ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

_____

кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., доцент Умбетжулов Е.К.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____ «_____» _____ **20___ ж.**
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Шу-Жамбыл 500кВ оңе әлемінің
бұрынғылған жамбыл энергожүйінің кунейту
мамандығы бойынша

Орындаған Қобландин Бауыржан ЭСк-12-1
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Сауқимов А.М. аға оқытушы, PhD докторы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша :
аға оқытушы Тулегенова С.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «30» 05 20 16 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент Абдикуратов Ж.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «01» 06 20 16 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
аға оқытушы Соколова Н.С
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «02» 06 20 16 ж.
(қолы)

Пікір жазушы :
профессор Ахметов Д.М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «_____» _____ 20___ ж.
(қолы)

Алматы, 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетикасы факультеті
5В071800 - Электр энергетикасы мамандығы
Электр станциялары, тораптары және жүйелері кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Убайдуллин Бауыржан
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы „Шу-Жамбыл" 500 кВ дуе жеміскің құрылысымен Жамбыл энергожүйесін күшейту
ректордың «19» 10.2015 №148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____»_____20___ ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:
Жобаланатын ғимарат 500 кВ ЖЖ құрылысын негіздеу
Жамбыл облысының энергетикасы
Электрлік есептеулер бөлімі
ЮКГРЭС-жамбыл 500 кВ ЖЖ конструктивті құрылыс бөлімі
Өмір тіршілік қауіпсіздігі
Экономикалық бөлім.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. В.И. Идельчик. Электрические системы и сети. Москва. Энергоатомиздат, 1992.
2. С. Рокотян, И.М. Шапиро. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. Третье издание, переработанное и дополненное. Москва. Энергоатомиздат, 1994.
3. Воздушные линии с УИР. / Г.А. Щеснис - журнал „Энергетик", №4, 2012
4. Электрические системы. Электрические расчеты, оптимизация режимов / Под ред. В.А. Веникова М.: Высшая школа, 19.230с.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономикалық бөлім	Тулегенова С.К.	03.03-30.05.16	
Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі	Абдикуратов Ж.С	03.03-01.06.16	
Негізгі бөлім	Сауранов А.А.	05.01-30.05.16	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	ҚР энергетикалық ауданда, "Сағтұған-Оңтүстік" транзитін таңдау	27.01.2016	
2	Жанбын облысының энергетикалық, құрылғылар балансына болжау жасау	04.02.2016	
3.	500кВ ЭЖ-не жабдықтар таңдау	17.02.2016	
4.	500кВ ЭЖ-нің сұлбасын дайындау	24.03.2016	
5	Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі	16.03.2016	
6	Экономикалық бөлім	19.04.2016	

Тапсырманың берілген уақыты «_____»_____20___ж.

Кафедра меңгерушісі _____ _____
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ Сағұхсинов А.А
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Жобаланған Б.Ж.
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада Жамбыл облысының энерготүйіндерін күшейту үшін «Солтүстік-Оңтүстік» транзитіндегі жаңа асқын кернеулі 500 кВ ӘЖ қарастырылған, ол шығынды мен кернеулерді ескеріп, оңтүстік аудандарындағы, оның ішінде Жамбыл облысының энергия тапшылығын азайту мақсатында жобаланған.

Жобаланған торапқа режим бойынша есептеулер жүргізіліп, әр режимдерге сараптама жүргізілген.

Әуе желісіндегі құрылымды құрылыс жобасында тиімді деп табылған тіректер,сымдар, арматуралар, жайқорғағыш тросттар таңдалған.

Экономикалық бөлімде қосалқы станциядағы жаңартулар мен әуе желісіне кеткен капиталды салымдар ескеріліп, техникалық-экономикалық сараптама жүргізілді.

Аннотация

В дипломном проекте рассмотрен новый проект ВЛ 500 кВ участка «Север-Юг» (ВЛ 500 кВ – ЮКГРЭС-Жамбыл), обеспечивающий электроснабжения южных регионов Республики Казахстана, именно Жамбылской области, с учетом стабилизации напряжения.

В проектируемой сети сделаны специальные расчеты и анализ режимов.

В конструктивно-строительной части выбраны эффективные и надежные опоры, провода, грозозащитные троссы, арматуры.

С учетом издержок на модернизации подстанции и ВЛ расчитаны капитальные вложения, чисто дисконтированный доход и срок окупаемости проекта.

Annotation

This diploma project has a theme about new transmission line 500 kV North-South, which can supply electrical energy the South regions of Republic of Kazakhstan (regions which have a lack of electrical energy).

There is made a special calculation and analysis of regime of designing line.

Also in the constructive-building part is chosen effective type of transmission tower, conductor, overhead ground-wire cable and fittings.

Costs for modernization of substations and airway also was calculated by capital investment, net present value and payback period of designing line.

Мазмұны

Кіріспе 5
1. Жобаланатын жаңа 500 кВ ӘЖ құрылысын негіздеу 6
1.1 ҚазақстанРеспубликасының энергетикалық аудандары..... 9
1.2 Жамбыл облысы туралы ақпарат..... 10
2.Жамбыл облысының энергетикасы..... 10
2.1 Қуаттар балансының болжамы 13
2.2 ҚС ЮКГРЭС– ҚС Жамбыл аумағында 500 кВ ӘЖ құрылысы жобасының міндеттемелерін қою..... 14
3. Электрлік есептеулер бөлімі 14
3.1 Ауа желісіне өткізгіш қимасын анықтау 15
3.2 Торап параметрін есептеу 16
3.3 Қазіргі 500 кВ Солтүстік-Оңтүстік транзитіне есептеулер 16
3.4 Жобадағы торапқа есептеулер 16
3.5 Тұрақтылық шарттарына байланысты АЖ толқындық кедергі мәнін анықтау 26
3.6 АЖ-дегі зарядтық қуатты есептеу және басқарылатын шунтты реакторды таңдау..... 27
4.ЮКГРЭС-Жамбыл 500 кВ ӘЖ конструктивті құрылыс бөлімі..... 34
4.1 Ауданның климаттық сипаттамасы 34
4.2 Нұсқадағы тіректердің технико-экономикалық салыстырмасы 34
4.3 Тірек жүктемесін есептеу..... 37
4.4 500 кВ ӘЖ тіректерінің жүктемесін есептеу 38
4.5 500 кВ ӘЖ өту трассасының кескіні бойынша тіректерді орналастыру 42
4.6 Изолятор және арматура..... 44
4.7 500кВ ӘЖ-не тіреуді орнату үшін іргетасты есептеу 46
4.8 Жерге тұйықтау 50
5.Өміртіршілік қауіпсіздігі..... 51
5.1 500 кв әуе желісіндегі қызмет көрсетуші персоналға электромагниттік өрістің әсері 51
5.2 Статикалық электрленуден қорғану..... 57
5.3 Шу-500 қосалқы станциясының диспечерлік бөлімінің вентилияциясын анықтау 58
6. Экономикалық бөлім 63
Қорытынды 73
Әдебиеттер тізімі..... 74

Кіріспе

Бұл дипломдық жұмыста 500 кВ АЖ транзітінің құрылысы қарастырылған, нақтылай айта кетсек ЮКГРЭС-Жамбыл 500 кВ ӘЖ перспектива ретінде жобаланған.

Дипломдық жұмыстың мақсаты кернеу тұрақтылығын, шығын көлімінің азаюын ескеріп, 500 кВ АЖ желінің құрылысын жобалау, Жамбыл облысының энерготүйіндерінің ЮКГРЭС-Жамбыл әуе желісінің құрылысымен есептегендегі қаншалықты электрмен жабдықтауы жақсаруын қадағалау.

Асқын кернеуі бар желілер басқада электроэнергетикалық жүйелердегі элементтерден бөлек қасиеттері бар. Біріншіден, желінің толқындық қасиеті және тарату параметрлерін есепке алу, желінің режимдерін басқару және өткізгіш қуатты арттыру үшін арнайы қондырғыларды және шараларды қолдану керектігі болып табылады. Үлкен қашықтықтағы желі бұл реактивті қуаттың көзі, жіберілетін немесе қабылдайтын қосалқы станцияға компенсация жасап отыру керек.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесідей тапсырмалар қойылады:

- Облыс аумағындағы жылдық жүктеменің өсу графигі бойынша қазіргі жұмыс істеп тұрған 500 кВ ӘЖ-ге сараптама жасау;
- «Солтүстік-Оңтүстік» транзиті бойынша режимдерге сараптама жасау;
- Қалыпты және апаттан кейінгі режимдерде кернеу деңгейі, қуаты ағыны және құрылғылар таңдау бойынша есептеулер жүргізу;
- ЮКГРЭС-Жамбыл желілісінде конструктивті-механикалық есептеулер жүргізу;
- БШР орнатқандағы және әуе желі құрылысына техникалық-экономикалық есептеулер жүргізіп, жобаның тиімділігін анықтау.

1 Жобаланатын жаңа 500 кВ ӘЖ құрылысын негіздеу

1.1 Қазақстан Республикасының энергетикалық аудандары

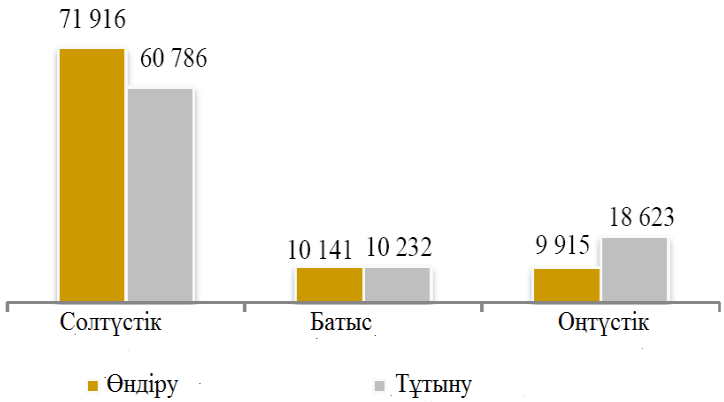
Біріккен электроэнергетикалық жүйе Ресей БЭЖ және Орталық Азияның БЭЖмен бірге жұмыс жасайды. Қазақстан БЭЭ үш зонаға бөлінеді:

-Солтүстік (Ақмола, Ақтөбе, Қостанай, Павлодар, СҚО,ШҚО,Қарағанды облысы);

- Оңтүстік (Алматы, Жамбыл, Қызылорда, ОҚО облыстары);

- Батыс (Атырау, БҚО, Маңғыстау облыстары).

78%-дан астам электроэнергия көмір кен орындарына жақын солтүстік зонада өндіріліп, 66%-дан астамы сол зонада тұтынылады. 2013 жылғы сараптау бойынша Оңтүстік зонада өндіріс орындары екі есе кобейіп, тұтыну 8708 млн.кВ*сағ. болған. Жалпылай алғанда Республика электрэнергиямен өз өзін қамтамсыз етіп отыр. Батыс және Оңтүстік зоналар электрэнергиясын импорттаса, Солтүстік зона Ресейге экспорттап отыр.



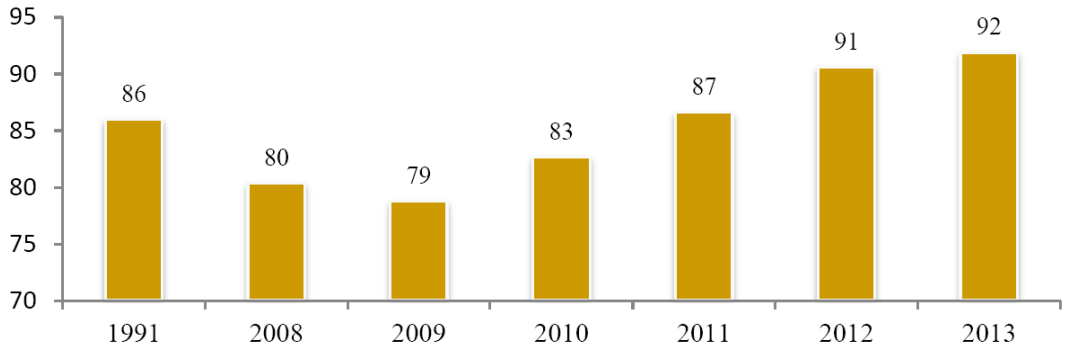
1.1 Сурет - 2014 жыл бойынша БЭЖ-дағы электрэнергия өндіру-тұтыну

2014 жылғы қорытынды бойынша электр энергиясын әр түрлі 76 электрстанциясы өндіріп отыр. Олардың орнатылған қуаты 21582 МВт, олардың ішінде жылу электрстанцияылары – 18245,5 МВт, су электрстанциялары – 2644 МВт, жел электрстанциялары – 5,8 МВт, күн электр станциялары -0.79 МВт өндіреді. Жылдық максимум жүктеме 14345 МВт болған.

Электрэнергияның басты өндірушілер.

2014 жылғы мәліметтер бойынша ең басты электрстанциялар болып:

- АО «ЕЭК» – 17%
- ТОО «Экибастуз ГРЭС-1» - 16%
- АО «Экибастуз станция ГРЭС-2» – 7,8%
- ГРЭС ТОО «Казахмыс Энерджи» – 5.6%
- АО «Алматинская ЭС» – 4.67%



1.2 Сурет - Жылдар бойынша электрэнергияның өндірілуі, млрд.кВ*сағ.

1.1 кесте - Электрстанциялардың электрэнергия өндіруі, млн.кВт*сағ.

Атауы	2012	2014
АО «ЕЭК»	14282	15318
ТОО «Экибастуз ГРЭС-1»	16192	14512
АО «Экибастуз станция ГРЭС-2	6182	6291,2
ГРЭС ТОО «Казахмыс Энерджи»	4712,3	4956,8
АО «Алматинская ЭС»	4023,5	4033,8
ТЭЦ-1,2 ТОО «Караганда-Энерго»	2968,3	3294,1
ТОО «СевКазЭнерго»	2421,7	2618,6
Бұқтырма ГЭК	2322,1	2018
ТОО «AES ШГЭС»	1351,3	1692
АО «Батуров атындағы ЖГРЭС »	1381,2	1601,2
ТОО AES УКГЭС	1404,6	1225,4
Басқа станциялар	34123,5	35631,3
Барлығы	90253,4	91988,6

Электр тораптары.

Қазақстан Республикасының электр тораптары ол қосалқы станциялардың, тарату құрылғыларының және электр беріліс желілерінің жиынтығын құрайды. Республикадағы жүйеқұраушы тораптары АО «KEGOC» басқарады.

АО KEGOC компаниясында қазіргі таңда 35-1150 кВ кернеуі бар 297 электр беріліс желілері жатады. Олардың жалпы ұзындығы 24533 км және 36975,4 МВА орнатылған қуаты бар 76 электр станциялары қызмет атқарады.

1.2 кесте - ҚР бойынша ауа желілері

	Электрберіліс желілері	Ұзындығы	Станциялар саны	Қуаты, МВА
	ӘЖ 1150 кВ	1421,23	3	9378
	ӘЖ 500 кВ	6483,04	17	15405
	ӘЖ 220 кВ	14473,37	53	11064
	ӘЖ 110 кВ	351,78	1	5
	ӘЖ 35 кВ	44,13	2	26
	Жалпы	24534	76	35877

Аумақтық дәрежедегі электр тораптары сол аумақ ішінде тұтынушыларға жеткізеді. 20 шақты аумақтық энергетикалық компаниялар және 150 кішкене таратушы компаниялар 0,4-220 кВ электр тораптарын басқарып отыр.Асқын кернеулі желілер дегеніміз – қашықтығы 500 км-ден асатын , үлкен қуаты бар, кернеуі 330-1150 кВ болатын желілер айтылады. Бұл желілер негізінен жүйелердің арасын байланыстыру үшін қолданылады, сондықтан оны жүйеаралық желілер деп атаймыз. Атқаратын қызметіне байланысты бұл жүйелер жүйекұраушы торабтартарға жатқызылады.

Алыс қашықтықтағы электрберіліс желілерін жобалағанда келесідей қасиеттерді ескеру қажет:

- Ішкі асқын кернеулікті шектеу;

-Тәждік шығындар азайту үшін сымдар санын көбейту;

-Тіректердің габаритін азайту.

Асқын кернеуі бар желілер басқада электроэнергетикалық жүйелердегі элементтерден бөлек қасиеттері бар. Біріншіден, желінің толқындық қасиеті және тарату параметрлерін есепке алу, желінің режимдерін басқару және өткізгіш қуатты арттыру үшін арнайы қондырғыларды және шараларды қолдану керектігі болып табылады. Үлкен қашықтықтағы желі бұл реактивті қуаттың көзі, жіберілетін немесе қабылдайтын қосалқы станцияға компенсация жасап отыру керек.

Бұл дипломдық жұмыс алыс электрберіліс желісі және Электр тораптарын жобалау курсы бойынша білімді пысықтауға негіз бола алады.

Алынған білім орын басу сұлбасы және төртұшты асқын кернеуі бар желілерді және солардың негізінде қажетті тораптың бөлігінде режим мен кернеу параметрлерін есептеуге мүмкіндік туады. Желі құрылысындағы қондырғыларды анықтап, технико-экономикалық есептеу жүргізуге болады.

1.2 Жамбыл облысы туралы ақпарат

Жамбыл облысы 14 қазанда 1939 жылы КСРО Жоғары Кеңес Президиум үкімімен Оңтүстік Қазақстанда құрылған. Облыс орталығы - Тараз қаласы.

Облыста 1,2 млн. адам (2010 жылғы санақ бойынша) тұрып жатыр. 100-ден аса ұлт өкілдері шоғырланған, қазақтар. Облыс шаруашылығы:

23,8% - өндіріс;

20,2% - ауыл шаруашылығы;

16,6% - транспорт және байланыс;

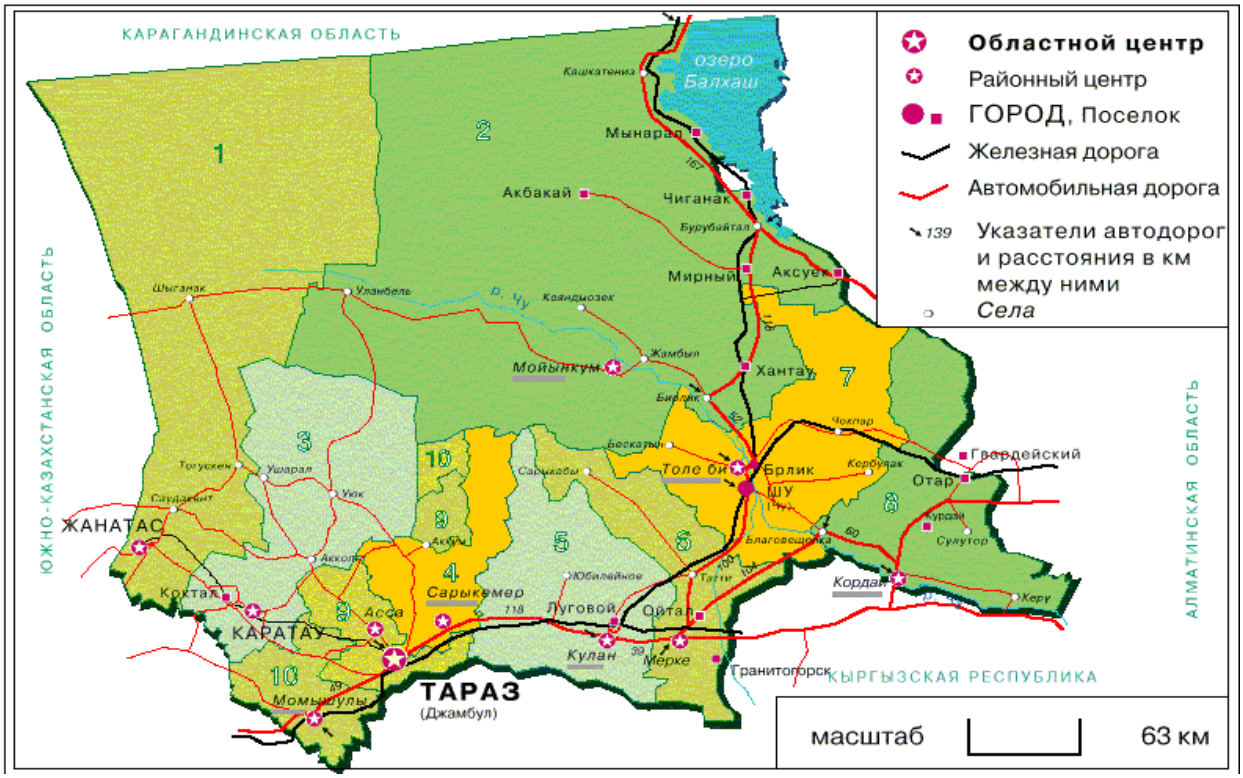
6,5% - құрылыс;

9,2% - сауда;

23,7% - басқа да шаруашылық.

Облыс территориясында республиканың 71,9% фосфорит, 9,3% алтын, 8,9% уранкені бар. Облыс түсті металлдарға, барит, көмір, техникалық тастар, құрылыс материалдарға өте бай.

Шу-Сарысу аралықта табиғи газ ұңғымалары зерттеліп жатыр. Ас және техникалық тұз қоры 10 млн. т.



1.3 сурет - Жамбыл облысының географиялық картасы

Облыста 10 аудан орналасқан:

Байзақ ауданы - орталығы Сарыкемер ауылы;

Жамбыл ауданы - Аса ауылы;

Жуалы ауданы - Момышұлы ауылы;

Қордау ауданы - Қордай ауылы;
Мерке ауданы - Меркі ауылы;
Мойынқұм ауданы - Мойынқұм ауылы;
Т.Рысқұлов ауданы - Құлан ауылы;
Сарысу ауданы - Жанатас қаласы;
Талас ауданы - Қаратау қаласы;
Шу ауданы - Шу қаласы;
Облыс деңгейіндегі қала – Тараз қаласы және 3 аудандық деңгейдегі қалалар. *Климаты.* Облыс климаты Орталық Азияның континенталды субтропикалық климатына сәйкес келеді.

1.3 кесте - Облыстың орташа температурасы

№	Атауы	Көрсеткіш
1	Ауаның орташа жылдық температурасы	+ 11^{o}с
2	Ауаның абсолютті макс. температурасы	+40 ^{o}с
3	Ауаның абсолютті мин. температурасы	- 31 ^{o}с
4	Қыстық есептік температура	-27 ^{o}с
5	Жаздық есептік температура	+28 ^{o}с
6	Қардың биіктігі	35 см
7	Найзағайлы күндер саны	20-22
8	Найзағайдың жылдық ұзақтығы	26-30 сағат

2 Жамбыл облысының электроэнергетикасы

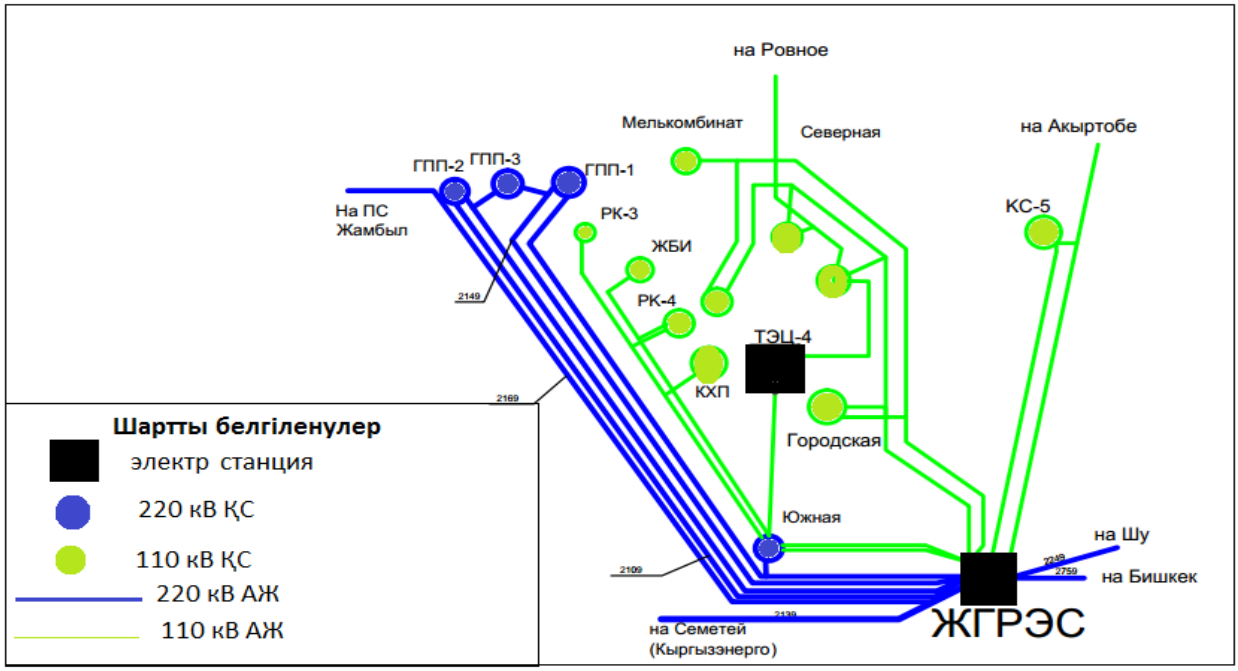
2.1 Қуаттар балансының болжамы

Жалпы статистика бойынша облыстың электр энергиясын пайдалану 2007 жылдан бері 3 есе артқан. 2007 жылы пайдалану 123 МВт болса, 2012 жылға қарай 380 МВт болған.

Облыстағы ең үлкен тұтынушылар болып мыналар табылады:
- ЖШС«ҚазФосфат»
- «Тараз металлургия зауыты» ТМЗ;
- АҚ НК “ҚТЖ”;
- ЖШС «Алтыналмазэнерго»;
- ЖШС «АлтынТемірТараз»;
- ЖШС «Жамбылцемент»;
- «Амангелді» ГӨЗ.

Жамбыл облысының тұтынушыларын электрэнергиямен қамтамасыз етушілер:
- АҚ ЖамбылГРЭС;
- АҚ ЖЭО;

- ЖШС Мерке гидроэнергетикалық компаниясы;
- Қордай ЖЭС.



1.1 сурет - Жамбыл облысының энерготүйіндері

Бұл компаниялар өндіретін электрэнергия облыстың 27% тұтынушыларын қамтамасыз ете алады, қалған 73% Екібастұз ГРЭС-1,2-ден сатып алынады. Облыста альтернативті электр энергиясын қолдану мақсатында Қордай ауданында жел электростанциясы, Меркеде гидростанция жұмыс жасайды. 600 МВт қуат өндіре алатын Орталық Азиядағы ең үлкен Шоқпар және Жаңатас жел электр станцияларының құрылысы қолға алынған.

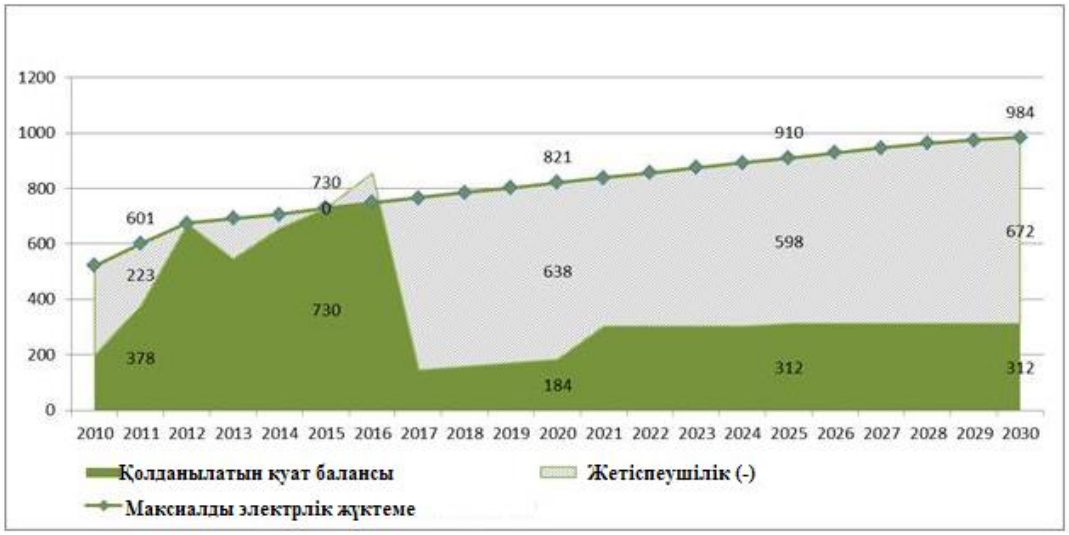
Мемлекеттік индустриалды-инновациялық даму программасы бойынша облыста 2014-2020 жылдар аралығында құны 498 млрд болатын 27 иновациялық жоба дайындалған.

Жамбыл облысының 2015 жылғы қуаттар балансының көрсеткіші:

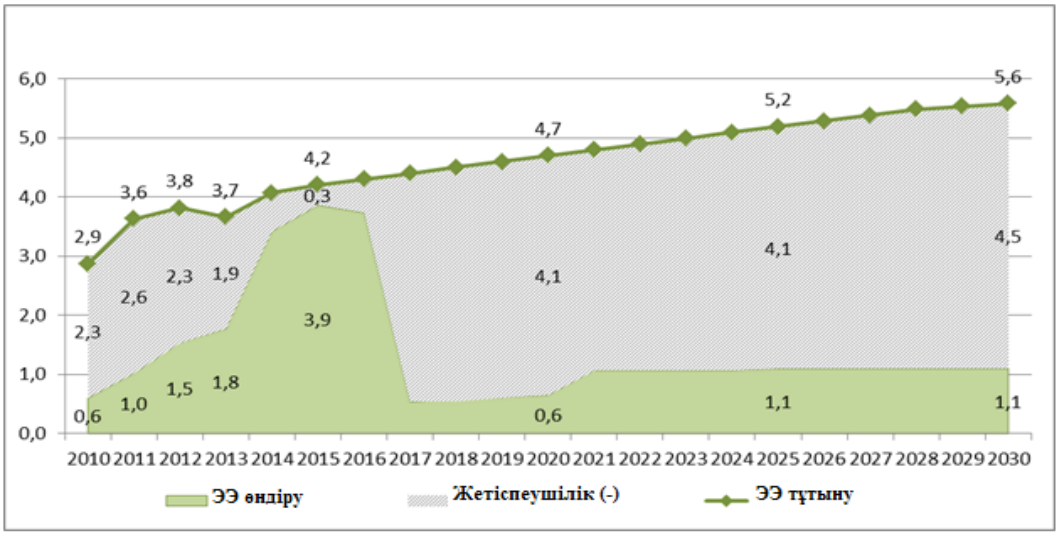
- Тұтынылатын қуат 4,35 млрд.кВт·сағат;
- Максималды электрлік жүктеме – 750 МВт;
- Электрстанцияның орнатылған қуаты – 1290 МВт;
- Орнатылған қуат – 1138 МВт;
- Жұмыс істеу қуаты – 700 МВт;
- Электрстанциядағы электроэнергия шығаруы – 4,43 млрд.кВт·сағат.

2.1кесте - Жамбыл облысының электр энергиясын қолдану бойынша болжамы

Атауы	2015	2020	2025	2030
	қорытынды	болжам	болжам	болжам
Электрэнергиясын қолдану, млрд. кВт·сағ.	4,35	4,78	5,13	5,8
Жылдық орта өсім, %	0,0%	3,67%	3,11%	2,45%
Максималды электр жүктеме (өзіндік)	773	854	935	1020
Максималды электрлік жүктеме(БЭЖ бірге)	671	759	820	910



2.2 сурет - Жамбыл облысының 2030 жылға дейінгі қуаттар балансы.



2.3 сурет - Жамбыл облысының 2030 жылға дейінгі электрэнергия балансы.

2.2 ҚС ЮКГРЭС– ҚС Жамбыл аумағында 500 кВ АЖ құрылыс жобасының міндеттемелерін қою

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасы ҰЭЖ жұмысы режимдерін басқаруда Солтүстік-Оңтүстік транзиттің өткізу қабілетінің шектелгендігімен және 220-500 кВ желідегі кернеуді тұрақтандыру қиындықтарымен байланысты біршама мәселелер бар екендігі келтірілген режимдерді талдау кезінде анықталды. Солтүстік-Оңтүстік транзитінің 500 кВ екінші желісінің эксплуатацияға жіберілуі және 500 кВ АЖ екінші желісінде БШР-ды орнату қиманың өткізу қабілетін 1600 МВт дейін арттырды, алайда Оңтүстікте артып келе жатқан тапшылықтың себебінен өткізу қабілеті әлі де жеткіліксіз, оның өткізу қабілетін арттыру мәселесі қуатты өндіретін Балхаш ЖЭС-ін эксплуатацияға енгізгенше өзекті болып тұр, әлі күнге дейін тұрақтылықтың бұзылу жағдайлары кездеседі, олар транзиттің бөлінуіне және апатқа қарсы автоматиканың жұмыс істеуіне әкеліп отыр. Солтүстік-Оңтүстік транзитінің екінші тізбегін енгізу кернеу деңгейінің қуаттың өту шамасына тәуелділігін төмендетуге көмектесті, бірақ толықтай жоймады. Солтүстік-Оңтүстік транзитінің 500 кВ аралық станцияларында кернеуді реттеу жағдайы күрделі, бұл жерде кернеу дейгейлері қуаттың өту шамасына өте тәуелді болып келеді. Оған қоса Солтүстік-Оңтүстік транзиттің екінші тізбегі БЭЖ-тің Солтүстік және Батыс зоналарындағы 220 кВ және одан жоғары кернеу режимдеріне әсер етпейді. Қазақстанның БЭЖ-нің солтүстік, оңтүстік және батыс зоналарында желінің қалыпты сызбасында түнгі уақытта аралық станциялардағы кернеу максималды шектеулі шамадан асып кетеді. Жоғарыда келтіріген Қазақстан Республикасы ҰЭЖ режимдерін басқарудағы мәселелерді жан-жақты талдау жұмыстың келесі бөлімдерінде көрсетілген.

ЮКГРЭС Жамбыл 500 кВ АЖ салудағы қосымша талдау жасау:

- белгіленген тарату жүретін зонадағы қазіргі уақыттағы электрмен қамтамасыз ету жағдайына талдау жасау;
- тарату өтетін зонадағы тұтынушыларды сенімді электрмен жабдықтауды және жаңа көлік инфрақұрылым мен өндірістік тұтынуышлардың (мұнай тұрбалары, т/ж электрификациялау,) оған қолжетімділігін қамтамасыз ету;
- 2030 жылға дейін перспективті түрде қуат және электрэнергияның болжамды қамтамасыз ету балансын жасау, ол Оңтүстік зона тұтынушыларын сенімді электрмен жабдықтауда пайда болуы мүмкін тәуелкелдерді (БТЭС енгізілуінің қалып қоюы т.б) болдырмау үшін керек;
- құрылыстың экономикалық тиімділігі.

Сонымен, 500 кВ Солтүстік-Оңтүстік (ЮКГРЭС - Жамбыл) транзитін салу мынадай факторларды қамтамасыз ету қажеттіліктерінен туындайды:

- Оңтүстік аудандардың, оның ішінде Жамбыл облысының энергия тапшылығын болдырмау;
- Жамбыл ҚС-на Фрунзе арқылы келетін 500 кВ АЖ-не (Қырғыз Республикасына) тәуелді болмау;

- Транзит арқылы Оңтүстік аудандарға өткізгіш қабілетті арттыру;
- Жамбыл ҚС-на БШР қою арқылы кернеуді тұрақтандыру;
- БТЭС құрылысының аяқталмау жағдайында Оңтүстік Қазақстан тапшылығын жабу;
- ҚР БЭЖ тұрақтылығы мен қызмет етуін арттыру және Солтүстік және Оңтүстікті байланыстыру.

3 Электрлік есептеулер бөлімі

3.1 Ауа желісіне өткізгіш қимасын анықтау

ҚР ЭҚЕ бойынша электрлік өткізгіш (оқшауланған, оқшауланбаған өткізгіштер, кабельдер жәнешиналар) қимасын таңдау оның қызуы, токтың экономикалық тығыздығы және тәждің шарттары арқылы таңдалынады. Егер өткізгіштің қимасы талап етілетін басқа да шарттардан (термиялық және электродинамикалық төзімділігі кезінде қысқа тұйықталу тогы, шығындар мен ауытқу кернеу, механикалық беріктігі) аз болса , осы шарттарға сәйкес талап етілетін қимасы көп болуы қажет.

ЭҚЕ талаптарына сәйкес (1.3.26) АЖ 330 кВ және одан жоғары кернеулерінде сымдардың қимасы техникалық-экономикалық есептеулер негізінде табылады.

Өткізгіштің қимасы мына формула арқылы есептелінеді:

$$S = \frac{I_р}{J_н}, \qquad (3.1)$$

мұндағы $I_р$=энергожүйенінің бір сағатындағы максимум есептік тогы;

$J_н$= ток тығыздығының мәні, А/мм^2.

Өткізгіш қимасын таңдау 500 кв Солтүстік-Оңтүстік транзит режимдері бойынша алдығы 5 жылға 2020 жылға және тағы қосымша 2030 жылға дейін негізделген. ЮКГРЭС-Жамбыл ауа желісі қимасын қарастырайық.

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша қимасын таңдау

ЮКГРЭС-Жамбыл ауа желісінің 2025, 2030 жылдарға қалыпты режимдегі максималды жүктемесі 370 МВА, сымның есептік тогы 140 А болады. Сымның қимасы келесіформула бойынша анықталған және мәні 140 мм^2.

$$S=\frac{140}{1}=140 \text{ мм}^2.$$

Тәж бойынша қима таңдау.

500 кВ желі үшін тәж шарты бойынша минималды қима - 330х39мм^2.

Техникалық есептеулер бойынша қима таңдау.

ЮКГРЭС-Жамбыл желісінің қимасы ретінде 330х3 мм^2 және 400х51 мм^2 қималарына экономикалық салыстырулар жүргізілді.Техникалық эконмикалық есептеулер жүргізілгенде келесі көрсеткіштер салыстырылды.

Сым маркалары 300х39 және 400х51сымдарына кететін алғашқы салымдар төменде келтірілген.

3.1 кесте - ӘЖ сымдарына техникалық экономикалық салыстырулар.

Атауы	ЮКГРЭС-Жамбыл ӘЖ 500 кВ	
	400х51	330х39
Ұзындығы, км	512	512
Сымға кететін капиталды салым	725 млн	728 млн
Өтеу уақыты	7 жыл	7,2 жыл

3.2 Торап параметрлерін есептеу

Жоғарыда көрсетілгендей ЮКГРЭС-Жамбыл торабы бір тізбекті 500 кВторабы болып есептелінеді. Қарастырылған сұлбада барлық 500 кВ-тік желілер АС-330/39 және АС-400/51 маркасымен жүргізілген.

Активті кедергі келесі формула арқылы есептелінеді:

$$R=r_o \cdot L \,, \qquad (3.2)$$

мұндағы L – желі ұзындығы, Ом;

r_o – активті кедергі, Ом/км.

Реактивті кедергіні анықтау формуласы:

$$X=x_o \cdot L \,, \qquad (3.3)$$

мұнда x_o – реактивті кедергі, Ом.

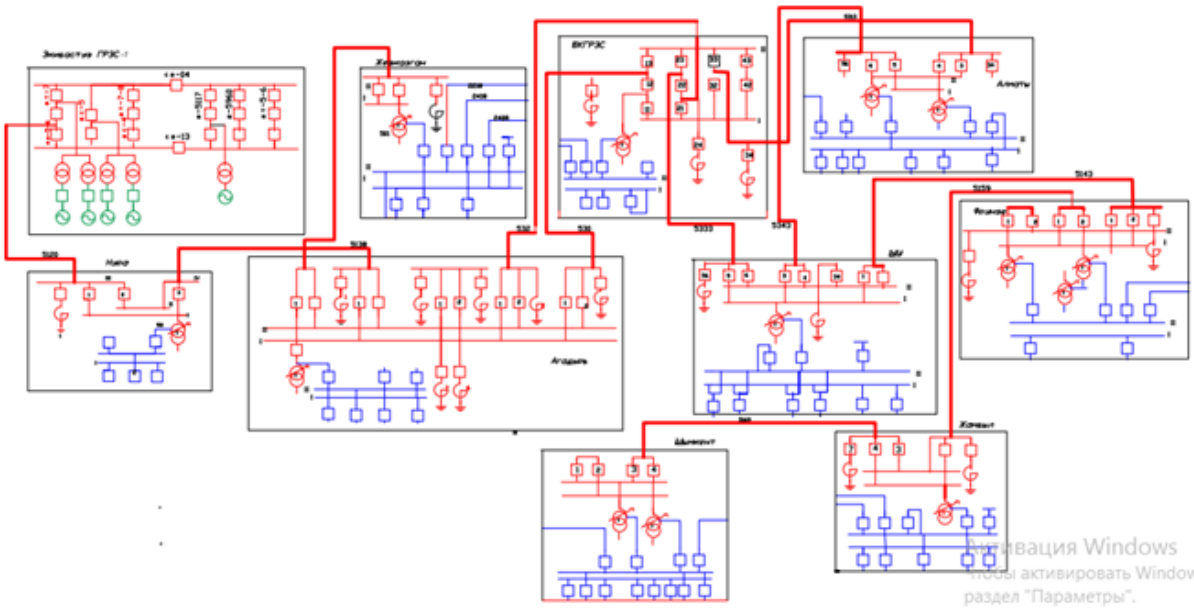
3.2 кесте – Торап мәліметтері.

Торап атауы	Сымның маркасы	Ұзындығы
Агадырь-ЮКГРЭС	АС-330/39	383 км
ЮКГРЭС-Шу	АС-400/51	208,1 км
ЮКГРЭС-Алматы	АС-330/39	283,4 км
Шу-Жамбыл	АС-330/39	270км
ЮКГРЭС-Жамбыл	АС-400/51	512 км

Барлық r_o және x_oмәндері арнайы сымның маркасына байланысты кітапшадан алынады. Келесі кестеде сымның әр тораптағы мәліметтері енгізілген.

3.3 кесте – Транзит бойындағы басты қосалқы станциялар

Атауы	Типі	Қуаты, кВт
ПС-500кВ "Алматы"	5хАОДЦТН-167000/500/220-У1	167000
ПС-500кВ "ЮКГРЭС"	4хАОДЦТН-167000/500/220-75У1	167000
ПС-500кВ "Шу-500"	6хАТДЦТН-125000/220/110/10	125000
ПС-500кВ "Алма"	6хODFSZ-167000/500	167000

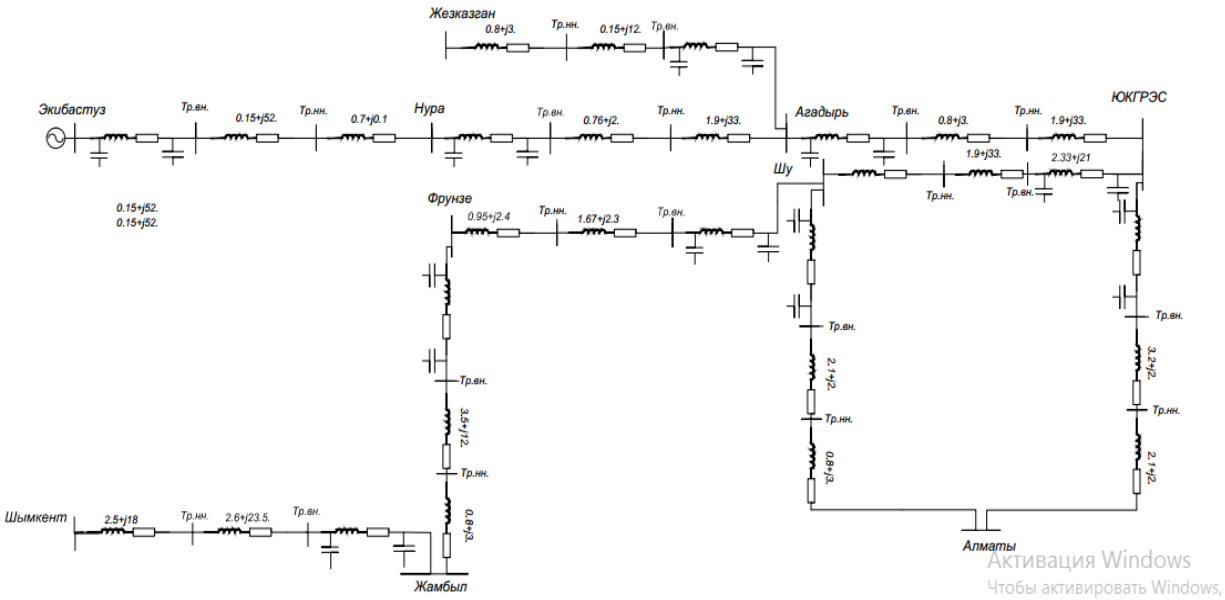


3.1 сурет -Солтүстік-Оңтүстік транзиті бойынша эксплуатациялық сұлба

3.3 Қазіргі 500 кВ Солтүстік-Оңтүстік әуе желісі

Ауа желілерін жобалағанда арнайы RASTR бағдарламасы есептеуге мүмкіндік береді. Есептеулер қалыпты, апатты, максималды, минималды режимдерде жүргізілді. Бағдарлама арқылы желі арасындағы қуаттар ағынын, кернеу деңгейін анықтауға болады. Алдағы есептеулерде Солтүстік Оңтүстік транзит бойындағы 13 қосалқы станция енгізілген, олардағы автотрансформаторлардың, реакторлардың және желінің мәліметтері енгізілген.Бұл бағдарлама тораптың орынбасу сұлбасы, қосалқы станция мен желінің мәліметтері арқылы кернеу модулі фазасы, генератордың активті

және реактивті қуаттарын, әрбір түйіндегі жүктемелерді, қуат шығындарын (тораптағы және трансформатордағы) анықтайды.



3.1 сурет – Транзит бойынша орынбасу сұлбасы.

Қалыпты режим.

	D	S	Тип	Номер	Название	U_ном	_сх	Район	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q_max	U_min	U_max	B_ш	V
1			База	1	Экибастуз	515					1362.4	150.6	515	-2000	2000				515
2			Нагр	2	Нура	500												553	493.21
3			Нагр	3	Агадырь	500												1000	527.42
4			Нагр	4	Жезказган	500												453	536.86
5			Нагр	5	ЮКГРЭС	500												673	517.53
6			Нагр	6	Алма	500													492.04
7			Нагр	7	Алматы	500												220	494.32
8			Нагр	8	Шу	500												1400	491.89
9			Нагр	9	Фрунзе	500												700	490.11
10			Нагр	10	Тупебердиев	518					600	20		-1000	1000				495.12
11			Нагр	11	Ташкентская	500													513.47
12			Нагр	12	Шымкент	500													514.57
13			Нагр	13	Жамбыл	500													510.61
14			Нагр	21		220			110	-134									224.01
15			Нагр	31		220			300	120	250	270		-1000	1000				239.46
16			Нагр	41		220			570	170	470	140		-1000	1000				234.65
17			Нагр	51		220			53	10									226.25
18			Нагр	61		220			600	150	350	100		-1000	1000				214.9
19			Нагр	71		220			1000	351	550	210		-1000	1000				213.23
20			Нагр	81		220			250	60	20	7		-1000	1000				213.82
21			Нагр	91		220			800	110									211.4
22		X	Нагр	101		220													
23			Нагр	111		220					730	-20		-1000	1000				232.5
24			Нагр	121		220			540	120	200	106		-1000	1000				224.47
25			Нагр	131		220			500	100	350	70		-1000	1000				222.69

3.3 сурет - 500 кВ әуе желісіндегі түйіндер

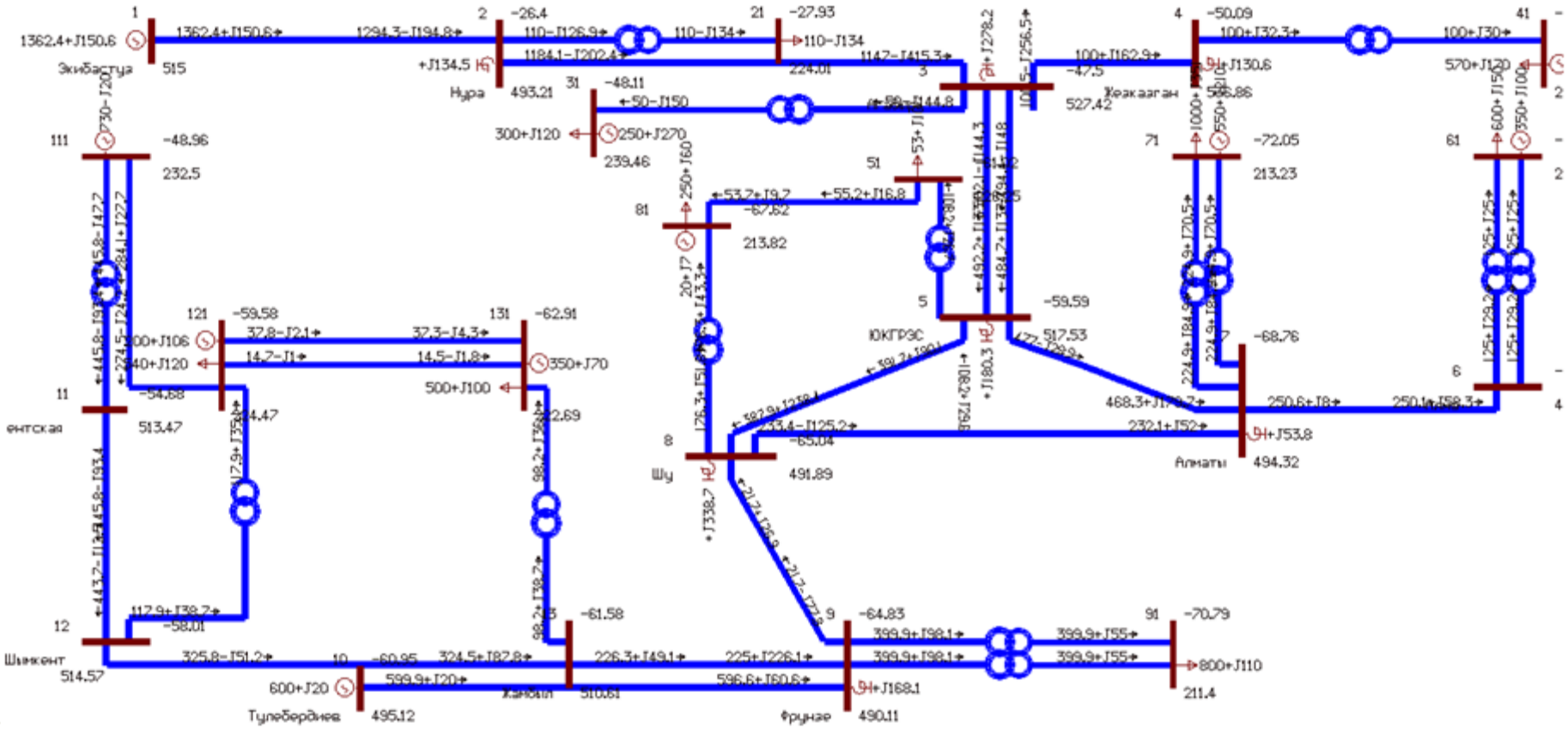
8		ЛЭП	3	5		Агадырь - ЮКГРЭС	10.9	116.8	-1426		-494	148
9		Тр-р	5	51		ЮКГРЭС -		61.1		0.44	-108	-30
10		ЛЭП	5	7		ЮКГРЭС - Алматы	9.6	87.9	-1125		-477	29
11		Тр-р	7	71		Алматы -		61.1		0.44	-225	-85
12		Тр-р	7	71		Алматы -		61.1		0.44	-225	-85
13		ЛЭП	7	6		Алматы - Алма	1.9	19.5	-228		-251	-8
14		Тр-р	6	61		Алма -	0.97	61.1		0.44	-125	-29
15		Тр-р	6	61		Алма -	0.97	61.1		0.44	-125	-29
16		ЛЭП	7	8		Алматы - Шу	5.5	66.9	-792		232	52
17		Тр-р	8	81		Шу -		61.1		0.44	-176	-52
18		ЛЭП	8	9		Шу - Фрунзе	3	36.7	-435		22	27
19		Тр-р	9	91		Фрунзе -		61.1		0.44	-400	-98
20		Тр-р	9	91		Фрунзе -		61.1		0.44	-400	-98
21		ЛЭП	9	10		Фрунзе - Тулеберди	2.25	27.6	-336		597	61
22		ЛЭП	9	13		Фрунзе - Жамбыл	4.3	65.6	-781		225	226
23		Тр-р	13	131		Жамбыл -		61.1		0.44	-98	-39
24		ЛЭП	13	12		Жамбыл - Шымкент	3.3	50.6	-607		324	88
25		Тр-р	12	121		Шымкент -		61.1		0.44	-118	-39
26		ЛЭП	12	11		Шымкент - Ташкент	2.8	34.1	-404		444	-13
27		Тр-р	11	111		Ташкентская -		58		0.46	446	-93
28		ЛЭП	111	121		-	6.35	34.46			-284	-28
29		ЛЭП	121	131		-	17.11	76			-38	2
30		ЛЭП	5	8		ЮКГРЭС - Шу	5.3	64.3	-761		-392	-90
31		ЛЭП	121	131		-	45.92	195			-15	1

3.4 сурет - 500 кВ әуе желілерінің тармақтары

	S	Номер	Название	U_ном	V	dV
1		3	Агадырь	500	527.42	5.48
2		4	Жезказган	500	536.86	7.37
3		31		220	239.46	8.85
4		41		220	234.65	6.66
5		111		220	232.5	5.68

3.5сурет - Желідегі кернеулердің деңгейі

Асқын кернеулердің деңгейі шектік мәннен аспауы қажет. Есептеулер бойынша кернеу деңгейі шартты деңгейден асқан жоқ.



3.6 сурет - Транзит бойынша сұлба

Апаттық режим.

1		База	1	Экибастуз	515				1371.6	187.5	515	-2000	2000			515
2		Нагр	2	Нура	500										753	488.01
3		Нагр	3	Агадырь	500										800	528.08
4		Нагр	4	Жезказган	500										453	537.56
5		Нагр	5	ЮКГРЭС	500										673	517.08
6		Нагр	6	Алма	500											473.63
7		Нагр	7	Алматы	500											476.12
8		Нагр	8	Шу	500										800	505.58
9		Нагр	9	Фрунзе	500										700	508.38
10		Нагр	10	Тулебердиев	518				600	20		-1000	1000			513.46
11		Нагр	11	Ташкентская	500											540.22
12		Нагр	12	Шымкент	500											540.79
13		Нагр	13	Жамбыл	500											534.36
14		Нагр	21		220		110	-134								221.79
15		Нагр	31		220		300	120	250	270		-1000	1000			239.74
16		Нагр	41		220		570	170	470	140		-1000	1000			234.96
17		Нагр	51		220		53	10								226.53
18		Нагр	61		220		600	150	350	100		-1000	1000			206.73
19		Нагр	71		220		1000	351	550	210		-1000	1000			205.02
20		Нагр	81		220		250	60	20	7		-1000	1000			219.65
21		Нагр	91		220		800	110								219.69
22	X	Нагр	101		220											
23		Нагр	111		220				730	-20		-1000	1000			244.9
24		Нагр	121		220		540	120	200	106		-1000	1000			236.33
25		Нагр	131		220		500	100	350	70		-1000	1000			233.48

3.7 сурет- 500 кВ әуе желісіндегі түйіндер

1	2	Нура	500	488.01
2	3	Агадырь	500	528.08
3	4	Жезказган	500	537.56
4	5	ЮКГРЭС	500	517.08
5	6	Алма	500	473.63
6	7	Алматы	500	476.12
7	8	Шу	500	505.58
8	9	Фрунзе	500	508.38
9	10	Тулебердиев	518	513.46
10	11	Ташкентская	500	540.22
11	12	Шымкент	500	540.79
12	13	Жамбыл	500	534.36

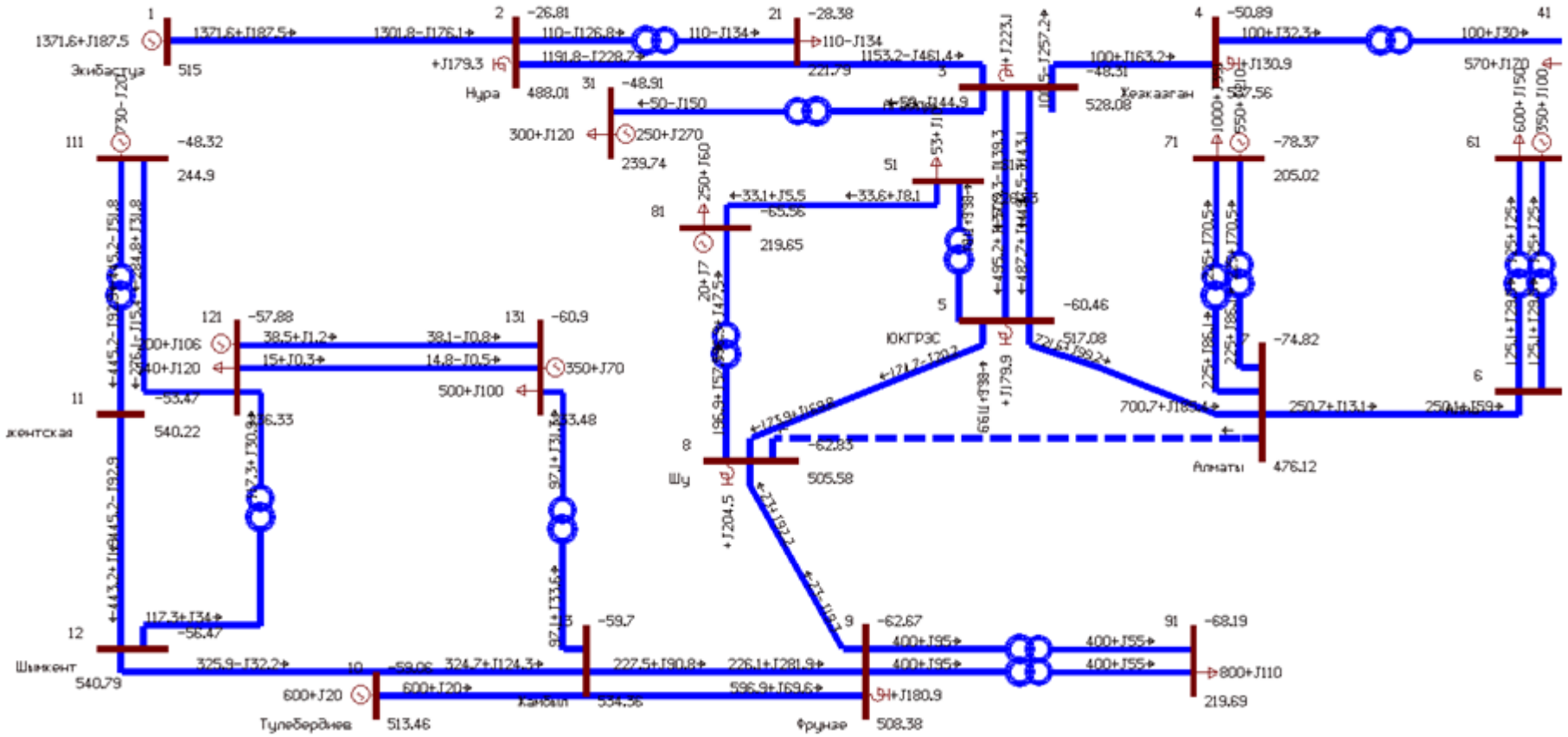
3.8 сурет – Желідегі кернеулер деңгейі

	О	S	Тип	N_нач	N_кон	N_г	руг	Название	R	X	B	Кт/г	P_нач	Q_нач	Na
1			ЛЭП	1	2			Экибастуз - Нура	9.3	84.9	-1088		-1372	-187	
2			Тр-р	2	21			Нура -		61.1		0.44	-110	127	
3			ЛЭП	2	3			Нура - Агадырь	6.4	78.6	-931		-1192	229	
4			Тр-р	3	31			Агадырь -		61.1		0.44	-50	145	
5			ЛЭП	4	3			Жезказган - Агадыр	11.4	122	-1500		100	163	
6			Тр-р	4	41			Жезказган -		61.1		0.44	-100	-32	
7			ЛЭП	3	5			Агадырь - ЮКГРЭС	10.8	115	-1403		-505	139	
8			ЛЭП	3	5			Агадырь - ЮКГРЭС	10.9	116.8	-1426		-497	143	
9			Тр-р	5	51			ЮКГРЭС -		61.1		0.44	-87	-20	
10			ЛЭП	5	7			ЮКГРЭС - Алматы	9.6	87.9	-1125		-722	-99	
11			Тр-р	7	71			Алматы -		61.1		0.44	-225	-86	
12			Тр-р	7	71			Алматы -		61.1		0.44	-225	-86	
13			ЛЭП	7	6			Алматы - Алма	1.9	19.5	-228		-251	-13	
14			Тр-р	6	61			Алма -	0.97	61.1		0.44	-125	-29	
15			Тр-р	6	61			Алма -	0.97	61.1		0.44	-125	-29	
16		x	ЛЭП	7	8			Алматы - Шу	5.5	66.9	-792				
17			Тр-р	8	81			Шу -		61.1		0.44	-197	-58	
18			ЛЭП	8	9			Шу - Фрунзе	3	36.7	-435		23	92	
19			Тр-р	9	91			Фрунзе -		61.1		0.44	-400	-95	
20			Тр-р	9	91			Фрунзе -		61.1		0.44	-400	-95	
21			ЛЭП	9	10			Фрунзе - Тулеберди	2.25	27.6	-336		597	70	
22			ЛЭП	9	13			Фрунзе - Жамбыл	4.3	65.6	-781		226	282	
23			Тр-р	13	131			Жамбыл -		61.1		0.44	-97	-34	
24			ЛЭП	13	12			Жамбыл - Шымкент	3.3	50.6	-607		325	124	
25			Тр-р	12	121			Шымкент -		61.1		0.44	-117	-34	
26			ЛЭП	12	11			Шымкент - Ташкент	2.8	34.1	-404		443	2	
27			Тр-р	11	111			Ташкентская -		58		0.46	445	-93	

Ready

3.9 сурет - Апаттық режим бойынша 500 кВ АЖ тармақтары

Апатты режим кезінде тораптарда Алматы-Шу желісі үзілді. Кернеу деңгейі 5%-данасқан жоқ. Трансформатор мен ЭБЖ-дегі шығын өндірілген қуаттың 2,1 %-ын құрайды.



3.10 сурет - Апатты режимдегі транзит бойынша сұлба

Максималды жүктеме кезіндегі режим.

1		База	1	Экибастуз	515				1967.2	197.7	515	-2000	2000				515	
2		Нагр	2	Нура	500											453	519.36	-36.94
3		Нагр	3	Агадырь	500											700	527.81	-59.79
4		Нагр	4	Жезказган	500											953	532.41	-62.12
5		Нагр	5	ЮКГРЭС	500											673	518.96	-69.72
6		Нагр	6	Алма	500												527.88	-76.08
7		Нагр	7	Алматы	500											220	528.58	-75.45
8		Нагр	8	Шу	500											1400	519.13	-73.74
9		Нагр	9	Фрунзе	500											800	530.45	-74.29
10		Нагр	10	Тулебердиев	518				600	20		-1000	1000				536.12	-72.56
11		Нагр	11	Ташкентская	500											609	545.8	-70.52
12		Нагр	12	Шымкент	500												538.09	-72.1
13		Нагр	13	Жамбыл	500												539.08	-73.54
14		Нагр	21		220		160	-134									239.41	-38.88
15		Нагр	31		220		350	120	250	270		-1000	1000				255.42	-60.58
16		Нагр	41		220		620	170	470	140		-1000	1000				216.91	-63.44
17		Нагр	51		220		103	10									216.12	-70.88
18		Нагр	61		220		650	150	350	100		-1000	1000				219.21	-77.08
19		Нагр	71		220		1050	351	550	210		-1000	1000				217.82	-77.11
20		Нагр	81		220		300	60	20	7		-1000	1000				213.91	-75.19
21		Нагр	91		220		850	110									218.97	-77.1
22	X	Нагр	101		220													
23		Нагр	111		220				730	-20		-1000	1000				240.85	-67.92
24		Нагр	121		220		590	120	200	106		-1000	1000				233.42	-73
25		Нагр	131		220		550	100	350	70		-1000	1000				232.63	-74.45

3.11 сурет - Максималды жүктеме кезіндегі режим бойынша 500 кВ ӘЖ түйіндері

1	2	Нура	500	488.01
2	3	Агадырь	500	528.08
3	4	Жезказган	500	537.56
4	5	ЮКГРЭС	500	517.08
5	6	Алма	500	473.63
6	7	Алматы	500	476.12
7	8	Шу	500	505.58
8	9	Фрунзе	500	508.38
9	10	Тулебердиев	518	513.46
10	11	Ташкентская	500	540.22
11	12	Шымкент	500	540.79
12	13	Жамбыл	500	534.36

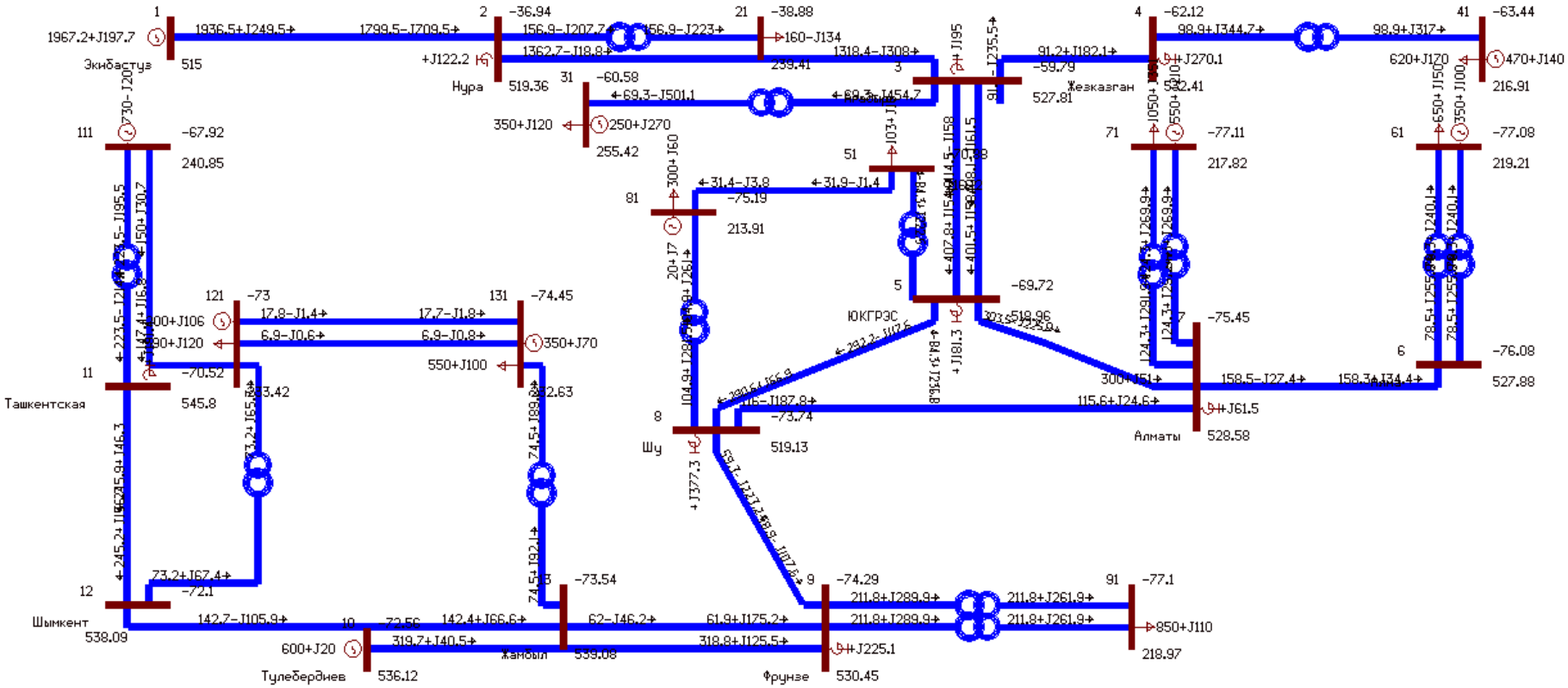
3.12 сурет – Желінің қернеулер көрстекіші

	O	S	Тип	N_нач	N_кон	N_г	руг	Название	R	X	B	Кт/г	P_нач	Q_нач
1			ЛЭП	1	2			Экибастуз - Нура	9.3	84.9	-1088		-1967	-198
2			Тр-р	2	21			Нура -		61.1		0.44	-160	125
3			ЛЭП	2	3			Нура - Агадырь	6.4	78.6	-931		-1667	784
4			Тр-р	3	31			Агадырь -		61.1		0.44	-100	146
5			ЛЭП	4	3			Жезказган - Агадыр	11.4	122	-1500		150	415
6			Тр-р	4	41			Жезказган -		61.1		0.44	-150	-34
7			ЛЭП	3	5			Агадырь - ЮКГРЭС	10.8	115	-1403		-677	655
8			ЛЭП	3	5			Агадырь - ЮКГРЭС	10.9	116.8	-1426		-666	654
9			Тр-р	5	51			ЮКГРЭС -		61.1		0.44	-171	-7
10			ЛЭП	5	7			ЮКГРЭС - Алматы	9.6	87.9	-1125		-583	403
11			Тр-р	7	71			Алматы -		61.1		0.44	-250	-78
12			Тр-р	7	71			Алматы -		61.1		0.44	-250	-78
13			ЛЭП	7	6			Алматы - Алма	1.9	19.5	-228		-300	62
14			Тр-р	6	61			Алма -	0.97	61.1		0.44	-150	-28
15			Тр-р	6	61			Алма -	0.97	61.1		0.44	-150	-28
16			ЛЭП	7	8			Алматы - Шу	5.5	66.9	-792		224	85
17			Тр-р	8	81			Шу -		61.1		0.44	-213	-70
18			ЛЭП	8	9			Шу - Фрунзе	3	36.7	-435		-120	344
19			Тр-р	9	91			Фрунзе -		61.1		0.44	-425	-76
20			Тр-р	9	91			Фрунзе -		61.1		0.44	-425	-76
21			ЛЭП	9	10			Фрунзе - Тулеберди	2.25	27.6	-336		598	182
22			ЛЭП	9	13			Фрунзе - Жамбыл	4.3	65.6	-781		132	518
23			Тр-р	13	131			Жамбыл -		61.1		0.44	-150	-40
24			ЛЭП	13	12			Жамбыл - Шымкент	3.3	50.6	-607		283	138
25			Тр-р	12	121			Шымкент -		61.1		0.44	-147	-5
26			ЛЭП	12	11			Шымкент - Ташкент	2.8	34.1	-404		431	-199
27			Тр-р	11	111			Ташкентская -		58		0.46	432	-72

Ready

3.13 сурет - 500 кВ ӘЖ тармақтары

Максималды режим бойынша есептеулерде жүктеме мәні 20%-ға жоғарыланғанда, нәтижесіндеасқын кернеулердің деңгейі шектік мәннен аспауы қажет. Есептеулер бойынша кернеу деңгейі шартты деңгейден асқан жоқ.



3.14 сурет – Режим бойынша транзит сұлбасы

3.5 Тұрақтылық шарттарына байланысты АЖ толқындық кедергі мәнін анықтау

Желінің толқындық кедергісі Zc электрберіліс желісінің өткізгіш қабілеті бойынша максималды беріліс қуатынан аспау шартынан таңдалынады.

$$P \leq P_{эп} = \frac{P_{пред}}{1+К}, \tag{3.4}$$

мұндағы Рэп – желінің өткізгіш қабілеті;

Кз=0,2 – статикалық тұрақтылықтың нормалушы қор коэффициенті;

Ршек – электрберілістің шектік қуаты:

$$P_{пред} = \frac{E_1 \cdot E_2}{X_{эп}} . \tag{3.5}$$

Электрберілістің қарымта кедергісі:

$$X_{эп} = \frac{Z^2 - X_1 X_2}{Z_c} \sin\lambda + (_{X_2} + X_2)\cos\lambda . \tag{3.6}$$

Берілгеншектік қуат және қарымта кедергіформуласынан келесі өрнекті аламыз:

$$X_{эп} \leq X_{эп.доп} = \frac{E_1 \cdot E_2}{(1+К_з)\cdot P} = \frac{551{,}25^2}{(1+0{,}2)\cdot 800} = 316{,}5 \text{ Ом}. \tag{3.7}$$

Хэп мәнін тапқанда толқындық келергіге қатысты теңсіздік пайда болады.

$$Z_c^2 - b \cdot Z_c - X_1 \cdot X_2 \leq 0 . \tag{3.8}$$

Максималды қуат жеткізу кезінде тұрақтылықтың нормаланған қорын қамтамасыз ететін шарт бойынша қатынасты есептейміз:

$$Z_c \leq \frac{b}{2} + \sqrt{X_1 \cdot X_2 + \frac{b^2}{4}} ; \tag{3.9}$$

$$b = \frac{X_{эп.доп} - (X_1 \cdot X_2)\cdot\cos\lambda}{\sin\lambda} = \frac{316{,}54 - 146{,}8 \cdot \cos(0{,}535 \text{ рад})}{\sin(0{,}535 \text{ рад})} = 317{,}45$$

формула арқылы шектік Zc мәнін табамыз:

$$Z_c=\frac{373,2}{2}+\sqrt{85,56\cdot 61,25+\frac{373,2^2}{4}}=386,7 \text{ Ом.} \qquad (3.11)$$

Арнайы параметрлер арқылы идеалды желі үшін толқындық кедергі және толқын ұзындығын есептейміз.

$$Z_c=\sqrt{\frac{x_o}{b_o}}=\sqrt{\frac{0,346}{3,73\cdot 10^{-6}}}=304,4 \text{ Ом ;} \qquad (3.12)$$

$$\lambda=\sqrt{x_o\cdot b_o\cdot L}=\sqrt{0,346\cdot 3,732\cdot 500}=0,538. \qquad (3.13)$$

Табылған Zc мәніэлектрберіліс жұмыс тұрақтылығы бойынша тексеріледі.

$$Z_c=304,4 \text{ Ом}<386,7 \text{ Ом.}$$

3.6 ӘЖ-дегі зарядтық қуатты есептеу және басқарылатын шунтты реакторды таңдау

Ауа желісіндегі зарядттық қуатты өтемдеу үшінарнайы шунттаушы реакторлар қолданылады, олардың саны 70-100% зарядтық қуаттың өтемделуіне байланысты таңдалынады.

Желінің зарядтық қуаты келесідей есептелінеді:

$$Q_{зар}=P_c\cdot U_{наб}\cdot \operatorname{tg}\frac{\lambda}{2}=905,36\cdot \operatorname{tg}\frac{0,58}{2}=528,5; \qquad (3.14)$$

$$P_c=\frac{U^2}{Z_c}=\frac{525^2}{304,4}=905,36 \text{ МВт.} \qquad (3.15)$$

мұндағы P_c - максималды жұмыс кернеу кезіндегі желінің науралды қуаты.

Желіде орналасатын шунттаушы реактордың саны келесі қатынаспен анықталады.

$$n_{шр} \geq \frac{0,7 \cdot Q_{зар}}{Q_{шр}} = \frac{0,7 \cdot 528,5}{180} = 2,005, \qquad (3.16)$$

мұндағы Qшр = 3·60 Мвар – үш фазалы топты ыір фазалы реактордың қуаты.

Соңында, ауа желісіндегі зарядтық қуатты өтемдеу үшін 180 Мвар қуатты РОДЦ-6000/500 типті бір үш фазалы топты реакторды Жамбыл қосалқы станциясына орнатамыз.

3.7 Жобадағы торапқа есептеулер

Қалыпты режим.

	О	S	Тип	Номер	Название	U_ном	_сх	Район	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q_max	U_min	U_max	B_ш	V
1			База	1	Экибастуз	515					1354.6	213.4	515	-2000	2000				515
2			Нагр	2	Нура	500												754	518.55
3			Нагр	3	Агадырь	500												200	519.94
4			Нагр	4	Жезказган	500												753	419.21
5			Нагр	5	ЮКГРЭС	500												1077	520.03
6			Нагр	6	Алма	500													491.51
7			Нагр	7	Алматы	500												220	493.48
8			Нагр	8	Шу	500												1800	503.47
9			Нагр	9	Фрунзе	500												773	494.42
10			Нагр	10	Тулебердиев	518					600	20		-1000	1000				499.45
11			Нагр	11	Ташкентская	500													525.09
12			Нагр	12	Шымкент	500													534.93
13			Нагр	13	Жамбыл	500												180	527.03
14			Нагр	21		220			110	-134									229.74
15			Нагр	31		220			300	120	250	270		-1000	1000				210.36
16			Нагр	41		220			570	170	470	140		-1000	1000				216.43
17			Нагр	51		220			53	10									221.13
18			Нагр	61		220			600	150	350	100		-1000	1000				214.76
19			Нагр	71		220			1000	351	550	210		-1000	1000				213.07
20			Нагр	81		220			250	60	20	7		-1000	1000				212.23
21			Нагр	91		220			850	110									213.65
22		✗	Нагр	101		220													
23			Нагр	111		220					730	-20		-1000	1000				242.89

3.15сурет- 500 кВ әуе желісіндегі түйіндер

1	2	Нура	500	488.01
2	3	Агадырь	500	528.08
3	4	Жезказган	500	537.56
4	5	ЮКГРЭС	500	517.08
5	6	Алма	500	473.63
6	7	Алматы	500	476.12
7	8	Шу	500	505.58
8	9	Фрунзе	500	508.38
9	10	Тулебердиев	518	513.46
10	11	Ташкентская	500	540.22
11	12	Шымкент	500	540.79
12	13	Жамбыл	500	534.36

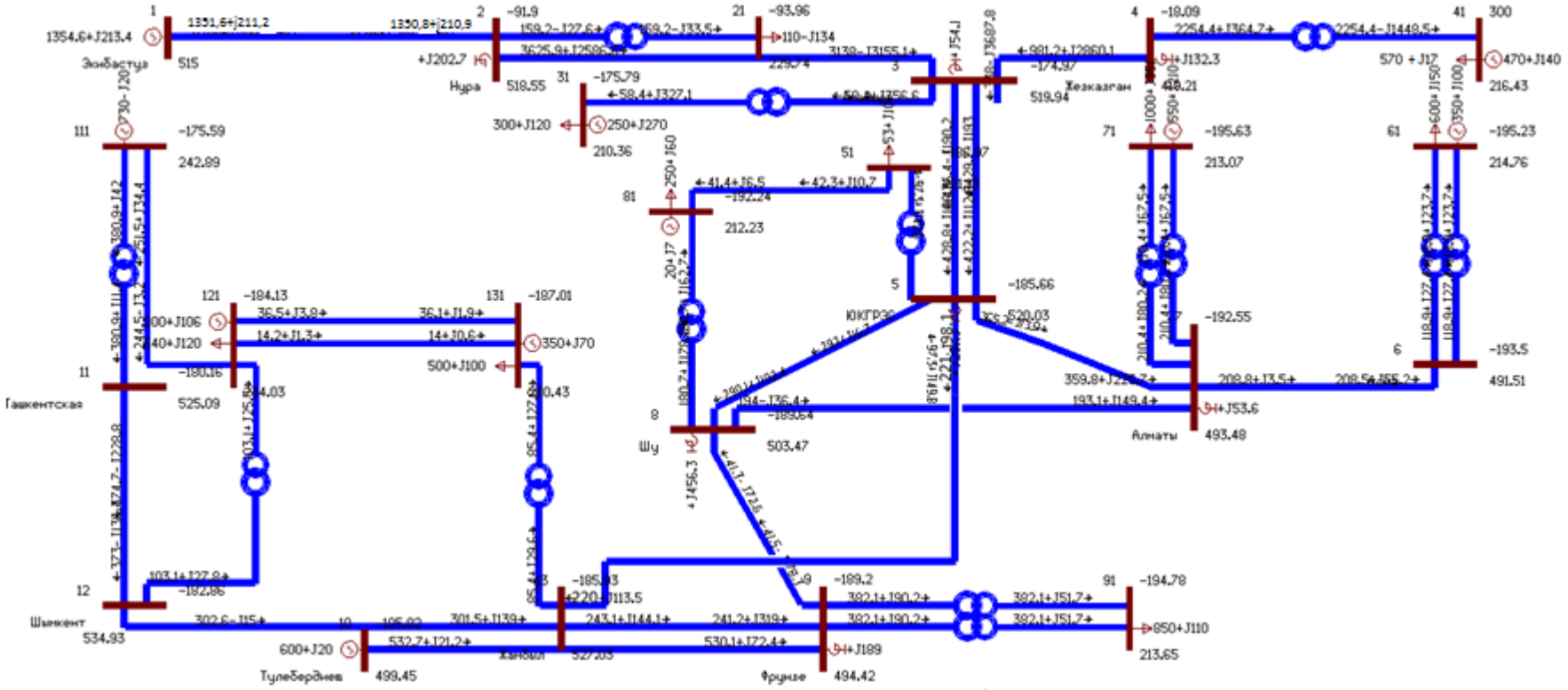
3.16 сурет– Желідегі кернеулер көрсеткіші

	D	S	Тип	N_нач	N_кон	N_г	руг	Название	R	X	B	Кт/г
1			ЛЭП	1	2			Экибастуз - Нура	9.3	84.9	-1088	
2			Тр-р	2	21			Нура -		61.1		0.44
3			ЛЭП	2	3			Нура - Агадырь	6.4	78.6	-931	
4			Тр-р	3	31			Агадырь -		61.1		0.44
5			ЛЭП	4	3			Жезказган - Агадыр	11.4	122	-1500	
6			Тр-р	4	41			Жезказган -		61.1		0.44
7			ЛЭП	3	5			Агадырь - ЮКГРЭС	10.8	115	-1403	
8			ЛЭП	3	5			Агадырь - ЮКГРЭС	10.9	116.8	-1426	
9			Тр-р	5	51			ЮКГРЭС -		61.1		0.44
10			ЛЭП	5	7			ЮКГРЭС - Алматы	9.6	87.9	-1125	
11			Тр-р	7	71			Алматы -		61.1		0.44
12			Тр-р	7	71			Алматы -		61.1		0.44
13			ЛЭП	7	6			Алматы - Алма	1.9	19.5	-228	
14			Тр-р	6	61			Алма -	0.97	61.1		0.44
15			Тр-р	6	61			Алма -	0.97	61.1		0.44
16			ЛЭП	7	8			Алматы - Шу	5.5	66.9	-792	
17			Тр-р	8	81			Шу -		61.1		0.44
18			ЛЭП	8	9			Шу - Фрунзе	3	36.7	-435	
19			Тр-р	9	91			Фрунзе -		61.1		0.44
20			Тр-р	9	91			Фрунзе -		61.1		0.44
21			ЛЭП	9	10			Фрунзе - Тулеберди	2.25	27.6	-336	
22			ЛЭП	9	13			Фрунзе - Жамбыл	4.3	65.6	-781	

3.17 сурет - Қалыпты режим бойынша 500 кВ ӘЖ тармақтары

Жобалған торап бойынша ЮКГРЭС- Жамбыл желісі іске қосылды. Кернеуі мәні мен реактивті қуат мәні шектік деңгейден асқан соң Жамбыл ҚС-на басқарылатын шунтты реактор қойылды. Асқын кернеулердің деңгейі шектік мәннен аспауы қажет. Есептеулер бойынша кернеу деңгейі шартты деңгейден асқан жоқ.

Трансформатор мен ЭБЖ-дегі шығын өндірілген қуаттың 2,8 %-ын құрайды.



3.18 сурет - Қалыпты режимдегі транзит бойынша сұлба

Апатты режим.

1		База	1	Экибастуз	515					1458	350	515	-2000	2000				515
2		Нагр	2	Нура	500												754	514.47
3		Нагр	3	Агадырь	500												200	528.94
4		Нагр	4	Жезказган	500												753	519.74
5		Нагр	5	ЮКГРЭС	500												1077	491.44
6		Нагр	6	Алма	500													518.55
7		Нагр	7	Алматы	500												220	525.86
8		Нагр	8	Шу	500												1800	507.48
9		Нагр	9	Фрунзе	500												773	501.54
10		Нагр	10	Тулебердиев	518					600	20		-1000	1000				496.41
11		Нагр	11	Ташкентская	500													499.18
12		Нагр	12	Шымкент	500													500.02
13		Нагр	13	Жамбыл	500													496.45
14		Нагр	21		220		110	-134										219.56
15		Нагр	31		220		300	120		250	270		-1000	1000				212.48
16		Нагр	41		220		570	170		470	140		-1000	1000				228.9
17		Нагр	51		220		53	10										214.3
18		Нагр	61		220		600	150		350	100		-1000	1000				200.12
19		Нагр	71		220		1000	351		550	210		-1000	1000				198.34
20		Нагр	81		220		250	60		20	7		-1000	1000				199.08
21		Нагр	91		220		850	110										198.6
22	✗	Нагр	101		220													
23		Нагр	111		220					730	-20		-1000	1000				226.13
24		Нагр	121		220		540	120		200	106		-1000	1000				218.15

3.19сурет – Режим бойынша түйіндер көрсеткіші

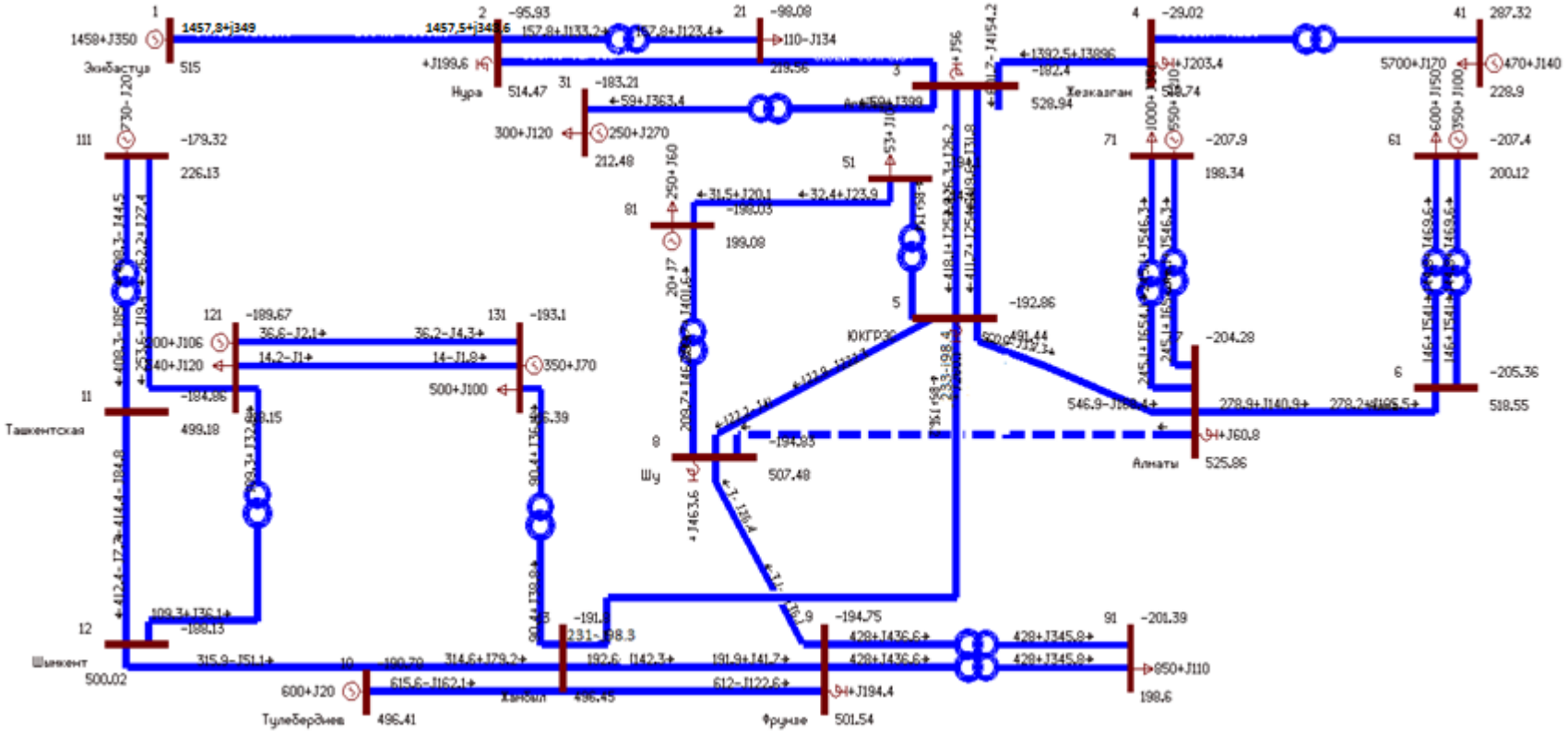
1	2	Нура	500	488.01	-2.4
2	3	Агадырь	500	528.08	5.62
3	4	Жезказган	500	537.56	7.51
4	5	ЮКГРЭС	500	517.08	3.42
5	6	Алма	500	473.63	-5.27
6	7	Алматы	500	476.12	-4.78
7	8	Шу	500	505.58	1.12
8	9	Фрунзе	500	508.38	1.68
9	10	Тулебердиев	518	513.46	-0.88
10	11	Ташкентская	500	540.22	8.04
11	12	Шымкент	500	540.79	8.16
12	13	Жамбыл	500	534.36	6.87

3.20 сурет – Желідегі кернеулер көрсеткіші

	O	S	Тип	N_нач	N_кон	N_г	руг	Название	R	X	B	Кт/г
3			ЛЭП	2	3			Нура - Агадырь	6.4	78.6	-931	
4			Тр-р	3	31			Агадырь -		61.1		0.44
5			ЛЭП	4	3			Жезказган - Агадыр	11.4	122	-1500	
6			Тр-р	4	41			Жезказган -		61.1		0.44
7			ЛЭП	3	5			Агадырь - ЮКГРЭС	10.8	115	-1403	
8			ЛЭП	3	5			Агадырь - ЮКГРЭС	10.9	116.8	-1426	
9			Тр-р	5	51			ЮКГРЭС -		61.1		0.44
10			ЛЭП	5	7			ЮКГРЭС - Алматы	9.6	87.9	-1125	
11			Тр-р	7	71			Алматы -		61.1		0.44
12			Тр-р	7	71			Алматы -		61.1		0.44
13			ЛЭП	7	6			Алматы - Алма	1.9	19.5	-228	
14			Тр-р	6	61			Алма -	0.97	61.1		0.44
15			Тр-р	6	61			Алма -	0.97	61.1		0.44
16		X	ЛЭП	7	8			Алматы - Шу	5.5	66.9	-792	
17			Тр-р	8	81			Шу -		61.1		0.44
18			ЛЭП	8	9			Шу - Фрунзе	3	36.7	-435	
19			Тр-р	9	91			Фрунзе -		61.1		0.44
20			Тр-р	9	91			Фрунзе -		61.1		0.44
21			ЛЭП	9	10			Фрунзе - Тулеберди	2.25	27.6	-336	
22			ЛЭП	9	13			Фрунзе - Жамбыл	4.3	65.6	-781	
23			Тр-р	13	131			Жамбыл -		61.1		0.44
24			ЛЭП	13	12			Жамбыл - Шымкент	3.3	50.6	-607	
25			Тр-р	12	121			Шымкент -		61.1		0.44
26			ЛЭП	12	11			Шымкент - Ташкент	2.8	34.1	-404	
27			Тр-р	11	111			Ташкентская -		58		0.46

3.21 сурет - Апатты режим бойынша 500 кВ ӘЖ тармақтары

Апатты режим кезінде тораптарда Алматы-Шу желісі үзілді. Кернеу деңгейі 5%-дан асқан жоқ. Трансформатор мен ЭБЖ-дегі шығын өндірілген қуаттың 2,1 %-ын құрайды.



3.22 сурет – Апатты режимдегі сұлба

4 ЮКГРЭС-Жамбыл 500 кВ ӘЖ конструктивті құрылыс бөлімі

4.1Ауданның климаттық сипаттамасы

ЭҚЕ-2008 бойынша жобаланып отқан обьект III климаттық ауданда орналасқан.

Жобаланатын тіректер территориясында элювиалды грунттар және органикалық заттардың өсімділермен араласу нәтижесіндегі органикалық және органоминералды грунттар қалыптасқан.

Жобаланатын трасса ауданында үсу-еру мерзіміндегі зонада қолайсыз инжерелік геологиялық процесстер әсіресе желдеу т.б.

Аймақтың климаты қатты континентальды, қысы ұзақ және ызғарлы, жазы салыстармалы түрде қысқа және ыстық. Қатал кездің ұзақтығы 8,5 ай болып келеді және ол 20 қыркүйектен маусымның 5-не дейінгі мерзімді қамтиды. Қардың жабыны барлық арада кездеседі.Қыстың ұзақтығышамамен 5-6 ай келеді. Қардың еруісәуірдің екінші жартысынан басталады. Мамырда қардың жабыны барлық жерде еріп кетеді. Жылдағы ең суық ай – қаңтар,ыстығы - шілде.Көктем аумалы ауа райымен,ал күз - құрғақ, ашық және біраз жылы ауа райымен ерекшелінеді. Жауын-шашын жаздың кезінде қысқа қарағанда үш рет көп жауады. Мұздың жабыны жас ағын суларда қазанның соңында - қарашаның басында пайда бола бастайды . Мұзқатқының орташа ұзақтығы 150 күн болып келеді. Ағынсулар толықтай 11 сәуірде мұздан тазаланады. Жас өзендерде мұз су ағынымен еріп кетеді.

Аймақтағы ауа райының сипаттамасы:

- Сыртқы ортаның абсолютті ең төмен температурасы -40;
- Сыртқы ортаның абсолютті ең жоғары температурасы +45;
- Ең суық бескүндіктің орташа есептік температурасы - -25 0;
- Нормативті желдік жүктеме – 32 м/сек;
- Көктайғақтың қабырғасының есептік қалыңдығы – 15 мм;
- Ауданның сейсмикалығы – 9 балл.

4.2 Нұсқадағы тіректердің технико-экономикалық салыстырмасы.

Бастапқы деректерлер салыстырма үшін Ресей және ТМД елдердеріндегі электр тораптарының құрылысы алынып, электр беріліс жерлілерінде кең қолданыста болат бұрыштан жасалған металл тіректер алынды.

Электр беріліс желілеріндегі тіректер болттық құралымдарда тасымалдау кезінде бөлшек пакеттердің жинақтылғының арқасында үнемді және эксплуатациялық сипаттамаларын арттытаратын және қолданыс аймағын кеңейтетін ыстық мырыштану үшін өте пайдалы. Метал тіректердің басты кемшілігі – жиынтық детальдарының саны тым көп,сондықтан монтаж кезінде қиындықтар туғызады. Жаңа замандағы тораптарға көптеген

техникалық шарттар бар; жұмыс істеу мерзімі және тиімділікті арттыру, құрылыс ұзақтығын қысқартып, эксплуатация шығындарды азайту. Мұндай тапсырмалардың бірден бір перспективалық шешімі көпқиытырмалы металл тіректердің құрылысы болып табылады.

Көпқиыстырмалы металл тіректері болат беттерден жасалған пирамидалар тәріздес болып келеді. Секциялар бір бірімен телескопия арқылы жасалған. Мұндай тіректердің траверсттері көрқиыстырмалы, торша келген және оқшаулаған. Тіректер ГОСТ 27772-88 бойынша С345 маркалы болаттан жасалынады. Мырыштану процессі болған жағдайда антикорризиялық қорғанысы іске асады.

Салыстырма ретінде 500 кВ үшін екі аралық болат тіректі салыстырайық. Конструктивті жобалардың тиімділік бағасы технико-экономикалық көрсеткіштер арқылы бағаланады. Ең шешуші көрсеткіш ретінде ең аз жұмсалынатын шығын болып ескерілінеді. Аралық тіректер электр беріліс желілерінде аранайы участкілерде өткізгіштерді, тросстарды ұстау мақсатында орналасады. Негізінде аралық тіректер желідегі барлық тіректердің 80-90% алады.

1-нұсқа – 500 кВ-тік Р2 типті 3539тм жобалы тор конструкциялы болат аралық тірек.

2-нұсқа - 500 кВ-тік 2МП500-1В типті 20017тм жобалы көп қиыстырмалы болат аралық тірек.

Әуе желілерінде көпқиыстырмалы тіректердің құрылысы екі және төрт есе артықшылығы бар. Пролеттің ұзақтығына, тіректі орнату қарапайымдылығына, жинау элементтерінің аздығына байланысты еңбек шығындары аз.

4.1 кесте - Салыстырылатын тіректер сипаттамасы

№	Параметр аты	Тірек типі		
		Р2	2МП500-1В	
1	2	3	4	
1	ЭҚЕ бойынша климаттық шарттар	Жел бойынша аймақ	I	II
2		Көктайғақ бойынша аймақ	I	II
3	Өткізгіш маркасы	3хАС400/51	3хАС400/51	-
4	Жайқорғағыш тросстың маркасы	ТК11	ТК11	
5	Өткін, м	Габариті	415	416
6		Жел бойынша	420	416
7		Салмақ бойынша	525	517

4.1 кестенің жалғасы

1	2	3	4	
8	Мыс жапыстырмасы бар тіректің массасы, кг	11817	10465	-
9	Болат маркасы	С245	С345	
10	Монтажға керек детальдар саны	425	37	

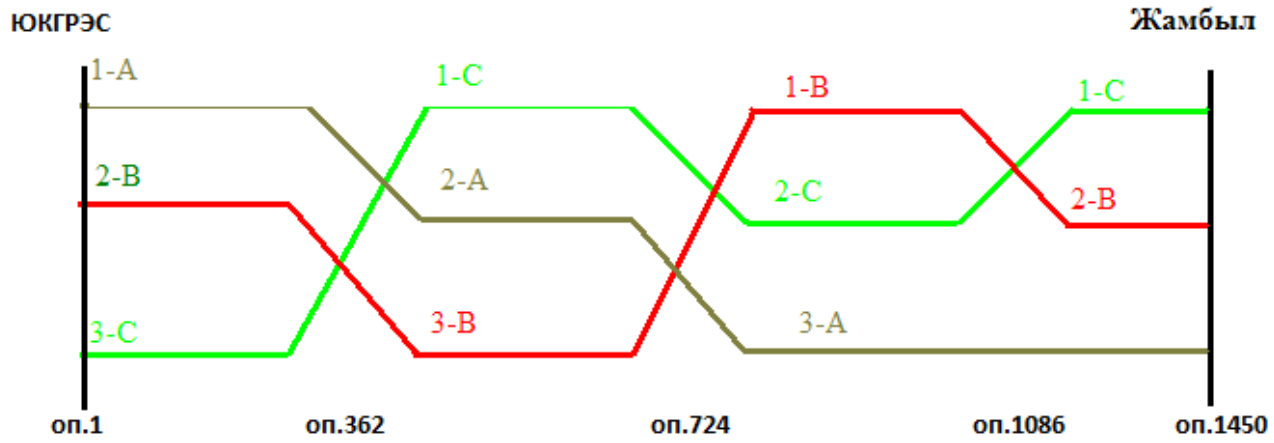
4.2 кесте – Тірек пен монтаж бағасы

	Параметр атауы	Тірек типі	
		Р2	2МП500-1В
1	Мыс жапыстырмасы бар тіректің массасы, кг	11817	10465
2	01.01.2015 ж бойынша тірек бағасы, теңге	636455,6	875755
3	01.01.2015 ж бойынша монтаж бағасы, теңге	196665,3	49455
4	Монтаж ұзақтығы, смена жұмысшы саны	8,91	1,42
5	Жалпы монтаж бен тірек бағасы, теңге	833120	924455

Техникалық экономикалық көрстекіштерге анализ жасай отырып, Р2 типті тірек экономикалық тиімді нұсқа болып тұр, бірақ көпқиыстырмалы тіректердің артықшылығы көп екенін ескерген жөн.

Көпқиыстырмалы тіректерді қолданғанда землеотвод шығындары екі есе азаяды. Торша келген тіректермен салыстырғанда кішкене отвод арқасында шығындау азаяды. Уақытша отводтарға да шығын саны аз болады.

Бұл тіректер комлексті түрде тиімді, яғни жұмыс істеу ұзақтығы жоғары, ремонтқа қайта жарау қабілеті, сақталу сияқты қабілеттерге ие. Сипаттамаларға қарап көпқиыстырмалы тіректердің қарапайым тіректерге қарағанда жақсы екені байқалады. Торша келген тіректердің жұмыс істеу ұзақтығы – 40 жыл болса, ал көпқиыстырмалы тіректердің жұмыс жасау ұзақтығы– 50 жыл болады.



4.1 сурет - Болжам болатын фазировка схемасы.

Барлық желіллер рельеф ерекшеліктеріне, климатқа қарап соғылады. Жобалау кезінде көптеген альтернативті нұсқаларды қарастырып, тиімді деген бір нұсқаны қабылдайды. Соған байланысты тірек өндіруші аз уақытта тіректі дайындайды.

2МП500-1В типті тіректің артықшылығын байқай отырып, ескі желілерді рекконструкция жасағанда тиімді нұсқа ретінде қарастыруға болады.

Аралық тіректер электр беріліс желілерінде аранайы участкілерде өткізгіштерді, тросстарды ұстау мақсатында орналасады. Негізінде аралық тіректер желідегі барлық тіректердің 80-90% алады.

4.3 Тірек жүктемесін есептеу

Тірек жүктемесін есептуге берілетін бастапқы мәліметтер.

Өткізгіш ретінде – АС 400/51 (үш фаза, үш өткізгіште фазада);

Трос – ТК-70(екі тросс);

Өткізгіш аспасының биіктігі (жер деңгейінен) – $H_{пр}$= 27 м;

Трос аспасының биітігі (жер деңгейінен) – $H_{тр}$ =33 м;

Көктайғақ аймағы (ПУЭ бойынша) – II;

10 м биіктіктегі көктайғақтың нормативті биіктігі – $b_э$=15 мм (ПУЭ 2.5.3 кестесінде)

Жел бойынша аймақ - II (ПУЭ бойынша);

10 м биіктіктегі желдің нормативті қысымы – W_o=500 Па;

Габариті бойынша пролет -416 м;

Жел бойынша пролет - 416 м;

Көктайғақ бойынша пролет – 516 м;

ПУЭ п.2.5.45 бойынша тіректер қалыпты режимде бірінші және екінші шекті қалыптарда келесе параметрлерді ескеру қажет:

Орташа жылдық температура кезі, көктайғақ жоқ

Максималды жел, орташа жылдық температура, көктайғақ жоқ

Өткізгіш пен тросстар көктайғақпен қапталған, көктайғақ кезіндегі температура, жел жоқ

Өткізгіш пен тросстар көктайғақпен қапталған, көктайғақ кезіндегі жел, көктайғақ кезіндегі температура.

ПУЭ п2.5.45 бойынша тіректерді есептегенде әуе желінің осіне желдің бағытын 0,45, 90 бұрышқа сай қылып алу қажет.

4.4 500 кВ АЖ тіректерінің жүктемесін есептеу

Жобаланған желіде өткізгіш ретінде болат және алюминийден жасалған, қимасы 400 мм^2 болатын провод таңдалған. Бұл қима тәж шарты бойынша сәйкес келеді(ПУЭ2008ж. п.2.5.41 ГОСТ839-80)

Провод және тросты есептегенде желдің ағынын көтеретін коэфицент 1.3 алынды.

Шектік кернеу ПУЭ шарттарына сәйкес келеді және максималды режимде, жоғары температурада – 12,2даН/мм^2, ал жылдық орташа температурада – 8,1 даН/мм^2.

Жобаланған желіде провод пен тросс маркасы АС 400/24 және талшықты-оптикалық байланыс желісі (ВОЛС).

Аралық тіректердегі өткізгіш аспасы ПГ-3-2 типті зажим арқылы бекітіледі. Анкерлі-бұрышты тіректерде НЗ-2-7 тартылмалы зажимдер арқылы бекітіледі.

Аралықта проводтардың жалғануы СОАС-150-3типті қосылатын зажимдер арқылы бекітіледі.

500 кВ әуе беріліс желілерін найзағайдан талшықтық-оптикалық байланыс желілері (ВОЛС) қорғайды.

Талшықтық опткалық байланыс желілерінің кабелдері ретінде OPGW маркалы тросс пайдаланылады.

OPGW троссы барлық тіректерде жерленеді. OPGW кабельдері желімен арнайы жалғанатын муфт арқылы жалғанады. Муфт жер деңгейінен кем дегенде 5 метрде орналасу қажет. Кабельдің құрылыстық ұзындығы 5000 м деп есептелінген.

OPGW тросстарында арнайы дірілді өшіргіштер тіректің екі жағынан да қойылады, анкерлік, бұрыштық тіректерде екі жағынан, аралық тіректерде бір жағынан діріл өшіргіштер қойылады.

Тіректің құрылымына желдің жүктемесі.

Р2 типті бір тізбекті аралық тіректі есептеу АС400/51 проводы және OPGW кабелі үшін жасалынады. Көктайғақ үшін климаттық аймақ III, жел үшін IV аймақ, ең төмен температура t_{min}=-40^{o}С.

Проводтың тіректерде орналасуы үшбұрыш тәрізді болады. Төменгі проводтарда гирляндалардың бекітілуі биіктігі - 19м, бұл 300 мпролеттың

ұзындығына сәйкес келеді. Жел пролеті габариттің өзіне сәйкес келеді $I_{жел}=I_{габ}=300$ м, ал салмақтық пролет $I_{сал}=1,25I_{габ}I_{габ}=375$ м.

Габариттік пролетке f=11.5 м аспа сәйкес келеді. Проводтармен тросстың ауырлық центрінің биіктігі келесі формуламен анықталады.

$$h_{пр} = h_{ср} - \frac{2}{3} f; \qquad (4.1)$$

$$\frac{17,6+17,6+23,6}{3} - \frac{2}{3} \cdot 11,5 = 11,86 \text{ м},$$

мұндағы $h_{ср}$ - изоляторлардың проводтарға бекітілетін орташа биіктігі немесе тросстардың тірекке бекітілу биіктігі,м;

f - максималды мәнде алынатын провод немесе тросстың аспа ұшқыны, м.

Әуе желілеріндегі проводтың желдің жылдамдық ағыны проводтың ауырлық центрінің биіктігіне байланысты анықталынады, ал тросстың желдік жылдамдық ағыны тросстың ауырлық центрінің биіктігіне байланысты анықталынады. Ауырлық центрі 15 метрден төмен орналасқан жағдайда жылдамдық ағын коэффициенті 1 болады, ал 20 метрден төмен болса, коэффициент 1.25, метрге дейін жылдамдық ағын коэффициенті 1.5 қабылданады. Аралық биіктіктерге коэффициент интерполяция арқылы табылады. Проводқа қатысты желдің жылдамдық ағыны 66 Дан/м^2,ал тросқа 82,1Дан/м^2.

Провод пен тросқа қатысты нормативті желдің жүктемесін әр түрлі есептіе режим үшін келесі 3.3 формула арқылы анықтайды:

$$P=aK_1C_xqF\sin^2\varphi K_2L_{габ}; \qquad (4.2)$$

$$P_{пр}=0,736\cdot1,2\cdot66\cdot0,023\cdot0,5\cdot1,25\cdot300=174,45к69;$$

$$P_{тр}=0,7\cdot1,2\cdot82,1\cdot0,0121\cdot0,5\cdot1,25\cdot300=143,12к18,$$

мұндағы а – әуе желілер үшін желдің жылдамдық ағынының біркелкілігін анықтайтын коэффициент, жел ағыны 27 Дан/м^2 дейін болғанда, коэффициент 1 болады, 40 Дан/м^2 болғанда коэффициент 0,85, 55 Дан/м^2 болғанда коэффициент 0,75 болады және жоғары болса интерполяция арқылы анықталады;

K_1 – желдік жүктеменің пролетқа әсерін көрсететін коэффициент, пролет ұзындығы 50 м болғанда 1,25 болады, 100 м болғанда 1,1 , 150 м болғанда 1,05 болады;

C_x – беткі кедергі коэффициенті, диаметрі 20 м және одан жоғары проводтар мен тросс үшін 1,1-ге тең, көктайғағы жоқ диаметрі 20 мм-ден кіші проводтар мен тросстар үшін 1,2-ге тең;

q – қарастырылып отырған режимдегі желдің жылдамдық ағыны,

Дан/м^2;

F - провод қимасының диаметрлің ауданы, м^2 (көктайғақ кезінде көктайғақтың қалыңдығымен бірге есептелінеді);

φ - әуе желісі осі мен желдің арасындағы бұрыш;

$К_2$ – проводтар мен тросстарда көктайғақ болмаған жағдайда құрылымға түсетін жел қысымының жүктелу коэффициенті;

$L_{габ}$ – габаритті аралық.

Есептеудегі нормалардың шарттарына сәйкес мұнаралы конструкцияларда және торша келген тіректерде желі осі деп 45^o бұрышты аламыз.

Барлық желіллер рельеф ерекшеліктеріне, климатқа қарап соғылады. Жобалау кезінде көптеген альтернативті нұсқаларды қарастырып, тиімді деген бір нұсқаны қабылдайды. Соған байланысты тірек өндіруші аз уақытта тіректі дайындайды.

Проводтардың тіректе орналасуы үшбұрыш тәріздес. Төмендегі кестеде

АО «Казсельпроект» мәліметтері бойынша тірекке түсетін есептік жүктемелер келтірілген.

Тіректің құрылымына желдің жүктемесі.

Р2 типті бір тізбекті аралық тіректі есептеу АС400/51 проводы және OPGW кабелі үшін жасалынады. Көктайғақ үшін климаттық аймақ III, жел үшін IV аймақ, ең төмен температура t_{min}=-40^{o}С.Аралық тіректердегі өткізгіш аспасы ПГ-3-2 типті зажим арқылы бекітіледі. Анкерлі-бұрышты тіректерде НЗ-2-7 тартылмалы зажимдер арқылы бекітіледі.

4.3 кесте – Қалыпты режимдегі бірінші топтағы шектік күй үшін сымдар мен тросстарға түсетін есептік жүктеме

	Есептік режим параметрлері	G_1,кН	H_1,кН	G_2,кН	H_2,кН	G_3,кН	H_3,кН	G_4,кН	H_4,кН
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	W=0Н/м,b=0, t=0С	27,51	0	14,08	10	13,81	10	3,73	0
2	W=500Н/м, b=0, t=0 a=0	27,51	0	14,08	10	13,81	10	3,73	0
3	W=500 Н/м ,b=0, t=0, a=45^0	27,51	9,61	21,13	15,03	7,22	5,31	3,73	1,93
4	W=500 Н/м, b=0, t=0, a=90^0	27,51	18,93	27,12	20,12	1,14	0,53	3,73	3,72
5	W=0Н/м, b=15мм, t=-5^{0}С	74,62	0	37,12	27,08	36,93	27,08	15,18	0

4.3 кестенің жалғасы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	W=200Н/м,b= 15мм, t=-5^{0}С, a=0	74,62	0	37,12	27,08	36,93	27,08	15,18	0
7	W=200Н/м,b= 15мм, t=-5^{0}С, a=45^0	74,62	11,97	45,13	33,1	28,43	21,09	15,18	3,41
8	W=200Н/м,b= 15мм, t=-5^{0}С, a=90^0	74,62	24,61	54,15	40,3	19,94	14,63	15,18	7,83

Ескертпе: W – қарастырылып отырған режимдегі (максималдыжел) нормативті желдің қысымы; $b_э$–жерден10 мбиіктіктегі көктайғақтың қалындығы; t – қарастырылып отқан режимдегі сыртқы орта температурасы; а - әуе желісінің осі мен жел арасындағы бұрыш.

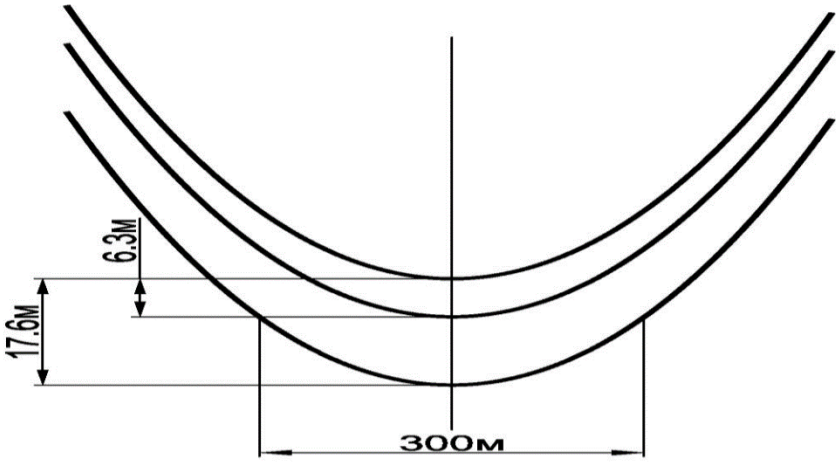
4.4 кесте - Қалыпты режимдегі екінші топтағы шектік күй үшін проводтар мен тросстарға түсетін есептік жүктеме

№	Есептік режим параметрлері	G_1,Н	H_1,кН	G_2,кН	H_2,кН	G_3,кН	H_3,кН	G_4,кН	H_4,кН
1	W=0Н/м,b=0, t=0С	27,51	0	14,08	10	13,81	10	3,73	0
2	W=500Н/м, b=0, t=0 a=0	27,51	0	14,08	10	13,81	10	3,73	0
3	W=500 Н/м ,b=0, t=0, a=45^0	27,51	9,61	20,13	15,03	8,22	6,11	3,73	1,63
4	W=500 Н/м, b=0, t=0, a=90^0	27,51	16,24	25,12	18,12	3,14	2,03	3,73	3,22
5	W=0Н/м,b=1 5м, t=-5^{0}С	50,63	0	25,32	18,41	25,32	19,08	9,48	0
6	W=200Н/м,b =15мм, t=-5^{0}С, a=0	50,63	0	25,32	18,41	25,32	19,08	9,48	0
7	W=200Н/м,b =15мм, t=-5^{0}С, a=45^0	50,63	10,57	32,53	24,2	18,23	13,24	9,48	3,41
8	W=200Н/м,b =15мм, t=-5^{0}С, a=90^0	50,63	21,18	39,61	28,89	11,04	8,09	9,48	6,73

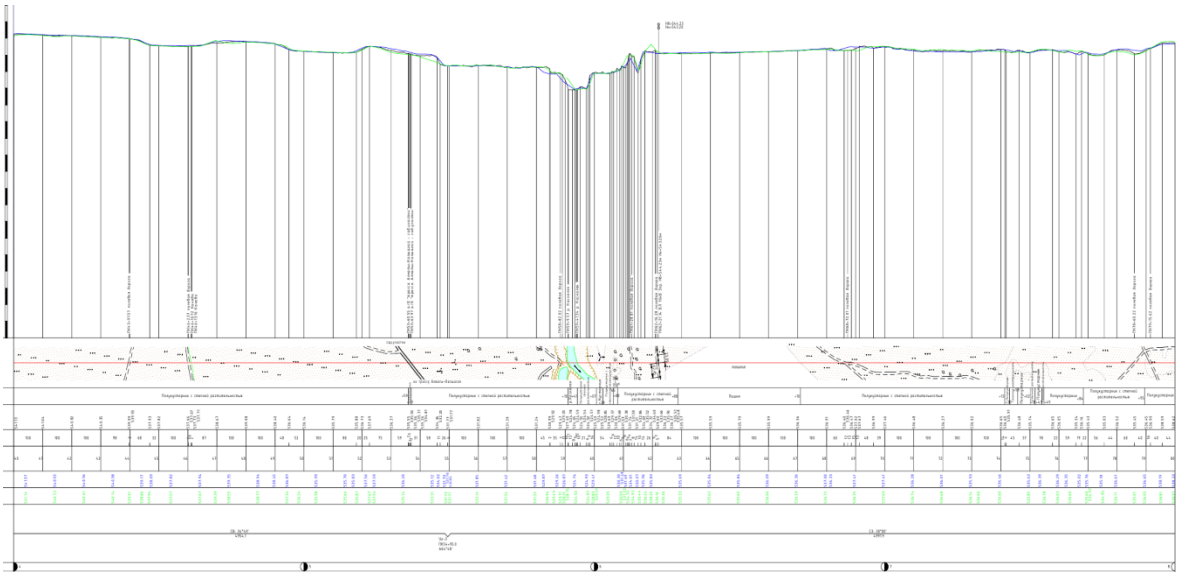
Ескертпе: W – қарастырылып отырған режимдегі (максималдыжел) нормативті желдің қысымы; $b_э$– жерден10 мбиіктіктегі көктайғақтың қалындығы; t – қарастырылып отқан режимдегі сыртқы орта температурасы; а - әуе желісінің осі мен жел арасындағы бұрыш.

4.5 500 кВ ӘЖ өту трассасының кескіні бойынша тіректерді орналастыру

Систематикалық есептеулер негізінде 3.5 сурет үлгі ретінде қолданылған. Үлгі көмегімен тіректерді орналастыру 3.6-суретте көрстеілген.



4.2сурет - Жасалатын үлгі



4.3 сурет – Кескін бойынша тіректерді орналастыру

Тіректер.

500 кВ ӘЖ жобасында қолдануға мүмкін болатын аралық тірек ретінде болат тіректер қарастырылды.

Жобаланатын АЖ трассалары аймақ бойынша климаттық жағдайларға байланысты күрделі және өте күшті жел (V=32м/с) және көктайғақтық қаптамалар (В=15мм).Таулы аймақтарда арнайы Р2 типті аралық тіректер қабылданған.

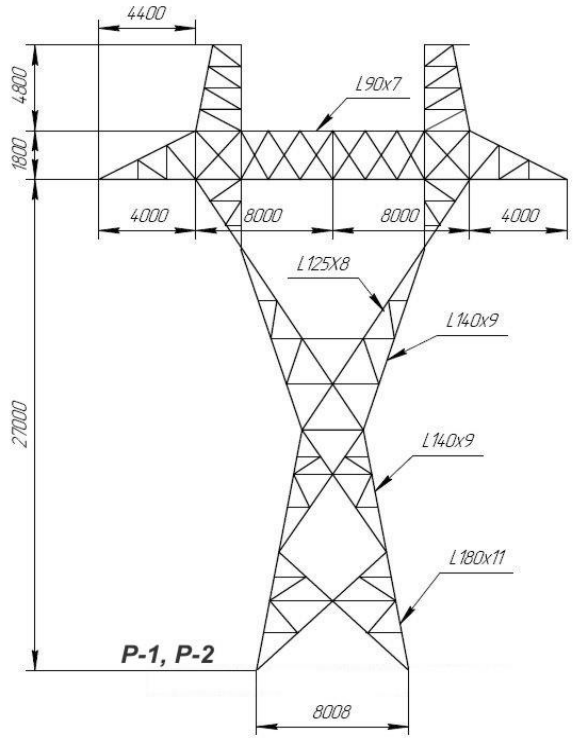
Анкерлі-бұрыштық тіректер ретінде У1110-1 типті анкерлер қабылданған.

Қима мен тіректің конструкциясының элементін таңдау.

ӘЖ трассасына транспортировка жеңіл болу үшін тіректерді бөлек арнайы элементтерден құрайды. Элементтердің аттары келесі суреттерде қолданылған.

ӘЖ –де типтері келесі арнаулы тіректер қолданылады: транспозициялық– тіректердегі сымдардың орналасу тәртібін өзгерту үшін; тармақтық – негізгі желіден тармақ жасау үшін; өтпелі – өзендерден, шатқалдардан және т.б. өту үшін.

Анкерлік тіректер ӘЖ - ң ерекше жауапты нүктелерінде сымдарды қатты бекіту үшін арналған: маңызды инженерлік құрылымдардың қиылыстарында (мысалы, темір және автомобиль жолдарының), АЖ соңдарында және оның айландары түзулерінің соңдарында. Анкерлік тіректер аралықтардан маңызды күрделі және қымбат, және сондықтан әр желіде олардың саны минималды болу керек.



4.4 сурет – Р2 тірегінің элементтер маркировкасымен бірге геометриялық схемасы

4.5 кесте - Р2 типті тірек туралы мәліметтер

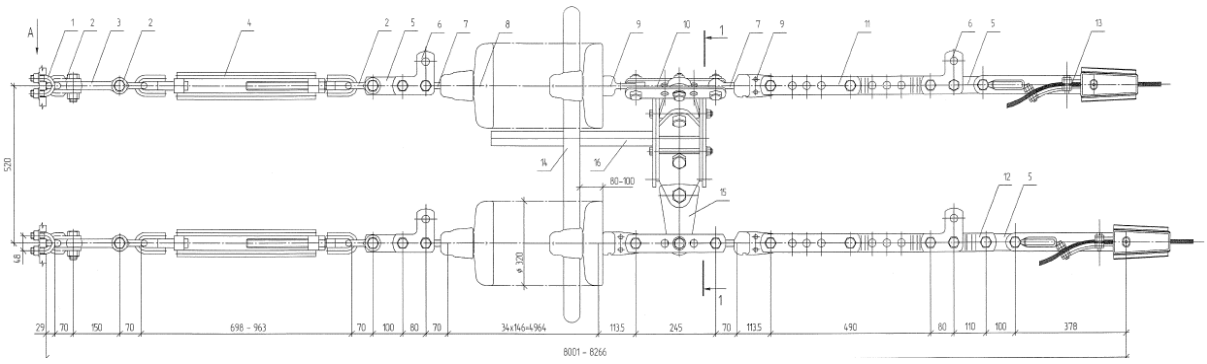
Атау	Көктайғақ ауданы	Жел ауданы	Сымның маркасы	Іргатас осіндегі өлшемі, м	Тірек биіктігі, м	Төменгі траверсе дейінгі биіктік, м	Мырышпен бірге салмағы, кг
Р2	II-IV	VI	3хАС-400	8,01х5,48	33,1	27	12037

4.6 Изолятор және арматура

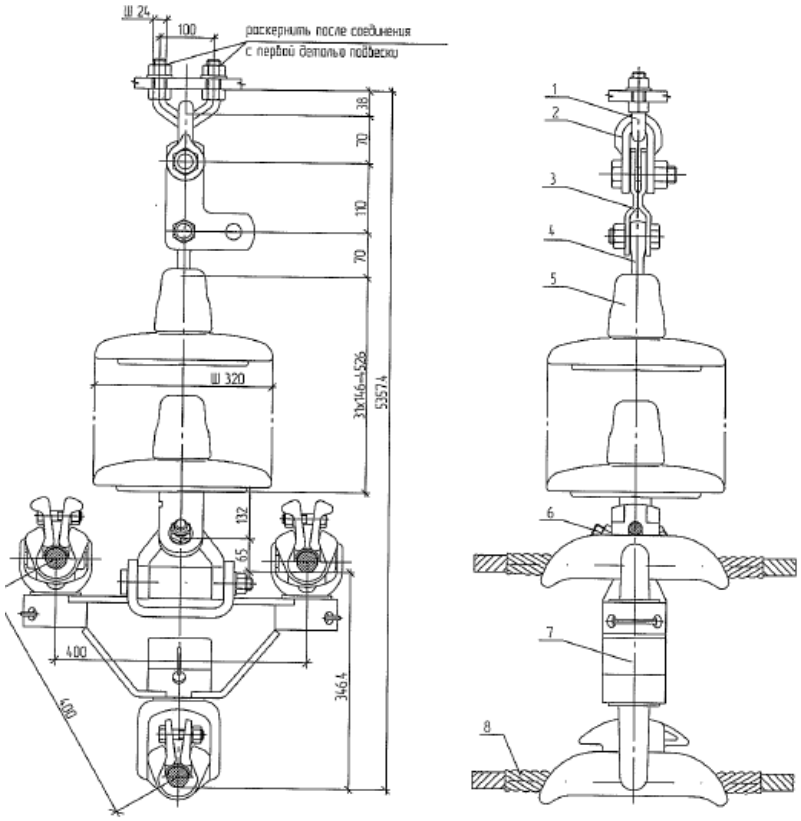
500 кВ АЖ барлық желілік, қорғаныстық, қыстырмалық оқшауламалар және жалғанатын арматуралар (қыстырмалар, дірілөшіргіштер, жалғағыштар) барлығында стандарт типтілері таңдалған.

4.6 кесте - Аспа спецификасы

№	Белгіленуі	Атауы	Саны	Масса, кг
1	КГ-21-2	Бекіту түйіні	3	2,0
2	СК-16-1А	Қапсырма	9	1,23
3	ПРВ-16-1	Аударылған промзвено	3	0,92
4	ПТР-16-1	Басқарылатын промзвено	3	7,3
5	ПР-16-6	Тікелей промзвено	6	1,26
6	ПТМ-16-3А	Монтажды промзвено	6	2,45
7	СР-16-20	Серьга	6	0,60
8	ПСВ 160А	Изолятор	102	8,3
9	У1-16-20	Ушка	6	160
10	2ПРР-16-2А	Екеулік промзвено	3	2,78
11	ПРР-16-1А	Басқарылатын промзвено	3	4,5
12	ПРТ-16-1	Үшқолды промзвено	1	13,5
13	ЗНК-21-3	Тартпалы қысқыш	3	6,35
14	ЭЗ-500-1А	Қорғаныс экраны	1	9,45
15	ЭКЛ-21-3	Үшсәулелі	1	51
16	УКЭ-1Б	Экранды бекіту түйіні	1	8,4



4.5 сурет – Сымдардың біртізбекті оқшауламасы бар тарпалы аспасы



Сурет 4.6 – Біртізбекті оқшауламасы бар ұстамалы аспа

4.7 500кВ АЖ-не тіректі орнату үшін іргетасты есептеу

Ауданның сейсмикалығы - 9 бал болғандықтан, ҚР ҚН 3.02.-19-2001 «Сейсмикалық райондарда электржелілік обьекттердің құрылысы» п.11.10 бойынша анкер-бұрыштық тіреуіштерде ростверк қолданылады.Құрылыс конструкциялары үшін мыс тіреуіштер көміртекті мыстан жасалады, жалпақ прокат ГОСТ 27772-88 бойынша, қалыпқа келтірілген прокат ҚР ҚНжЕ5.04-23-2002 бойынша.

Анкер-бұрыштық тіректер үшін іргетасты Ф3-АМР және Ф4-4 типті көлденең тіреумен жасау қабылданған. Анкер-бұрыштық тірек астына қойылатын іргетастың орнату сызбасын 6.3 суреттен қараңыз, аралық тірекке қойылатын іргетастың орнату сызбасы 6.4 суретте келтірілген.

Топырақтың және жер асты суларының сульфатқа қатты жемірлігін ескеріп, жоба бойынша 500 кВ АЖ-дегі тіректердің темірбетонды конструкциялары мен іргетасын жасау кезінде сульфатқа берік цементті пайдалану қарастырылған.

Оған қоса іргетас элементтерін және темірбетонды бағананың жерге тірелген бөлігін БМЗЭС мастикамен екі қабат гидрооқшаулау қарастырылған.

Мыс тіректерді, темірбетонды тіректердің металконструкцияларын, ригел және анкерлердің бекіту детальдарын коррозиядан қорғау үшін ыстық әдіспен мырыштау жүргізіледі.

Жартасты топырақта қазаншұңқырды орнату үшін алдымен теспе зарядпен қопсытады, керек болған жағдайда қопарылатын жерді жауып алады. Тасты жердегі қазаншұңқырды көму үшін құмдақ-саз әкелінетін топырақ (30%) және тасты жерді қопару кезіндегі майдаланған топырақ (70%) пайдаланылады.

Жұмыс жасау ауданы құрылыс үшін климаттық зоналау бойынша 1В тобына кіреді.

Анкер-бұрыштық тірек астына қойылатын іргетастың орнату сызбасын суреттен қараңыз, аралық тірекке қойылатын іргетастың орнату сызбасы суретте келтірілген.

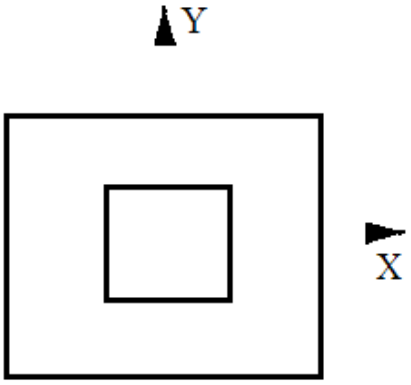
Топырақтың және жер асты суларының сульфатқа қатты жемірлігін ескеріп, жоба бойынша 500 кВ ӘЖ-дегі тіректердің темірбетонды конструкциялары мен іргетасын жасау кезінде сульфатқа берік цементті пайдалану қарастырылған.

500 кВ ӘЖ тіректерінің іргетасы үшін климаттық есептік параметрлер:

- ауаның орташа жылдық температурасы 0°С;
- ауа температурасының абсолютті минимумы минус 45°С;
- ауа температурасының абсолютті максимумы 40°С;
- ең суық бескүндіктің есептік температурасы минус 35°С;
- көктайғақтағы (10 м биіктіктегі көк мұз қабатының қалыңдығы) II (15 мм);
- 10 м биіктіктегі желдің жылдамдықты күші 0,50 кПа;
- көк мұз кезіндегі желдің күші 0,16 кПа;

- көк мұз кезіндегі ауа температурасы минус 5°С;
- найзағайдың орташа жылдық ұзақтығы 40-60 сағат;
- қар жамылғысының биіктігі (максималдының ішінен орташа мән):
- ашық аймақтарды 45 см;
- қорғалған аймақтарда 70 см

Статискалық есептеулер нәтижесінде іргетасқа түсірілген күштер келесі кестеде көрсетілген.



4.8 сурет – Іргетас үлгісі

4.9 кесте – Қазіргі мүмкіндіктерге байланысты іргестасқа түсірілетін күштер

Режим номері	Режим сипаттамасы	Күштер				
		N(kH)	Mx(кН)	Qx(кН)	My(кН·)	Qy(кН)
2	W=500Н/м, b=0, t=0 a=0	101,21	765,31	1,23	10,238	38,01
4	W=500Н/м, b=0, t=0 a=90^{o}	320,13	0	0	5,93	0
4	W=500Н/м, b=0, t=0 a=0	118,93	0	136,03	410	0
6	W=200 Н/м, b=15мм, t=-5^{0}С, a=0	195,71	356,51	2,7	26,78	15,74
8	W=200 Н/м, b=15мм, t=-5^{0}С, a=90^{o}	447,53	0	14,51	95,02	0
8	W=200 Н/м, b=15мм, t=-5^{0}С, a=0	-58,31	0	147,63	425	0

5 Кесте – Деформациялық есептеулер үшін іргетасқа түсірілетін күштер

Режим номері	Режим сипаттамасы	Күштер				
		N(kH)	Мх(кН м)	Qх(к Н)	Му(кН· м)	Qу(кН)
2	W=500Н/м, b=0, t=0 a=0	101,21	586,74	1,15	10,546	38,01
4	W=500Н/м, b=0, t=0 a=90^{o}	299,78	0	0	4,87	0
4	W=500Н/м, b=0, t=0 a=0	-98,41	0	113,4	368,67	0
6	W=200 Н/м, b=15мм, t=-5^{0}С, a=0	148,89	243,23	1,87	18,45	15,74
8	W=200 Н/м, b=15мм, t=-5^{0}С, a=90^{o}	356,78	0	12,43	64,5	0
8	W=200 Н/м, b=15мм, t=-5^{0}С, a=0	-59,81	0	121,4	425	0

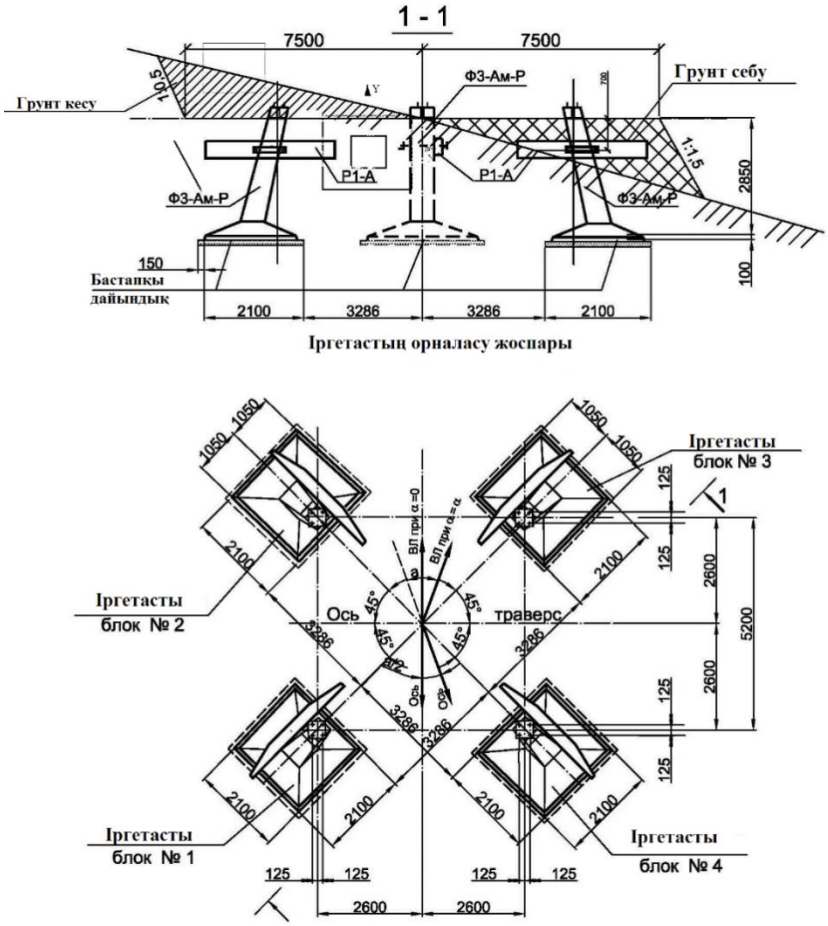
Бірінші және екінші топтың шекті жағдайы бойынша іргетастың конструкциялары мен негіздерін есептеу ең жайсыз есептеу жүктемесінің шарттарын ескеріп жүргізілуі керек. Бұл шарттар жауапкершілік бойынша сенімділік коэффициентін ескеріп .9.1 ГОСТ Р 54257- 2010 сәйкес жауапкершілік деңгеі 1а құрылыс үшін беріліп отыр. 3.9 кестеде берілген бастапқы сипаттамалар бойынша топырақ қасиеттерінің және жағдайының көрсеткіштерін есептейміз. Есептеу нәтижелері барлық қабат үшін 3.10 кестеде көрсетілген.

Кесте 5.1. Топырақтардың қасиеттерінің және жағдайының көрсеткіштері (есептелетін)

Қабат №	Грунт түрі	γ, кН/м^3	$\gamma_{п}$, кН/м^3
1	Саз	18,23	18,43
2	Саздақ	18,13	18,34
3	Саздақ	18,34	18,39

Топырақтар қабатталып қатпарланған, қыртыстар біршама тереңдетілген. Барлық топырақтар жеткілікті берік, қысылғыштығы жоғары емес және табиғи күйінде негіз ретінде пайдаланылуы мүмкін. Жерасты сулар біршама тереңдікте орналасқан, сондықтан бұл іргетасты орнату шарттарын жақсартады. Қату зонасындағы топырақ ҚНжЕ 2.02.01-83 3.9 кесте бойынша ісінгіш топыраққа жатады, сондықтан тіректердің іргетасын орнату тереңдігі

топырақтың есептік қату тереңдігінен кем емес болуы керек. Қыс мезгілінде жұмыс жасау жүргізу кезінде негізді қатып қалудан сақтау керек.Топырақтың және жер асты суларының сульфатқа қатты жемірлігін ескеріп, жоба бойынша 500 кВ АЖ-дегі тіректердің темірбетонды конструкциялары мен іргетасын жасау кезінде сульфатқа берік цементті пайдалануқарастырылған.

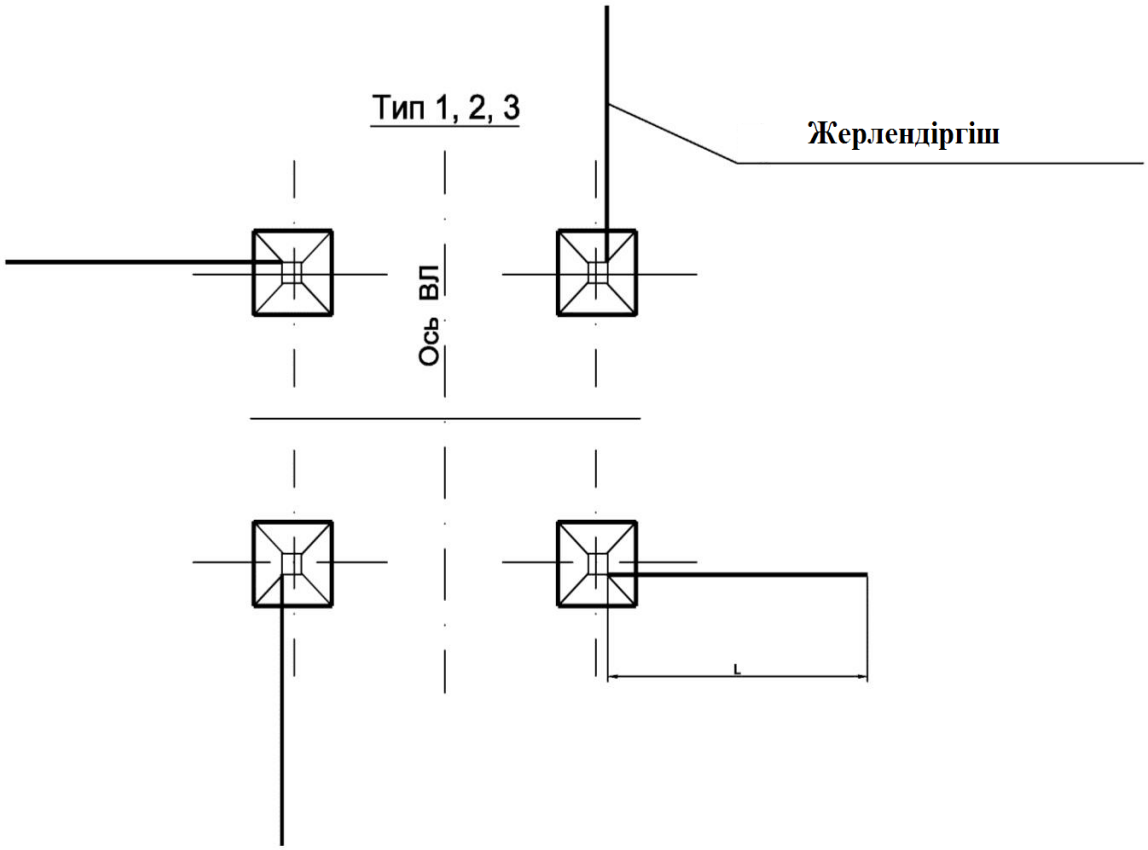


4.9 сурет – Анкерлі-бұрышты тіректің іргетасының орналасу сызбасы

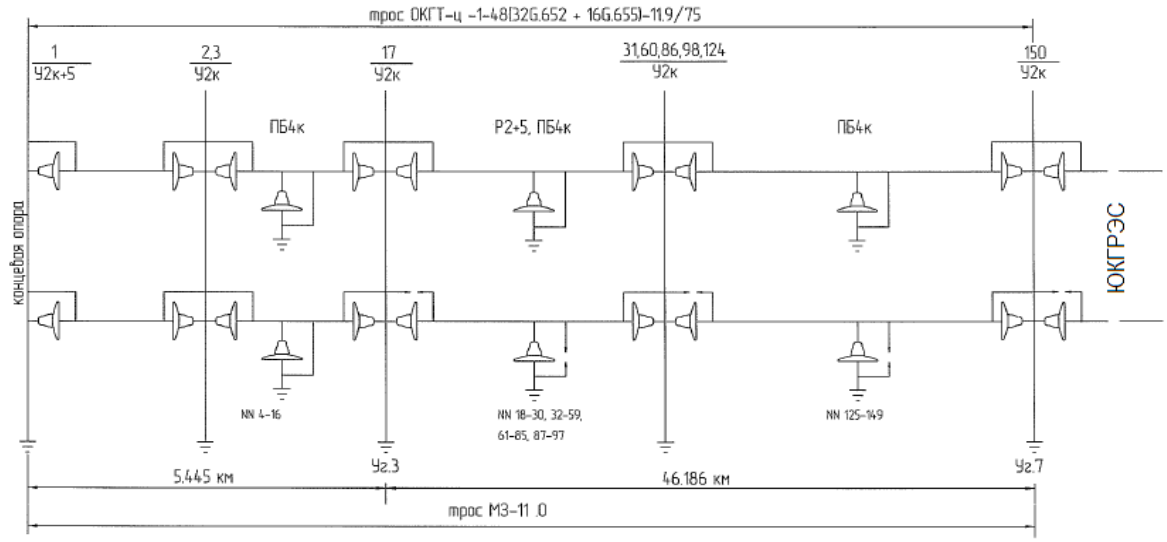
Оған қоса іргетас элементтерін және темірбетонды бағананың жерге тірелген бөлігін БМЗЭС мастикамен екі қабат гидрооқшаулау қарастырылған. Мыс тіректерді, темірбетонды тіректердің металконструкцияларын, ригел және анкерлердің бекіту детальдарын коррозиядан қорғау үшін ыстық әдіспен мырыштау жүргізіледі.
Жартасты топырақта қазаншұңқырды орнату үшін алдымен теспе зарядпен қопсытады, керек болған жағдайда қопарылатын жерді жауып алады. Тасты жердегі қазаншұңқырды көму үшін құмдақ-саз әкелінетін топырақ (30%) және тасты жерді қопару кезіндегі майдаланған топырақ (70%) пайдаланылады

4.8 Жерге тұйықтау

Барлық тіректер жерге тұйықталады. Тіректерді жерге тұйықтатын құралдардың кедергі шамасы топырақтың меншікті кедергісіне сәйкес таңдалады және диаметрі 16мм дөңгелек мыстан ұзын вертикал жерге тұйықталу арқылы жасалады. Жерге тұйықтайтын құрылғының кедергісі 20 Ом. 3.7 суретті қараңыз – тіректерді жерге тұйықтау.



3.10 сурет – Тіректі жерлендіру



3.11 сурет – Аспалардың орналасуы

5 Өміртіршілік қауіпсіздігі

5.1 500 кв әуе желісіндегі қызмет көрсетуші персоналға электромагниттік өрістің әсері, қорғану шарасы және есебі

Өндірістік жиіліктегі электромагниттік өріс радиожиіліктік спектрдің төменгіжиіліктік диапазонының бөлігі болып табылады. Өндірістік диапазон біздің елімізде 50 Гц болып табылады. Өндірістік жиіліктегі электромагниттік өріс негізгі көзі өндірістегі немесе басқа да айнымалы токтағы электркұрылғылары,яғни қосалқы станциялар және асқын кернеудегі әуе электрберіліс желілері жатады. 50 Гц жиілікте толқын ұзындығы 6000 км-де адамға жақын зонада әсер ету факторлары кездеседі.

Биологиялық әсері. 220, 330, 400, 500 кв кернеуі бар әуе электрберіліс желілілерінде және қосалқы станцияда қызмет атқаратын адамдардың денсаулығын зерттегенде өндірістік жиіліктегі электромагниттік өріс әсерінен олардың денсаулығының өзгерісін байқаған. 500 кв қосалқы станцияда қызмет атқаратын персоналдың неврологиялық тұрғыдан шағымдары ескерілген, яғни бас ауруы, жоғары тітіркендіргіштік, мезгілсіз ұйқының келуі тағы да жүрекқантамыр жұмыс істеу жүйесінің бұзылғандығы анықталған. Қандағы холестирин құрамы, лимфотицит құрамындағы клеткалық хромасомалардың үлкейуі туралы мәліметтер кездеседі. Ағзаға басты қауіп электр тогының қоздырғыш қасиеті бар құрылымға, яғни жүйке, бұлшық ет терісіне әсері болып табылады. Денедегі ағынның күшімен ағзадағы тығыздық әсер ету мөлшерінің шамасын көрсетеді. Жиілік диапазонындағы электрлік өріс адам денесіне өту қабілеті аз шамада болады, магниттік өріс үшін ағза кедергісі байқалмайды.

Электрмагниттік өріс қорегімен жұмыс жасаған кездегі қорғаныс шаралары.

Статикалық электр тогына қарсы қауіпсіздік заттарын таңдау кезінде (өріс қорегін немесе жұмыс орнын экрандау, статикалық электр тогының бейтараптандырғышын қолдану, жұмыс уақытын шектеу және т.б.) технологиялық процестердің ерекшеліктері саналу қажет, сараланған материалдардың физикалық-химиялық қасиеттері, бөлменің микроклиматы және т.б., бұл қорғаныс іс-шараларды әзірлеуге дифференцирелденген тәсілді анықтайды.

Статикалық электрден қорғау бір ортақ құрал арқылы қол жеткізетін электр зарядтардың немесе электрленген материалдармен қоса жою және олардың генерацияларын төмендету болып табылатын:

- жер металдары мен электрөткізгіш элементтердің жабдықтары;
- кеңістіктің жоғарылауы және диэлектрліктің көлемді өткізгіштіктері;
- статикалық электр тогының бейтараптандырғышын орнату.

Басқа қорғану әдістеріне қарағанда жер асты еркін жүргізіледі. Оған тек қана жабдықтардың элементтері ғана емес, сонымен қатар технологиялық қондырғылардың оқшауланған электрөткізгіш жер бөліктері де жатады.

Қорғаныс заттарының ішіндегі ең әсерлісі 65-75% ауа ылғалдылығының көтерілуі, бұл технологиялық процестердің жағдайының мүмкіндіктері.

Техниканың дамуы электромагниттәк энергия көздерінің қолдануымен ары қарай дами бермек. Энергия көздерінің саны мен қуаты әрқашан да өсіп отырады. Жоғары кернеулі электр беріліс желілері 1500 кВ дейн жетті және айнымалы токтағы кернеуді 1800 кВ қолдану қарастырылып жатыр. Әр түрлі мақсаттағы радиолокациондық станциялардың, жоғары кернеудегі электр беріліс желілерінің саны уақыт сайын артып бара жатыр.Көптеген құрылғылар халық тығыз орналасқан , жұмыс орындарындарында яғни интенсивтілік пен электрмагниттік өріс жүктемесі нормадан асып кететін аумақтарда орналасқан. Сондықтан электр өрісінің көздері, кәсіби түрде залалы және одан қорғану шараларын қолдану маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Қазіргі таңда электромагниттік өрістердің әр түрлі диапазонда комплекстік зерттеу жұмыстарын жүргізу керектігі, өйткені электромагниттік сәулелену адам денсаулығына әсер етіп қоймай, өрт немесе жарылыс сияқты техногенді апаттарға әкеліп соғуы мүмкін.

Персоналдың жұмыс орнында, яғни әуе желілерінде, ашық тарату құрылғыларында, қондырғыларда, келесідей қорғану шаралары ескеріледі:

- уақыт бойынша қорғану
-қашықтық бойынша қорғану
- қорек көзінде сәулелену параметрлерін азайту
- экрандаушы құрылғылар арқылы қорғану

Уақыт бойынша қорғану. Бұл шара персоналдың жұмыс орнындағы мезетіндегі өндірістік жиіліктегі электромагниттік өріс кернеулігі 5 кв/м ал электростатикалық өріс үшін 20 кВ/м асып кетсе, кернеулікті шектік мәнге жеткізу мүмкін болмағанда қолданылады.

Мысал ретінде, Е= 6кВ/м, Е= 20кВ/м, Е=18кВ/м кернеуліктегі үш зонада жұмыс болса, ондағы монтерлардың өндірістік жиіліктегі электромагниттік өрісте өткізу уақытын анықтауға болады.

Алғашында берілген кернеулікте мүмкін болатын шектік жұмыс істеу уақытын анықтаймыз:

$$T_1 = (50/6)-2 = 6.4 \text{ сағ}$$
$$T_2 = (50/20)-2 = 0,57 \text{ сағ}$$
$$T_3 = (50/18)-2 = 0.8 \text{ сағ}$$

Өткізілген уақытты есептейміз:

$$T_{пр} = 8(3,5/6,3+0,1/0,5+0,2/0,8) = 8,045 \text{ сағ.}$$

8,045 сағаттағы үш зонадағы электр өрісінің биологиялық әсері 3.8 сағатқы тең. Бірақ жұмыс орнындағы уақыт 8 сағаттан арттық болмауы қажет, сондықтан қандай да бір электр өрісінде болмасын монтер бригадасының жұмыс істеу сағатын азайту қажет, мысалы, бірінші кернеулікте t=3 сағат деп алсақ, мұндағы жұмыс істеу уақыты;

$$T_{пр}=8(3/6,3+0,1/0,5+0,2/0.8)=7,39 \text{ сағ.}$$

Қашықтық арқылы қорғану.Бұл тәсіл қорек көзінен алыс болған сайын кернеуліктің азаюына байланысты. Уақыт бойынша қорғану тәсілі сияқты өріс кернеулігін мәнін азайту шаралары орындалмағанда қашықтық арқылы қорғану қолданылады. Мұнда персонал мен қорек көзінің арасындағы қашықтық артады. Өріс кернеулігі 5 кВ/м аз зоналардан алыстаған сайын персонал өндірістік жиіліктегі электромагниттік өріс әсеріне түспейді, сондықтан ток өткізгіш бөліктерде E>5 кВ/м болса, оны әсер ету аймағы деп атайды. Әсер ету аймағынан тысқары жерлерде жұмыс қорғаныс шараларын жүгінбесе де болады.

Ерекше жағдайларда уақыт пен қашықтықтың қосылған қорғанысы болуы мүмкін. Мына жағдайларда жұмыс жасауға рұқсат берілген:

- 400-500 кВ әуе желілерінің әсер ету аймағында, шектеусіз уақытта, тіректен 20 м қашықтықта және 90 минуттан көп емес пролетта жұмыс жасаған кезде;
- -750 кВ әуе желілерінің әсер ету аймағында 30 м аралық тіректерден 180 минут және анкерлік тіректердің пролетында 10 минут қана жұмыс істеу керек.

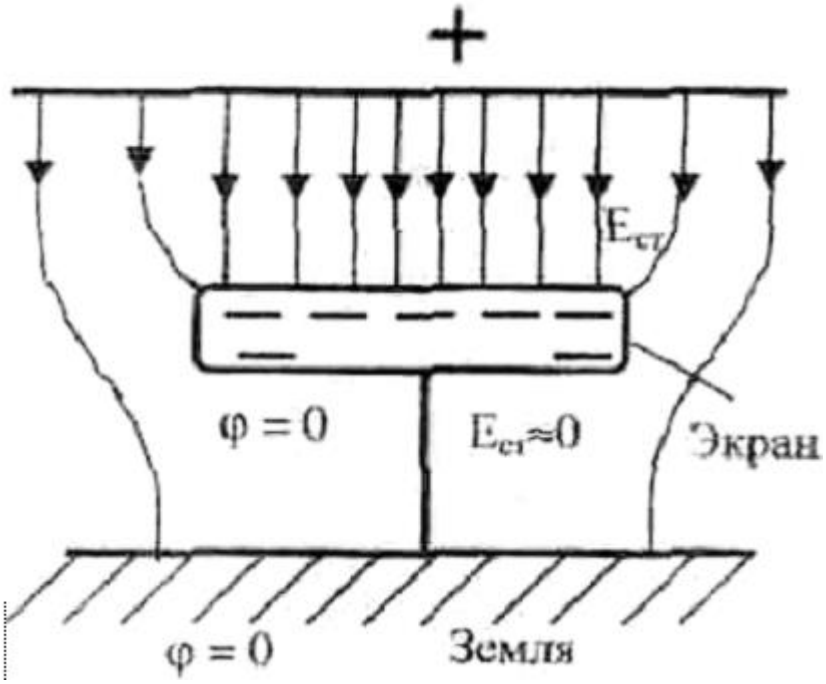
Өріс кернеулігін шектеудің конструктивті жолдары. Ең қарапайым жолы жоғары кернеулі желілерде проводтардың астына жерленген тросстарды орнату болып табылады. Тросстар 4-4.5 м биіктіктерде орналасады. Алайда тросстық экрандар желінін қымбаттауына әкеліп соғады. Сондықтан, ереже бойынша, тек желілердің қиылыстарында ғана орналасады. Ол тросстар қосымша темірбетон тіректердің арасына тартылады.

Бұл тәсіл ашық тарату құрылғыларында да өріс қозғалысын азайту үшін қолданылады. Жұмыс аймағында тросстардың арақашықтығы, олардың биіктігі потенциалдың кемуіне тікелей әсер етеді. Мұнда жұмыс аймағында жерленген тросстар токөткізгіш проводтардың астында 2.5 м биіктікте ілінеді. Жерленген тросстарды осы биіктікте кв ашық тарату құрылғыларының қосылған шиналарында фаза астында ілген жағдайда, жұмыс аймағында 1.8 м биіктікте потенциалды 30-дан 18 кВ-ке азайта алады.

Әуе желілерінің және ашық тарату құрылғыларының жобалауда, оптималды геометрикалық параметрлерін таңдағанда электр өрісінің әсер етуін азайтуға болады. Үшфазалы жоғары кернеулі желілердің проводтарын үшбұрышша орналастырғанда өріс ені азайып, кернеулік көбейе бастайды.

Электромагниттік өріс әсерінен қорғанудың бір тәсілі экрандау боп табылады.Экрандаушы құрылғылар құрылысына, көлеміне, орналасу аймағына жеке және топтық қорғаныс шарасын атқара алады. Оның құрылысына металлдан жасалған сетка қоршамалар және жерленген контурлар жатады.

Экрандаушы құрылғылардың қорғаныс қабілеті электростатикалық индукция қабілетіне негізделген. Бұл эффекттің мәнісі зарядталған немесе зарядталмаған өткізгіш денені ішкі электр өрісіне енгізгенде, өріс өткізгіш дененің ішінде жоғалып кетеді. Дененің кеңістігінде электр зарядтары пайда болады.



5.1 сурет – Экрандаушы құрылғы

Егер дене зарядталған болмаса, онда оған жиналған зарядтардың суммасы нолге тең болады. Егер экранды жерлеген жағдайда, экранның ішінде орналасқан ішкі кеңістікті өріс зарядтарынан тең дәрежеде қорғай алады. Сыртқы электр өрісі жерленген экран мен жер арасындағы патенциалдар айырмашылығы нолге тең болғандықтан әлсірейді.

Экрандар станционарлы және ауыспалы болып екіге бөлінеді.

Стационарлы экрандар эксплуатациондық жұмыстарда яғни, құрылғыны тексергенде, оперативті қайта қосу, майлы ажыратқыштарды ревизиялағанда, релелік аппаратты жөндегенде немесе тексергенде, комуттациялық апараттардың изоляциясын тексергенде қорғанысты қамтамасыз ету үшін қолданылады.

Навес-экрандарды арнайы бір-бірінен 10-20 см қашқтықта орналасқан қалайы қималардан жасайды. Оларды жерден 2-2.5 м биіктікте және ашық

тарату құрылғыларының учаскілерінде орнатады. Олардың ені 1.5 м, ал ұзындығы қорғалатын учаскінің көлеміне байланысты.

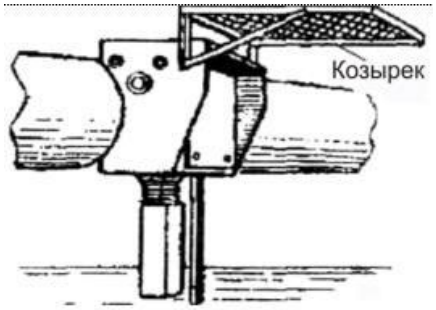


Рис. 1.2. Козырек-экран

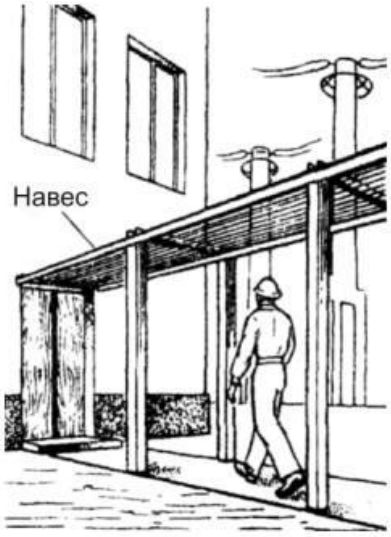


Рис. 1.3. Навес-экран над пешеходной дорожкой

5.2 сурет –Жолбойындағы экран

Уақытша экрандаушы құрылғыларға *экрандаушы зонтты* жатқызуға болады.Экрандаушы зонт металданған матада жасалып жерлендіреді. Электр өрісінің кернеулігін бақылау үшін зонт ұстамшасында аранайы шарнир орналасқан.

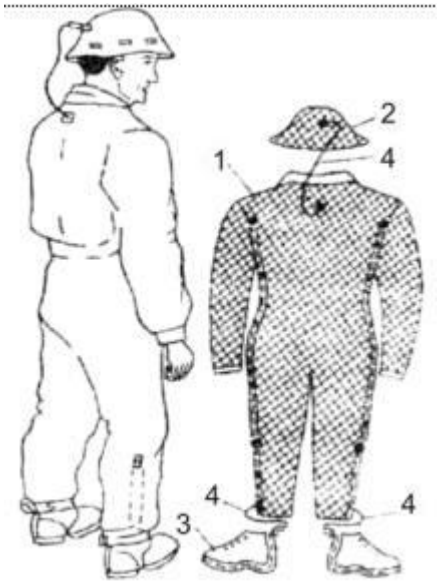


5.3 сурет – Экрандаушы шатыр

Персоналдардың жеке қорғану құралдары.

Арнайы жеке қорғану құралы болып экрандаушы киім болып табылады. Ол арнайы 330 кВ-тан жоғары электрқондырғыларындағы электр өрісінің әсерінен қорғайды. Қорғаныс киімі электростатикалық экрандау принципіне негізделген. Бас киім металлдан немесе пласттмасаадн жасалған каска, ауа райы жылы уақытта қолданылады, күн суықта арнайы құлақшыны бар бас киім қолданылады. Аяқ киім арнайы былғарыдан жасалады.

Экрандаушы костюмдер ашық тарату құрылғыларында, жоғары кернеулі әуе беріліс желілерінде қолданысқа ие бола алады.



5.4 сурет – Өріске қарсы киім үлгісі

Қорғаныс іс шаралары.

Электр өрісінен қорғануда алдын ала қорғаныс шаралары үлкен маңызды. Жұмыс алдында құрылғыны, ток өткізгіш металл бөліктерді жерлеу қажет. Арнайы жәшік немесе шкафпен жұмыс жасағанда экрандау қабілеті

әсер ету үшін есікті ашу қажет. Электр өрісінде кейбір жұмыс кеңістіктерде экрандау қасиеті болуы мүмкін, сондықтан жұмысты арнайы қорғаныс заттарсыз жасауға болады.

Ашық тарату құрылғы территориясында персоналдың қорғаныс маршруты болуы қажет. Өріс кернеулігі 15 кВ/м болатын зоналарда олар арнайы ескертпелермен белгіленеді. Әсер ету аймағында жұмысқа көліктер мен басқа механизмдер жіберілмейді, тек олардың металл кабиналары аранйы жерленген болған жағдайда ғана рұқсат етіледі.

5.2 Статикалық электрленуден қорғану

Статикалық электрлену дегеніміз электр зарядының диэлектрик кеңістігіне немесе изоляцияланған өткізгіш бетіне әсер ету құбылысы. Статикалық электрлену зарядтары әр түрлі өндірістік жағдайларда қалыптасады, көбінесе металлдардың уйкелесу әсерінен де болады. Уйкеліскен бетте егер дене өткізгіш ретінде болса онда электр зарядтары жинала алады. Диэлектриктерде электр зарядатры ұзақ уақыт тұра алады, сондықтан статикалық электрлену атына йе болған.

Осындай жағдайлар индуктивті тізбектермен жұмыс жасаған кезде де

байқалады. Электрапараттарымен жұмыс жасау ережесі бойынша, күштік трансформаторларды өшіріп және олардың орамдарының арасындағы омдық кедергіні бақылау қажет.Қалдық зарядтың әсерінен адамда екінші ретті жарақаттар болуы мүмкін

Келтірілген заряд

Адамға сыртқы электромагнитті өрістің аймағындағы болатын металл

ток өткізбейтін конструкцияға жанасу кезінде осы заряд әсер етеді.Келтірілген зарядтардың пайда болу шарттары әр-түрлі. Электромагнитті өрістердің әрекет ету аймағындағы болатын көлемді металлдық заттарда келтірілген зарядтар пайда болады. Сыртқы өрістің әсерінен өткізгіштің ішкі өрістің нөлге тең болатын өткізгіш заттың бетіндегі заряд таралады. Сыртқы өрістің индукциясының векторы нақты зарядының таңбамен байланыстырады. Индукцияланған зарядтар сыртқы өрістің жоғалуы кезінде өзара компенсациялады.Электромагнитті индукцияның заңы бойынша жоғары жиілікті электромагнитті өрістің аймағында болатын сызықты металлдық заттарда мәні 1000 В-қа тең ЭҚК пайда болады.

Келтірілген зарядтардың қауіпті салдары –екінші ретті жарақаттар,

ұшқындық (доғалық) разрядпен күйік алу, жанармай жану кезінде өрт пайда болу.

Статикалық заряд

Статикалық электр зарядтары қатты, сұйық немесе газ сияқты диэлектриктердің үйкелісінен пайда болады. Зарядталатын статикалық электрдің пайда болу мүмкіндігі үлкен кедергісі бар пластикалық

материалдардың жаппай қолдануымен айтарлықтай үлкейді. Статикалық электрдің зарядтары биік потенциалдарды шығарады.

Мысалы, трактордың багына жанармайдың құюы кезінде, резеңке шлангінің жез ұшы Qст зарядын алады. Жерге (немесе бак) қатысты потенциал оның айдауының жылдамдығына тәуелділікте Uст = Qст/C =1,5 –14 кВ болады. Осы зарядталған затқа адам тиіп кету кезінде ұшқынмен күйік немесе екінші ретті жарақаттар болуы мүмкін.Жерге қатысты адам денесі 200 пФ шамасында сыйымдылығы болады. Егер адам оқшауыш (линолеум) еден үстінде тұрса, онда киімнің теріге қатысты үйкелісінің нәтижесінде 0,43 МДЖ-ге дейін энергиясы бар заряд жинала алады.Зарядталған конденсатордың энергиясы үшін белгілі өрнектен бұдан жерге қатысты дененің потенциалының мәні 500В асатыны белгілі; адамды жерленген металлдық затқа (жылыту батареясы, жұмыс киімі бар шкаф) тиіп Статикалық электрлену электрон мен иондардың кеңістікте күрделі алмасу процесінен пайда болады. Электрлену күші болып заряд танылады.

Зарядтардың құралу интенсивтілігі материалдардың қозғалыс жылдамдығына, кедергіге, жанасу аймағына байланысты күшейіп отырады. Зарядталған дененің электрлену дәрежесін оның жерге қатысты патенциалы сипаттайды.

Қорғану шараларын Электростатикалық өрістің кернеулігі кВм нан асып кеткенде қолдану қажет. Статикалық электрленуге қарсы қорғаныс затын таңдағанда қарастырылып отырған материалдың технологиялық ерекшеліктеріне, физикалық химиялық қасиетіне, микроклимат параметрлеріне мән беру қажет. Статикалық электрленуге қарсы қорғаныс екі бағытта жүреді:

-Электр зарядының қалыптасу интенсивтілігін төмендету

-Қалыптасқан зарчдтарды жою.

Электр зарядтарының қалыптасу интенсивтілігін тіреу күшін және жылдамдығын азайту арқылы жүзеге асады. Электростатикалық зарядтың қалыптасуын тежейтін тәсіо ол ауаны ионизациялау. Ионизатордың көмегімен пайда болған иондар статикалық зарядты нейтралдайды.

5.3 Шу-500 қосалқы станциясының диспечерлік бөлімінің вентилияциясын анықтау

Өндірістік орындарлағы ауа ағынын есептеу және жобалау үшін келесі мәліметтер қажет болады: цехтың атауы және оның өлшемі, жұмыс орындарының саны және міндеттемелері, жұмысшылар саны және энергошығын мөлшері бойынша жұмыстың қасиеті және категориясы, қондырғылардың атауы және орналасуы, газ, пар, шаң ластану аймақтары, жұмысшылардың жылу алмасу интенсивтілігі, зиянды заттардың шектік концентрациясы.

Механикалық ауа алмасу. Жұмыс істеу қасиетіне байланысты тағы да бөлінеді.

Нақтылы ауа алмасу өндірістік орындарда ауадағы зиянды заттардың төменгі шектік концентрациясында аз жылу бөлінгенде қолданылады және жергіліікті ауа алмасу жүйесі кезінде ауа алмасу күшейту үшін қолданылады.

Нақтылы механикалық вентиляция жалпы ауа алмасу жүйесі бойынша ауа шығынын компенсациялау үшін жиі қолданылады.

Вытяжная ауа алмасу ауадағы зиянды заттардың аз концентрациясында және ауа алмасудың аз еселігінде бүкіл ауданда ластанған ауаны жоюға қолданылады. Ауа алмасу есілігі осы формула арқылы анықталады:

$$К=L/V_{вн}\ , \qquad (5.1)$$

мұндағы L-өндіріс орнына жіберілетін ауа мөлшері, $м^3$/сағ.;

$V_{вн}$- өндіріс орнының ішкі көлемі,$м^3$.

Бөлінетін зиянды заттардың мөлшерін анықтауда қиындықтар туғанда өндіріс орнында бір жұмыскердің 20 $м^3$ ауданына 30 $м^3$/сағ сыртқы ауа берілісін жобалау қажет.

Вытяжной механикалық ауа алмасуды жобалағанда бөлінетін пар мен газ тығыздығын ескеру қажет. Егер ол ауа тығыздығынан аз болса, онда ауақабылдағыштар жұмыс орнының жоғарғы жағында орналасады, көп болса керсінше төмен жағында орналасады.

Жергілікті тартпалы ауа алмасу құрылғыларын көптеген газ,пар, шаң, аэрозоль бөлінетін жерлерде қояды. Бұндай ауа алмасу өндіріс орындарына зиянды заттардың енуіне алдын алады.

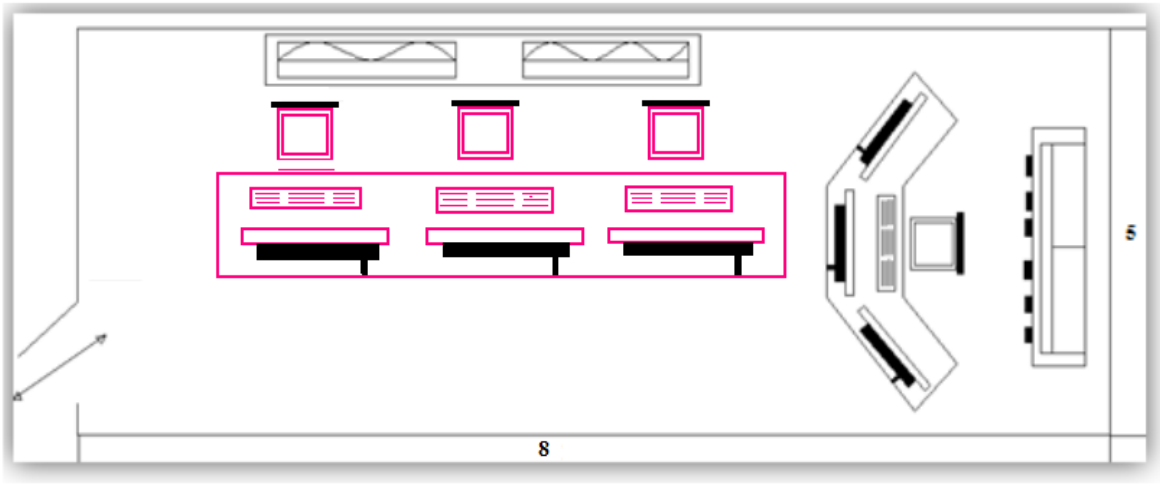
Жергілікті вытяжной ауа алмасуды газ немесе электрдәнекерлемелі посттарда, металлкесуші және ұштаушы станоктарда, гальваникалық құрылғыларда, техникалық қызмет көрсететін аккумуляторлы цехтарда, автомобиль және трактор өндіретін орындарда қолданылады.

Нақтылы тартпалы вентиляцияны негізінен жоғары еселігі бар тиімді ауа алмасудың қажетті кезде көптеген зиянды заттардың бөлінгенде қолданылады. Жұмыс орнына кенеттен токсикалық және жарылу қауіпі бар заттардың енген кезінде авария жағдайындағы вентиляцияны жобалайды.

Қалқандарының ашылып жабылуына байланысты оны жұмыс орнының ішінде немесе сыртында дистанционды түрде басқарылатындай етіп жасалады. Вентиляция құжатында авариялық вентилияция туралы мәлімет берілмеген жағдайда вентиляцияның еселігі к≥8 сағ болуын қамтамасыз ету.

Авариялық вентиляция іштегі ауаны сыртқа шығару керек, шығарылған ауаны адам көп орналасқан жерге,

Берілген диспечерлік пункт туралы мәлімет: Ұзындық L= 8 м, оның ені b=5 м, S=40 $м^2$, V=120 $м^3$.



5.5 сурет – Диспечерлік бөлменің сұлбасы

Диспечерлік пункта қызмет көрсететін бесперсонал бар, төрт персонал диспечер қызметін атқарса , бір персонал басты инжеренер. Күндізгі сменада

екі персонал жұмыс атқарады, бірі оператор инженер, ал екінішісі техник инженер.Нақтылы ауа алмасу өндірістік орындарда ауадағы зиянды заттардың төменгі шектік концентрациясында аз жылу бөлінгенде қолданылады және жергіліікті ауа алмасу жүйесі кезінде ауа алмасу күшейту үшін қолданылады.Нақтылы механикалық вентиляция жалпы ауа алмасу жүйесі бойынша ауа шығынын компенсациялау үшін жиі қолданылады.

Диспечерлік пунктың ауа алмасу процестерінде есеп жүргізу үшін негіз ретінде Шу-500 қосалқы станциясын алдық. Диспечерлік пунктта екі терезе орналасқан. Терезенің негізгі өлшемдері: биіктігі – 2.5 м, ұзындық өлшемі 2.6 м.

Жұмысшы персоналдардың саны – 5, копьютерлер саны – 4, ағзаның энергия шығару бойынша персоналдың жұмыс категориясы – жеңіл физикалық, дененің энергия шығыны – 123-180 кДж.

Микроклиматтың параметрлері: темпереатура t=26,3^{o}C, қысымы P=970 ГПа.

Ауа алмасу келесі формуламен есептелінеді:

$$n = L_n \cdot V_n , \qquad (5.2)$$

мұнда L_n - жылу артықтылығын жоғалту үшін бөлмеге түсетін ауаның саны, м^3/сағ;

V_n- бөлменің көлемі, м^3;

n - бөлмедегі ауа артықтылығын кеміту үшін ауа саны.

Бөлмеде электротехникалық құрылғылардың әсерінен, яғни компьютерлердің басқа да құрылғылар, жылу санын шығаруының артуына байланысты жылу мөлшері де біраз шамаға артады. Арнайы желдеткіштер арқылы оның шамасын азайтады.

$Q_{АЖ}$– артық шыққан жылу, ккал/сағ;

C_a - ауаның жылусыйымдылығы 0,24 ккал/кг^oC;
T – бөлмедегі ауа температурасы, ^oC;
$T_{кір}$ – бөлмеге кіретін ауа температурасы, ^oC;
γ_o - ауаның салыстырмалы массасы 1,2 кг/м^3;
Δt – жылу кернеулігіне байланысты таңдалынады.
Артық жылу формуласы:

$$Q_{АР}=Q_{ОБ}+Q_{ОСВ}+Q_{Л}+Q_{Р}-Q_{ОТД} \quad (5.3)$$

мұндағы $Q_{ОБ}$ – компьютерден шығатын жылу.

$$Q_{ОБ}=860\cdot P_{ОБ}\cdot\eta \quad (5.4)$$

мұндағы $P_{ОБ}$ –компьютердің қуаты $P_o=4\cdot0,15=0,6$кВт/сағ.
η- жылу өту коэффиценті (компьютер үшін 0,95).

$$Q_{ОБ}=860\cdot0,6\cdot0,95=490,2 \text{ ккал/сағ.}$$

Жарықтандыру құрылғысынан шығатын жылу:

$$Q_{ЖАР}=860\cdot P_{ЖАР}\cdot\alpha\cdot\beta\cdot\cos\varphi \quad (5.5)$$

мұндағы $P_{ЖАР}$- жарықтандыру құрылғының қуаты;
$P_{ЖАР}$ – 0,165 кВт, шамдар үшін энергияны жылуға айналдыру;
α - энергияны жылуға айналырудағы пайдалы әрекет коэффициенті(0,15);
β - белгілі бөлмедегі құрылғылардың бір мезетте жұмыс жасауы(1);

$$Q_{ЖАР}=860\cdot0,165\cdot0,15\cdot0,75=15,51 \text{ ккал/сағ;}$$

Адамнан шығатын жылу:

$$Q_{ад}=к_{адам}\cdot(q-q_{б.саны}) , \quad (5.6)$$

мұндағы к –жұмысшылар саны;
$(q-q_{б.саны})$ – анық жылу;
q – бір жұмысшыдан шығатын жылу (123 ккал/сағ);
$q_{б.саны}$ – булануға кететін жылу (50 ккал/сағ);

$$(q-q_{б.саны})=123-50=73 \text{ ккал/сағ;}$$

$$Q_{ад}=5\cdot 73=365 \text{ ккал/сағ};$$

Жыл мезгіліне байланысты табиғи жолмен берілетін жылу: $Q_{бер}=0$
Терезе арқылы күн сәулесінің жылуы:

$$Q_o=(q^1\cdot F_o{}^1+q^{11}\cdot F_o{}^{11})\cdot \beta_{с.з.}, \qquad (5.7)$$

мұндағы q^1, q^{11} – шашыраңқы және тік күн сәулесінен түсетін жылу, Вт/м^2;
$F_o{}^1, F_o{}^{11}$ – күн сәулесіне керек жарық ауданы, м^2;
$\beta_{с.з}$ – күннен қорғаныс құрылғысының өткізгіш коэффициенті.

5.1 кесте – Қорғаныс құрылғысының өткізгіш коэффицеңттері

Күннен қорғаныс құралдары	$\beta_{с.з}$
Сыртқы	
Ашық түсті перде	0,155
Қою түсті перде	0,25
Ағаш, пластмасса жалюзи	0,155
Ішкі	
Ашық түсті перде	0,45
Қою түсті перде	0,85

Әйнек арқылы түсетін күн сәулесінің сәулелену мезгілі үшін: $F_o{}^1=F_o$, $F_o{}^{11}=0$.

$$Q_o=q^1\cdot F_o{}^1\cdot \beta_{с.з.}=(q_{вп}+q_{вр})\cdot к_1\cdot к_2\cdot \beta_{с.з}\cdot N_o\cdot B_o \qquad (5.8)$$

Әйнек арқылы күн сәулесінің тікелей түспеуі, көлеңке кезінде; $F_o{}^1=0$, $F_o{}^{11}=0$.

$$Q_o=q^{11}\cdot F_0\cdot \beta_{с.з.}=q_{вр}\cdot к_1\cdot к_2\cdot \beta_{с.з}\cdot N_o\cdot B_o\cdot n \qquad (5.9)$$

мұндағы $q_{вп}$, $q_{вр}$ – белгілі жерге түсетін сәулелік жылулық түсімдер.
$F_0=N_o\cdot B_o\cdot n$- жарық түскен жер ауданы, м^2;
$К_о$ – жарық сәулесінің көлеңкеленуін есептейтін коэффициент;
$К_2$ – әйнектелу үшін есептелінентін коэффициент;
$К^с_1$ – күн түсетін тесік;
$К^т_1$ – көлеңкедегі тесік;

$$К^с_1=0,543 ; К^т_1=1,151; К_2=0,95; \beta_{с.з}=0,45.$$

$$F_0=2\cdot3,5\cdot5,5=38,5\ м^2.$$

Периодтағы ауаның жылу кернеулігі:

$$V_п=120\ м^3,$$

$$Q_н=\frac{3070,65}{120}=25,5\ Вт/м^3$$

25,5 Вт/м^3>20 ккал/м^3 болғандықтан,онда $\Delta t=9^oC$.

Бөлмеден шығарылатын ауа көлемі:

$$L_B=\frac{3070\cdot860}{0.24\cdot8\cdot1.233}=1142,3\ м^3/сағ$$

Ауа алмасу қатынасы:

.

$$n=\frac{1142,3}{120}=9.28\ сағ$$

Табылған ауа алмасу қатынасы микроклиматтың оптималды жағдай жасауға қабілетті. Берілген мәліметтер бойынша LG маркалы 1 желдеткіш таңдалды.

5.2 кесте – Желдеткіш сипаттамасы

Модель	Тұтыну қуаты, кВт.	Суыту қуаты, кВт.	Жылыту қуаты, кВт.	Ауа шығыны, м^3	Габариті
LG P 04AH	3	8,45	8,35	1140	550x1600x300

5 Экономикалық бөлім

5.1 Басқарылатын шунтты реакторлардың және ӘЖ құрылысының экономикалық тиімділігін бағалау

Энергетика кәсіпорыны техникалық мәселелерді шешу кезінде қашан да шығындар мен жоба өндірісінің нәтижелері арасында үйлесімді арақатынасқа ие болуы және күрделі қаржы жұмсаудың жаңа формаларын қарастыруы тиіс.

Капиталдық салымдардың тиімділігі алынатын нәтиже мен жасалған шығындарды салыстыру жолымен анықталады. Әрбір нұсқаның сандық және сапалық сипаттамалары құндық шамада бағалануы тиіс.

Негіздеменің әдістемесі келесі кезеңдерден тұрады:

- баламалы (ауыстырылатын) қондырғыны салыстырудың негізін таңдау:
- бағалаудың көрсеткіштерін (өлшемдерін/критерийлерін) таңдау;
- есеп айырысу кезеңді анықтау;
- жаңа техниканың шекті (критикалық) сипаттамаларын белгілеу.

Баламалы (ауыстырылатын) қондырғы ретінде пайдалануда дәстүрлі игерілген ең жоғарғы техникалық-экономикалық көрсеткіштерге ие техника қарастырылады. Сонымен бірге, салыстырылатын нұсқалар өндіріс режимі (ең жоғарғы/базистік) бойынша салыстырылуы және аймақтың энергия және жылу энергиясын (қуатына) белгіленген қажеттіліктерін қамтамасыз етуі тиіс.

Тиімділікті есептеу кезінде интегралды (дисконттық), қарапайым (ескішілдікке негізделген) көрсеткіштер, сондай-ақ, басқалары да бірге қолданылуы мүмкін.

Дисконтты әдістерді қолдану интегралдық шығындар мен инвестициялық шешімнің нәтижелерін анықтау жобаланатын есеп айырысу кезеңнің негіздемесін талап етеді. Әдетте, есеп айырысу кезеңі ретінде нормативті қызмет кезеңін (амортизациялық кезең) таңдайды. Дегенмен, озық қондырғылар үшін едәуір қысқа болып келетін моральдық тозу кезеңін ескерген дұрысырақ.

ШР орнатқанда және желі құрылысына кететін шығын бағасы

Шығын бағасы 500 кВ қосалқы станциядағы орналасқан шунтты реакторларға кететін шығындар мен эксплуатациялық шығындардан тұрады. Қосалқыстанцияға кететін ақшалай жұмсалымдар анықтамада енгізілген келесідей шамалардың қосындысынан тұрады

- Барлық кернеудегі тарату құрылғылары;
- Өтемдеуші құрылғылар және реакторлар;
- Шығындардың қалыпты бөлігі.

Қосалқы станциялардың құрылғыларына кететін капиталды салымдар келесі формула бойынша анықталады

$$К_{П/СТ}=(\sum К_i \cdot n_i+К_{пост}) \cdot \alpha_р , \qquad (5.1)$$

мұнда $К_i$ – тарату құрылғыларының, трансформаторлардың, токшектеуіш реакторлардың, басқа да қосымша жоғарыжиілікті байланыспен жабдықталған жәшіктің капиталды салымдары;

n_i– таңдалған құрылғының саны;

$К_{пост}$– қосалқы станция қуатына байланысты емес, қосалқы станцияның қалыпты шығындары;

$\alpha_р$– құрылғының аймағын ескеретін коэффициент.

Тарату құрылғыларының жәшіктерінің есептік бағасы ажыратқыштардың, ток және кернеу трансформаторларының, басқару аппаратуралары,сигнализация, автоматика және релелік қорғаныс, кабельдер, құрылыстық конструкциялар және іргетастың бағаларының қосындысы ескеріледі.

Трансформаторлардың есептік бағасы шинопровод, кабельдер, жайқорғағыш, жерлендеру, құрылыс конструкциялары және монтаж жұмыстарының бағаларының қосындысы.

Қосалқы станциялардың қалыпты шығындарына территорияны дайындауға шығындары, өзіндік мұқтажға кететін шығындар, аккумулятор батареяларына, су құбырлары, сыртқы жарықтандыру басқа да шығындардың қосындысы.

Барлық капиталды салымдар келесі кестеде көрсетілген.

5.2 кесте – БШРды Жамбыл ҚС орнатудағы капиталды салымдар

Құрылғы	Құрылғылар саны	Бір құрылғының бағасы, млн.тг.	Жалпы құны, млн.тг.
БШР ажыратқышпен бірге	2	950	1 900
Басқа да шығындар	2	104,5	209
Барлығы			2109

Әуе желі құрылысына кететін шығын бағасы.

5.3 кесте - Әуе желісінің жабдықтарына кететін капиталды салымдар

№	Атауы	Құны, тг	Саны	Жалпы құны, тг
1	Р2 типті тіректер	750000	1450	1,087 млрд
2	АС 400/51 маркалы сым	500 тг/м	512000	768 млн
3	Жайқорғағыш тросс	145 тг/м	512000	219,3 млн
4	ПСВ 160А изолятор	4500	23000	103,5 млн
5	Арматура			450 млн
6	Басқа да шығындар			289 млн
7	Барлығы			2,891млрд

Шығын бағасы желідегі тіректердің, сымның, арматура және тағыда басқа жабдықтардың бағасының қосындысына тең болады.

$$К_{ӘЖ}=К_{т}+К_{сым}+К_{а}+К_{б} \quad (5.2)$$

5.4 кесте - Жоба бойынша жалпы салым

№	Атауы	Құны, млн.теңге
1	ҚС кеңейту	2109
2	АЖ құрылысы	2891
3	Барлығы	5000

Жобаның жалпы капиталды салымы

$$К_{ПС}=5 \text{ млрд.теңге}$$

5.1.1 Эксплуатациялық шығындар есептеулері.
Шығындарды келесі формуламен анықтаймыз:

$$И_{экс}=И_{ам}+И_{об/рем}, \quad (5.3)$$

мұнда, $И_{ам}$ – жылдық амортизациялық шығындар, теңге/жыл.

$$И_{ам}=\frac{\alpha_{ам}}{100}\cdot К_{ПС}, \quad (5.4)$$

мұнда, $\alpha_{ам}$ - амортизацияға бөлінетін норма, 3%/жыл;

$И_{об/рем}$– ремонт пен қызмет көрсетуге кететін шығындар, теңге/жыл.

$$И_{об/рем}=\frac{\alpha_{об/рем}}{100}\cdot К_{ПС,} \quad (5.5)$$

мұнда, $\alpha_{об/рем}$ - ремонт және электр желілерінің қызмет көрстеу шығындары, 6%/жыл.

5.5кесте - Эксплуатациялық шығындар есептулері

Элемент	Кап.салым ,млн.теңге.	$\alpha_{ам}$, %	$\alpha_{об/рем}$,%	$И_{ам}$, млн.тг./жыл	$И_{об/рем}$, млн.тг./жыл
ҚС кеңейту	2109	3	6	63,27	126,55
АЖ құрылысы	2891	3	6	86,73	173,46
Барлығы				150	300,1

Желі ішінде электр энергия берілісінің өзіндің құны тұтынушыға берілген энергия және беріліс, тарату кезіндегі шығындардың қосындысынан тұрады.

$$И_{\sum} = И_{перед} + И_{пост}, \quad (5.6)$$

$$И^{пост} = И^{з.п} + И^{с.н} + И^{ам} + И^{об/рем} + И^{мат} + И^{п.ф}, \quad (5.7)$$

мұндағы $И^{з.п}$ – еңбек ақыға пайдалану шығыны;

$И^{с.н}$ – әлеуметтік салықтыққа пайдалану шығыны;

$И^{ам}$ – амортизациялауға пайдалану шығыны;

$И^{об/рем}$ – қызмет көрсету мен жөндеуге пайдалану шығыны;

$И^{мат}$ – материалдық пайдалану шығыны;

$И^{пот}$ – электр энергия шығынына пайдалану шығыны;

$И^{п.ф}$ – зейнеткерлік қорға жіберуге пайдалану шығыны.

Еңбек ақыға пайдалану шығыны:

$$И_1^{з.п} = n_1^{раб} \cdot З_1^{ср} \cdot 12 \cdot К_н = 30 \cdot 70000 \cdot 24 \cdot 1.2 = 60.480 \text{ млн.тенге/ жыл}$$

мұндағы $З_1^{ср}$ – жұмыскердің орташа айлық еңбек ақысы (70000 тенге);

$n_1^{раб}$ – жұмыскерлер құрамы (30 адам);

24 – екі жылдағы айдың саны;

$К_н = 1,2$ – қосымша еңбек ақыны есептейтін коэффициент.

Зейнеткерлік қорға жіберуге пайдалану шығыны:

$$И_1^{п.ф} = 10\% \cdot И_1^{з.п} = 0.1 \cdot 60,48 = 6.048 \text{ млн.тенге}$$

Әлеуметтік салыққа пайдалану шығыны:

$$И_1^{с.н} = (И_1^{з.п} - И_1^{п.ф}) \cdot 11\% = (60.48 - 6.048) \cdot 0.11 = 5.9 \text{ млн.тенге}$$

Материалдық пайдалану шығыны:

$$И_1^{мат} = \left(И_1^{з.п} + И_1^{об/рем}\right) \cdot 20\% = (60.48 + 239) \cdot 0.2 = 59,8 \text{ млн.тенге/ жыл}$$

Барлық пайдалану шығындары:

$$И_1^{пост} = 60,48 + 5,9 + 150 + 300,1 + 59,8 + 6,048 = 482,3 \text{ млн.тенге}$$

5.6 кесте - Қалыпты және айнымалы шығындар бағасы

№	Атауы	Бағасы, млн/теңге
1	Қалыпты шығындар	482
2	Айнымалы шығындар	1,53·550·6800=5,72

$$S=\frac{\sum И}{Э_{жыл}} \quad (5.8)$$

$$S_1=\frac{482\cdot10^6}{1080\cdot10^6}=0,44 \text{ тенге/кВт·сағат;}$$

$$S_2=\frac{5,72\cdot10^6}{1080\cdot10^6}=0,005 \text{тенге/кВт·сағат.}$$

$$S=S_1+S_2; \quad (5.9)$$

Онда өзіндік құны:

$$S=0,44+0,005=0,445 \text{ теңге/кВт·сағат.}$$

Желі іске қосылғанда болжамдық есептеулер.

2015 жылғы KEGOC енгізген тариф бойынша 1,537 теңге/кВт·сағат.
Жобаланған көлемдегі беріліс электрэнергиясынан түскен пайда:

$$V_{реал}=Э\cdot Т=180\cdot6000=1080000 \text{ мың кВт.сағат;}$$

$$V_{реал}=1080\cdot1,537=1695 \text{ млн.теңге.}$$

Электрэнергиядан түскен табыстан қалған қалдық:

$$П=V_{реал}=1695 \text{ млн.теңге.}$$

Салық салуды ескерсек (пайдадан түскен салық 20%), онда таза пайда мәні келесідей болады:

$$ЧП=1695\cdot0,8=1356,5 \text{млн. тг.}$$

Пайданың 100%-ы толықтай инвестиция құнын өтеуге жұмсалады.

$$ЧП_{ИНВ}=1356,5\cdot1=1356,5 \text{ млн.тг.}$$

Ақша ағыны келесі формула арқылы табылады

$$CF = ЧП_{ИНВ} + И_{ам}; \quad (5.10)$$

$$CF=119,9+1356,5=1537,4 \text{ млн.теңге.}$$

(PP) «Өтелу мерзімі»

Есептеу келесі формулаарқылы жүзеге асады:

$$PP = \frac{I_o}{CF}, \quad (5.11)$$

мұндағы CF – ақша ағыны;

I_o =5,52 млрд.тенге - инвестиция құны.

$$PP = \frac{4,54 \cdot 10^9}{1537,4 \cdot 10^6} = 2,95 \text{жыл.}$$

Есептеулерден инвестицияның өтелу мерзімі 2,95 жылға тең екенін байқаймыз.

5.2 Инвестицияның қаржы экономикалық тиімділігі

Бұл проектр коммерциялық болмағандықтан, одан тікелей пайда табу басты міндет болыптабылмайды және есептеулердегі көрсеткіштер біркелкі емес болады.

Дисконттау әдісі бойынша, оның ішінде таза дисконтталған кіріс есептеулері, ішкі пайда нормалары, дисконтталған шығындар мен пайда қатынасы

Инвестицияның қаржылық экономикалық тиімділігін көрсететін көрстекіштер;

- қарапайым көрсеткіштер:

- қарапайым пайда нормалары – инвестицияның рентабельдік нормалары; аз және орта деңгейдегі кірістің жобаның ары қарай анализ жасауына мүмкіндік береді;

- капиталды салымның өтелу уақыты; белгілі бір уақыт ішінде түскен пайданың тікелей инвестицияғы кеткен соманы жабу қабілеті. Мұнда объект ең біріншіден өзіне жұмыс жасайды, яғни алғашқы салымды ақтау мақсатында.

- Банктік несие мен пайыздарды мүмкін болатындай толық қайтару уақыты; белгілі бір уақыт аралығында банктің қарыздарын өнімнен шыққан пайда арқасында жабу процесін айтады.

- интегралды көрсеткіштер;

- таза дисконтталған кіріс; бұл көрсеткіш ақша ағымдарын тікелей көрсетеді; инвестицияның тиімділігін көрсететін шарт; $Э_Д>0$ болғанда, жобадан түскен пайда орта дисконттау мәнінен артық болады.

- ішкі кіріс нормалары; дисконттау нормасымен анықталатын, мұндағы таза дисконтталған кіріс нолге тең болады; инвестицияның тиімділігі ішкі кіріс норма өлшемдері орта дисконттау нормативінен үлкен болу қажет: $E_{Вн}>E_{ср}$;

- Дисконттау шығындарының өтеу уақыты; белгілі бір период ішінде таза пайда арқасында дисконтталған капиталды салымды ақтауға кетеін уақыт; инвестицияның тиімділігін көрсететін шарт $Т_{ок}>Т_р$;

-Кірістің таза көрсеткіші (NetPresentValue) капиталды салымның көлемін анықтауға мүмкіндік береді.

Дисконттау – бұл бүгін инвестицияланатын құралдардың болашақ бағасын есептеу процессі немесе ақша құндылығының кері есептеулері, яғни келешекте белгілі соманы алу үшін бүгін оны қандай көлемде инвестициялауды анықтау.

$$PV = FV \cdot \frac{1}{(1+r)^n}, \qquad (5.12)$$

мұндағы, PV – құралдардың болашақ қосындысы;
FV – банктің пайыздық ставкасы;
n – жобаны іске асыру уақыты.

NPV – бұл жобаны іске асыру тудыратын ақша салымдарының қосындысымен, оның ағындық құнына дисконтталған және осы жобаны іске асыруға қажетті барлық шығындардың ағындық құндарының дисконтталған қосындысы.

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CFn}{(1+r)^t} - I_0 \qquad (5.13)$$

мұндағы, I_o – бастапқы салынған құралдар;
CF – қаржы құралдарының түсуі;
r – банктың пайыздық ставкасы;
t – жобаның іске асыру жылдары.

Т (ақталудың дисконтталған уақыты) – интегралды эффект оң болатын ол келешекте сол күйде қалатын жобаны іске асыру басталған интервал – минималды уақыт:

$$Т = \frac{К}{П}; \qquad (5.14)$$

Егер Т – минималды болса, онда жоба тиімді.

Т – дисконттаумен анықталуы керек (қарапайымдалған сұлбада дисконттауды қолданбауға болады).

R= 15% банк пайызы үшін IRR есептелінеді

PV=1537x0,87=1474 млн. теңге

NPV=-6057+1474=-4583 млрд. теңге

Таза құнды есептеулер нәтижесін 7.1-кестеге толтырамыз.

7.1 к е с т е – Берілген нұсқа үшін NPV есебінің нәтижесі

жылдар	CF,млн.теңге	$1/(1+r)^n$	PV, млн.теңге	NPV, млн.теңге
0	-5000	1	5000	-5000
1	1537	0,87	1374	-3626
2	1537	0.76	1168	-2458
3	1537	0,66	1014	-1444
4	1537	0,5	876	-568
5	1537	0,43	660,9	91,9

Пайданың ішкі нормасын есептеу әдісі (IRR). IRR пайданың ішкі әдісі инвестициялау мақсатындағы құралдардың ақталу деңгейін немесе NPV кездегі r нөл мәні. IRR жоба бойынша риск деңгейінің индикаторы қызметінде. IRR фирманың қабылданған тосқауыл коэффициенті қандай үлкен деңгейде басып озады, соншалықты жобаның төзімділігі қоры үлкен және болашақ ақша салымдарын есептегендегі қателіктер аз болады.

$$IRR = \sum_{1}^{n} \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 = 0 \qquad (5.15)$$

Жоғарыдағы есептеулер бойынша ақталу мерзімі дисконттаумен 4 жыл кетеді. Жобаға ақшалай капитал салыим ретінде 5млрд теңге қажет. Жобаның өтеу уақыты 4 жыл болғандықтан, жоба экономикалық тұрғыдын тиімді деп есептуге негіз бар.

Қорытынды

Жасалынған есептеулер бойынша жаңа жобаланған қашықтығы 512 км болатын ЮКГРЭС-Жамбыл 500 кВ әуе желісі болашақта Оңтүстік аудандардың, әсіресе Жамбыл облысының энергия тапшылығын шеше алады. Бұл қуаттар балансының өзгерген жағдайда режимдерді басқаруға мүмкіндік береді.

Тораптағы әртүрлі қалыпты, апаттық, максималды режимдер бойынша RASTR бағдарламасы арқылы есептеулер жүргізіліп, тораптың сұлбасы салынды.

Есептеулер және шарттар бойынша әуе желісіне ең тиімді сым ретінде АС-400/51 таңдалған.

Әуе желісіне есептеулер жүргізгенде, ауданның климаты және сырттағы күштер ескеріліп, Р2 типті тірек таңдалды.

Техникалық экономикалық есептеулер бұл жобаның капиталды салымы 5 млрд. теңге, ол 4,5 жылда өтеп шыға алады.

Өміртіршілік қауіпсіз бөлімі бойынша тораптағы электромагнитік өрістің персоналға әсері, статикалық өріс және Жамбыл қосалқы станциясындағы диспечерлік бөлімінің ауа алмасу процессі есептелінді.

Сонымен, келтірілген есептеулерге сараптама жасай отырып экономикалық тұрғыдан бұл жоба тиімді деп саналады.

Кернеулерді реттеу және транзиттегі режимді оптимизациялау үшін жаңа өтемдеуші құрылығы FACTS қосалқы станцияға басқарылатын шунтты реактор орнатылды.

Өтемдеуші құрылғылар транзиттегі шығын, кернеулерді тұрақтандыру және өткізгіш қабілетті арттыруға мүмкіндік береді.

Қолданылған әдебиеттер

1. Г.С. Зиновьев. Основы силовой электроники. Учебник. Москва: Издательство: МГТУ, 2001. Ч.1-155 с.
2. Управляемые подмагничиванием шунтирующие реакторы./ сб. Статьей под доктора технических наук проф. А.М. Брянцева. – «Знак». 255 ст. 2012 г.
3. Воздушные линии с УШР. Однофазное повторное автоматическое прдключение/ Г.А. Щескин. – журнал «Энергетик», №4, 2012.
4. Опыт применения линейных управляемых шунтирующих реакторов. Возможные проблемы и пути их решения./Аристов К.В., Долгополов А.Г.,1995 г.
5. Кондратенко Д.В., Соколов Ю.В. - Журнал Электро, №4., 2012. 7 Данные исследовательского института за 2011 год Ricerca sul Sistema
   Energetico, Италия.
6. Электрические системы. Электрические расчеты, программирование и оптимизация режимов/Под ред. В. А. Веникова. М.: Высшая школа, 19.230с.
7. ТЭО «Строительства ВЛ 500 кВ Экибастуз – ШГЭС – УстьКаменогорск». АО КазНИПИИТЭС «Энергия», 2011 г.
8. ТЭО «Строительство ВЛ 500 кВ ШГЭС-Актогай-ТалдыкорганАлма», ТОО «ESR», Алматы, 2012.
9. Статистические сборники Агентства Республики Казахстан по статистике за 2000-2010 гг.;
10. Годовые отчеты АО «KEGOC» за 2010-2011.
11. Технико-экономические показатели работы электростанций за ряд отчетных лет (форма 6-ТП);
12. В.И. Идельчик. Электрические системы и сети. Москва, Энергоатомиздат, 1992.
13. С. Рокотян, И.М. Шапиро. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. Третье издание, переработанное и дополненное. Москва, Энергоатомиздат, 1994
14. ПУЭ РК, 2003.-418 с.
15. Сборник сметных цен на строительные материалы, изделия и конструкции, СН РК 8.02-04-2002 г. Астана, 2003.