



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI



FAN:

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА

ТЕМА
02

Расчет электрических сетей водного
хозяйства и сельской местности



ТАШПУЛАТОВ НУСРАТИЛЛО
ТЕЛМАНОВИЧ

Доцент кафедры «Электроснабжение и
возобновляемые источники энергии»



Расчет электрических сетей водного хозяйства и сельской местности

Сельские электрические сети состоят в основном из потребителей 0,38 кВ, ВЛ 6 кВ, ВЛ 10 кВ и трансформаторных подстанций ТП 10/0,4 кВ. Поэтому расчет нагрузок электрических сетей сельской местности (сельского и водного хозяйства) охватывает:

- Определение и расчет, как каждого отдельно взятого потребителя, так и всех потребителей электрической сети;

- Расчет нагрузок линий 380 В, 10 кВ;
- Определение суммарной мощности линий и трансформаторной подстанции с учетом выбора оборудования (плавких предохранителей, автоматических и масляных выключателей, распределительных устройств и трансформаторов).

1. Определение дневного и вечернего максимума нагрузок потребителей.

Для ВЛ 0,38 кВ нагрузка определяется отдельно для дневного и вечернего максимумов по следующей формуле:

$$S_{\partial} = \sum_{i=1}^{i=n} S_{\partial.i} \cdot k_{o.}; \quad (1)$$

$$S_{e} = \sum_{i=1}^{i=n} S_{e.i} \cdot k_{o.}; \quad (2)$$

$S_{дI}$, $S_{вI}$ - дневной и вечерний максимумы нагрузок соответственно определяются по таблицам нагрузок (1); $k_{одI}$ - коэффициент одновременности.

$k_{одI}$ - определяется по приложению - 1, если нагрузки в группе потребителей однородны и соизмеримы по мощности (отличаются друг от друга не более чем в 4 раза).

2. Определение нагрузок трансформаторных пунктов напряжением 10/0,4 кВ.

Расчетные нагрузки ТП 10/0,4 находятся суммированием нагрузок отходящих линий 0,4 кВ по номограмме рис. №7 [1] отдельно для дневных ($S_{дл}$) и вечерних ($S_{вл}$) максимумов.

Для определения расчетной мощности трансформатора 10/0,4, исходя из его нагрузок, используем выражение:

$$S_{тр} = \frac{\Sigma P}{\cos \varphi}$$

Величину $\cos \varphi$ определим из номограммы рис. - № 8 [1].

3. Расчетные нагрузки распределительных линий напряжением 10 / 0,4 кВ

Путем суммирования определяем расчетные нагрузки ТП 10/0,4 кВ отдельно дневной и вечерней по выражениям 1 и 2.

Значение $k_{од1}$ берется из приложения 3.

4. Расчетные нагрузки ТП 35/10.

Определяются путем суммирования нагрузок отходящих линий 10 кВ по номограмме рис. - № 8 [1].

Мощность трансформатора 35/10 кВ определяем аналогично по выражению (3), а $\cos \varphi$ определяется по таблице приложения 4.

Для этого все нагрузки трансформаторов ТП 1, ТП 2, ТП 3, ТП 4, ТП 5 суммируются и согласно полученным результатам, с помощью справочных данных из таблицы выберем стандартную трансформаторную подстанцию.

ЗАДАЧА № 1

Дано: Сведения о наименовании объектов и нагрузки потребителей даны в таблице-1 и расстояние, порядковые номера ТП и номинальное напряжение даны на рисунке - 1.

Рассчитать: сечение проводника электрических сетей, мощность трансформатора подстанции 10/04 и 35/10 кВ и выбрать стандартные мощности.

Таблица-1. Нагрузки потребителей сельской местности.

№	Наименование потребителей	Нагрузка, кВт	
		P_d	P_B
1	Электрифицированная насосная станция для питьевого водоснабжения	130	108
2	Насосная станция оросительной системы	70	56
3	Холодильник, склад для хранения фруктов вместимостью 700 т.	120	120
4	Котельная отопительной системы	23	23
5	Хлопкопункт	480	480
6	Жилые дома 150 шт. из них:		
	Однокомнатные, не газифицированы	0,7·57 шт.	1,0·57 шт.
	Однокомнатные, газифицированы	0,7·33 шт.	0,7·33 шт.
	Двухкомнатные	1,0·20 шт.	1,5 шт.
	Трехкомнатные	1,5·20 шт.	2,0·20 шт.
	Четырехкомнатные	1,5·15 шт.	2,5·15 шт.
	Благоустроенные	2,5·5 шт.	3,5·5 шт.
7	Столовая на 100 мест	80	50

РЕШЕНИЕ:

1. На генплане населенного пункта строим схему электроснабжения с указанием ТП.

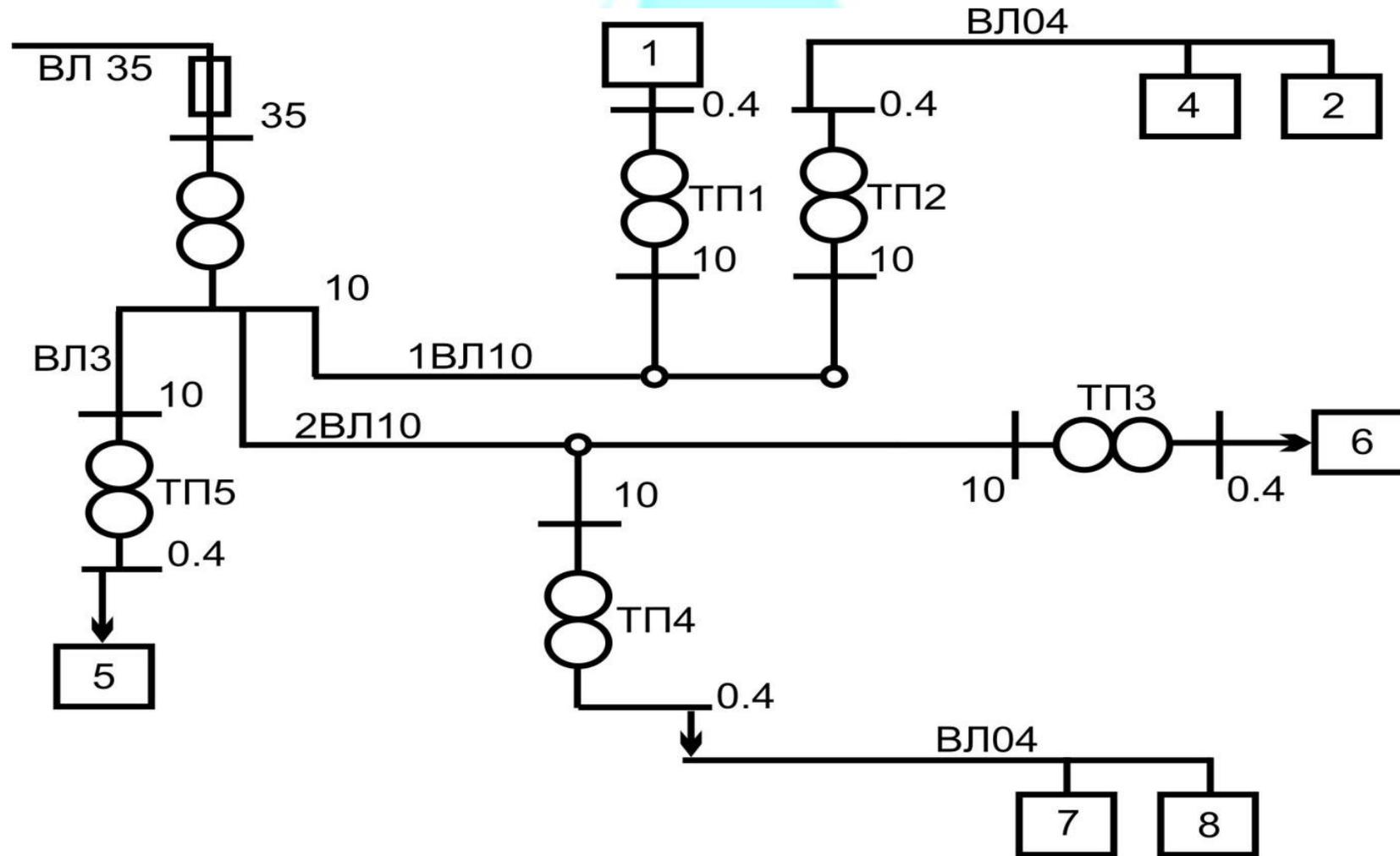


Рис. 1.
Порядок
распредел
ения
потребите
лей
электриче
ской
энергии
сельской
местности

Примечание: номера потребителей в схеме соответствуют их порядковому номеру в исходных данных.

При составлении схемы обосновать месторасположение тех или иных потребителей в поселке.

Следуя порядку расчета, предложенному выше, определяем нагрузки в сетях 0,4 кВ. Для сетей, отходящих от ТП-1 и ТП-5, нагрузки определяются :

для ТП-1 $P_{\partial} = 130$ кВт , $P_{\epsilon} = 108$ кВт ,

для ТП-5 $P_{\partial} = P_{\epsilon} = 480$ кВт.

Для сетей 0,4 кВ отходящих от других ТП нагрузки определяются с использованием выражений (1) и (2) .

Таким образом :

а) для ТП-2 $P_{\partial} \Sigma = (70+23) \cdot 0,85 = 79 \text{ кВт}$

$$P_{\epsilon} \Sigma = (56+23) \cdot 0,85 = 68 \text{ кВт.}$$

б) для ТП-3 $P_{\partial} \Sigma = P_{\epsilon} \Sigma = (150 \cdot 0,7 \cdot 0,35) = 36,75 \text{ кВт}$

в) для ТП-4 $P_{\partial} \Sigma = (80+30) \cdot 0,85 = 93,5 \text{ кВт}$

$$P_{\epsilon} \Sigma = (50+30) \cdot 0,85 = 68 \text{ кВт}$$

2. Определяем мощность ТП 10 / 0,4 кВ

а) ТП-1 $S_{\partial} / S_{н} =$ по приложение-2, $\cos \varphi = 0,78$

$$S_{\text{расч.}} = P_{\text{д}} / \cos \varphi = 130 / 0,78 = 166 \text{ кВА};$$

б) ТП-2 $S_{\text{д}} / S_{\text{н}} = 79 / 68 = 1,16$ $\cos \varphi = 0,78$

$$S_{\text{расч.}} = 79 / 0,78 = 101 \text{ кВА};$$

в) ТП-3 $S_{\text{д}} / S_{\text{н}} = 1$ $\cos \varphi = 0.8$

$$S_{\text{расч}} = 36,75 / 0.8 = 48 \text{ кВА};$$

г) ТП-4 $S_{\text{д}} / S_{\text{н}} = 93,5 / 68 = 1,41$ $\cos \varphi = 0,75$

$$S_{\text{расч}} = 93,5 / 0.75 = 124 \text{ кВА};$$

д) ТП-5 $S_{\text{д}} / S_{\text{н}} = 1$ $\cos \varphi = 0.8$

$$S_{\text{расч}} = 480 / 0,8 = 600 \text{ кВА}.$$

Примечание: при определении $S_{расч}$ в качестве S используется абсолютный максимум нагрузки для данного потребителя, т.е. при сравнении $S_{д}$ и $S_{н}$ выбирался наибольший.

Значения $S_{расч}$ для каждого из ТП округляем до ближайшего стандартного .

Например, для ТП-1 $S_{расч} = 166$ кВА, может выбрано КТП-160 кВА или для:

ТП-3 $S_{расч} = 48$ кВА выбираем КТП –63 кВА

ТП-4 $S_{расч} = 124$ кВА выбираем КТП –160 кВА

ТП-5 $S_{расч} = 600$ кВА выбираем КТП- 630 кВА и тд.

3. Нагрузки ВЛ 10 кВ определяем по выражениям (1), (2)

а) 1 ВЛ 10 $P_{\partial} = (130 + 79) 0,9 = 188,1$ кВт

$$k_{o\partial} = 0.9 \text{ берем из приложения 3}$$

$$P_{\epsilon} = (108 + 68) 0,9 = 158,4 \text{ кВА}$$

б) 2 ВЛ 10 $P_{\partial} = (93,5 + 36,7) 0,9 = 117$ кВА

$$P_{\epsilon} = (68 + 36,7) 0,9 = 94 \text{ кВА}$$

в) 3 ВЛ 10 $P_{\partial} = P_{\epsilon} = 480$ кВА

4. Нагрузку и мощность ТП 35/10 определяем суммируя нагрузки воздушных линий напряжением 10 кВ, ВЛ - 1; ВЛ - 2; и ВЛ - 3 по номограмме -1 (по отдельности для S_d и S_n)

Вначале складываем нагрузки линии-1 и 2 (ВЛ 10 кВ).

$$S_d = 300 \text{ кВА} (S_1 = 188; \quad S_2 = 117)$$

$$S_n = 250 \text{ кВА} (S_1 = 158; \quad S_2 = 94)$$

К полученному прибавляем нагрузки 3-ей линии (ВЛ 10 кВ),
тогда:

$$S_d = 700 \text{ кВА}; \quad S_e = 700 \text{ кВА}.$$

Мощность ТП 35/10 определяем по выражению (3) с
использованием приложения 4 . Тогда

$$S_{расч.} = \frac{S_d}{\cos\varphi} = \frac{700}{0,78} = 900 \text{кВА} \quad S_d / S_B = 1 \quad \cos\varphi = 0,78$$

Следовательно, выбираем трансформатор типа ТМТН-1000 кВА

Примечание: при выборе количества трансформаторов на понижающей подстанции (п/ст) следует обратить внимание на категорию потребителей .

Если потребители питающей подстанции являются потребителями 1 и 2 категорий, то на п/ст должно устанавливаться 2 трансформатора одинаковой мощности.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Используя сведения таблицы – 1 и рисунка – 1, определить поперечное сечение проводника, мощность трансформаторов, и на основе которых принимать стандартные оборудования.

2. Увеличивая вечерние нагрузки на 50 кВт объектов: 1, 2, 3, 4, 5 в таблице – 1, произвести расчет.

3. Увеличивая дневную нагрузку на 100 кВт объектов: 1, 2, 3, 4, 5 в таблице – 1, произвести расчет.

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_o	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
		10	460	540	2650-3100	4,5-4,7	2,4
5	160	35	560	660	2650-3100	4,5-4,7	2,3
		10	660	780	3700-4200	4,5-4,7	2,3
6	250	35	820	960	3700-4200	6,5-6,8	2,3
		10	920	1080	5500-5900	6,5-6,8	2,1
7	400	35	1150	1350	5500	6,5	2,1
		10	1420	1680	7600-8500	6,5	2,0
8	630	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

