



ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Ш.А. Абдиева

## РЕЖЕЛІК ҚОРҒАНЫС

*Оқу құралы*

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2019

ӘОЖ 621.31 (075)  
КБЖ 31.2я73  
А 14

*Баспаға өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті  
физика-техникалық факультетінің  
Ғылыми кеңесі және Редакциялық-баспа кеңесі  
(№5 хаттама 27 маусым 2019 жыл)*

**Пікір жазғандар:**  
физика-математика ғылымдарының докторы,  
профессор **А.М. Жужешов**  
техника ғылымдарының докторы,  
профессор **Д.У. Смағұлов**

**Абдиева Ш.А.**  
Релелік қорғаныс: оқу құралы / Ш.А. Абдиева. – Алматы:  
Қазақ университеті, 2019. – 122 б.  
**ISBN 978-601-04-4227-6**

Оқу құралында электр желілері, қосалқы станция және тарату құрылыстарындағы релелік қорғаныстың негізгі түрлері қарастырылған. Релелік қорғаныс – кодданыстағы заманауи энергетикалық жүйелердің сенімді және қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ететін энергетиканың саласы.  
Құрал 5В071800 – «Электрэнергетика» мамандығы бойынша білім алып жатқан студенттерге арналған.

**ӘОЖ 621.31 (075)**  
**КБЖ 31.2я73**

© Абдиева Ш.А., 2019  
© Өл-Фараби атындағы Қазақ ҰУ, 2019  
ISBN 978-601-04-4227-6

## КІРІСПЕ

Бүгінгі күні электр энергиясы белгілі барлық энергия түрлерінің ішінде ерекше орын алады. Оның ерекше қасиеттері, мысалы, трансформация мүмкіндігі және энергияның басқа: жылу, механикалық түрлеріне жеңіл түрленуі, электр энергетикалық жүйелердің бүгінгі кен дамуына себепші болды. Бүгінгі таңда электр энергиясын өндіру, жеткізу және тарату түрлі қызметтермен: энергияны өндіру, жедел қызмет көрсету, тарату желілерінің диспетчерлік қызметтері, электр жабдықтарын жөндеу және т.б. қызметтерімен жүзеге асырылады. Электр энергиясын жеткізу және тарату басқа салаларға тән емес бірқатар ерекшеліктерге ие екендігін атап өту керек, мысалы, электр тогының лезде таралуы, сондай-ақ үлкен мөлшердегі энергияны (жоғары кернеулі) тасымалдау мүмкіндігі, бұл жағдайда өте ауыр зардаптарға өкелуі мүмкін. Бүгінгі күні электр желілері мен жүйелерін, құрылыстарды қорғау үшін көптеген қорғаныс сұлбалары әзіленді, осы қалыпсыз режимдердің ішінде ең қауіптісі қысқа тұйықталу болып табылады. Сондай-ақ қорғаныс жүйелерінен басқа, оның жекелеген бөлімдерінде желі параметрлерін бақылау, сондай-ақ коммутициялық аппараттарды қашықтан басқару ерекше маңызға ие.

### *Релелік қорғаныс және автоматтандыру тарихы.*

Релелік қорғаныс өз атауын негізгі қорғаныс элементі – релден алған. Тарихшылар релені алғаш рет 1830–1832 жылдары орыс ғалымы Павел Шиллинг әзірлеген және құрастырғанын айтады [1]. Бұл реле өзі әзірлеген телеграфта шақыру құрылысының негізгі бөлігін құрады. 1888 ж. электротехниканың түрлі салаларында көптеген еңбектер мен өнертабыстар тиесілі көрнекті орыс электротехнигі Михаил Осипович Доливо-Добровольский үш фазалық ток жүйесін ойлап тапты [2]. Көп ұзамай оның басшылығымен, әлемде тұңғыш рет жоғары вольтты кернеу (15 кВ) токтары арқылы электр қуаты алыс қашықтыққа таратылды. Бұл электр энергетика саласының тарихындағы маңызды оқиға, ал үш фазалы ток жүйелері көп ұзамай кен қолданысқа ие болды. Алайда релелік қорғаныстың жұмысы – электрлік жүйелеріндегі зақымданудан, оның ішінде ең қауіптісі –

қысқа тұйықталудан қорғау. Қысқа тұйықталу электр жүйесінде өдетте тоқтың күрт өсуімен жүреді. Сондықтан да бірінші болып қорғалатын элементтері ток алдын ала белгіленген мәннен асып кеткен жағдайда, әрекет ететін ток қорғанысы қолданылады. Қысқа тұйықталудан қорғау үшін реле қолданудың алғашқы әрекеттері 1890 жылдардың басында жүзеге асты, ол ажыратқыштарда орналастырылған тура өсерлі электромагнитті ток релесі қолданылатын электр қондырғыларды пайдалануға негізделген. Алайда релелік қорғаныс үшін кен қолданыс 20-ғасырдың алғашқы онжылдығынан бастап электр жүйелерін дамытуға байланысты іске асты. 1901 жылдан бастап М.О. Доливо-Добровольский ұсынған индукциялық өлшеу механизмдерінің негізінде құрылған индукциялық ток релесі пайда болады. Содан кейін ASEA швед фирмасы RJ индукциялық дискісі реле түрін дамыты, ол іс жүзінде осы күнге дейін қолданыста. 1960 жылдары интеграцияланған микроэлектрониканың дамуы жартылай өткізгіш элементтік базаларды релелік қорғаныста қолдануға негізделген. Ол бірнеше элементтер: резисторлар, конденсаторлар, диодтардың өлшемдерін кішірейтіп, бір кристалға сыйдыруға жағдай жасайды. Сондықтан қазіргі уақытта бізде де, шетелде де микроэлектрондық элементтік базаны пайдаланатын қорғаныс өзірленіп, кенінен енгізіле бастады.

## 1. РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫСТЫҢ МАҚСАТЫ МЕН ЖІКТЕЛУІ

### 1.1. Релелік қорғаныс және автоматтандырудың мақсаты

Энергетикалық жүйе – электр энергиясын өндіруге, таратуға және тұтынуға арналған кешенді көп деңгейлі техникалық жүйе. Энергетикалық жүйедегі процестер жылдамдық, өзара байланыс, өндірістік процестердің бірлігі, электр энергиясын түрлендіру және тұтынуымен сипатталады. Оларды басқаруды автоматтық басқару деп аталатын арнайы техникалық құралдарды пайдаланбай басқару көп жағдайда мүмкін емес. Шартты түрде, барлық автоматтандыру құрылғылары олардың мақсаттары мен қолдану жолымен келесі екі үлкен топқа бөлінуі мүмкін: жергілікті және жүйелік технологиялық автоматтандыру, жергілікті және жүйелік апатты автоматика.

**Технологиялық автоматтандыру** қалыптты жағдайда автоматты басқаруды қамтамасыз етеді:

- турбиналық генераторлық блоктарды іске қосу және параллель жұмыс істеу үшін синхронды генераторларды қосу;
- электр станциясының шиналарында кернеуді және реактивті қуатты автоматты түрде реттеу;
- жиіліктерді автоматты басқару және электростанцияның жүктемесінің режимін қамтамасыз ету;
- блоктар арасындағы электр жүктемесін оңтайлы бөлу;
- тарату желісіндегі кернеуді реттеу;
- жиілік және қуат аынын бақылау және т.б.

**Төменше жағдайлардың алдын алу** – апаттардың салдарын болдырмау немесе ең тиімді жолмен жою:

- электрлік жабдықтардың қысқа тұйықталу мен қалыпсыз режимдерден релелік қорғау;
- автоматты түрде қайта қосу – АПВ;
- резервті автоматты түрде қосу – АВР;
- автоматты түрде жиілікті түсіру – АЧР;
- асинхронды режимін автоматты түрде жою – АЛАР;
- орнықтылықтың бұзылуын болдырмау автоматикасы.

## ТЕСТ ЖАУАПТАРЫ

№	Релелік қорғаныстың негіздері	Токтық қорғаныс	Релелік қорғаныстың негіздері	Ток қорғанысы	№
1	D	D	A	B	26
2	A	A	C	D	27
3	C	C	D	C	28
4	A	B	C	A	29
5	D	B	A	A	30
6	A	C	A	D	31
7	B	A	A	D	32
8	E	C	C	A	33
9	E	A	B	D	34
10	A	C	B	D	35
11	B	A	C	B	36
12	C	D	B	A	37
13	A	C	C	D	38
14	E	D	C	C	39
15	B	C	D	C	40
16	A	C	A	A	41
17	A	A	C	C	42
18	C	B	E	B	43
19	A	D	D	B	44
20	E	C	D	B	45
21	A	C	B	V	46
22	E	D	B	D	47
23	C	D	A	C	48
24	A	A	C	A	49
25	A	C	E	A	50

## МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	3
<b>1. РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫСТЫҢ МАҚСАТЫ МЕН ЖІКТЕЛГҮІ.....</b>	<b>5</b>
1.1. Релелік қорғаныс және автоматтандырудың мақсаты.....	5
1.2. Релелік қорғаныс функциялары.....	6
1.3. Релелік қорғаныс классификациясы.....	7
1.4. Релелік қорғанысқа қойылатын талаптар.....	8
1.5. Релелік қорғаныстың негізгі органдары.....	9
1.6. Оперативті ток көздері.....	10
<b>2. ӨЛШЕУ ТРАНСФОРМАТОРЛАРЫ.....</b>	<b>14</b>
2.1. Өлшеу трансформаторларының тарайындалуы.....	14
2.2. Толық жүлдізша жалғанған ТТ және релелік катушкалар үшін қосылу сұлбасы.....	20
2.3. Толық емес жүлдізша жалғанған ТТ және релелік катушкалар үшін қосылу сұлбасы.....	22
2.4. Екі фаза айырмасына қосылған екі ТТ және бір релені қосылу сұлбасы.....	22
2.5. Нөлдік тізбек тогының сүзгісінде ТТ жалғану сұлбасы.....	23
<b>3. МИКРОЭЛЕКТРОНДЫҚ ЭЛЕМЕНТТІҢ НЕГІЗІНДЕГІ РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫС ҚУРЫЛБЫЛАРЫ.....</b>	<b>25</b>
<b>4. БАҒЫТТАЛМАҒАН ТОК ҚОРҒАНЫСТАРЫ.....</b>	<b>30</b>
4.1. Максималды ток қорғанысы.....	30
4.2. Тұрақты оперативті токтағы МТК-ның принципиалды сұлбасы.....	31
4.3. Электромеханикалық релеге сұлбалар.....	32
4.4. Тоқ қосылу тогын тандау.....	33
4.4. Тоқ кесері (ток үзіндісі). Тоқ кесерді пайдалану принципі.....	33
<b>5. БАҒЫТТАЛҒАН ТОК ҚОРҒАНЫСЫ.....</b>	<b>35</b>
Екі жақты қорек көзі бар желілердегі бағытталған ток қорғанысы.....	35
<b>6. ТҮЙЫҚТАЛУДЫҢ ҮЛКЕН ТОҚТАРЫ ЖЕЛІЛЕРІНДЕ ҚЫСҚА ТҮЙЫҚТАЛУДАН ҚОРҒАУ.....</b>	<b>41</b>

<b>7. 10-35 кВ ЖЕЛДІЛЕР ҮШІН ЖЕРГЕ ТҮЙІКТАЛУДАН ҚОРҒАНЫС</b> .....	46
7.1. Жерге бірфазалық түйіктаудан қорғаныстың орындау принциптері .....	46
7.2. Нөлдік бірізділік тоқтарының фильтрі .....	47
<b>8. ЖЕЛІНІҢ БОЙЛЫҚ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ҚОРҒАНЫСЫ</b> .....	51
8.1. Желінің дифференциалды қорғанысы. Бойлық дифференциалды қорғаныстың әрекет қағидасы.....	51
8.2. Дифференциалды қорғаныстағы бағанс емес (бейтөгерімдік) тоқтар .....	53
8.3. Желінің дифференциалды қорғанысының толық сұлбасы .....	54
<b>9. ЖЕЛІНІҢ ДИСТАНЦИАЛЫҚ ҚОРҒАНЫСЫ</b> .....	56
9.1. Желінің дистанциялық қорғанысы. Тағайындалуы және жұмыс жасау принципі .....	56
9.2. Желідегі селективті қорғаныстың дистанциялық қорғаныс арқылы жұмыс жасау принципі .....	59
<b>10. ТРАНСФОРМАТОР ЖӘНЕ АВТОТРАНСФОРМАТОРЛАРДЫҢ ҚОРҒАНЫСЫ</b> .....	62
Трансформатор және автотрансформаторлардың ақауы мен істен шығу режимі .....	62
<b>11. ТРАНСФОРМАТОР МЕН АВТОТРАНСФОРМАТОРДЫҢ РЕЗЕРВТІК ҚОРҒАНЫСЫ</b> .....	64
11.1. Резервтік қорғаныстың тағайындалуы.....	64
11.2. Резервтік қорғаныстың негізгі функциялары .....	65
<b>12. ТРАНСФОРМАТОРЛАР ЖӘНЕ АВТОТРАНСФОРМАТОРЛАРДЫҢ НЕГІЗГІ ҚОРҒАНЫСЫ. ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ҚОРҒАНЫС</b> .....	67
12.1. Трансформаторлар және автотрансформаторлардың КТ-дан қорғанысы.....	67
12.2. Трансформаторларды және автотрансформаторларды асқын жүктемемен қорғаныс ұстанымы .....	69
12.3. Теріс кері бірізді резервтік қорғаныс .....	70

<b>13. ГАЗДЫҚ ҚОРҒАНЫС</b> .....	72
13.1. Ағынды газдық релелердің құрылымдық ерекшеліктері .....	72
13.2. Газдық реле құрылымы және әсер ету принципі .....	74
<b>14. МҚРК ЖАЛШЫ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН КОНСТРУКТИВТІ ҚЫЗМЕТТЕРІ</b> .....	78
<b>БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ</b> .....	86
<b>А ҚОСЫМШАСЫ</b> .....	87
<b>Ә ҚОСЫМШАСЫ</b> .....	89
<b>Б ҚОСЫМШАСЫ</b> .....	90

Оқу басылымы

Абдиева Шолпан Асетбековна

## РЕЖЕЛІК ҚОРҒАНЫС

Оқу құралы

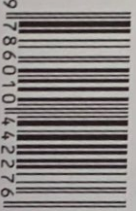
Редакторы *К. Мухадиева*  
Компьютерде беттеген *Ұ. Молдашева*  
Мұқабасын безендірген *Я. Горбунов*

Мұқабаны безендіруде сурет  
[www.ibr.aipes.kz](http://www.ibr.aipes.kz) сайттынан алынды

### ИБ №13043

Басуға 13.09.2019 жылы кол қойылды. Пішімі 60x84<sup>1/16</sup>.  
Көлемі 7 б.т. Офсетті қағаз. Сандық басылым. Тапсырыс №5728.  
Таралымы 100 дана. Бағасы келісімді.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің  
«Қазақ университеті» баспа үйі.  
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспа үйі баспаханасында басылды.



9 786010 442276

Оқу құралында электр желілері, қосалқы станция және тарату құрылғыларындағы релелік қорғаныстың негізгі түрлері қарастырылған. Релелік қорғаныс – қолданыстағы заманауи энергетикалық жүйелердің сенімді және қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ететін энергетиканың саласы.

Құрал 5B071800 – «Электроэнергетика» мамандығы бойынша білім алып жатқан студенттерге арналған.

ISBN 978-601-04-4227-6



9 786010442276

► [www.magkaznu.com](http://www.magkaznu.com)

