63	8/4; 10/2	11	35	6/15	170/195	110	2/70
52	Газ	2/12; 2/32	6/5	7	35	3/12	160/205	110	2/65
53	Көмір	2/12; 2/32	11/3	12	35	2/13	150/215	110	2/80
54	Газ	2/32; 2/60	22/3	7	110	2/26	180/185	220	2/90
55	Газ	2/32; 2/60	24/2	6	35	2/15	160/205	110	2/55
56	Көмір	2/60; 2/100	20/4; 10/2	10	110	2/25	185/180	220	2/80
57	Мазут	2/60; 2/100	20/5	7	110	4/30	165/200	220	2/150
58	Мазут	4/12; 1/32	10/1,5; 8/3	6	35	2/10	150/215	110	2/40
59	Газ	4/12; 1/32	12/2	5	35	4/8	150/215	110	2/60
60	Көмір	4/32; 1/63	22/4	10	110	4/10	180/185	220	2/80
61	Мазут	4/32; 1/63	16/3	7	110	2/14	160/205	220	2/70
62	Көмір	4/63; 1/100	18/3	11	110	4/13	185/180	220	2/50
63	Мазут	4/63; 1/100	24/3	7	110	2/17	165/200	220	2/80
64	Газ	3/32; 2/60	10/3; 6/2	5	35	4/12	161/205	110	2/30
65	Газ	3/32; 2/60	4/5; 14/4	6	35	4/10	150/215	110	2/65
66	Газ	3/32; 1/120	8/2; 10/3	7	35	2/18	185/180	110	2/80
67	Көмір	2/60; 2/110	10/3; 10/4	10	110	4/20	165/200	220	2/110
68	Көмір	4/12; 1/63	14/3	11	35	2/18	150/215	110	2/40
69	Газ	4/12; 1/63	6/4	6	35	2/11	180/185	110	2/60
70	Көмір	4/32; 1/120	18/4	13	110	2/21	160/205	220	2/80
71	Мазут	3/12; 1/63	15/3	5	35	2/10	180/185	110	2/60
72	Мазут	4/32; 1/100	6/5; 8/4	6	110	5/13	160/205	220	2/120
73	Мазут	3/60; 1/120	15/6	7	110	4/15	170/195	220	2/150
74	Көмір	2/32; 1/100	10/4	8	35	4/15	181/185	110	2/30
75	Мазут	3/32; 1/100	10/5	6	35	6/10	180/185	110	2/70
76	Газ	4/60; 1/120	12/4; 10/5	5	110	4/15	165/200	220	2/80
77	Газ	2/32	15/3	6	35	2/8	150/215	110	2/25
78	Көмір	3/32	20/3	14	35	5/7	160/205	110	2/60
79	Мазут	3/32	15/5	6	35	2/10	140/225	110	2/55

2.1 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
80	Көмір	3/60	30/4	10	35	2/18	150/215	110	2/40
81	Газ	3/60	40/3	5	35	2/15	175/190	110	2/65
82	Газ	3/63	35/5	6	35	3/16	170/195	110	2/55
83	Көмір	3/63	40/4	9	35	4/10	160/205	110	2/96
84	Мазут	3/63	30/3	8	35	4/15	140/225	110	2/60
85	Көмір	3/63	35/3	12	35	2/20	150/215	110	2/50
86	Мазут	3/60	32/4	8	35	2/20	180/185	110	2/40
87	Көмір	3/60	28/5	12	35	2/25	160/205	110	2/80
88	Мазут	4/32	20/5	8	35	3/12	150/215	110	2/50
89	Көмір	4/32	30/3	11	35	2/16	180/185	110	2/50
90	Көмір	4/60	35/3	13	35	4/15	160/205	110	2/45
91	Көмір	4/60	32/4	15	35	4/10	145/220	110	2/65
92	Мазут	4/63	36/4	7	35	2/16	165/200	110	2/60
93	Мазут	4/63	29/5	8	35	2/12	185/180	110	2/75
94	Газ	4/32	16/2	5	35	2/5	170/195	110	2/30
95	Көмір	4/32	15/1,5	9	35	2/7	190/175	110	2/40
96	Мазут	3/12	9/2	6	35	1/6	180/185	110	2/55
97	Мазут	4/12	8/3	6	35	2/12	170/195	110	2/45
98	Газ	5/32	20/4	6	35	2/15	175/190	110	2/70
99	Мазут	5/60	40/4	6	35	4/20	180/185	110	2/110
100	Көмір	5/60	30/5	14	35	2/25	165/200	110	2/75
101	Мазут	5/63	30/6	8	35	2/45	160/205	110	2/90
102	Газ	5/63	30/5	5	35	4/18	195/170	110	2/115
103	Көмір	5/32	40/2	13	35	4/10	190/175	110	2/80
104	Мазут	5/60	40/5	6	35	4/15	180/185	110	2/110
105	Мазут	5/63	42/4	7	35	4/25	165/200	110	2/90
106	Көмір	2/12; 1/32	20/2	13	35	1/6	160/205	110	2/40
107	Мазут	2/12; 1/32	20/2	5	35	1/12	195/170	110	2/20
108	Көмір	2/60; 1/100	32/5	11	35	3/20	140/225	110	2/70

2.4 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
109	Мазут	2/60; 1/110	28/5	8	35	2/15	155/210	110	2/65
110	Көмір	2/63; 1/120	30/5	13	110	4/20	150/215	220	2/90
111	Газ	2/63; 1/120	24/5	6	110	3/15	195/170	220	2/95
112	Газ	2/63; 1/120	40/4	7	35	4/12	140/225	220	2/82
113	Көмір	3/32; 1/60	40/3	9	35	2/25	155/210	110	2/54
114	Газ	3/32; 1/60	28/2	5	35	2/14	150/215	110	2/64
115	Газ	3/60; 1/100	28/5	6	35	4/40	155/210	110	2/20
116	Газ	3/60; 1/100	30/5	6	110	4/25	140/225	220	2/70
117	Көмір	3/63; 1/120	40/4	11	110	2/30	155/210	220	2/115
118	Газ	3/63; 1/120	10/3; 22/4	8	110	3/24	175/190	220	2/80
119	Газ	3/12; 1/32	10/1,5; 5/1,0	7	35	2/10	170/195	110	2/40
120	Көмір	3/12; 1/32	8/2	10	35	1/14	175/190	110	2/60
121	Газ	4/60; 1/100	40/5	6	110	4/20	150/215	220	2/150
122	Газ	2/12; 2/32	12/5	8	35	3/12	160/205	110	2/65
123	Көмір	2/12; 2/32	12/3	11	35	2/13	150/215	110	2/80
124	Газ	2/32; 2/60	40/3	8	110	2/26	180/185	220	2/90
125	Газ	2/32; 2/60	40/2	7	35	2/15	160/205	110	2/55
126	Мазут	2/60; 2/100	40/4	8	110	4/30	165/200	220	2/150
127	Газ	4/12; 1/32	24/2	6	35	4/8	150/215	110	2/60
128	Көмір	4/32; 1/63	40/2	11	110	4/10	180/185	220	2/80
129	Мазут	4/32; 1/63	32/3	8	110	2/14	160/205	220	2/70
130	Көмір	4/63; 1/100	35/3	10	110	4/13	185/180	220	2/50
131	Мазут	4/63; 1/100	40/3	10	110	2/17	165/200	220	2/80
132	Көмір	4/12; 1/63	20/3	10	35	2/18	150/215	110	2/40
133	Газ	4/12; 1/63	30/2	5	35	2/11	180/185	110	2/60
134	Көмір	4/32; 1/120	36/3	11	110	2/21	160/205	220	2/80
135	Мазут	3/12; 1/63	30/2	6	35	2/10	180/185	110	2/60

Ескерту – Жұмысты орындау барысында кейбір берілген деректер оқытушымен келісіліп өзгеруі мүмкін.

2.3 Жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар

2.3.1 Жүктеме сызбаларын тұрғызу және қуат балансын есептеу.

Трансформаторлардың (автотрансформаторлардың) саны мен қуатын таңдау және құрылымдық сұлбаның сәйкес нұсқаларын анықтау бойынша технико-экономикалық есептерді орындау үшін трансформатор жүктемелерінің тәуліктік сызбаларын тұрғызу керек. Бұл сызбалар құрылымдық сұлбаның әрбір нұсқасына қысқы және жазғы кезеңдерге арналып құралады. Энергожүйеге қуат беру ($S_{жүйе.бер.(t)}$) сызбасы, өндірілетін қуаттың ($S_{ген.(t)}$) , тұтынушылардың қуатының ($S_{мұм(t)}$) және өзіндік мұқтаждығына ($S_{c.h.(t)}$) керекті қуаттың айырмашылығын есептей отырып алынады.

$$S_{жүйе.бер(t)} = S_{ген(t)} - S_{мұм(t)} - S_{ө.м.(t)}, \quad (2.1)$$

Мұнда

$$S(t) = \sqrt{P(t) + jQ(t)}.$$

Электр станциялардағы электр энергияны өндірудің айнымалы сызбасы кезінде өзіндік мұқтаждықтың қуат шығынын [4] тең анықтауға болады:

$$P_{c.h.(t)} = \left(0,4 + 0,6 \frac{P_i(t)}{P_{yem}} \right) \cdot P_{c.h.max}, \quad (2.2)$$

Мұнда $P_{ө.м.}(t)$ – t уақытта станцияның шинаға беретін қуаты, МВт;

$P_{бел.}$ – станциялардың (блоктың) белгіленген қуаты, МВт;

$P_{ө.м.max}$ – өзіндік мұқтаждықтың максимады қуаты, МВт;

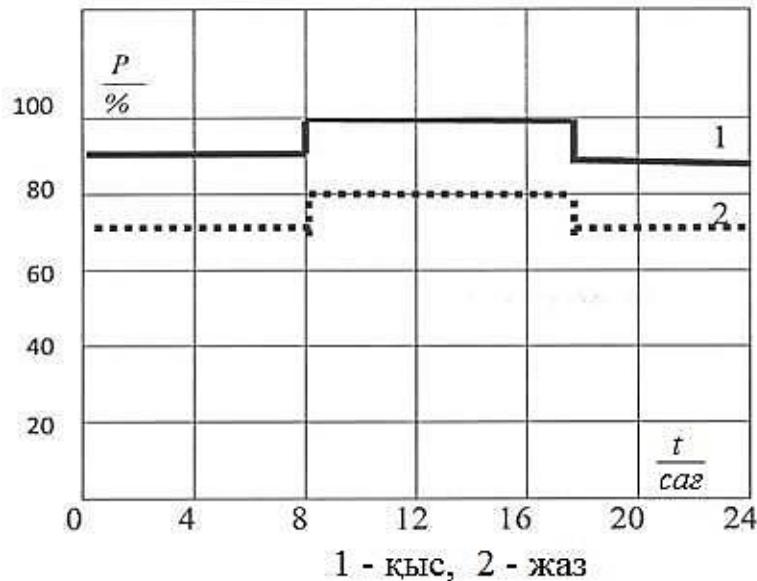
Тәуліктік графиктерді есептегеннен кейін 2.1 және 2.2-суреттерде келтірілген жүктемелер графигіне сәйкес қыста және жазда қуаттың ең жоғары және ең төмен режимдерінде станцияның өзіндік мұқтаждыққа жүктемені ескере отырып, трансформаторлар арқылы қуаттың ағындары айқындалатын қалыпты режим жүктемелерінің теңгерімін орындау қажет. Баланс нысаны кез-келген болуы мүмкін. Есептеу мысалында көрсетілгендей баланстың кестелік формасын қолдану ыңғайлы.

Мүмкін болатын төтенше жағдайларды ескере отырып, қалыпты режимдегі жүктеме балансы трансформаторлардың қуатын таңдау үшін негіз болып табылады, ол №3 ЕСЖ-да орындалады.

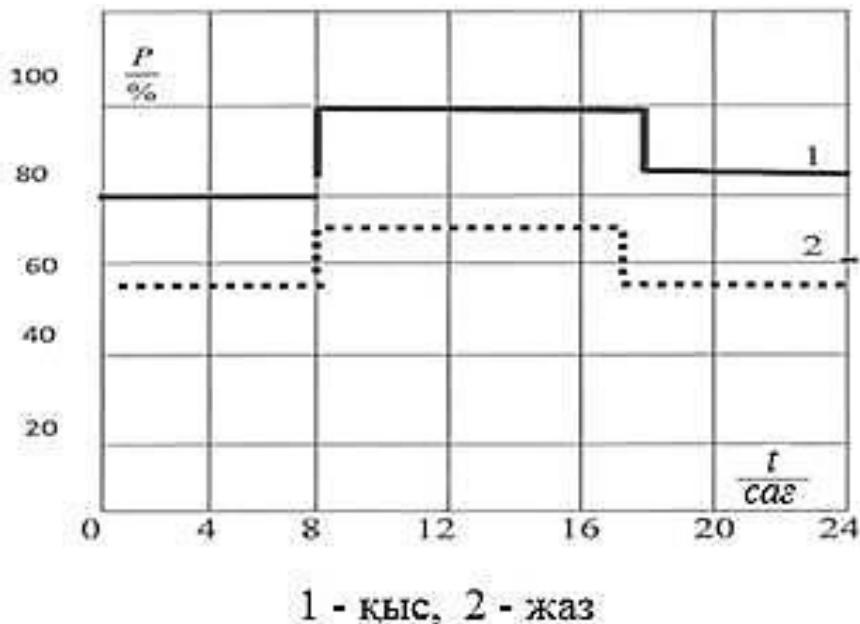
2.4 №2 ЕСЖ есептеу мысалы

Бастапқы берілгендері: генераторлар саны – 4; жекеленген қуаты – 63 МВт; генераторлық кернеудегі жүктеме – 7 МВт-тық 10 желі; 35 кВт ТК-дағы жүктеме – 8 МВт-тық 6 желі; ұзындығы 30 км екі желі, кернеуі 110 кВ-тық жүйемен

байланысты; өзіндік мұқтаждықтың шығынын белгіленген қуаттан 10% етіп аламыз (көмірі тозаң түрінде ЖЭО үшін); генераторлық кернеудегі жергілікті жүктеме сызбасы тәулік ішінде өзгермейді, қыста – 100%, жазда – 70%; генераторлардың қуат өндіру сызбалары мен генераторлық кернеудегі және 35 кВ кернеудегі жүктеме сызбалары төменде көрсетілген.



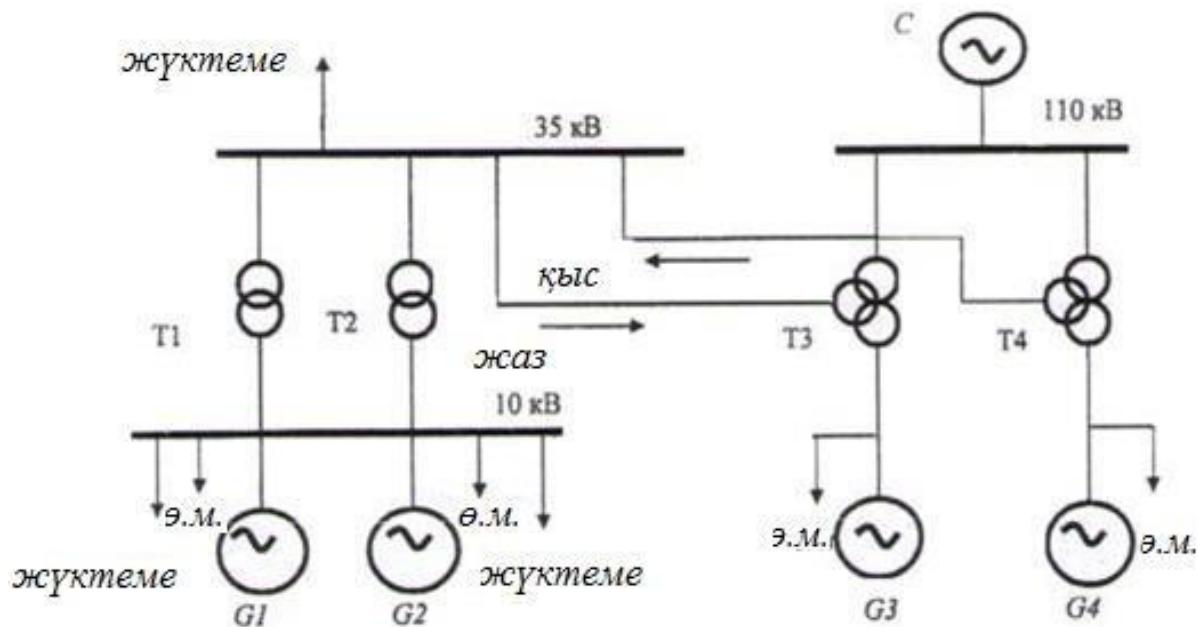
2.1 сурет – ЖЭО генераторларының қуат өндіру сызбасы



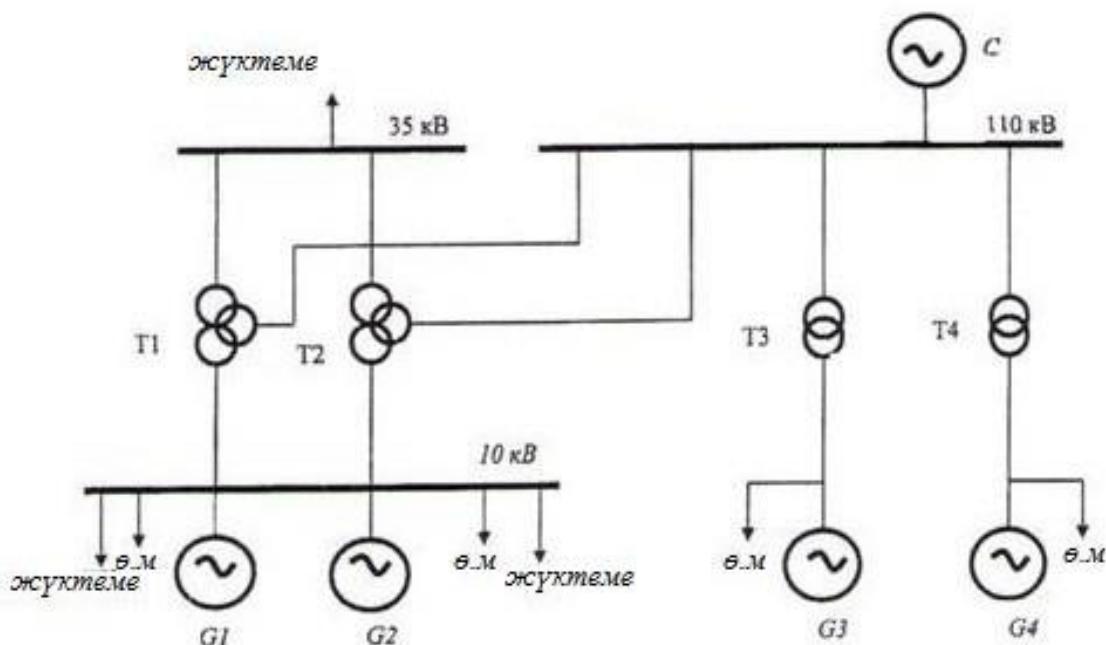
2.2 сурет – 35 кВ-тың кернеудегі жүктеменің сызбасы

Бастапқы берілгендеріне сәйкес орнатуға ТВФ-36-2У3 турбогенераторын қолданамыз, сипаттамалары [1, кесте 2.1]. $P_{nom} = 63MBm$, $S_{nom} = 78,75MVA$, $U_{nom} = 10,5kV$, $\cos \phi_{nom} = 0,8$.

Генераторлардың санына және жүктеме құрамына сәйкес 2.3 және 2.4 суретте көрсетілген құрылымдық сұлбаның нұсқалары берілген.



2.3 сурет – 1-ші нұсқа



2.4 сурет – 2-ші нұсқа

Бірінші нұсқа үшін қуаттың ағындары.

Қалыпты режим үшін қуат балансы 2.2 кестеде келтірілген.

2.2 кесте – 1-ші нұсқа үшін қуат балансы (қалыпты режим)

Анықталатын параметр	Жылдың кезеңі	Уақыты, сағ.		
		0 - 8	8 - 18	18 - 24
1. Г-1 және Г-2 қуаттарын өндіру, МВт	қыс	113,4	126	113,4
	жаз	88,2	100,8	88,2
2. Г-1 және Г-2 ө.м. жүктемесі, МВт	қыс	11,85	12,6	11,85
	жаз	10,3	11,0	10,3
3. Г-3 және Г-4 генераторлардың әрбірінің ө.м.-ның жүктемесі, МВт	қыс	5,92	6,3	5,92
	жаз	5,15	5,55	5,15
4. 10 кВ тағы жүктеме, МВт	қыс	70	70	70
	жаз	49	49	49
5. Т-1 және Т-2 жүктелуі, МВт (қосындысы)	қыс	31,55	43,4	31,55
	жаз	28,9	40,8	28,9
6. Т-1 және Т-2 трансформаторлардың әрбірінің жүктелуі, МВт	қыс	15,78	21,7	15,78
	жаз	14,45	20,35	14,45
7. 35 кВ-тағы жүктеме, МВт	қыс	38,4	48	38,4
	жаз	28,8	33,6	28,8
8. Т-3 және Т-4 10 кВ-тық орамының жүктелуі, МВт	қыс	57,08	56,7	57,08
	жаз	57,85	57,45	57,85
9. Т-3 және Т-4 35 кВ-тық тық орамының жүктелуі, МВт	қыс	-3,42	-2,3	-3,42
	жаз	-0,05	-3,35	-0,05
10. Т-3 және Т-4 110 кВ-тық орамының жүктелуі, МВт	қыс	53,65	54,4	53,65
	жаз	57,9	61,05	57,9

Ескертулер

1 Т-1 және Т-2 трансформаторларының жүктелуі, Г-1 және Г-2 генераторларымен өндірілетін қуатынан, 10 кВ-тық жүктеменің қуатын және генераторлардың (G_1, G_2) өзіндік мұқтаждығына керекті қуатты шегергенге тең деп есептелінеді.

2 Т-3, Т-4 трансформаторларының әрбірінің 35 кВ-тық орамының жүктелуі 35 кВ-тық жүктеме мен Т-1 және Т-2 жүктелурерінің арасындағы айырмасы ретінде анықталады.

3 Т-3 және Т-4 трансформаторларының әрбірінің 110 кВ-тық орамының жүктелуі, генератор өшіруінің және Т-3 немесе Т-4 трансформаторының 35 кВ орамының жүктелуінің, сонымен қатар генератордың өзіндік мұқтаждығының шығыны арасындағы айырмасы ретінде анықталады.

4 Минус белгісі электр энергияның қай жаққа берілетіндігін көрсетеді (шартты түрде). Ол белгі қуаттың абсолюттік мәні емес.

Екнің нұсқа үшін қуаттың ағындары.

Қалыпты режим үшін қуат балансы 2.3 кестеде келтірілген.

2.3 кесте – 2-ші нұсқа үшін қуат балансы (қалыпты режим)

Анықталатын параметр	Жылдың кезеңі	Уақыты, сағ.		
		0 - 8	8 - 18	18 - 24
1. Г-1 және Г-2 қуаттарын өндіру, МВт	қыс	113,4	126	113,4
	жаз	88,2	100,8	88,2
2. Г-1 және Г-2 ө.м. жүктемесі, МВт	қыс	11,85	12,6	11,85
	жаз	10,3	11,0	10,3
3. Г-3 және Г- генераторлардың әрбірінің ө.м.-ның жүктемесі, МВт	қыс	5,92	6,3	5,92
	жаз	5,15	5,55	5,15
4.10 кВ тағы жүктеме, МВт	қыс	70	70	70
	жаз	49	49	49
5.T-1 және T-2 жүктелуі, МВт (қосындысы)	қыс	31,55	43,4	31,55
	жаз	28,9	40,7	28,9
6.T-1 және T-2 трансформаторлардың әрбірінің жүктелуі, МВт	қыс	15,78	21,7	15,78
	жаз	14,45	20,35	14,45
7. 35 кВ-тағы жүктеме, МВт	қыс	38,4	48	38,4
	жаз	28,8	33,6	28,8
8.Әрбір T-1 және T-2 трансформаторларының 35 кВ-тық пенбірге 110 кВ қуат ағыны	қыс,	3,42	2,3	3,42
	жаз	-0,05	-3,35	-0,05
9. T-1 және T-2 трансформаторлардың әрбірінің 35 кВ-тық орамының жүктелуі	қыс	19,2	24	19,2
	жаз	14,4	16,8	14,4

Ескертулер

1 Т-1 және Т-2 трансформаторларының әрбірінің 110 кВ орамының қуат ағыны 35 кВ – тегі жүктеме мен Т-1, Т-2-нің 10 кВ-тық орамдарының жүктемелерінің айырмасының жартысы ретінде анықталады.

2 Т-3, Т-4 трансформаторларының әрбірінің 35 кВ-тық орамының жүктелуі 35 кВ-тық ТК-на бағытталған 10 кВ және 110 кВ-тық орам қуаттарының қосындысы ретінде анықталады.

3 Есептік – сыйза жұмыс №3

3.1 №3 ЕСЖ-тың мақсаты және есептері

Жұмыстың мақсаты: студенттердің теориялық білімдерін нығайту және нақты есептерді өз бетімен шығаруды дамыту, сонымен қатар техникалық әдебиеттерді, нормативтік және техникалық шарттарды және ЭЕМ (ЭВМ)

құралдарын дұрыс пайдалануы бойынша тәжірбие алуы болып табылады. Бұл жұмыс №2 есептеу-сызба жұмыстың жалғасы болып табылады.

№3 ЕСЖ-тың есебі:

-күштік трансформаторлардың (автотрансформаторлардың) түрін, санын және қуатын таңдау;

-трансформаторлардағы (автотрансформаторлардағы) электр энергияның жылдық шығынын есептеу

3.2 №3 ЕСЖ-тың мазмұны және көлемі

ЕСЖ есептеу-түсініктемеден және электр станцияның сұлбасының электрлік жалғануынан тұрады.

3.2.1 Есептің берілген мәндері.

№3 ЕСЖ-ты орындауға керекті мәндерді осы пәннің №2 ЕСЖ-да орындалған деректерден аламыз. Онда:

- станцияның және отынның түрі;
- станциядағы генераторлардың қуаты мен саны;
- электрлік жүктемелер, олардың кернеуі және қуаты;
- энерго жүйемен станцияны байланыстыратын электр беру желілерінің саны, кернеуі .
- ЖЭО генераторларымен, ө.м. механизмдерімен қуатты өндіру кестесі және 35 кВ кернеудегі жүктеме;
- қалыпты жұмыс режимінде екі нұсқа үшін қуат балансы берілген.

3.2.2 Есептік жұмыстың мазмұны.

Есептеме-түсініктеменің мазмұны нақты 20-25 бет көлемінде және АЭжБУ стандартына сай (210x297) А4 форматы стандартты бетіне жинақты түрде жазылуы керек. Есептеме – түсініктемеде барлық есептеу жұмысы толығымен болуы керек және барысында алынған негізгі параметрлер, сипаттамалар қысқаша көрсетіледі.

Есептік-сызба жұмыстың мазмұны:

- тарату құрылғыларын байланыстыратын күштік трансформаторлардың (автотрансформаторлардың) түрін, санын және қуатын таңдау.
- сол таңдалынып алынған трансформаторлардағы (автотрансформаторлардағы) электр энергияның жылдық шығынын есептеу.
- электр станцияның тиімді құрылымдық сұлбасын технико-экономикалық салыстыру арқылы таңдау (біреуін).

3.3 Электр станциялардағы күштік трансформаторларды (автотрансформаторларды) тандау

Электр станциялардың күштік трансформаторларын (автотрансформаторларын) тандау олардың түрін, санын және қуатын анықтаумен аяқталады. Ол трансформаторлардың (автотрансформаторлардың) көрсетілген параметрлері, солар арқылы өтетін қуат ағынының мөлшеріне және тұтынушылардың санатына (категориясына) байланысты.

Күштік трансформаторларды (автотрансформаторларды) тандау үшін ұсыныстар:

Бірінші және екінші категориялы тұтынушыларды генераторлық жинақтағыш шинадан қоректендіргенде кем дегенде екі күштік трансформаторлар (автотрансформаторлар) орнатылуы керек. Бұл №1 ЕСЖ-да барлық тұтынушылардың категориясы – I және II деп есептелінеді.

Электр станцияның тарату құрылғылары үш кернеуден болса 220/110/10 кВ, 500/220/10 кВ, 500/330/10 кВ, онда мүмкіндігінше автотрансформаторларды тандау қажет (110 кВ-тан жоғары). Себебі автотрансформаторларды үш орамды күштік трансформаторлармен технико-экономикалық есептеу арқылы салыстырғанда, автотрансформаторлардың құндылығының басым екендігі белгілі.

Күштік трансформаторларды (автотрансформаторларды) тандағанда, оларды 40%-ды апattyқ асқын жүктемемен жүктеуге болатындығы ескерілуі керек.

Генератор мен күштік трансформатор (автотрансформатор) блоктың байланыста болғанда, трансформатордың қуаты келесі формуламен анықталынады :

$$S_{\text{ном.тр}} \geq S_{\text{бел.ген}} - S_{\text{max.ө.м}}, \quad (3.1)$$

мұнда $S_{\text{бел.ген}}$ - блоктағы генератордың белгіленген қуаты, МВА;

$S_{\text{max.г.м}}$ - генератордың өзіндік мұқтаждығының максималды қуаты, МВА.

Блоктағы автотрансформатордың қуаты келесі формуламен анықталынады:

$$S_{\text{авт.ном}} \geq \frac{S_{\text{бел.ген}} - S_{\text{max.ө.м}}}{K_{\text{мин}}}, \quad (3.2)$$

мұнда $K_{\text{тип.}}$ - типтік қуаттың коэффициенті немесе автрансформаторлардың ұтымдылық коэффициенті.

Ұтымдылық коэффициенті келесі формуламен анықталынады:

$$K_{\text{тип}} = \frac{U_{\text{ж.к}} - U_{\text{o.k}}}{U_{\text{ж.к}}}, \quad (3.3)$$

мұнда $U_{\text{ж.к}}$ - жоғары кернеу мөлшері, кВ;
 $U_{\text{o.k}}$ - орта кернеу мөлшері, кВ.

Қалыпты режимде жылу электр орталығындағы (ЖЭО) трансформаторлардың қосынды қуаты келесі формуламен анықталынаады:

$$S_{\Sigma k.p} = S_{\delta \text{елг.зен}} - S_{\min. \text{жүкт.}} - S_{\max. \text{ом}}, \quad (3.4)$$

мұнда $S_{\min. \text{жүкт.}}$ - генераторлық кернеудегі жүктеменің (тұтынушылардың) минималды қуаты, МВА.

Бұл жағдайда генератордың $\cos \varphi_{\text{ген}}$, жергілікті жүктеменің $\cos \varphi_{\text{жүкт.}}$ және өзіндік мұқтаждықтағы жүктемелердің $\cos \varphi_{\text{т.м.}}$ ескерілуі керек.

(3.4) формулада $\cos \varphi$ генераторларда тұтынушыларға және өзіндік мұқтаждықтың жүктемелеріне бірдей деп алған, яғни $\cos \varphi_{\text{ген}} = \cos \varphi_{\text{түт.}} = \cos \varphi_{\text{т.м.}}$

Апарттық асқын жүктемені ескергенде күштік трансформаторлардың номиналды қуаты келесі формуламен анықталынаады [3,4]:

$$S_{\text{ном.тр}} \geq \frac{S_{\max. \text{жүктеме}}}{K_{\text{а.а.ж}}}, \quad (3.5)$$

мұнда $S_{\max. \text{жүктеме}}$ - апарттық режим кезіндегі максималды жүктеменің қуаты,

$K_{\text{а.а.ж}}$ - апарттық асқын жүктеме коэффициенті, әдетте $K_{\text{а.а.ж}} = 1,4$.

ЖЭО-дағы генераторлық кернеудегі күштік байланыс трансформаторларының саны әдетте 3-тен аспайды. Ал блоктық сұлбада күштік трансформаторларының саны генераторлардың санына тең.

Кернеуі 110 кВ және оданда жоғары кернеуі бар тарату құрылғыларды бір-бірімен әдетте автотрансформаторлар байланыстырады. Олардың қуаты ең ауыр режимде анықталынатын қуат ағынының мөлшерімен есептелінеді. Қуатты электр станциялардың электр энергиясы энергетикалық жүйеге екі, кейде үш жоғарылатылған кернеулер арқылы беріледі.

Күштік трансформаторларды (автотрансформаторларды) таңдағанда бірнеше бағасы бірдей (бағалас) сұлбалардың нұсқаларын қарастыру керек. Бұл жағдайда күштік трансформаторлардың саны, қуаты және түрі әр-түрлі болуы қажет.

3.4 Электр станциялардың құрылымдық сұлбаларын тандау үшін технико-экономикалық салыстыру

Күштік трансформаторларды (автотрансформаторларды) тандағанда, кернеудің деңгейі (10;35;110;220;500 кВ) әртүрлі тарату құрылғылардың ең орынды (тиімді) сұлбаларын қарастыру керек.

Сұлбалардың экономикалық тиімділігі (ұтымдылығы) келтірілген минималды шығынмен анықталынады [1,2,4]:

$$Z = P_h \cdot K_k + U + Y, \quad (3.6)$$

мұнда $P = 0,12$ - экономикалық тиімділіктің нормативтік коэффициенті;

K - электр қондырғының ғимаратын салуға жұмсалатын курделі қаржы, ш.б;

U - жылдық пайдалану шығыны, ш.б./жыл;

Y - электр энергия берілмегендіктің залалы, ш.б./жыл.

Бұл ЕСЖ-ты орындағанда шартты бірлік ретінде (ш.б.) [1,2,4] әдебиеттерде көрсетілген деректер пайдаланылады.

Электр энергия берілмегендіктің залалы (Y) оқу-жобалау және әрбір нұсқаларды салыстырганда ескерілмейді. Себебі (Y) қоректендіру сенімділігіне, апattyқ ажыратудың мүмкіндігіне және ұзақтығына байланысты. Бұл мәселелер арнайы әдебиеттерде қарастырылады.

Нұсқаларды технико-экономикалық салыстыруда тек қана айырмашылығы бар элементтерді қарастыру керек. Күштік трансформаторлардың (автотрансформаторлардың) құнын келесі формуламен анықтауға болады [1,2,4]:

$$K_{\text{есепт.}} = \alpha \cdot K_{\text{тр. завод}}, \quad (3.7)$$

мұнда α - аппараттардың, шиналардың, кабельдердің, құрылыш материалдарының және монтаждаудың бағасын ескеретін коэффициент, [1, 10.3 кесте].

Жылдық пайдалану шығыны келесі формуламен анықталынады:

$$I = I_a + U_0 + U_{\text{шығын}}, \quad (3.8)$$

мұнда $I_a + U_0 = [(P_a + P_{k,e})/100] \cdot K$ - амортизацияға және қызмет етуге кететін шығындар;

P_a және $P_{k,e}$ - амортизацияға және қызмет етуге бөлінетін қаржы, %, [1,2,4].

$U_{\text{шығын}}$ - электр энергияның біржылдық шығыны.

Бұл шығын келесі формуламен анықталынады

$$U_{шығын} = \beta \cdot \Delta W, \quad (3.9)$$

мұнда β - 1 кВт·сағат электр энергияның құны, ш.б./кВт·сағат.

ΔW - сұлбаның элементтеріндегі электр энергияның шығыны, кВт·сағат.

ЕСЖ-ны орындағанда $\beta = 0,0115$ ш.б./кВт·сағат деп алуға болады (шартты түрде). Күштік трансформаторлардағы (автотрансформаторлардағы) жылдық электр энергияның шығынын анықтау [3] 6 бөлімінде келтірілген.

Технико-экономикалық есептеуді кесте түрінде орындаған тиімді деп есептелінеді.

Күрделі қаржыны анықтауға 3.1 кесте ұсынылады.

3.1 кесте – Күрделі қаржыны анықтау

Элементтердің атаулары	Есептелінген құны, ш.б.	1 нұсқа		2 нұсқа	
		саны	соммасы ш.б.	саны	соммасы ш.б.
1	2	3	4	5	6
1. Трансформатор (автотрансформатор)					
2. ТҚ-ның ұшығы (ячейкасы) ажыратқышпен					
Барлығы					

Күрылымдық сұлбаның соғы нұсқасын (тиімдісін) келесі 2.2 кесте бойынша таңдау керек.

3.2 кесте – Күрылымдық сұлбаның соғы (тиімді) нұсқасы

Шығындар	1 нұсқа	2 нұсқа
1	2	3
1. Есептелінген күрделі қаржы, К., ш.б. 2. Амортизацияға және қызмет етуге кететін (бөлінетін) шығын $U_a + U_{\kappa.e}$, ш.б. 3. Электр энергия шығынының құны, $U_{шығын}$, ш.б. 4. Келтірілген минималды шығын, 3, ш.б.		

3.5 №3 ЕСЖ есептеу мысалы

Бұл мәселені орындау үшін «Электр станциялары мен қосалқы станциялар» пәнінің №2 ЕСЖ-да есептелінген деректерді аламыз. Сол деректердің негізінде еki нұсқа үшін күштік трансформаторларды (автотрансформаторларды) таңдаймыз. Ол үшін қалыпты және апарттық режимдерді қарастырамыз.

3.5.1 Бірінші нұсқа үшін күштік трансформаторларды (автотрансформаторларды) тандау.

1 Бірінші нұсқа үшін трансформаторларды тандау

T1 және T2 трансформаторларының әрбірінің қуаты 3.1 кестеде келтірілген. Оны ескере отырып олардың мүмкіндіктері (қабілеттіліктері) келесідей режимдермен анықталынады:

Қалыпты режим

$$S_{\text{ном}T1,T2} = \frac{P_{T1,T2}}{\cos \varphi_{\text{ном}}} = \frac{21,7}{0,8} = 27,12 \text{ МВА},$$

мұнда $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,8$ - есептің берілгеніне сәйкесті алынған

Апарттық режимдер:

1) Қысқы максимумда T1 ажыратылады. Бұл жағдайда T2 арқылы 43,4 МВт қуат ағыны өтеді, 2.2 кестеге сәйкесті.

2) Қысқы максимумда Г1 ажыратылады. T1 және T2 трансформаторлар арқылы өтетін қуаттың ағыны келесі формуламен анықталынады:

$$P = \frac{[P_{10} - (P_{\Gamma_2} - P_{c.h})]}{2} = \frac{[70 - (63 - 6,3)]}{2} = 6,65 \text{ МВт.}$$

3) Г-3→T-3 блогының ажыратылуы. Бұл жағдайда T-4 трансформаторындағы 35 кВ-тық орамадағы максималды жүктеме екін есеге көбейеді, яғни $3,55 \cdot 2 = 7,1 \text{ MBt}$. (2.2 кесте, 35 кВ T3 және T4, жазғы мезгіл, уақыты 8-18 сағат).

Г1, Г2 генераторларының 10 кВ-тық ТК-ның жинақтағыш шинасына ең көп қуатты беретін кезеңі (мезгілі):

Жазғы мезгілде жүктеме аз болғанда (минимум) (бұндай режим энергетикалық жүйенің диспетчерінің тапсырмасымен анықталуы мүмкін) T-1 және T-2 арқылы өткен қуат мөлшері келесі формуламен анықталады:

$$P_{T-1,T-2} = \frac{[(P_{\Gamma_1,\Gamma_2} - P_{\Gamma.m}) - P_{10}]}{2} = \frac{[(126 - 12,6) - 49]}{2} = 32,2 \text{ МВт.}$$

Сонда қуат ағынының қосындысы 64,2 МВт болады. Ал 35 кВ-тың орамдары арқылы T-3 және T-4 трансформаторларының 110 кВ-тық орамдарына берілетін қуаттың мөлшері келесі формуламен анықталынады:

$$\frac{(P_{T-1,T-2} - P_{35\text{kV.жаз.макс}})}{2} = \frac{(64,2 - 33,6)}{2} = 15,4 \text{ МВт.}$$

Бұл жағдайда T3 – T4 трансформаторларының 110 кВ-тық орамдары

арқылы келесідей жүктеме өтеді:

$$P_{T3,T4.} = P_{T3,T4.} + P_{T3,T4.} = 56,7 + 15,4 = 72,1 \text{ МВт.}$$

Апattyқ режимді есептегендегі, 40%-ды асқын жүктеме мүмкіншілігі ескеріледі:

$$S_{\text{номT1,T2}} = \frac{P_{T1,T2}}{1,4 \cdot \cos \varphi_{\text{ном}}} = \frac{43,4}{1,4 \cdot 0,8} = 38,75 \text{ МВА.}$$

[2,4] окулықтарында жоғары кернеулі 35 кВ-тық [одан қуаты үлкен (көп) 35/10 кВ-тық трансформатор жоқ] екі орамды трансформаторлардың максималды қуаты 16 МВА-ге тең. Соңдықтан ТРДНС-63000-36,75/11/11 кВ трансформаторы таңдал алынады және салыстыру үшін 3.1 суреттегі сұлба қолданылады. 3.1 суретте бір T1 трансформатор көрсетілген.

Енді, осы ТРДНС-63000-36,72/11/11 трансформаторын қалыпты және апattyқ режимдерге тексеруіміз керек. Қалыпты режимдегі қуат балансы қабылданған сұлба үшін сақталады (бірнеше T-1, T-2 трансформаторларының орнына бір T-1 алынады).

Болуы мүмкін апattyқ режимдерді қарастырамызда, тексереміз:

а) Қысқы максимумда T1-дың ажыратылуы. Бұл жағдайда Г-1 және Г-2 генераторлары 10 кВ-тық тарату құрылғыдан 70 МВт-тық жүктемені және өзіндік мұқтаждықтың жүктемелерін қамтамасыздандырады.

Ал T-3 және T-4-тің 35 кВ-тық орамдары 48:2=24 МВт жүктелетін болады.

б) Қысқы максимумда Г-1-дің ажыратылуы. Бұл жағдайда 10 кВ-тық тарату құрылғысындағы тұтынушыларға жетіспейтін қуат T1 арқылы беріледі

$$P_{10} = (P_{\Gamma-2} - P_{0.m}) = 70 - (63 - 6,3) = 13,3 \text{ МВт.}$$

T-3 және T-4-тің 35 кВ-тық орамдары төмендегідей жүктелетін болады

$$13,3/2 + 48/2 = 30,65 \text{ МВт.}$$

Сонымен, барлық режимдердегі, яғни қалыпты және апattyқ режимдерді ескергенде ТРДНС-63000-36,75/11/11 кВ трансформаторы жұмыс сыйбасын қамтамасыздандырады.

ТРДНС-63000-36,75/11/11 кВ трансформаторының техникалық деректері 3.3 кестеде келтіріледі [1,2,4].

3.3 кесте – ТРДНС-63000-36,75/11/11 кВ трансформаторының техникалық деректері

Шығын, кВт		$U_{\kappa.m} \%$	Заводтық құны, мың рубл. (теңгемен есептеу керек)
P _{б.ж}	P _{к.т.т}	ЖК-ТК	107
50	250	12,7	

T-3, T-4 трансформаторларының қуаты қалыпты және апаттық режимдер шартынан және G3, G4 генераторлары жылдың қай мезгілінде (кезеңінде) қуатты энергетикалық жүйеге көбірек бере алатын режимдерімен анықталынады

а) Қалыпты режим:

$$S_{T-3,T-4} \geq \frac{P_{\text{ном},\Gamma}}{\cos\varphi_{\text{ном},\Gamma}} = \frac{63}{0,8} = 78,75 \text{ МВА} :$$

Ең үлкен жүктеме режимі.

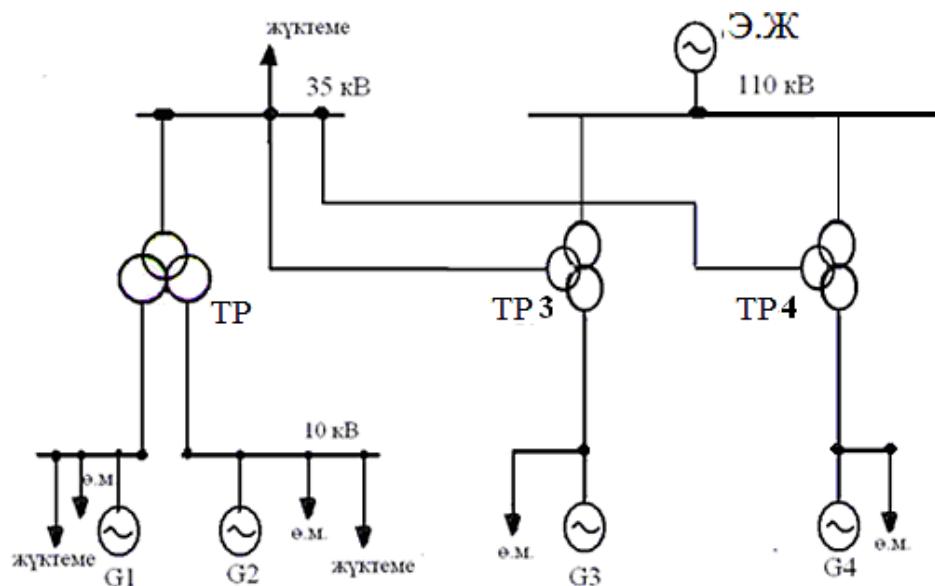
б) Апаттық режим Г3-Т3 блогы ажыратылған (немесе Г4-Т4):

$$S_{T3,T4} = \frac{\frac{P_{T3,T4}}{110\text{kB}}}{1,4 \cdot \text{co}} = \frac{72,1}{1,4 \cdot 0,8} = 64,38 \text{ МВА.}$$

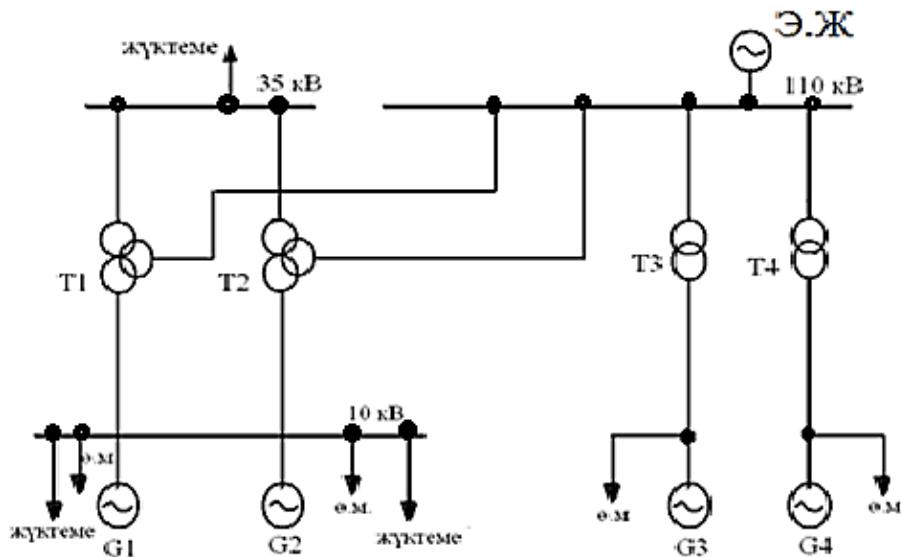
Орнатуға түрі ТДТН-80000-115/38,8/11 кВ күштік трансформаторларын таңдаймыз [1,2,4]. Ол трансформатордың техникалық деректері 3.4 кестеде көрсетілген.

3.4 кесте – ТДТН-80000-115/38,8/11 кВ трансформаторлардың техникалық деректері

Шығын, кВт		$U_{\kappa.m.o} \%$			Заводтық құны, мың рубл. (теңгемен есептеу керек) [1.,89.550; 5., 2011, 384]
P _{б.ж}	P _{к.т.т}	ЖК-ТК	ЖК-ОК	ОК-ТК	137
64	365	11	18,5	7	



3.1 сурет – Бірінші нұсқаның құрылымдық сұлбасы



3.2 сурет – Екінші нұсқаның құрылымдық сұлбасы

3.5.2 Екінші нұсқа үшін күштік трансформаторларды (автотрансформаторларды) таңдау.

T1, T2 күштік трансформаторларының қуатын келесідей шарттармен анықтаймыз. Ол үшін 2.3 кестені ескереміз.

Қалыпты режим. T1, T2 – трансформаторларының әрбірінің қуаты:

$$S_{\text{hom}}_{T1,T2} = \frac{21,7}{0,8} = 27,12 \text{ МВА.}$$

Апаптық режим. Бұл жағдайда 40%-ды асқын жүктеме мүмкіншілігі ескеріледі. T1 (немесе T2) күштік трансформаторлары ажыратылуда.

$$S_{\text{ном}_{T1,T2}} = \frac{43.4}{1.4 \cdot 0,8} = 38,75 \text{ МВА.}$$

Г1, Г2 генераторларының 10 кВ-тық тарату құрылғысының жинақтағыш шинасына бере алатын ең көп қуаты:

Қыста

$$S_{\text{ном}_{G1,G2}} = \frac{126 - 12,6 - 70}{0,8} = 54,25 \text{ МВА.}$$

Жазда

$$S_{\text{ном}_{G1,G2}} = \frac{100,8 - 11,08 - 49}{0,8} = 50,9 \text{ МВА.}$$

Есептеудің нәтижесінде T1; T2 трансформаторлары үшін, орнатуға ТДТН-63000/115/38,5/11 трансформаторларын қабылдаймыз [1,2,4].

3.5 кесте – ТДТН-63000/115/38,5/11 кВ трансформаторының техникалық деректері

Шығын, кВт		U _{к.т.о} %			Заводтық құны, мың рубл. (тенгемен есептеу керек) [5. 2011, 384.; 1.89.550]
P _{б.ж}	P _{к.т.т}	ЖК-ТК	ЖК-ОК	ОК-ТК	
53	290	10,5	18,0	7	126

Екінші варианттың Т3 және Т4 күштік трансформаторлары ретінде түрі ТДН-80000/110/10,5 кВ [1.2,4] трансформаторлар қабылданады.

3.6 кесте - ТДН-80000/110/10,5 кВ күштік трансформатордың техникалық деректері

Шығын, кВт		Заводтық құны, мың рубл. (тенгемен есептеу керек), [2,4].	
P _{б.ж}	P _{к.т.т}		
58	310	10,5	65,5

3.5.3 Күштік трансформаторлардағы электр энергияның жылдық шығынының есептеу.

Станцияның географиялық орналасу ауданы – Орталық Қазақстан: қыс - 200 тәулік (К.ұ.), жаз – 165 тәулік (Ж.ұ.), жылдық балама температурасы +10°C. Энергия шығынының меншікті құны шартты турде 0,0115 ш.б./кВт·сағ-деп

қабылдаймыз.

1-ші нұсқа (3.1 сурет) үшін жылдық энергия шығыны. Трансформатор ТР-ТРДНС-63000/36,75/10,5/10,5 кВ.

Болаттағы энергияның жылдық шығыны [4,5]

$$\Delta W_B = P_{B,Ж} \cdot 8760 = 50 \cdot 8760 = 438 \cdot 10^3 \text{кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Трансформатордың ТК-дегі тармақталған мыс орамындағы энергияның жылдық шығыны екі орамды трансформаторындағыдей ТК-дегі орамдары бірдей жүктелуі шарт деп есептелініп, төмендегі формула бойынша анықталынады

$$\begin{aligned} \Delta W_M = & \frac{P_{K,T}}{S_{HOM \cdot TP}^2 \cdot \cos^2 \phi} \cdot (P_{TP(0-8)^3}^2 \cdot t_{(0-8)+(18-24)} \cdot K_Y + P_{TP(18-24)}^2 \cdot t_{(8-18)Ж} \cdot \\ & \cdot K_Y + P_{TP(0-8)}^2 \cdot t_{(0-8)+(18-24)Ж} \cdot K_Y + P_{TP(0-8)}^2 \cdot t_{(8-18)Ж} \cdot K_Y) = \\ & \frac{250}{63^2 \cdot 0,8^2} \cdot (31,55^2 \cdot 14 \cdot 200 + 43,4^2 \cdot 10 \cdot 200 + 28,9^2 \cdot 14 \cdot 165 + \\ & + 40,7^2 \cdot 10 \cdot 165) = 1103,9 \cdot 10^3 \text{кВт} \cdot \text{сағ.} \end{aligned}$$

Тәулік ішіндегі жүктеменің мәні осы әдістемелік нұсқаудағы 2.2 кестеден алынады (яғни ЕСЖ №2).

Т-3 және Т-4 трансформаторлары ТДТН-80000/110.

Бір трансформатордың болатындағы энергияның жылдық шығыны

$$\Delta W_B = P_{B,Ж} \cdot 8760 = 64 \cdot 8760 = 560,6 \cdot 10^3 \text{кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Үш орамды трансформатордың мыс орамындағы энергияның жылдық шығыны ТК, ОК, ЖК, әрбірінің орамдарының жүктелуіне сәйкес 2.2 кесте бойынша анықталады.

Анықтамалық мәлімектен [1,2,4] $P_{K.T.ЖКК-ТК} = 365 \text{ кВт.}$

$$P_{K.T.ЖКК-ТК} = P_{K.T.OK} = P_{K.T.T.K.} = 0,5 \cdot P_{K.T.T.K.} = 0,5 \cdot 365 = 182,5 \text{ кВт.}$$

$$\begin{aligned} \Delta W_{MЖКК} = & \frac{P_{K,T}}{S_{HOMT-3COS^2\phi}^2} \cdot (P_{T-3(0-8)Ж}^2 \cdot t_{(0-8)+(18-24)} \cdot K_Y + \\ & + P_{T-3(8-18)Ж}^2 \cdot t_{(8-18)Ж} \cdot K_Y + P_{T-3(0-8)Ж}^2 \cdot t_{(0-8)+(18-24)} \cdot K_Y + \\ & + P_{T-3(8-18)Ж}^2 \cdot t_{(8-18)Ж} \cdot K_Y) = \frac{182,5}{80^2 \cdot 0,8^2} \cdot (49,4^2 \cdot 14 \cdot 200 + 54,4 \cdot 10 \cdot 200 + \\ & + 38,9^2 \cdot 14 \cdot 165 + 41,3^2 \cdot 10 \cdot 165) = 849,3 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta W_{M.O.K} = & \frac{182,5}{80^2 \cdot 0,8^2} \cdot (3,42^2 \cdot 14 \cdot 200 + 2,3^2 \cdot 10 \cdot 200 + 00,5^2 \cdot 14 \cdot 165 + \\ & + 3,35^2 \cdot 10 \cdot 165) = 2,86 \cdot 10^3 \text{кВт} \cdot \text{сағ.} \end{aligned}$$

$$\Delta W_{M.mk} = \frac{182,5}{80^2 \cdot 0,8^2} \cdot (50,78^2 \cdot 14 \cdot 200 + 56,7^2 \cdot 10 \cdot 200) + 38,95^2 \cdot 14 \cdot 165 +$$

$$+44,85^2 \cdot 10 \cdot 165) = 912,2 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

$$\Sigma \Delta W_{MT-3,T-4} = (849,3 + 2,86 + 912,2) \cdot 10^3 = 1764,36 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

2-ші нұсқа (3.2 сурет) үшін жылдық энергия шығыны.

ТДН 63000/110 түрдегі Т-1 және Т-2 трансформаторларындағы энергияның жылдық шығыны [1,5] тен бұл трансформаторлар үшін $P_{xx}=53$ кВт $P_{кз}=290$ кВт – деп қабылдаймыз.

$$\Delta W_B = 53 \cdot 8760 = 464,3 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

$$P_{\text{к.,т.ж.к}} = P_{\text{к.т.о.к}} = P_{\text{к.т.т.к}} = 0,5 \cdot P_{\text{к.т.жк-тк}} = 0,5 \cdot 290 = 145 \text{ кВт.},$$

$$\begin{aligned} \Delta W_{M,ЖК} &= \frac{145}{63^2 \cdot 0,8^2} \cdot (3,42^2 \cdot 14 \cdot 200 + 2,3^2 \cdot 10 \cdot 200 + 0,05^2 \cdot 14 \cdot 165 + \\ &+ 3,55^2 \cdot 10 \cdot 165) = 3,66 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta W_{M,O.K} &= \frac{145}{63^2 \cdot 0,8^2} \cdot (17,16^2 \cdot 14 \cdot 200 + 24^2 \cdot 10 \cdot 200 + 14,5^2 \cdot 14 \cdot 165 + \\ &+ 23,9^2 \cdot 10 \cdot 165) = 194,06 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta W_{M,m.k.} &= \frac{145}{63^2 \cdot 0,8^2} \cdot (15,78^2 \cdot 14 \cdot 200 + 21,7^2 \cdot 10 \cdot 200 + 14,45^2 \cdot 14 \cdot 165 + \\ &+ 20,35^2 \cdot 10 \cdot 165) = 159,86 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}, \end{aligned}$$

$$\Delta W_{MT-1,T-2} = (3,66^2 + 194,06 + 159,86) \cdot 10^3 = 357,58 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Түрі ТДН 80000/110, Т-3 және Т-4 трансформаторларындағы энергияның шығыны келесідей формуламен анықталынады. [1,2,4] әдебиеттен бұл трансформаторлар үшін $P_{xx}=58$ кВт, $P_{кз}=310$ кВт – деп қабылдаймыз.

$$\Delta W_B = 58 \cdot 8760 = 508,08 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

$$\begin{aligned} \Delta W_M &= \frac{310}{80^2 \cdot 0,8^2} \cdot (50,775^2 \cdot 14 \cdot 200 + 56,7^2 \cdot 10 \cdot 200 + 38,95^2 \cdot 14 \cdot 165 + \\ &+ 44,85^2 \cdot 10 \cdot 165) = 1555,9 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.} \end{aligned}$$

3.5.4 Өзіндік мұқтаждығына керекті трансформаторларды тандау (технико-экономикалық салыстыру үшін)

Өзіндік мұқтаждығындағы жұмыс трансформаторларының саны және берілген сұлбада генераторлар саны 4-ке тең. Салыстыруға арналған бірінші нұсқада қолданылған Г-1 және Г-2 генераторлары, өзіндік мұқтаждық жұмыс трансформаторлары 10 кВ-тың жинақтаушы шинаға ажыратқыш арқылы қосылады, ал Г3 (Г4) генератор-трансформатор блоктың сұлбаның өзіндік мұқтаждықтың жұмыс трансформаторлары аралық шықпалар арқылы қосылады. Ажыратқыштардың болуы үш орамды трансформаторлары қолдануға мүмкіндік

береді (генераторларды ажырату кезінде 35 кВ және 110 кВ-тың ТК-ы байланыстырады).

ТР трансформаторы ТК-дегі тармақталған орамы 10 кВ шиналардың эр түрлі секцияларына екі ажыратқыш арқылы қосылған. Секциялар арасында секциялық ажыратқыш бар. Осылайша 1-ші нұсқада генераторлық кернеу ұяшықтар саны – 7, мұнда өзіндік мұқтаждық ажыратқыш есепке алынбайды, өйткені екі сұлбада да олардың саны бірдей.

2-ші нұсқада блоктық қосылыстарды ажыратқышсыз орнатуға болады, өйткені генераторды ажырату блокты ажыратуға әкеп соғады.

Генераторлық кернеу ұяшықтарының саны – 5. Өзіндік мұқтаждық трансформаторларын технико-экономикалық салыстыруға енгізбейміз, себебі олардың саны мен қуаты салыстырылатын нұсқаларда бірдей.

3.5.5 1-ші және 2-ші нұсқаларды технико-экономикалық салыстыру

Нұсқалардағы есепті жеңілдету үшін қайталараптың бөліктер есепке алынбайды. Салыстыруды кесте түрінде жүргіземіз (3.7 кесте).

Ол үшін алдымен экономикалық орындылығын (целесобразность) анықтайтын келтірілген минималды шығынның формуласын талдаймыз [1,2,4]:

$$Z_{\min} = P_a \cdot K + I + U;$$

мұнда $P_a = 0,12$ - экономикалық тиімділіктің нормативтік коэффициенті;

K - электр қондырығына күрделі қаржы салымы, мың теңге;

I - жылдық пайдалану шығыны, мың теңге/жыл;

U - электр энергияны бермегендіктен келетін залал (зиян), мың теңге/жыл.

3.7 кесте – Күрделі қаржы салымын анықтаймыз, яғни K .

Бөліктердің атауы	Бірліктің есептік құны, ш.б.	1 – нұсқа		2 – нұсқа	
		бір. саны, дана	қосындысы ш.б.	бір. саны, дана	қосындысы ш.б.
1 Трансформатор ТРДНС - 63000/36,75/10,5/10,5	107·1,6	1	171,2	-	-
2 Трансформатор ТДТН – 80000/110	137·1,5	2	411	-	-
3 АТК ұяшығы 35 кВ	10	1	10	-	-
4 ЖТК ұяшығы 10 кВ	20	2	40	-	-
5 Трансформатор ТДТН – 63000/110	126·1,5			2	378
6 Трансформатор ТДН – 800000/110	137·1,5			2	411
7 АТК ұяшығы 110 кВ	30			2	60
Барлығы			632,2		849

Қуаты >16 МВА 35 кВ трансформаторлар үшін $a = 1,6$ ал қуаты >32 МВА 110 кВ трансформаторлар үшін $a = 1,5$ [1,2,4].

3.8 кесте – Келтірілген минималды шығынды анықтау кестесі

Шығындар	1 нұсқа	2 нұсқа
1 Есептік күрделі қаржы салымы, к.ш.б.	632,2	849,0
2 *Амортизацияға шығару $U_a + U_k$, ш.б.	$0,084 \cdot 632,2 = 53,1$	$0,084 \cdot 849 = 71,31$
3 **Энергия шығынының құны, $U_{\text{шын}}$, ш.б.	$0,0115 \cdot 6192,52 \cdot 10^3 = 71,21$	$0,0115 \cdot 5771,72 \cdot 10^3 = 66,37$
4 Минималды шығынды есептеу Z_{\min} , ш.б.	$0,12 \cdot 632,2 + 53,1 + 71,21 = 200,174$	$0,12 \cdot 849,0 + 71,31 + 66,37 = 239,56$

*[1,2,4] оқулықтардан: $P_a + P_o = (6.4 + 2)\% = 8.4\% = 0.084$.

** Энергия шығынының құны

$$U_{\text{шын}} = \beta \cdot \Delta W, \quad \beta = 0,0115 \text{ ии.б./}kBm \cdot \text{сағ};$$

1 – ші құсқа үшін:

$$\Delta W_B = 438 \cdot 10^3 + 560,6 \cdot 10^3 \cdot 2 = 1559,2 \cdot 10^3 kBm \cdot \text{сағ};$$

$$\Delta W_M = 1103,9 \cdot 10^3 + 1764,36 \cdot 10^3 \cdot 2 = 4632,62 \cdot 10^3 kBm \cdot \text{сағ};$$

$$\Delta W = \Delta W_B + \Delta W_M = 1559,2 \cdot 10^3 + 4632,62 \cdot 10^3 = 6192,52 \cdot 10^3 kBm \cdot \text{сағ}.$$

2 - нұсқа үшін:

$$\Delta W_B = 464,3 \cdot 10^3 \cdot 2 + 508,08 \cdot 10^3 \cdot 2 = 1944,76 \cdot 10^3 kBm \cdot \text{сағ};$$

$$\Delta W_M = 357,58 \cdot 10^3 \cdot 2 + 1555,9 \cdot 10^3 \cdot 2 = 3826,96 \cdot 10^3 kBm \cdot \text{сағ};$$

$$\Delta W = \Delta W_B + \Delta W_M = 1944,76 \cdot 10^3 + 3826,96 \cdot 10^3 = 5771,72 \cdot 10^3 kBm \cdot \text{сағ}.$$

1-ші және 2-ші нұсқалардың шығындарының арасындағы айырмашылығы төмендегі өрнекпен анықталынады

$$Z_{\min \%} = \frac{239,56 - 200,174}{200,174} \cdot 100\% = 19,67\% > 5\%.$$

1-ші нұсқаның тиімділігі жоғары болғандықтан, оны қабылдауға болады.

Әдебиеттер тізімі

1.Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию учебно-методических и учебных работ. СТ НАО 56023-1910-04-2014. Издание официальное. Алматы: «НАО АУЭС». - 2014. - 43 с.

2 Балаков Ю.Н. Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок. Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., стереот. -М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 288 с., ил.

3 Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник для сред. Проф. Образования/Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеев, Т.В. Чирков. –4-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 448 с.

4 Неклепаев, Б. Н.Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования : [учебное пособие] / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков . – 5-е изд., стер . – СПб. : БХВ-Петербург, 2013 . – 608 с. (Учебная литература для вузов) . - ISBN 978-5-9775-0833-9 .

5 Электротехнический справочник. Под общ. ред. профессоров Московского МЭИ, Герасимова В. Г., Дьякова А. Ф., Ильинского Н. Ф., Лабунцова В. А., Морозкина В. П., Орлова И. Н. (главный редактор), Попова А. И., Строева В. А. — 9-е издание, стереотипное. — М.: Издательство МЭИ, 2004. — 964 с.

Мазмұны

1	Есептік-1 сызба жұмыс №1	3
2	1.1 Жұмыстың мақсаты және мәселелері	3
3	1.2 Алғашқы мәліметтер	3
4	1.3 Жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар	4
5	2 Есептік-сызба жұмыс №2	10
6	2.1 Есептік-сызба жұмыстың мақсаты және мәселелері	10
7	2.2 Есептік-сызба жұмыстың көлемі және мазмұны	10
8	2.3 Жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар	17
9	2.4 №2 ЕСЖ есептеу мысалы	21
10	3 Есептік – сызба жұмыс №3	21
11	3.1 №3 ЕСЖ-тың мақсаты мен есептері	21
12	3.2 №3 ЕСЖ-ның мазмұны және көлемі	22
13	3.3 Электр станцияларындағы құштік трансформаторларды тандау	23
14	3.4 Электр станциялардың құрылымдық сұлбаларын тандау үшін технико-экономикалық салыстыру	25
15	3.5 №3 ЕСЖ есептеу мысалы	27
	Әдебиеттер тізімі	36

Елена Григорьевна Михалкова
Дамира Сапарбеккызы Заурбекова

ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАРЫ

0906000 –«Жылу электр станцияларының жылу энергетикалық қондырғылары»
мамандығының колледж студенттері үшін есептік-сызба жұмыстарды орындау
бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Редактор:

Стандарттау бойынша маман:

Изteleuova Ж.Н.

Ануарбек Ж.А.

Басылымға қол қойылды _____

Таралымы 50 дана

Көлемі оқу 3,0 есептік баспа табак

Пішімі 60×84/16

Баспаханалық қағаз №1

Тапсырыс _____ Бағасы 1500 теңге

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс
университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі - көбейткіш бюросы
050013 Алматы, А. Байтұрсынұлы көшесі, 126/1