

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

*Электр станцияларының және
қосалқы станцияларының
электрлік бөлігі*

Лектор: Сарсенбаев Е.А.

«Энергетика» кафедрасының қауымдастырылған профессоры

E-mail: y.sarsenbayev@satbayev.university

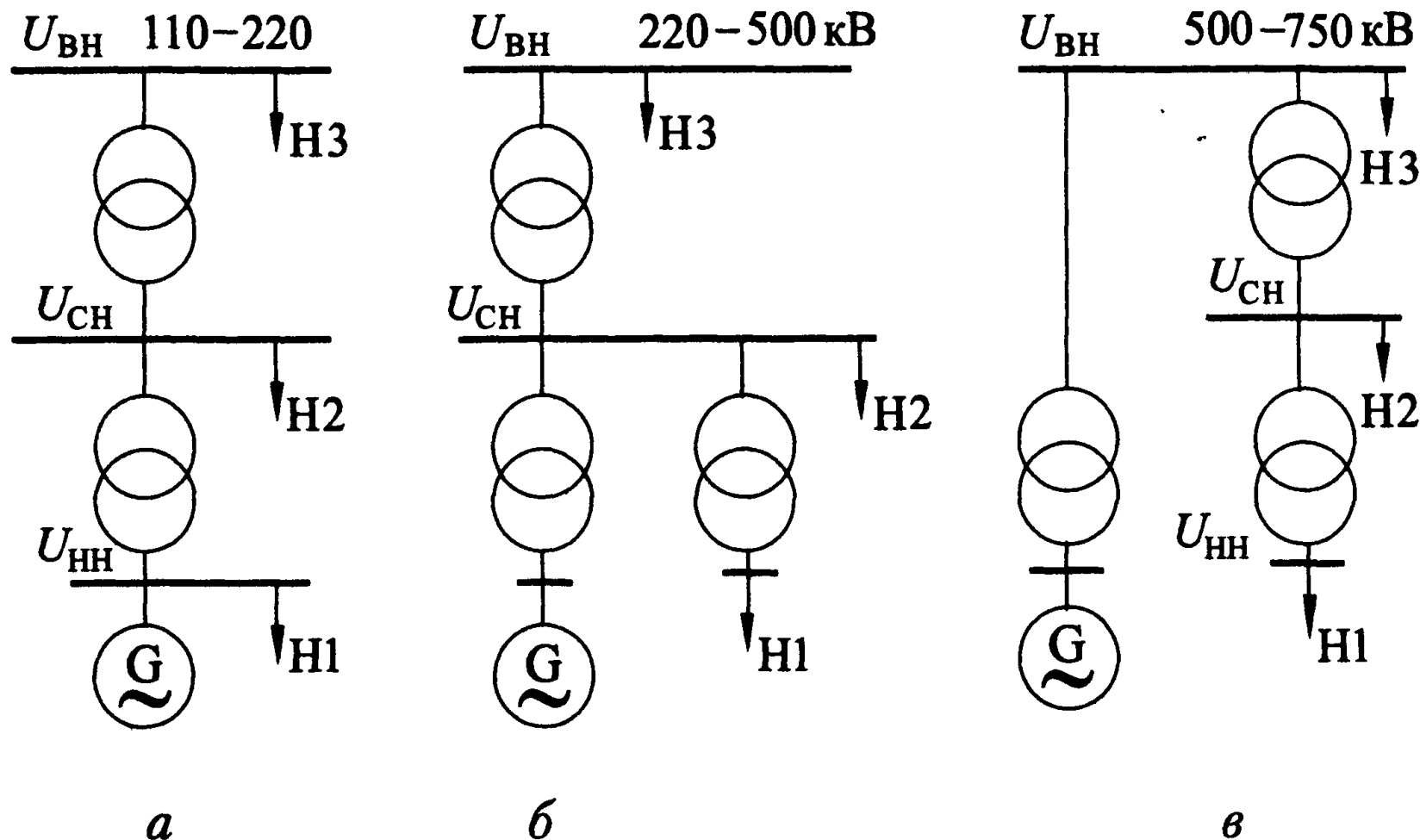
8 дәріс

8 дәріс (1 сағат)

«8 апта – «Қысқа тұйықталу токтарды шектеу»

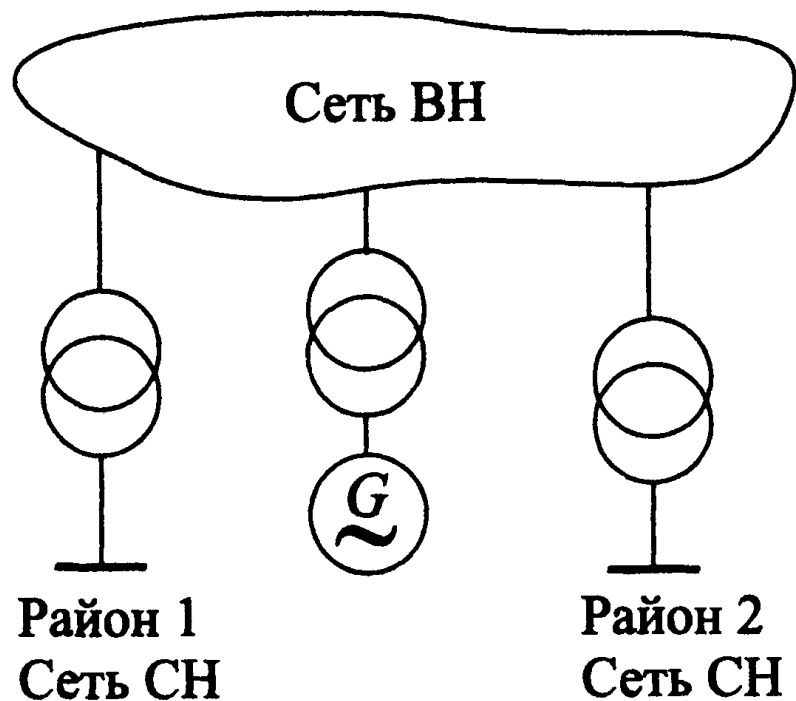
- 1 Қысқа тұйықталу токтарды шектеу. Ткз шектеу әдістері.
- 2 Қысқа тұйықталу токтарының электродинамикалық және термиялық әсерлері.
- 3 Реакторлар.

1 Қысқа тұйықталу токтарды шектеу. Ткз шектеу әдістері

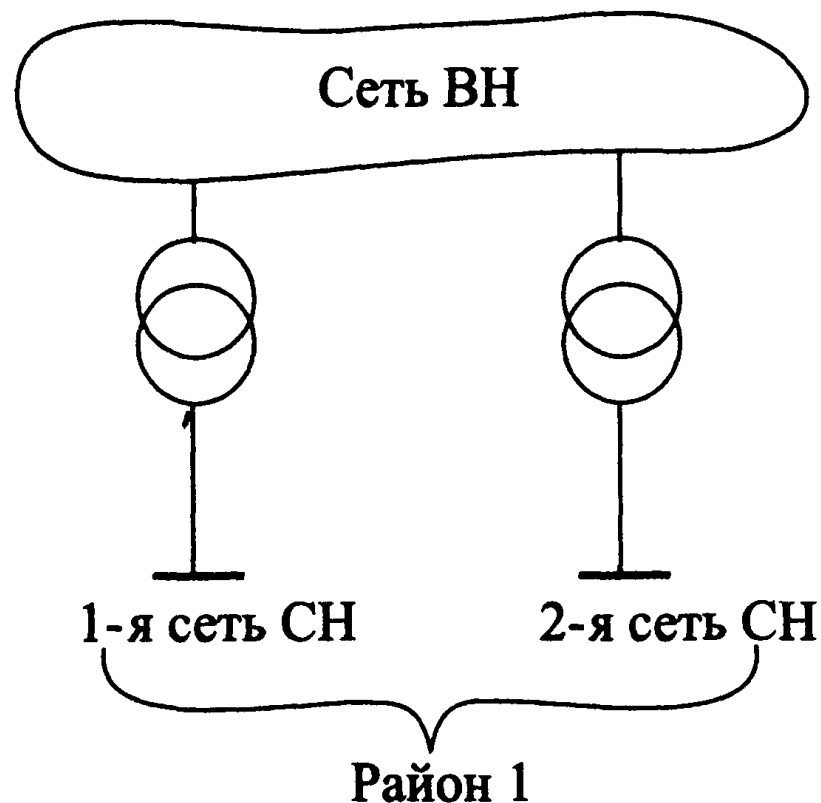


Электр станциялардан қуатты жіберу схемалары

1 Қысқа тұйықталу токтарды шектеу. Ткз шектеу әдістері



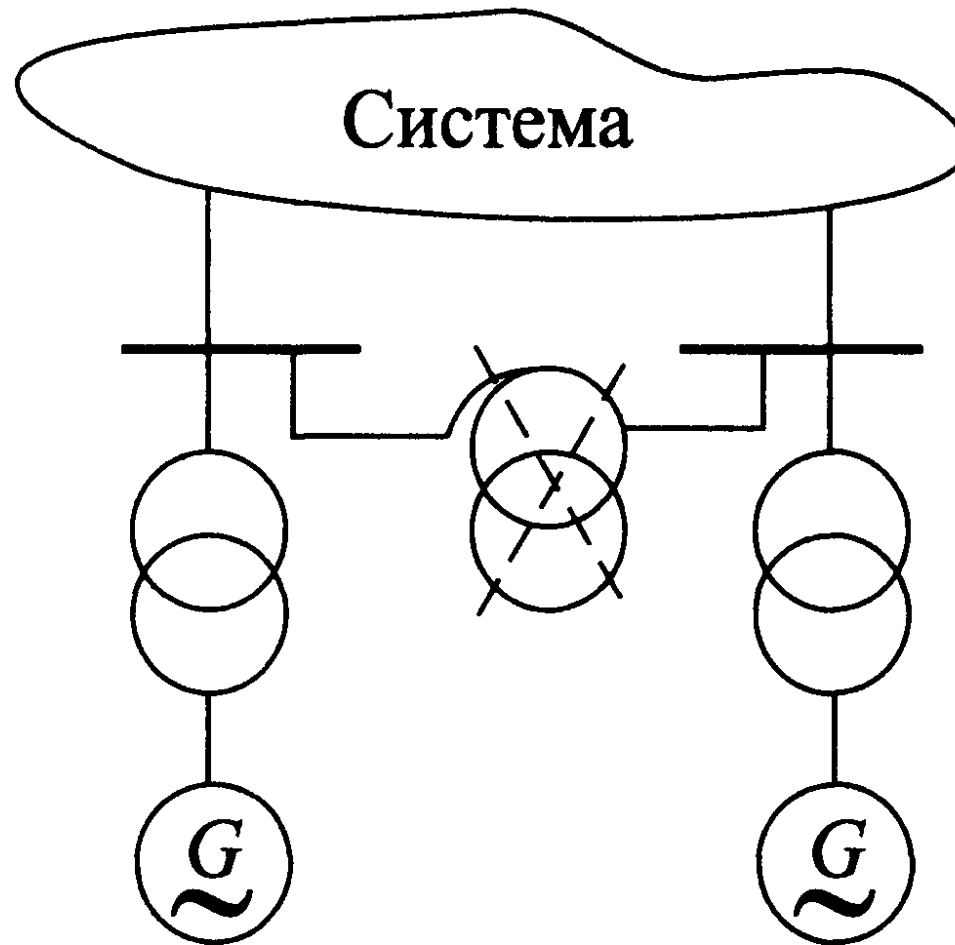
a



б

Желі структурасын оптимизациялау

1 Қысқа тұйықталу токтарды шектеу. Ткз шектеу әдістері



Желіні стационарлық бөлу

1 Қысқа тұйықталу токтарды шектеу. Ткз шектеу әдістері

$$x_{\text{расщ}} = x_{\text{н1-н2}};$$

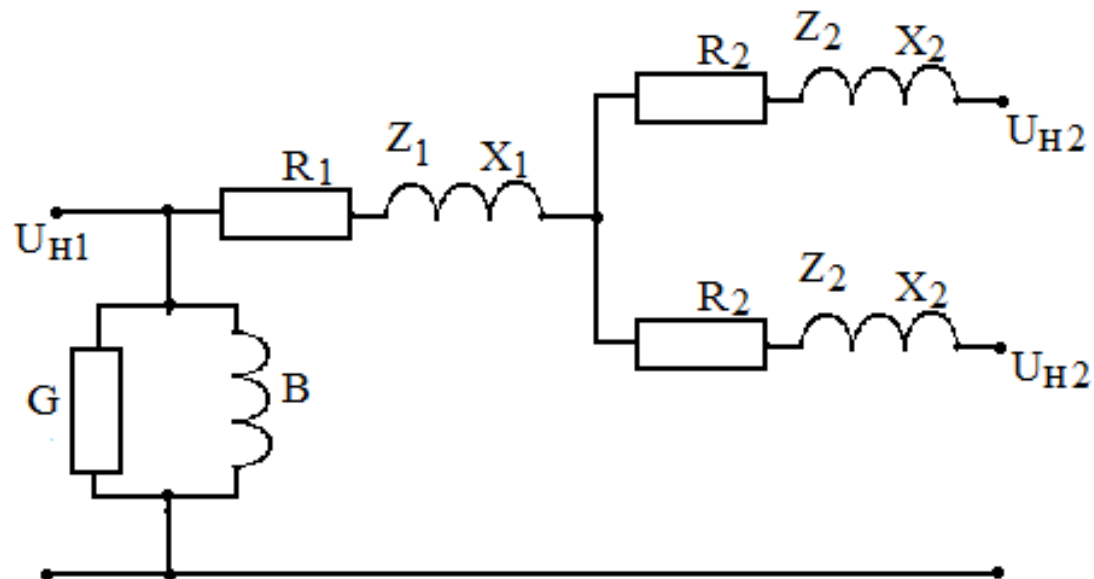
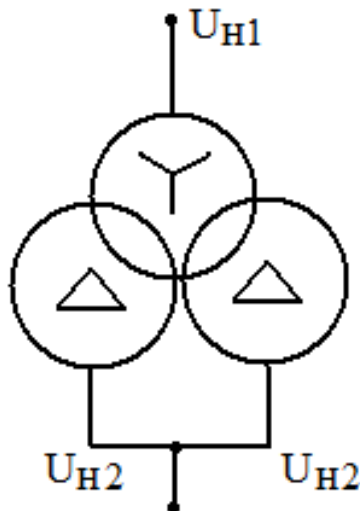
$$x_{\text{скв}} = x_{\text{в-н}};$$

$$K_{\text{расщ}} = x_{\text{расщ}} / x_{\text{скв}};$$

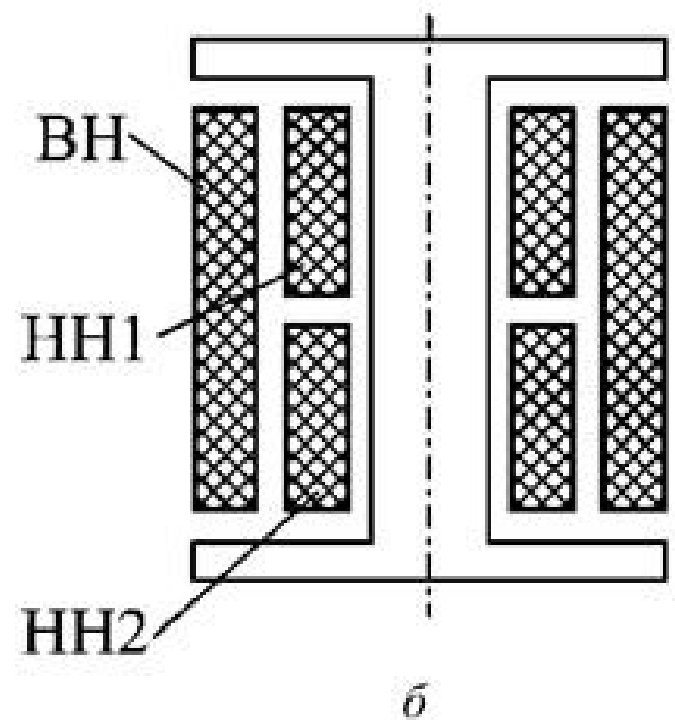
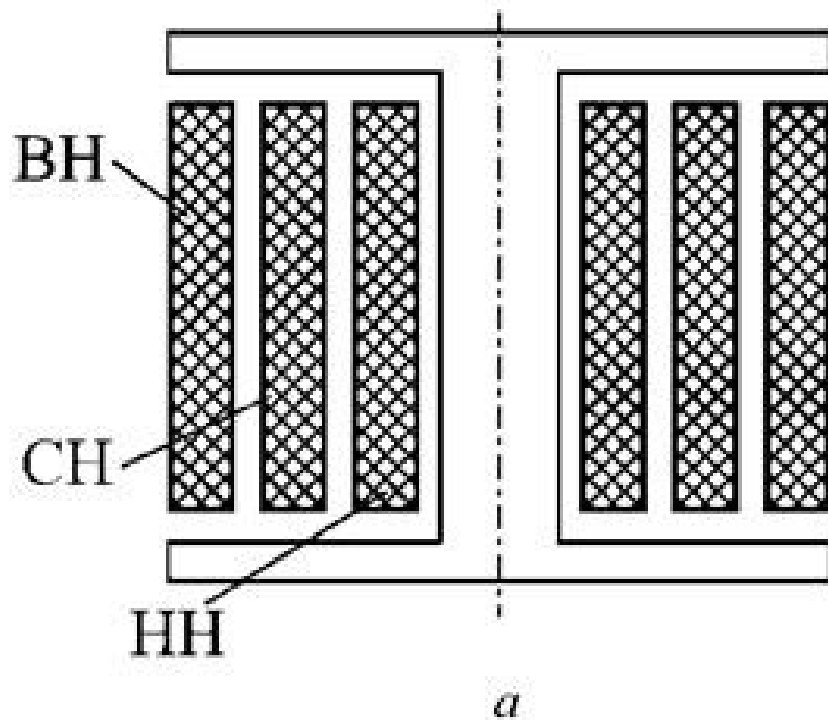
$$S_{\text{НОМ } m} = S_{\text{НОМ}} / m,$$

$$x_{\text{н1}} = x_{\text{н2}} = x_{\text{расщ}} / 2 = x_{\text{скв}} K_{\text{расщ}} / 2 = x_{\text{в-н}} K_{\text{расщ}} / 2,$$

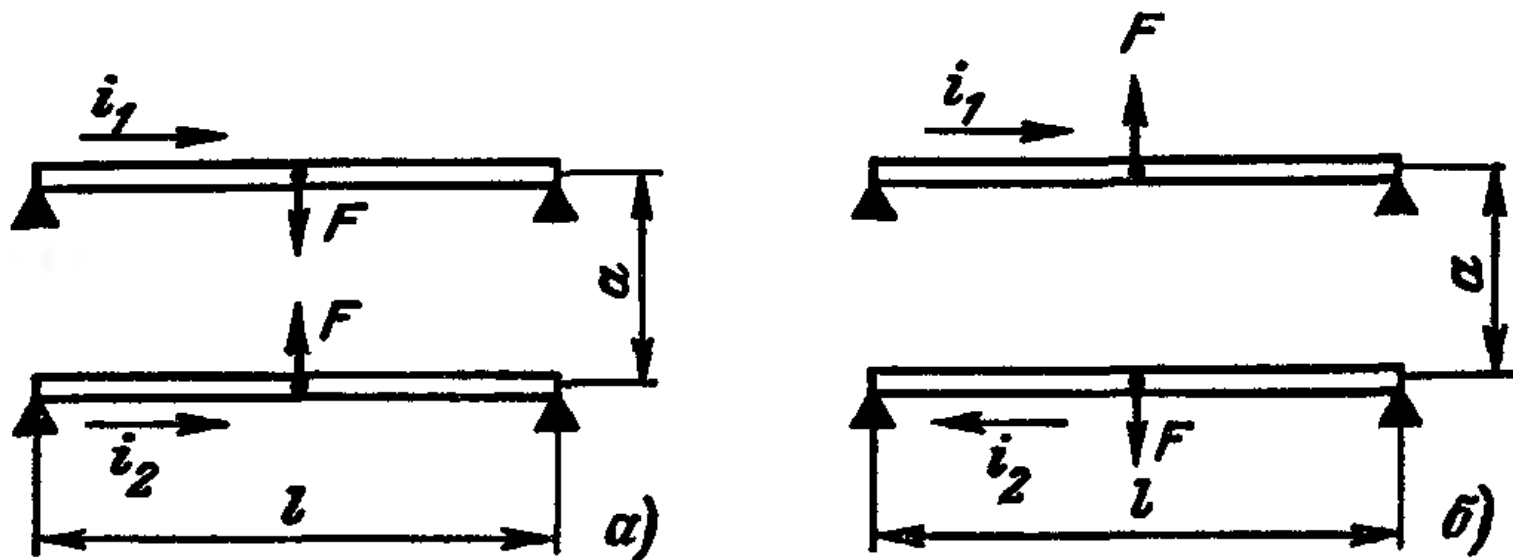
$$x_{\text{в}} = x_{\text{в-н}} - x_{\text{н1}} // x_{\text{н2}} = x_{\text{скв}} - x_{\text{расщ}} / 4 = x_{\text{в-н}} (1 - K_{\text{расщ}} / 4).$$



2 Қысқа тұйықталу токтарының электродинамикалық және термиялық әсерлері



2 Қысқа тұйықталу токтарының электродинамикалық және термиялық әсерлері



Электродинамическое взаимодействие между двумя токоведущими частями при согласном (а) и встречном (б) направлениях токов

$$F = k k_{\phi} i_1 i_2 \frac{l}{a}, \quad f = 2 \cdot 10^{-7} k_{\phi} \frac{i_1 i_2}{a}, \quad f = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} k_{\phi} \frac{I_m^2}{a}$$

$$i_{\text{дин(тах, пр, скв)}} \geq i_y^{(3)}.$$

2 Қысқа тұйықталу токтарының электродинамикалық және термиялық әсерлері

$$dQ = I_{к,t}^2 r_g dt \quad r_g = \rho_0 (1 + \alpha \vartheta) \frac{l}{q} \quad dQ = G c_g d\vartheta,$$

$$I_{к,t}^2 r_g dt = G c_g d\vartheta.$$

$$i_{a,t} = \sqrt{2} I_{п,0} e^{-\frac{t}{T_a}}.$$

$$B_{к,п} = \int_0^{t_{отк}} I_{п,t}^2 dt = I_{п,0}^2 t_{отк}$$

$$B_k = I_{п,0}^2 (t_{отк} + T_a).$$

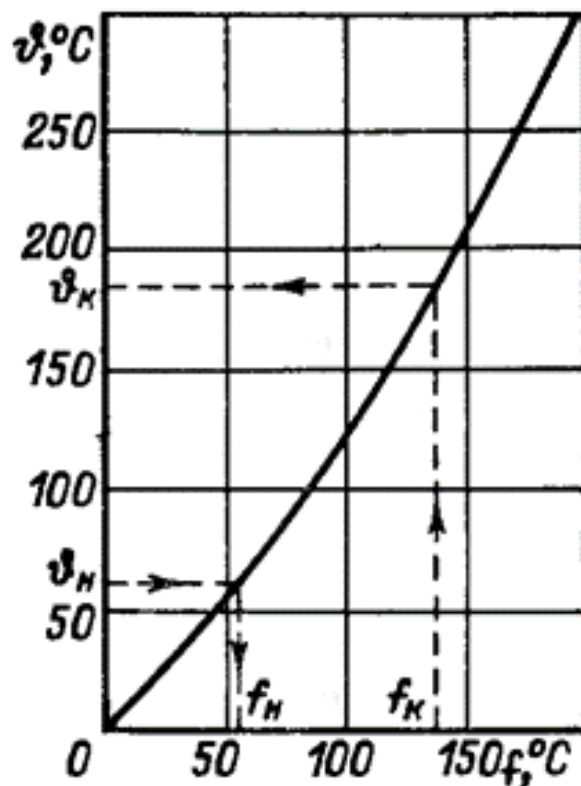
$$t_{отк} = t_{p,3} + t^*$$

$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C},$$

$$B_k \leq I_{тер}^2 t_{тер}.$$

2 Қысқа тұйықталу токтарының электродинамикалық және термиялық әсерлері

Шины электростанции 6—10 кВ с генераторами 30—60 МВт	0,185с
Шины повышенного напряжения электростанции с трансформаторами:	
32 МВ·А и выше	0,115 с
100 МВ·А и выше	0,14 с



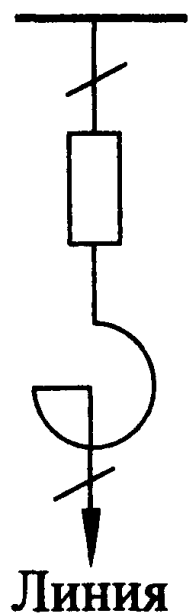
2 Қысқа тұйықталу токтарының электродинамикалық және термиялық әсерлері

Проводник	Значение функции C , $A \cdot c^{1/2} / \text{мм}^2$	
Шины: алюминевые медные	91 167	
Кабель: с алюминевыми сплошными жилами и бумажной изоляцией с алюминевыми многопроволочными жилами и бумажной изоляцией с медными сплошными жилами и бумажной изоляцией с медными многопроволочными жилами и бумажной изоляцией с алюминевыми жилами и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами и поливинилхлоридной изоляцией с алюминевыми жилами и полиэтиленовой изоляцией с медными жилами и полиэтиленовой изоляцией	при номинальном напряжении, кВ	
	6	10
	92	94
	98	100
	140	143
	147	150
	75	78
	114	118
	62	65
	94	98

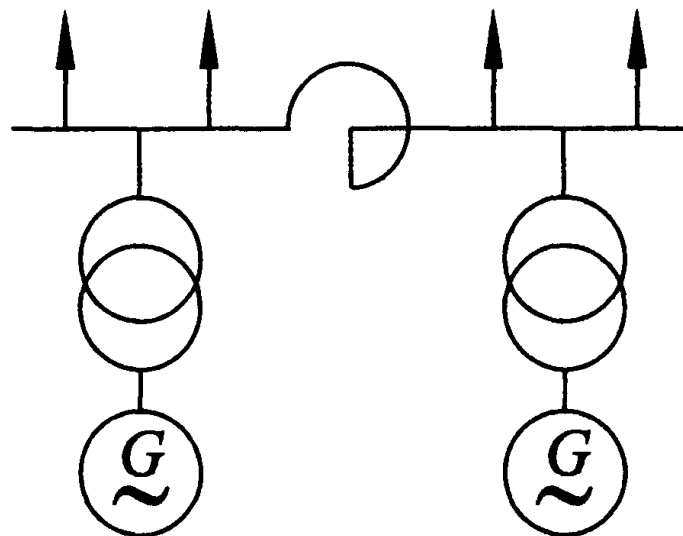
2 Қысқа тұйықталу токтарының электродинамикалық және термиялық әсерлері

Проводник	$\vartheta_{к, доп}, ^\circ\text{C}$
Шины:	
медные	300
алюминиевые	200
стальные, не имеющие непосредственного соединения с аппаратами	400
стальные с непосредственным соединением с аппаратами	300
Кабели с бумажной пропитанной изоляцией на напряжение, кВ:	
до 10	200
20—220	125
Кабели и изолированные провода с медными и алюминиевыми жилами и изоляцией:	
поливинилхлоридной и резиновой	150
полиэтиленовой	120
Медные неизолированные провода при тяжениях, Н/мм²:	
менее 20	250
20 и более	200
Алюминиевые неизолированные провода при тяжениях, Н/мм²:	
менее 10	200
10 и более	160
Алюминиевая часть сталеалюминиевых проводов	200

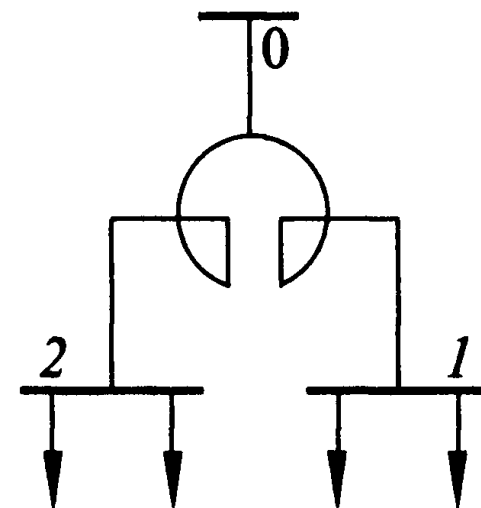
3 Реакторлар



a



b



v

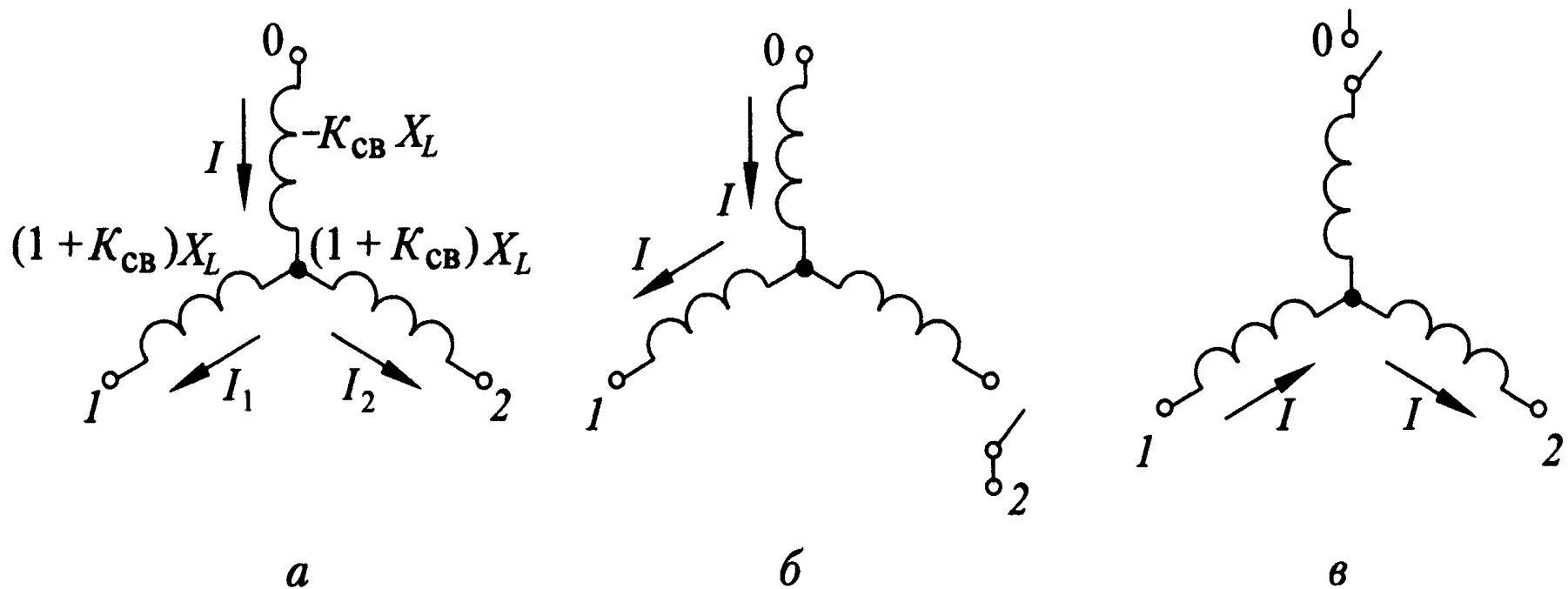
Реакторларды қосу схемалары

3 Реакторлар

$$x_{1\text{-цеп}} = x_L,$$

$$x_{2\text{-цеп}} = x_{\text{скв}} = \frac{1}{2}(1 - K_{\text{св}}) x_L \quad \text{при} \quad I_1 = I_2,$$

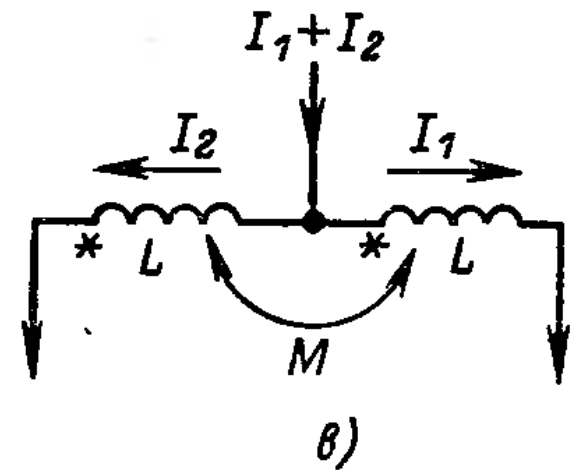
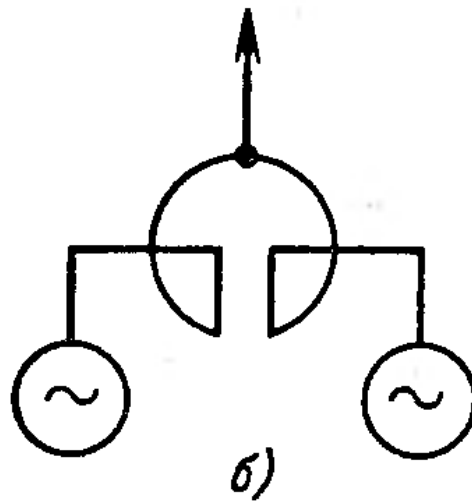
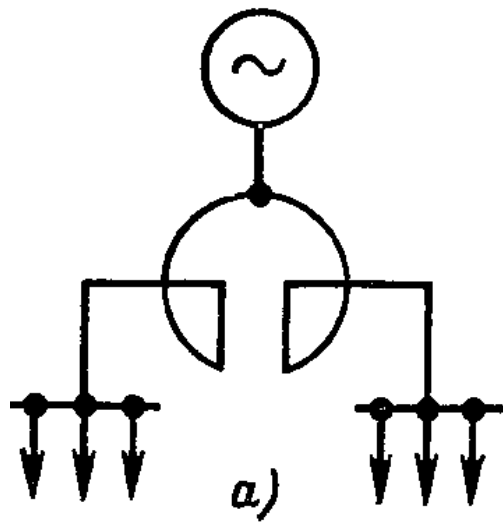
$$x_{\text{прод}} = 2(1 + K_{\text{св}}) x_L,$$



Реакторлардың алмастыру схемалары

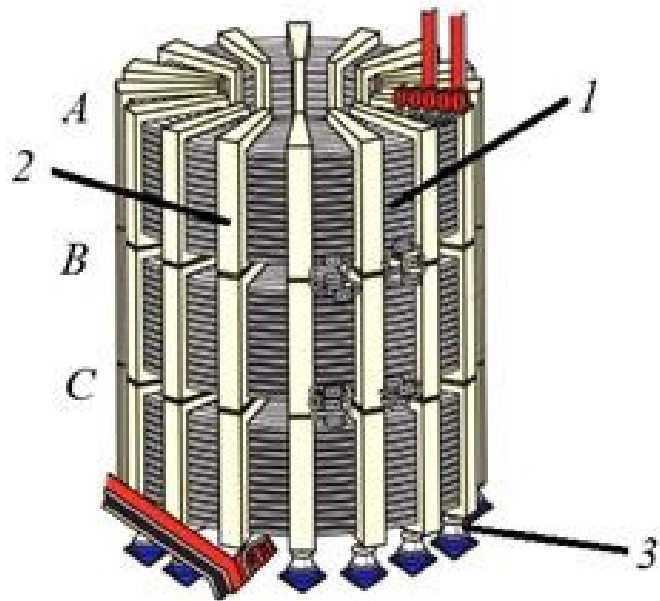
3 Реакторлар

$$\Delta U_p = (I\omega L - I\omega M) \sin \varphi = I\omega L(1 - k_{св}) \sin \varphi, \quad (3.)$$

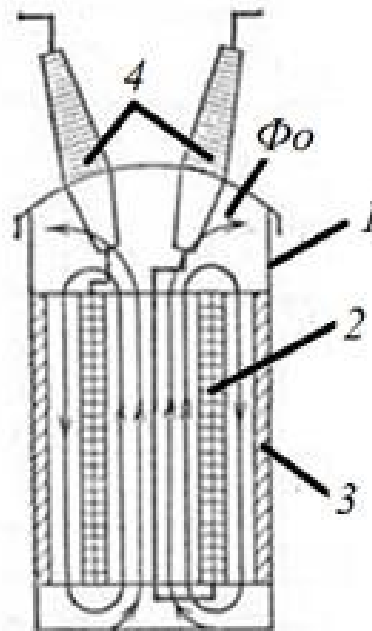


Реакторлардың алмастыру схемалары

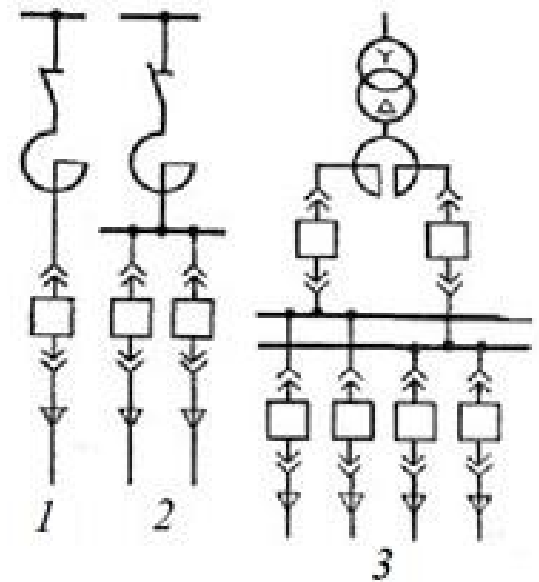
3 Реакторлар



а - трехфазный бетонный реактор с вертикальным расположением фаз

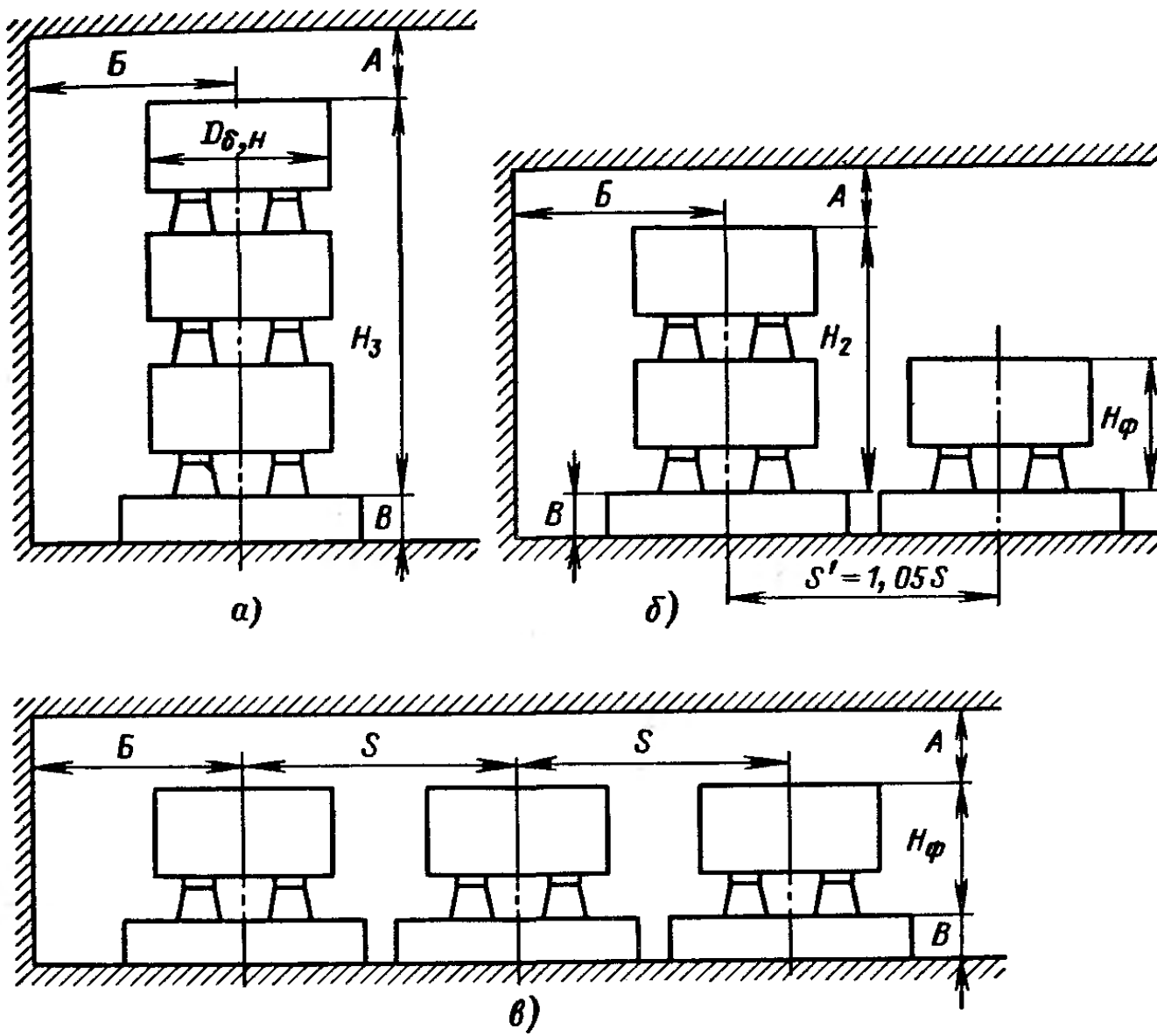


б - однофазный масляный реактор



в - схемы подключения реакторов

3 Реакторлар



3 Реакторларды таңдау

$$I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{max.}}$$

$$I_{\text{НОМ}} \geq 0,7 I_{\text{НОМ,Г}}$$

$$x_{\text{рез}} = \frac{U_{\text{ср}}}{\sqrt{3} I_{\text{п,0}}}$$

$$x_{\text{рез}}^{\text{треб}} = \frac{U_{\text{ср}}}{\sqrt{3} I_{\text{п,0, треб}}}$$

$$x_{\text{р}}^{\text{треб}} = x_{\text{рез}}^{\text{треб}} - x_{\text{рез.}}$$

$$x'_{\text{рез}} = x_{\text{рез}} + x_{\text{р.}}$$

$$\sqrt{3} x_{\text{р}} I_{\text{НОМ}} / U_{\text{НОМ}} = 0,08 - 0,12.$$

$$I_{\text{п,0}} = \frac{U_{\text{ср}}}{\sqrt{3} x'_{\text{рез}}}.$$

$$i_{\text{дин}} \geq i_{\text{у}}^{(3)},$$

$$B_{\text{к}}^{\text{зав}} = I_{\text{тер}}^2 t_{\text{тер}} \geq B_{\text{к.}}$$

$$U_{\text{ост}} \% = x_{\text{р}} \frac{\sqrt{3} I_{\text{п,0}}}{U_{\text{НОМ}}} 100.$$



Бақылау сұрақтары:

1. Трансформатордың максималды ток қорғанысын түсіндіріңіз.
2. Кернеу арқылы Құлыпталған максималды ток қорғаныс тізбегін түсіндіріңіз.
3. Дифференциалды қорғаныс схемасын түсіндіріңіз.
4. Трансформаторлардағы қорғаныстың орналасуын түсіндіріңіз.
5. Қорғаныс тогын таңдау.
6. Қорғаныстың сезімталдық коэффициентін анықтау.

СӨЖ:

1. ДЗТ құрылғысындағы өлі қорғаныс аймағы.
2. Кернеу тізбектерінің ақаулығы кезіндегі блоктау құрылғылары.
3. Көлденең дифференциалды бағытталған қорғаныс.
4. 110-220 кВ желілерді қорғау.
5. Жоғары жиілікті қорғаныс

8 дәріс

Әдебиет тізімі

- 1 Балаков Ю.Н. Проектирование схем электроустановок. 2-е изд. – М.: МЭИ, 2006. – 288 с.
- 2 Соколов С.Е., Кузембаева Р.М. Хожин Г.Х. Электроэнергетика (Электрические станции и подстанции). Учебное пособие. Алматы, АИЭС 2008 .
- 3 Соколов С.Е., Кузембаева Р.М., Хожин Г.Х. Электрические станции и подстанции: Учебное пособие. – Алматы, 2006.
- 4 Электротехнический справочник. Под общ. ред. профессоров Московского МЭИ, Герасимова В. Г., Дьякова А. Ф., Ильинского Н. Ф., Лабунцова В. А., Морозкина В. П., Орлова И. Н. (главный редактор), Попова А. И., Строева В. А. — 9-е издание, стереотипное. — М.: Издательство МЭИ, 2004. — 964 с.
- 5 Хожин Г.Х., Электр станциялары мен қосалқы станциялар, Оқулық, Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым министрлігінің «Оқулық» республикалық ғылыми-практикалық орталығы бекіткен, ҚР жоғары оқу орындарының қауымдастығы, 2014, ҚР., «Полиграфкомбинат» ЖШС. - Алматы, 2014. – 452 б.
- 6 Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: [учебное пособие] / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков . – 5-е изд., стер . – СПб.: БХВ-Петербург, 2013 . – 608 с. (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0833-9 .
- 7 Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю. Г. Барыбина. – М. : Энергоатомиздат, 1990.
- 8 Электрические подстанции. Сибикин, Ю.Д., М.: Радиософт, 2011.
- 9 Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций. Под общей редакцией Немировского А.Е. Учебное пособие // М.: Вологда: Инфра-Инженерия, 2019.
- 10 Электроснабжение. Кудрин Б.И. – 2-ое изд., перераб и доп. – М.: Академия, 2012. 352с.
- 11 Электрическая часть станций и подстанций. А.А. Васильев, М.: Энергоатомиздат, 2005.