



**Коммерциялық
емес акционерлік
қоғам**

**АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электр станциялары және
электр энергетикалық
жүйелері кафедрасы

ЭЛЕКТР ТОРАПТАРЫ МЕН ЖҮЙЕЛЕРІ

5В071800 –Электр энергетикасы мамандығы үшін зертханалық
жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар

Алматы 2018

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Оржанова Ж.К., Генбач Н.А. Электр тораптары мен жүйелері. 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар. – Алматы: АЭЖБУ, 2018 ж. – 12 бет.

Әдістемелік нұсқаулықта «Электр тораптары мен жүйелері» курсының негізгі бөлімдері бойынша зертханалық жұмыстарды орындаудағы әрбір зертханалық жұмыстың, тәжірибелі мәліметтерді өңдеу және жұмысты орындау әдістемесі, ұсынылған әдебиеттер тізімі мен бақылау сұрақтары берілген.

Зертханалық жұмыстардың түсіндірмелерінің ішінде жұмыстардың аттары, жұмыс мақсаты, оларды жүргізу мен «Rastr» программамен ПЭЕМ арқылы алынған есеп мәліметтердің талдау әдісі бар.

Әдістемелік нұсқаулық 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша оқитын барлық оқу түрінің студенттері үшін арналған.

Кесте – 4, ил. – 5, әдебиет көрсеткіші – 5 атау.

Пікір беруші: Т.К.Тергемес

«Алматы энергетика және байланыс университеті», коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2018 жыл жоспары бойынша басылады.

©«Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2018 ж.

Кіріспе

«Электр стансалары, тораптары және жүйелері» курсы электр энергетика мамандығының бағыты бойынша студенттерді жалпы және кәсіби дайындаудағы негізгі стандарт болып табылады.

Зертханалық жұмыстардың мақсаты- студенттердің естерінде бұрын алынған теориялық білімді бекіту. Жұмысты орындауға кіріскенде студент алдына қойған мақсаттарын және зерттелінген физикалық пішіндерді айқын түсіну керек.

Электр тораптар зертханасында оқылатын нәрселер- электр тораптар және едәуір созылатын үлкен қуаттар берілетін электр берілісінің желілері. Зертханалық жұмыстарда үлкенмен электр беріліс желілердің және әртүрлі үлгілі электр тораптардың жұмыс режимдерін есептеуге беріледі.

Жұмысқа дайындық және оның мазмұны.

Зертханалық жұмыстарға дайындалғанда осы әдістемелік нұсқаулардың тараулары мен ұсынылатын әдебиетті оқып білу қажет.

Айтылған деректерді оқып білген соң студент әдістемелік жұмыстың мақсаты мен оны жүргізу тәртібін жақсы елестету керек. Содан соң зерттелінетін тораптың математикалық үлгісін дайындау керек, яғни:

- электр берілісінің немесе электр торабының алмастыру сұлбасын құрастыру керек;
- алмастыру сұлбасының параметрлерін анықтау керек;
- қажетті алдын-ала есептерін жүргізу керек;
- берілген формат бойынша қолданылатын бағдарламаның ережесіне сәйкес ЭЕМ арқылы есептеу үшін бастапқы ақпаратты дайындау керек.

Есептің нәтижелерін кесте мен сызба түрінде көрсету керек.

Әрбір зертханалық жұмысты орындауға мұғалім теретикалық білімі мен алдын-ала есептеулері бар студенттерді ғана жібереді.

Зертханалық жұмысты қорғау.

Жұмысты қорғауға зертханалық жұмыстың бүкіл көлемін орындаған және баяндаманы қамдандырған студент жіберіледі. Баяндамада міндетті түрде көрсетілетін тараулар:

- зертханалық жұмыстың мақсаты;
- жұмысты орындауға дайындалу процесі;
- жұмысты жүргізудің тәртібі;
- ЭЕМ-мен есептелініп алынған нәтижелер.

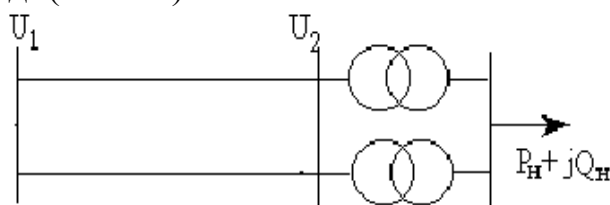
1 Зертханалық жұмыс №1. 220кВ электр берілісінің жұмыс режимдерін зерттеу

Жұмыс мақсаты: Бұл жұмыста желінің бос жүріс режимі және электр берілісіндегі (желісіндегі) жүктеме қуатына байланысты кернеудің өзгеру заңдылығы мен қуат шығыны зерттелінді.

1.1 Зерттелінген электр берілісінің сұлбасы

Желінің соңындағы төмендеткіш трансформаторлары бар екі тізбекті электр желісінің жұмыс режимімен зерттеледі (1 сурет).

Желінің және трансформаторлардың параметрлері мен жүктеме қуат мәндерін оқытушы береді (1 кесте).



1 сурет- Зерттелінген электр берілісінің сұлбасы

1.2 Жұмыстың мазмұны мен алдын ала дайындық

1.2.1 «Электр стансалары және жүйелері» сабағы бойынша керекті теориялық мәліметтерді оқу. «RASTR» бағдарламасының жұмыс нұсқауымен танысу.

1.2.2 Бірінші кестедегі келтірілген бастапқы деректер бойынша зерттелінетін электр берілісі үшін желінің және трансформаторлардың параметрлерін есептеу.

1.2.3 Электр берілісінің алмастыру сұлбасын құрастыру.

1.2.4 Бос жүріс режимінің есебін, $\operatorname{tg}\varphi = 0$ болғандығы актив жүктемесінің өзгеруінің есептерін жүргізу және желінің басындағы кернеу тұрақты мен жүктеменің қуаты тұрақты актив болғандағы $\operatorname{tg}\varphi_2(Q)$ -нің желінің соңындағы кернеуге әсерін білу. Сонда $\operatorname{tg}\varphi_2$ шамамен $\operatorname{tg}\varphi_2 = -1$ ден $\operatorname{tg}\varphi_2 = 1$ шегіне дейін өзгереді.

1.2.5 Желі соңындағы кернеудің, актив қуатының шығынын және $\operatorname{tg}\varphi_2$ функциясында электр берілісінің ПӘК-тің тәуелдіктері алынған есептік нәтижелері бойынша тұрғызу.

1.3 Жұмыстың орындалу тәртібі

1.3.1 ЭЕМ-нің жадына дайындалынған есептік мәндерді енгізу («RASTR» бағдарламасының нұсқауына сәйкес).

1.3.2 Бос жүріс режимінің есептерін жүргізу. Алынған есеп нәтижелерін компьютер экранынан көшіріп алу. Векторлық диаграммасын тұрғызу.

1.3.3 Жүктеменің актив қуаты өзгергенде және $\text{tg}\varphi_2=0$ болғанда есептер жүргізу (жүкткменің қуатын $1.0P_2$; $0.8P_2$; $0.6P_2$; $0.4P_2$ шектерінде өзгереді). Желінің басында кернеу тұрақты ұсталынады. Есеп нәтижесін алу, оны компьютер экранынан көшіріп алу. $U_2 = f(P_2)$, $\Delta P = f(P_2)$ тәуелдіктерін тұрғызу.

1.3.4 Желі басындағы тұрақты кернеу мен тұрақты актив қуат болғанда жүктеменің реактив қуаттың мөлшері мен сипатының өзгеруі кезіндегі электр берілісінің режимін есептеу (жүктеменің реактив қуаты $1.0Q_2$; $0.8Q_2$; $0.6Q_2$; $0.4Q_2$ до $-1.0Q_2$; $-0.8Q_2$; $-0.6Q_2$; $-0.4Q_2$ шектерінде өзгереді). Реактив қуатының өзгеруі желінің п.э.к.-не әсерін білу. $\eta = f(\text{tg}\varphi_2)$ тәуелділігін тұрғызу.

1.3.5 Алынған нәтижелерді талдау және қорытынды шығару.

1 к е с т е - Жұмысты орындауға қажетті бастапқы деректер

№ Вар	L, км	Сым маркасы	Трансформатордың түрі	Жүктеме, МВА
1	150	АС 240/32	ТРДН- 40000/220	80+j30
2	160	АС 240/39	ТРДЦН – 63000/220	90+j40
3	180	АС 300/39	ТРДЦН – 63000/220	120+j60
4	190	АС 400/51	ТДЦ – 80000/220	140+j70
5	200	АС 500/64	ТРДЦН –100000/220	150+j80
6	130	АС 240/32	ТРДЦН – 63000/220	80+j30
7	140	АС 240/39	ТРДН- 40000/220	90+j40
8	170	АС 300/39	ТДЦ – 80000/220	110+j 60

1.4 Бақылау сұрақтары

1.4.1 ЭБЖ бос жүріс режимін не анықтайды? Не үшін желінің соңындағы кернеу оның басындағы кернеуден асып кетеді?

1.4.2 Оның қабылдаушы соңындағы жүктеменің өсуі электр берілістің кернеу және токтың векторлық диаграммасының қандай өзгерістеріне алып келеді?

1.4.3 Электр энергиясын тарату құрылғысында орныққан режимдерді сараптау және есептеудің негізгі мәселелері қандай?

1.4.4 Орнықты режимді есептеу кезінде электр тораптары қалай беріледі? Есептеу үшін қандай мәліметтер қажет?

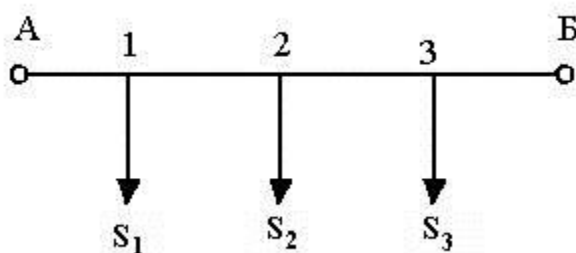
1.4.5 «Кернеу құлауы» мен «кернеу шығынының» қандай айырмашылықтары бар? Кернеу құлайы мен кернеуі ауытқуының көлденеен және бойлық құраушылары дегеніміз не?

2 Зертханалық жұмыс №2. Тұйықталған электр тораптарының жұмыс режимдері

Жұмыс мақсаты: Бұл жұмыста екі жақты қоректенген желінің жұмыс режимі зерттелінеді.

Жұмыстың әртүрлі жағдайларында тораптағы кернеудің режимі, актив және реактив қуатының ағын таралуы мен балансы қаралады.

2.1 Зерттелінетін тораптың сұлбасы



2 сурет

2.2 Жұмыстың мазмұны мен алдын ала дайындығы

2.2.1 Керекті теориялық мәліметтерді оқу.

2.2.2 Бастапқы деректердің нұсқасына сәйкес қарастырылатын тораптың желі учаскелерінің параметрлерін анықтау.

2.2.3 Тұйықталған тораптың алмастыру сұлбасын құрастыру.

2.2.4 Торап учаскесіндегі актив және реактив қуатының таралуын анықтау және қоректендіруші түйіндердегі кернеу теңелгендегі жүктеме түйіндердің кернеу деңгейін анықтау. Қуаттың бөліну нүктесін табу.

2.2.5 Апаттан кейін жүктемелі түйіндерде кернеудің және торап учаскесіндегі актив және реактив қуатының таралуын анықтау.

2.3 Жұмыстың орындалу тәртібі

2.3.1 Дайын есептік мәндерді ЭЕМ-нің жадына енгізу.

2.3.2 Қоректендіруші түйіндердегі кернеу теңелгенде кәдімгі режимді есептеу. Тораптың режимінің нәтижелерін алып, компьютер экранынан көшіріп алу.

2.3.3 Апаттан кейінгі режимді есептеу (ең жүктелген басты торап учаскесі өшірілгенде). Тораптың жұмыс режимінің нәтижесін шығару және компьютер экранынан көшіріп алу.

2.3.4 Есептің шыққан нәтижесін торап сұлбасына салу. Алынған нәтижелерді талдау және қорытынды шығару.

2.3.5 Жұмысты орындауға қажетті бастапқы деректер.

2 к е с т е - Жұмысты орындауға қажетті бастапқы деректер

№ вар	Ун кВ	Аймақ ұзындығы, км				Сым маркасы АС, қимасы				Жүктеме, МВА		
		А- 1	1- 2	2- 3	3- Б	А-1	1-2	2-3	3-Б	S ₁	S ₂	S ₃
1	220	50	40	60	50	240/39	240/32	240/32	240/39	80+j30	100+j60	90+j50
2	110	40	50	55	45	120/19	185/29	120/19	185/29	40+j20	30+j15	35+j20
3	220	55	40	40	60	240/39	300/39	300/39	240/39	90+j40	100+j55	120+j60
4	110	30	25	35	30	70/11	95/16	95/16	70/11	30+j15	25+j15	35+j20
5	220	60	55	50	60	400/51	300/39	300/39	400/51	120+j60	100+j60	80+j30
6	110	30	25	40	15	95/16	120/19	120/19	95/16	40+j25	25+j10	35+j20
7	220	50	40	45	55	500/64	400/51	400/51	500/64	140+j70	150+80	80+j30
8	110	45	40	35	40	150/24	185/29	150/24	185/29	30+j15	40+j20	25+j15

2.4 Бақылау сұрақтары

2.4.1 Электр жүйесіндегі белсенді қуат теңгерімі қандай құрауыштардан алынады?

2.4.2 Қорек көздер кернеуінің айырмашылығы болған кезде екі жақты қоректенетін желіні қалай есептейді?

2.4.3 Егер активті және реактивті қуаттардың бөлініс нүктесі сәйкес келмейтін болса, екі жақты қорегі бар тораптың режимі қалай есептеледі?

2.4.4 Қай кезде тұйықталған тораптың параллель желілерінің эквиваленттелуі болуы мүмкін?

2.4.5 Қуат бөліну нүктесі дегеніміз не және ол қалай таңдалады?

3 Зертханалық жұмыс №3. Күрделі-тұйықталған тораптардың жұмыс режимдерін зерттеу

Жұмыс мақсаты: Күрделі – тұйықталған тораптардың жұмыс режимдерін зерттеу. Тораптың түйін нүктесіндегі актив және реактив қуатының ағын таралуы мен кернеу деңгейін анықтау.

3.1 Зерттелінетін тораптың сұлбасы

Тораптың әрбір учаскесінде II-түрдегі алмастыру сұлбасы бар. Желілердің, қоректендіруші көзі кернеулері мен жүктеменің қуаттарының параметрлерінің мәндерін мұғалім береді.

3.2 Жұмыстың мазмұны мен алдын ала дайындығы

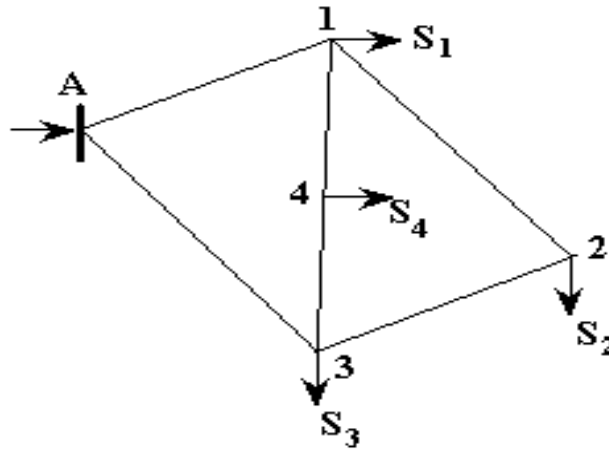
3.2.1 Керекті теориялық мәліметтерді оқу.

3.2.2 Бастапқы деректердің нұсқауына сәйкес қарастырылатын тораптың желі учаскелерінің параметрлерін анықтау.

3.2.3 Күрделі-тұйықталған тораптың алмастыру сұлбасын құрастыру (3 сурет).

3.2.4 Торап учаскесіндегі актив және реактив қуатының таралуын анықтау және жүктеме түйініндегі кәдімгі режимдегі кернеу деңгейін анықтау.

3.2.5 Апаттан кейін жүктемелі түйіндерде актив және реактив қуатының таралуын және кернеудің деңгейін анықтау.



3 сурет

3 к е с т е - Жұмысты орындауға қажетті бастапқы деректер

№ вар	U _н , кВ	Аймақ ұзындығы, км						Жүктеме қуаты, МВА			
		A-1	1-2	2-3	1-4	4-3	A-3	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
1	220	50	60	40	35	45	40	40+j20	35+j15	45+j20	30+j18
2	220	45	55	60	50	40	35	50+j25	45+j20	50+j20	30+j10
3	110	25	30	20	25	15	20	25+j10	15+j8	20+j12	25+j15
4	110	20	25	15	20	25	20	15+j7	20+j10	25+j12	15+j6
5	110	20	15	25	18	14	23	25+j12	20+j8	25+j10	15+j10
6	110	30	22	25	20	25	18	20+j10	25+j12	18+j10	20+j8
7	220	60	55	5	50	40	35	60+j35	50+j30	45+j20	55+j25
8	220	55	60	50	55	45	40	65+j40	60+j30	55+j30	45+j25

Ескерту: - Тораптың барлық учаскілерінде сымдардың қималары тең деп алынады. U_н=110 кВ нұсқалары үшін қималары АС 120/19, с U_н = 220 кВ нұсқалары үшін сым қималары АС 240/32 тең деп алынады.

3.3 Жұмыстың орындалу тәртібі

3.3.1 Дайын есептік мәндерді ЭЕМ-нің жадына енгізу.

3.3.2 Күрделі-тұйықталған торабын кәдімгі режимді есептеу. Есептің нәтижелерін, компьютер экранынан көшіріп алу.

3.3.3 Апаттан кейінгі режимді есептеу (ең жүктелген басты торап учаскесі өшірілгенде).

3.3.4 Есептің шыққан нәтижесін торап сұлбасына салу. Алынған нәтижелерді талдау және қорытынды шығару.

3.4 Бақылау сұрақтары

3.4.1 Күрделі тұйықталған торап дегеніміз не?

3.4.2 Күрделі тұйықталған тораптың орныққан режимін есептеу үшін қандай тәсілдер қолданылады?

3.4.3 Күрделі тұйықталған тораптың біртіндеп түрлендіру тәсілі дегеніміз не?

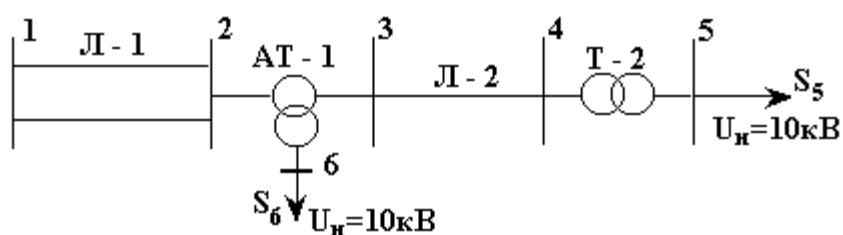
3.4.4 Тораптың түрлендіру үрдісінде қандай арнайы операциялар қолданылады?

3.4.5 Қай кезде тұйықталған тораптың параллель желілерінің эквиваленттелуі болуы мүмкін?

4 Зертханалық жұмыс №4. Электр тораптардағы кернеуді реттеу

Жұмыс мақсаты: Жұмыста электр тораптағы кернеу режиміне қойылатын талаптар қаралады. Кернеуді реттейтін әртүрлі амалдарды қолданғанда тораптың техникалық көрсеткіштерінің анализі жүргізіледі.

4.1 Зерттелінетін электр берілісінің сұлбасы



4 сурет

Желілер мен трансформаторлардың, жүктеменің қуаттарының параметрлерінің мәндерін оқытушы береді.

4.2 Жұмыстың мазмұны мен алдын ала дайындығы

4.2.1 Керекті теориялық мәліметтерді оқу.

4.2.2 Бастапқы деректердің нұсқасына сәйкес қарастырылатын желі учаскелерінің және трансформаторлардың параметрлерін анықтау.

4.2.3 Электр берілісінің алмастыру сұлбасын құрастыру.

4.2.4 Реттеу амалдарын қолданбай, максимал және апатан кейінгі жұмыс режимінде тораптың сәйкес нүктелеріндегі кернеу мен қуатын анықтау. Торап пен трансформаторларда актив қуатының шығынын анықтау.

4.2.5 Трансформаторлардың трансформация коэффициентін өзгертіп, қосалқы стансаның 10кВ шиналарда керекті немесе соған жақын қуат мәндерін алу.

4.2.6 Трансформаторлардың трансформация коэффициентін өзгертіп және СКБ-ны (синхронды компенсатордың батареясы) орнатып, 10 кВ шиналарда керекті қуат мәндерін алу.

4.3 Жұмыстың орындалу тәртібі

4.3.1 Дайын есептік мәндерді ЭЕМ-нің жадына енгізу.

4.3.2 Кернеуді реттеу амалдарын қолданбай, максимал және кәдімгі режимдерді есептеу. Есептің нәтижелерін компьютер экранынан көшіріп алу.

4.3.3 Трансформаторлардың трансформация коэффициенті өзгергендегі режимін есептеу.

4.3.4 Трансформаторлардың трансформация коэффициенті өзгергенде және СКБ (синхронды компенсатордың батареясы) орнатылғандағы режимін есептеу.

Сол кездегі екі мысалды қарау:

а) СКБ 6-шы түйінде орнатылған;

в) СКБ 5-ші және 6-шы түйінде орнатылған.

4.3.5 Алынған нәтижелерді талдау және кернеуді реттейтін әртүрлі әдістердің электр торабының элементтеріндегі актив қуатының шығынына әсері туралы қорытынды шығару.

4 к е с т е - Жұмысты орындауға қажетті бастапқы деректер

№ вар	Л-1	L, км	Чис- ло це- пей	Л-1	L, к м	Чис- ло цеп- ей	Автотр-р АТ - 1	Тр-тр Т -2
	марка пров			марка пров				
1	АС 300/39	50	2	АС 70/11	10	2	АТДЦТН- 200000/220 /110	ТРДН-40000/110
2	АС 240/32	50	2	АС 120/19	15	1	---«---«---	ТРДН-40000/110
3	АС 300/39	40	2	АС 95/16	20	2	---«---«---	ТРДН-25000/110
4	АС 240/32	65	2	АС 150/24	8	1	---«---«---	ТРДН- 63000/110
5	АС 300/39	55	2	АС 120/19	12	2	---«---«---	ТРДН- 63000/110
6	АС 240/32	45	2	АС 70/11	22	2	---«---«---	ТРДН- 25000/110
7	АС 240/32	35	2	АС 95/16	25	2	---«---«---	ТРДН- 25000/110
8	АС 300/39	45	2	АС 150/24	20	1	---«---«---	ТРДН- 63000/110

4.4 Бақылау сұрақтары

4.4.1 Энерго жүйелерде қандай өтемдеуші құрылғылар қолданылады және олардың негізгі қасиеттері?

4.4.2 Электр тораптарында кернеуді реттеудің әдістері мен тәсілдері.

4.4.3 Тораптағы реактивтік қуатты өзгертетін кернеуді қалай реттейді?

4.4.4 Тораптағы параметрлерін өзгертетін кернеуді қалай реттейді?

4.4.5 Трансформаторлардың трансформация коэффициентін өзгерткен кезде тораптағы кернеуді реттеу.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Лыкин.А.В. Электрические системы и сети - Москва: Люкс. 2007.
- 2 Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии: Учеб. пособие. – Ростов-на Дону: Феникс, 2006.-720 бет.
- 3 Оржанова Ж.К., Генбач Н.А. Электр тораптары және жүйелері. Дәрістер жинағы. 5В071800 – электр энергетикасы мамандығының барлық оқу түрінде оқитын студенттерге арналған. – АЭЖБУ, 2011.
- 4 Оржанова Ж.К. Электр энергиясын тарату және жіберу. Оқуқұралы. – АЭЖБУ, 2017.
- 5 Оржанова Ж.К., Утешкалиева Л.Ш. Электр тораптары мен жүйелері. 5В071800-Электр энергетикасы мамандығы үшін практика сабағына арналған жинағы. – АЭЖБУ, 2017.

Мазмұны

Кіріспе.....	3
1 Зертханалық жұмыс №1. 220кВ электр берілісінің жұмыс режимдерін зерттеу.....	4
2 Зертханалық жұмыс №2. Тұйықталған электр тораптарының жұмыс режимдері.....	6
3 Зертханалық жұмыс №3. Күрделі-тұйықталған тораптардың жұмыс режимдерін зерттеу.....	7
4 Зертханалық жұмыс №4. Электр тораптардағы кернеуді реттеу.....	9
Әдебиеттер тізімі.....	11

2018ж. жиынтық жоспары, реті 12

Жанар Керимбековна Оржанова
Наталья Алексеевна Генбач

ЭЛЕКТР ТОРАПТАРЫ МЕН ЖҮЙЕЛЕРІ

5B071800 –Электр энергетикасы мамандығы үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар

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

Басуға _____ қол қойылды
Таралымы 15 дана
Көлемі оқу 0,69 баспа табақ

Пішімі 60×84/16
Баспаханалық қағаз №1
Тапсырыс _____ Бағасы 350 теңге

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