



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI



FAN:

**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА**

**ТЕМА
07**

**Расчет электрических сетей с
показателями реактивной
мощности**



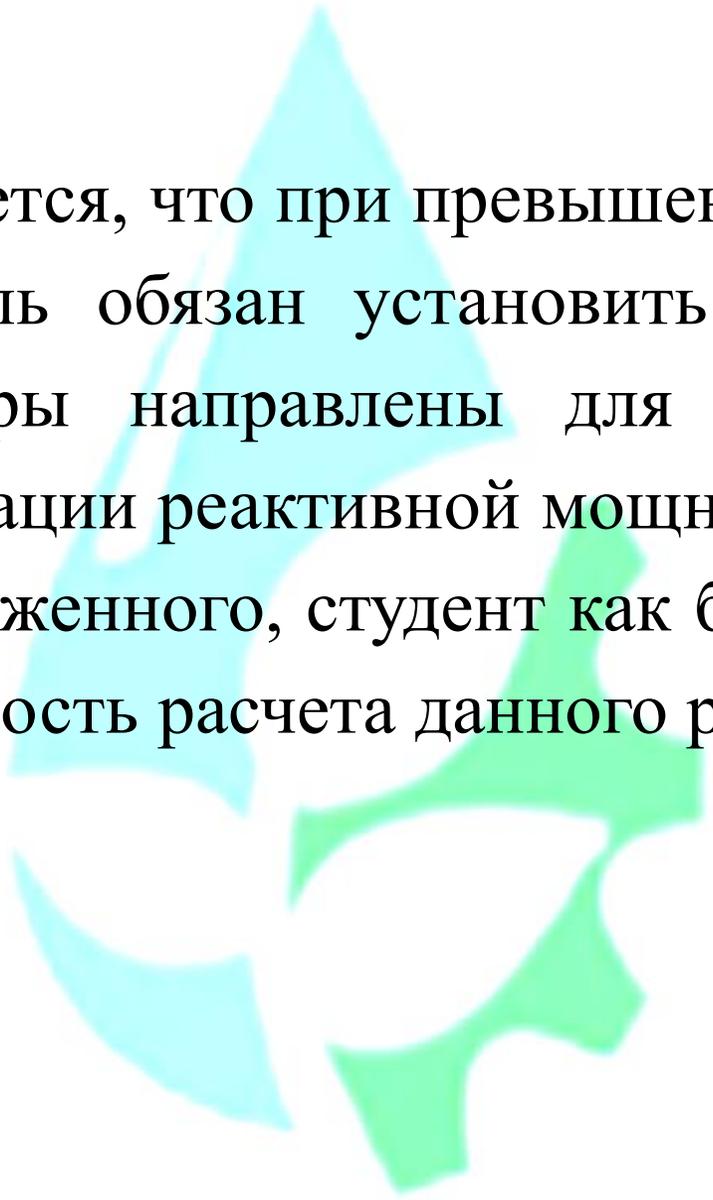
**ТАШПУЛАТОВ НУСРАТИЛЛО
ТЕЛМАНОВИЧ**

Доцент кафедры «Электроснабжение и
возобновляемые источники энергии»



РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

В большинстве сетях трех и однофазного тока нагрузки потребителей даются по активной мощности. Это касается потребителей активной (асинхронные электродвигатели) нагрузки и реактивной (индукционные печи, устройства с конденсаторными батареями, осветительные приборы и т.д.) нагрузки. Однако, начиная с 2009 года согласно требованиям ДАК Узбекэнерго каждый потребитель электрической энергии должен иметь компенсирующее устройство или если группа потребителей, имеющая общую мощность свыше 15000 кВт в единой точке подключения, обязан платить за использованную активную и за реактивную мощность (в размере 5% от активной).



Также указывается, что при превышении общей мощности свыше 250 кВт, потребитель обязан установить компенсаторы реактивной мощности. Эти меры направлены для повышения коэффициента мощности и компенсации реактивной мощности в электрических сетях. Исходя из выше изложенного, студент как будущий специалист должен знать последовательность расчета данного раздела.

ЗАДАЧА № 9

Дано: В расчетной схеме 7 – рисунка приводится мощность потребителей в кВт, расстояние между точками токораздела в км., номинальное напряжение кВ. Допустимые потери напряжения $\Delta U_{\text{дон}} = 8,5\%$, среднее расстояние между осями проводов $D_{\text{ср}} = 1000$ мм. Нагрузка потребителей электрической схемы дана в виде активной мощности. Расстояние между потребителями дано, в километрах.

Определить: На основе однолинейной схемы рис. 7 произвести расчет сечения алюминиевых проводов трехфазной воздушной линии.

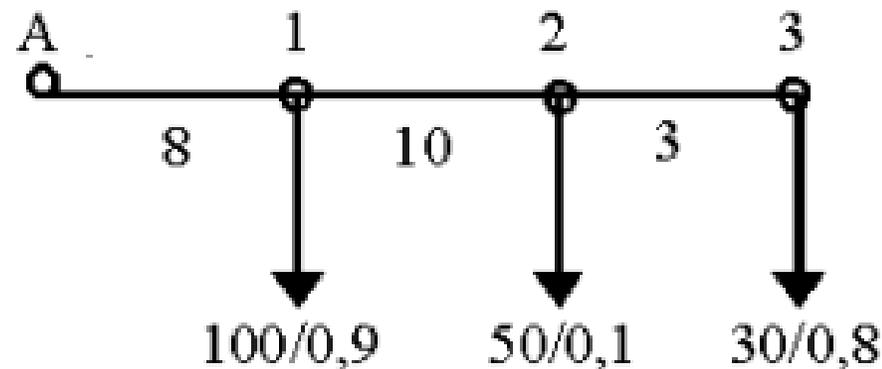


Рис. 7. Однолинейная расчетная электрическая схема линии с алюминиевым проводом напряжением 10 кВ.

РЕШЕНИЕ:

1. **Определение реактивной и полной мощности потребительских нагрузок.**

$$Q_1 = P_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi = 100 \cdot 0,48 \text{ кВАр}$$

$$Q_2 = P_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi = 50 \cdot 0,75 \text{ кВАр}$$

$$Q_3 = P_3 \cdot \operatorname{tg} \varphi = 30 \cdot 0,75 \text{ кВАр}$$

2. **Расчет полной мощности**

$$S_1 = P_1 - j Q_1 = 100 - j 48$$

$$S_2 = 50 - j 37.5$$

$$S_3 = 30 - j 22.5$$



3. Определение линейных значений кажущихся мощностей :

$$\dot{S}_{A-1} = \dot{S}_1 + \dot{S}_2 + \dot{S}_3 = 180 - j108,$$

$$\dot{S}_{1-2} = \dot{S}_2 + \dot{S}_3 = 80 - j60,$$

$$\dot{S}_{2-3} = \dot{S}_3 = 30 - j22,6.$$

4. Расчет абсолютной величины потери напряжения:

$$\Delta U_{\text{дон}} = \frac{10000 \cdot 8,5}{100} = 850 \text{ В}$$

Для проводов из цветных металлов $x_0 = 0,36 - 0,4$ Ом/км. С учетом $D_{\text{ср}} = 1000$ мм. Принимаем $x_0 = 0,4$ ом/км.

5. Расчет составляющих потерь напряжения в реактивных сопротивлениях:

$$\Delta U_p = \frac{x_0 \cdot \Sigma \cdot Q \cdot \ell}{U_n} = \frac{0,4 \cdot (108 \cdot 8 + 60 \cdot 10 + 22,5 \cdot 3)}{10} = 62 \text{ В}$$

6. Определение составляющих потерь напряжения в активных сопротивлениях :

$$\Delta U_a = \Delta U_{\text{дон}} - \Delta U_p = 850 - 62 = 788 \text{ В}$$



7. Расчет поперечного сечения электрического проводника:

$$F = \frac{\Sigma \cdot P \cdot \ell}{\gamma \cdot \Delta U_a \cdot U_n} = \frac{180 \cdot 8000 + 80 \cdot 10000 + 30 \cdot 3000}{32 \cdot 10 \cdot 771} = 10,8 \text{ мм}^2$$

Согласно расчетам принимается стандартный сталеалюминиевый провод с сечением 16 мм² (АС 16), имеющий сопротивление равное:

$$r_o = 2,16 \text{ Ом/км}, \quad x_o = 0,36 \text{ Ом/км}.$$





Примечание: В большинстве случаев мощность потребителя или нагрузка даются в виде активной мощности с активной составляющей коэффициента активной мощности. В этом случае можно использовать следующие расчетные формулы:

$$Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi}; \quad \sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} .$$

ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание - 1. Согласно данным 9 – задачи и с учетом нагрузки потребителей (кВт) в точках тока раздела согласно рис. 10 в сетях с номинальным напряжением 6 кВ. Допустимые потери напряжения $\Delta U_{доп} = 2\%$, среднее расстояние между осями проводов $D_{ср} = 700$ мм. Произвести расчет по определению сечение проводника.

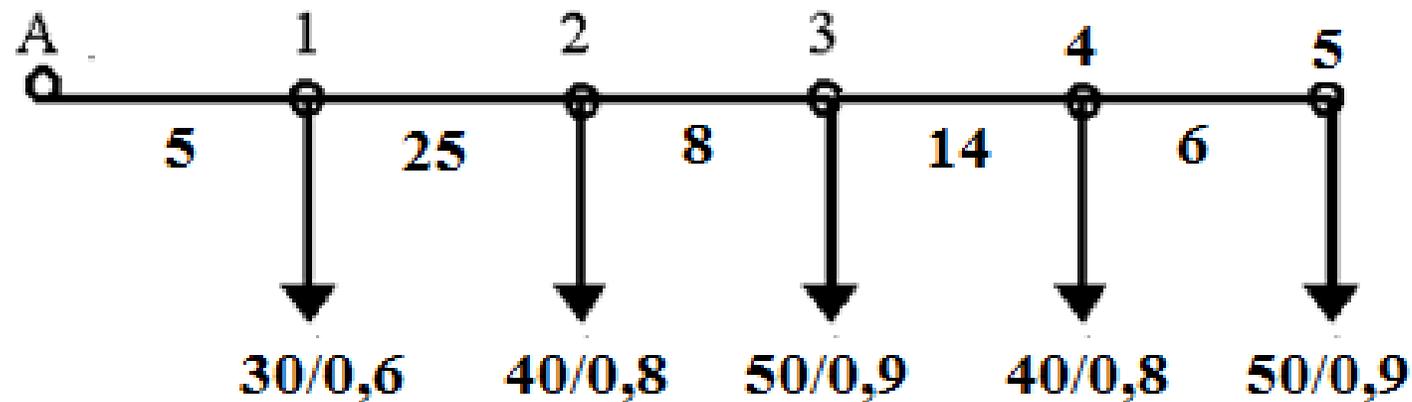


Рис.10. Однолинейная схема (к заданию 1)

Задание – 2. Согласно данным 9 – задачи и с учетом нагрузки потребителей (кВт) используя данные в точках токораздела рисунка – 11, линии с допустимой потерей напряжения $\Delta U_{p.э} = 5,5\%$ среднее расстояние между осями проводов $D_{cp} = 320$ мм. Произвести определить сечение проводника сети 0,4 кВ.

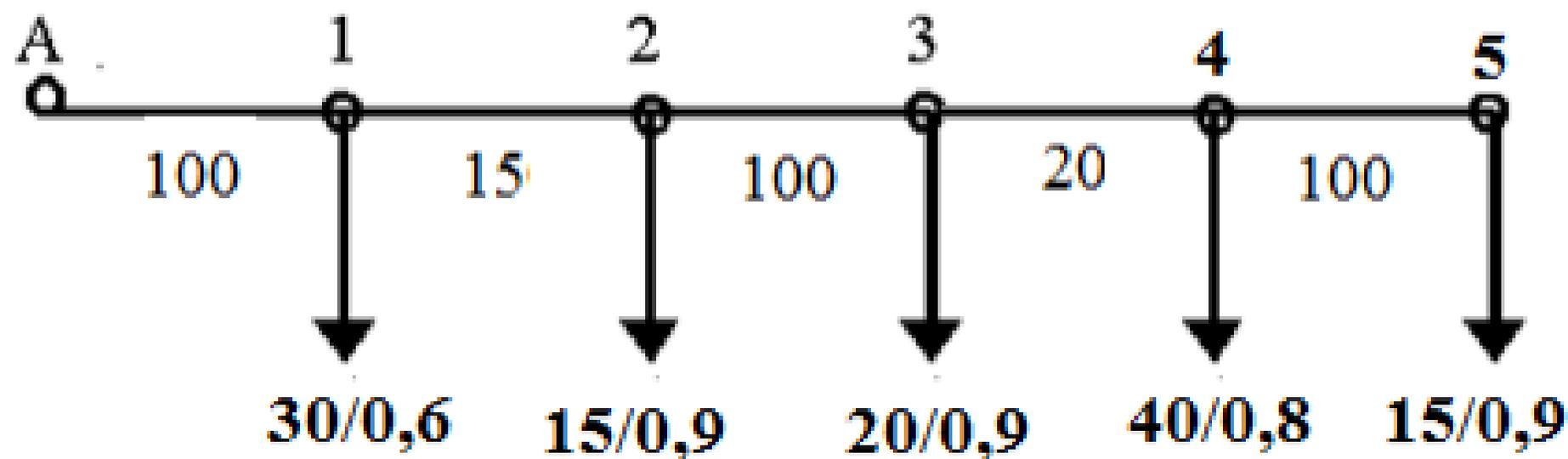


Рис.11. Однолинейная схема (к заданию 2)

Задание - 3. Согласно данным 9 – задачи и с учетом нагрузки потребителей (кВт) используя данные в точках рисунка – 12, линии с допустимой потерей напряжения $\Delta U_{p,э} = 5\%$ среднее расстояние между осями проводов $D_{cp} = 400$ мм. Произвести определить сечение проводника сети 0,22 кВ.

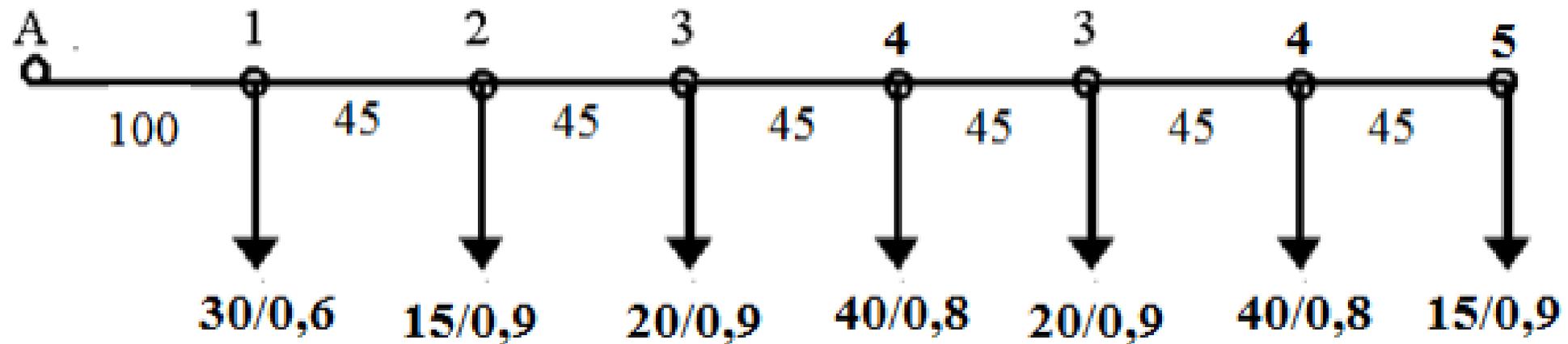


Рис.12. Однолинейная схема (к заданию 2)

Приложение

Таблица-1. Коэффициент одновременности потребительских сетей 0,4 кВ.

Количество потребителей	Коэффициент одновременности (K_o)	Количество потребителей	Коэффициент одновременности (K_o)
2	0,85	16-20	0,55
3	0,8	21-30	0,5
4-5	0,75	31-50	0,45
6-7	0,7	50-100	0,4
8-10	0,65	100-150	0,38
11-15	0,6	150 и выше	0,35

Таблица - 2. Коэффициент мощности потребительских подстанций с напряжением 10/0,4 кВ

$S_{\text{Д}}/S_{\text{В}}$	cosφ		$S_{\text{Д}}/S_{\text{В}}$	cosφ	
	Дневной	Вечерней		Дневной	Вечерней
0,25-0,35	0,94	0,97	0,86-1,15	0,8	0,89
0,36-0,6	0,9	0,95	1,16-1,4	0,78	0,84
0,61-0,85	0,85	0,93	1,4 и выше	0,75	0,8

**Таблица 3. Коэффициент одновременности потребительских сетей
10 кВ**

Количество ТП	2	3	4-6	7-15	16-25	26 и выше
K_0	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65

Таблица - 4. Коэффициент мощности потребительских подстанций с напряжением 35/10 кВ

S_D/S_B	$\cos\varphi$		S_D/S_B	$\cos\varphi$	
	Дневной	Вечерней		Дневной	Вечерней
0,25-0,35	0,92	0,95	0,86-1,15	0,78	0,87
0,36-0,6	0,88	0,93	1,16-1,4	0,76	0,82
0,61-0,85	0,83	0,91	1,4 и выше	0,73	0,78

Таблица - 5. Активное сопротивление стальных проводов

Ток, А	Активное сопротивление одно проволочного проводника, (Ом/км)			Ток, А	Активное сопротивление многопроволочного проводника, (Ом/км)			
	ПСО 3,5	ПСО 4	ПСО 5		ПС 25	ПС 35	ПС 50	ПС 70
1	15,4	11,7	7,6	1	5,25	3,96	2,75	1,70
2	16,4	12,7	8,5	2	5,27	3,96	2,75	1,70
3	17,9	14,1	9,7	4	5,30	3,99	2,75	1,70
4	19,6	15,5	11,1	6	5,35	4,02	2,75	1,70
5	21,2	17,0	12,5	8	5,40	4,06	2,76	1,70
6	22,3	18,2	13,7	10	5,50	4,10	2,78	1,70
7	22,6	18,7	14,5	12	5,64	-	2,79	1,70
8	22,5	18,8	15,0	14	5,85	-	2,80	1,70
9	22,3	18,7	15,2	16	6,15	4,46	2,81	1,71
10	22,0	18,5	15,2	18	6,50	-	2,83	1,71
12	21,4	18,0	15,0	20	6,70	4,80	2,85	1,72
14	20,8	17,5	14,8	22	6,82	-	2,88	1,73
16	20,2	17,0	14,6	24	6,92	-	2,92	1,74
18	19,5	16,5	14,3	26	7,00	5,26	2,97	1,75
20	19,0	16,0	14,0	28	7,06	-	3,03	1,76
				30	7,10	5,50	3,10	1,77
				35	7,10	5,60	3,25	1,79
				40	7,02	5,65	3,40	1,83
				45	6,92	5,63	3,52	1,88
				50	6,85	5,60	3,61	1,93

Таблица - 6. Допустимый длительный ток неизолированных проводов

Медные проводники			Алюминиевые проводники			Сталеалюминиевые проводники		Сальные проводники	
Марка	Нагрузочный ток, А		Марка	Нагрузочный ток, А		Марка	Нагрузочный ток, А (вне помещения)	Марка	Нагрузочный ток, А (вне помещения)
	Вне помещения	Внутри помещения		Вне помещения	Внутри помещения				
М4	50	25	А10	75	55	АС10	80	ПС03	23
М6	70	35	А16	105	75	АС16	105	ПС03,5	26
М10	95	60	А25	135	105	АС25	130	ПС04	30
М16	130	100	А35	170	130	АС35	175	ПС05	35
М25	180	135	А50	215	165	АС50	210	ПС25	60
М35	220	170	А70	265	210	АС70	265	ПС35	75
М50	270	220	А95	322	255	АС95	330	ПС50	90
М70	340	270	А120	375	300	АС120	380	ПС70	125
М95	415	335	А150	440	355	АС150	445	ПС95	140
М120	485	395	А185	500	410	АС185	510		
М150	570	465	А240	590	490	АС240	610		
М185	640	530	А300	680	570	АС300	690		
М240	760	685	А400	815	690	АС400	835		
М300	880	740				АС0150	450		
М400	1050	895				АС0185	505		
						АСУ120	375		
						АСУ150	450		

Таблица 12. Технические показатели трехфазных трех обмоточных трансформаторов

№ п.п.	Номинальная мощность, кВА	Номинальное напряжение высокой стороны, кВ	Потери, Вт			Напряжение к.з. по отношению к номинальному, %	Ток к.з. при холостом ходу по отношению к номинальному
			Холостом ходу		при коротком замыкании		
			степень-А	степень-В			
1	25	10	105	125	600 - 690	4,5 - 4,7	3,2
2	40	10	150	180	880-1000	4,5-4,7	3,0
3	63	10	220	265	1280-1470	4,5-4,7	2,8
4	100	10	310	365	1970-2270	4,5-4,7	2,6
5	160	10	460	540	2650-3100	4,5-4,7	2,4
		35	560	660	2650-3100	4,5-4,7	2,3
6	250	10	660	780	3700-4200	4,5-4,7	2,3
		35	820	960	3700-4200	6,5-6,8	2,3
7	400	10	920	1080	5500-5900	6,5-6,8	2,1
		35	1150	1350	5500	6,5	2,1
8	630	10	1420	1680	7600-8500	6,5	2,0
		35	1700	2000	7600	6,5	2,0

Таблица 13. Технические показатели масляных трансформаторов.

№ п.п.	Номинальная мощность	Номинальное значение высокой стороны, кВ		Потери, кВт			По отношению к номинальному напряжению в %	Ток холостого хода по отношению к номинальному в %
				Холостом ходу		Короткое замыкание		
				ЮК	ПК			
1	1000	10	0,69	2,1	2,45	12,2	5,5	1,4
		10	10,5	2,1	2,45	11,6	5,5	1,4
		35	0,60	2,35	2,75	12,2	6,5	1,5
2	1600	35	10,5	2,35	2,75	11,6	6,5	1,5
		10	0,69	2,8	3,3	18,0	5,5	1,3
		10	6,3	2,8	3,3	16,5	5,5	1,3
		35	0,69	3,1	3,65	18,0	6,5	1,4
3	2500	35	10,5	3,1	3,65	16,5	6,5	1,4
		10	0,69	3,9	4,6	25,0	5,5	1,0
		10	10,5	3,9	4,6	23,5	5,5	1,0
		35	0,69	4,35	5,1	25,0	6,5	1,1
		35	10,5	4,35	5,1	23,5	6,5	1,1
4	4000	10	6,3	5,45	6,4	33,5	6,5	0,9
		35	10,5	5,7	6,7	33,5	7,5	1,0
5	6300	10	10,5	7,65	9,0	46,5	6,5	0,8
		35	10,5	8,0	9,0	46,5	7,5	0,9

Литература:

1. Тошпўлатов Н.Т. – «Сув хўжалигида электр таъмоти» дарслик. Тошкент, ТИҚХММИ 2019 й.-451 б.
2. И.А. Будзко, Н.М. Зуль-«Электроснабжение сельского хозяйства» Москва, Колос 2005 г. – 496 с.
3. *Donald L, Basham P.E. - Electrical Power Supply and Distribution. UFC-3-550-03FA, USA 2005.*
4. Э.А. Киреев. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий. Москва. КноРус. 2011 г. 368 с.
6. И.А. Будзко, Ю.В. Гессен, М.С. Левин - «Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов» М. Колос 2011 г.-256 с.
7. «Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения» справочное пособие. Под.ред. В.И. Григорьева.-М.: Колос, 2006 г.-272 стр.
8. <http://www.uzbekenergo.uz/rus/> ;
9. <http://www.gov.uz/ru/section.scm?sectionId=2039&contentId=17519>



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



**ТОШПУЛАТОВ НУСРАТИЛЛО
ТЕЛМАНОВИЧ**



Доцент кафедры Электроснабжение
и возобновляемые источники
энергии



+ 998 71 237 19 68



nusratillo@mail.ru



@Nysratillo Toshpulatov

