

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент кадровой политики и образования
ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА»
Кафедра «Электроснабжение»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по дисциплине «Электроснабжение»
на тему:
**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СЕЛЬСКОГО
НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА**

Выполнил:

студент __ гр. _____

Проверил:

Трефилов Е.Г.

Курсовой проект защищён с оценкой

Ижевск 2011

ВВЕДЕНИЕ

Электрификация, т.е. производство, распределение и применение электроэнергии - основа устойчивого функционирования и развития всех отраслей промышленности и сельского хозяйства страны и комфортного быта населения.

В этом курсовом проекте производится расчёт системы электроснабжения сельского населённого пункта, который включает расчет электрических нагрузок населенного пункта, определение мощности и выбор трансформаторов, электрический расчет воздушной линии напряжением 10 кВ, построение таблицы отклонений напряжения и многое другое.

Выполнение курсового проекта относится к завершающему этапу изучения дисциплины «Электроснабжение» и ставит перед собой цель - систематизировать, расширить и закрепить теоретические знания и практические навыки при решении конкретных вопросов проектирования электроснабжения сельского хозяйства.

ЗАДАНИЕ

Выдано студенту ____ группы заочного обучения _____

Номер зачетной книжки _____

Вариант задания ____

Дата выдачи задания _____

Срок выполнения _____

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	2
Задание.....	2
1.Расчет электрических нагрузок населенного пункта	4
2.Определение мощности и выбор трансформаторов	9
3.Электрический расчет воздушной линии напряжением 10 кВ	11
4.Построение таблицы отклонений напряжения	15
5.Электрический расчет воздушной линии напряжением 0,38 кВ	16
6.Конструктивное выполнение линий напряжением 0,38 кВ, 10 кВ и подстанции 10/0,38 кВ	21
7.Расчет токов короткого замыкания	22
8.Выбор оборудования подстанции ТП	28
9.Защита от токов короткого замыкания	29
10.Согласование защит.....	37
11.Технико-экономическая часть.....	43
12.Автоматические воздушные выключатели для ТП 10/0,38 кВ.....	46
Заключение.....	49
Список использованной литературы	49

№ пп	Потребитель	Расчетная мощность						Координаты		
		Р _д , кВт	Р _в , кВт	cosφ _д о.е.	cosφ _в о.е.	S _д , кВА	S _в , кВА	X, о.е.	Y, о.е.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
тп2		Производственные объекты								
1	1.2 Коровник без механизации процессов: на 200 голов	6	6	0,75	0,85	8	7,0588	26,5	17,2	
2	6.1 Помещение для ремонтного и откормогного молодняка: на 170-180 голов	1	3	0,75	0,85	1,3333	3,5294	30,5	17,2	
3	6.2 Помещение для ремонтного и откормочного молодняка: на 240-260 голов	3	5	0,75	0,85	4	5,8824	32,4	17,2	
4	17 Свинарник-маточник на 50 голов с навозоуборочным транспортером и с электрообогревом	28	28	0,92	0,96	30,435	29,167	36,1	17,2	
5	23 Ветеринарный пункт	1	1	0,85	0,9	1,1765	1,1111	28	14	
6	15 Свинарник - маточник на 50 голов с навозоуборочным транспортером	3	5	0,75	0,85	4	5,8824	34,1	14	
7	20.1 Кормоцех для свинофермы на 100 маток и 1000 головоткорма или на 2000 голов откорма	26	10	0,75	0,85	34,667	11,765	32	10,6	
8	10 Летний лагерь молодняка КРС: на 400 коров	1	5	0,75	0,85	1,3333	5,8824	31,7	2,4	

		Коммунально бытовые объекты и смешанные объекты								
9	9	26 Зернохранилище с ленточным транспортером емкостью 1000т	25	10	0,7	0,75	35,714	13,333	7,5	17
10	10	28.1 Овощехранилище с отопительно вентиляционной установкой:500-600т	20	20	0,7	0,75	28,571	26,667	5,2	17
11	11	40.2 Мельница вальцовая производительностью 25 т/сутки	35	2	0,8	0,85	43,75	2,3529	12,1	13,9
12	12	34.2 Гараж на 50 автомашин с закрытой стоянкой на 14 машин	15	5	0,7	0,75	21,429	6,6667	8,97	14
13	13	33.2 Центральная ремонтная мастерская на 75 тракторов	80	20	0,7	0,75	114,29	26,667	5,74	14
14	14	55.1 Жилой дом многоквартирный	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	2	14
15		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	2	11,2
16		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	2	7,9
17		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	2	4,3
18		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	2	2
19		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	5,6	12,1
20		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	5,6	10
21		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	5,6	8
22		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	5,6	6,1
23		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	5,6	4
24		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	5,6	1,8
25		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	11,8	2,3
26		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	14,4	2,3
27		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	20	2,3
28		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	20	5,5
29		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	20	8,4
30		--/--	0,54	1,8	0,9	0,93	0,6	1,9355	20	11,5
31	15	55.2 Жилой дом четырехквартирный	2,2	7,2	0,9	0,93	2,4444	7,7419	9,1	11,1
32		--/--	2,2	7,2	0,9	0,93	2,4444	7,7419	17,1	12
33		--/--	2,2	7,2	0,9	0,93	2,4444	7,7419	17,1	10,1
34	16	55.3 Жилой дом восьмиквартирный	4,3	14,4	0,9	0,93	4,7778	15,484	9,2	5,4
35		--/--	4,3	14,4	0,9	0,93	4,7778	15,484	9,2	2,3
36		--/--	4,3	14,4	0,9	0,93	4,7778	15,484	17,2	8
37		--/--	4,3	14,4	0,9	0,93	4,7778	15,484	17,2	6
38		--/--	4,3	14,4	0,9	0,93	4,7778	15,484	17,2	4
39	17	52.1 Клуб со зрительным залом на 150 - 200 мест	3	10	0,9	0,93	3,3333	10,753	17,2	1,8
40	18	51.3 Административное здание на 70 рабочих мест	35	15	0,85	0,9	41,176	16,667	9,2	8,2

Масштаб: для схем ВЛ 10 кВ:

для схем сети
0.38 кВ:

Номер расчетного населенного пункта на схеме для отходящей ВЛ 10 кВ.

$$N1 = 2$$

Номер схемы для отходящей ВЛ 10 кВ

$$N2 = 1$$

Расчетная схема населенного пункта

$$N3 = 1$$

Значения полной мощности дневного и вечернего максимумов нагрузки рассчитываются по формуле

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}, \quad (1.1)$$

после чего вносятся в соответствующие столбцы (7 и 8) таблицы.

1. Для одинаковых потребителей (производственных или жилых домов), имеющих одну и ту же расчетную нагрузку, суммарная нагрузка дневного и вечернего максимумов определяется по формуле:

$$P_n = n \cdot k_o \cdot P, \quad (1.2)$$

где P_n – расчетная нагрузка группы «n» одинаковых потребителей, кВт;

P – расчетная нагрузка одного потребителя, кВт;

k_o – коэффициент одновременности, значение которого рекомендуется брать из таблицы 3.5 [1].

Число многоквартирных
домов

$$n1 = 17$$

коэффициент одновременности

$$k1 = 0.44 - \frac{(0.44 - 0.37) \cdot (n1 - 10)}{20 - 10} = 0.391$$

Число многоквартирных
домов

$$n2 = 3$$

$$k2 = 0.64$$

Число многоквартирных
домов

$$n3 = 5$$

$$k3 = 0.53 - \frac{(0.53 - 0.42) \cdot (n3 - 5)}{10 - 5} = 0.53$$

Расчетная нагрузка дневная для одинаковых потребителей

$$P_{D1} = P_{D14} \cdot n1 \cdot k1 = 0.54 \cdot 17 \cdot 0.391 = 3.59 \quad \text{кВт} \quad - \text{ для многоквартирных жилых домов}$$

$$P_{D2} = P_{D28} \cdot n2 \cdot k2 = 0.54 \cdot 3 \cdot 0.64 = 1.04 \quad \text{кВт} \quad - \text{ для многоквартирных жилых домов}$$

$$P_{ДЗ} = P_{ДЗ1} \cdot n_3 \cdot k_3 = 2.2 \cdot 5 \cdot 0.53 = 5.83 \quad \text{кВт} \quad - \text{ для восьмиквартирных жилых домов}$$

Расчетная нагрузка дневная для одинаковых потребителей

$$P_{В1} = P_{В14} \cdot n_1 \cdot k_1 = 1.8 \cdot 17 \cdot 0.391 = 12.0 \quad \text{кВт} \quad - \text{ для одноквартирных жилых домов}$$

$$P_{В2} = P_{В28} \cdot n_2 \cdot k_2 = 1.8 \cdot 3 \cdot 0.64 = 3.46 \quad \text{кВт} \quad - \text{ для четырехквартирных жилых домов}$$

$$P_{В3} = P_{В31} \cdot n_3 \cdot k_3 = 7.2 \cdot 5 \cdot 0.53 = 19.1 \quad \text{кВт} \quad - \text{ для восьмиквартирных жилых домов}$$

2. Расчетная мощность дневного максимума нагрузки потребителей населенного пункта определяется по формуле:

$$P_p = P_B + P_{доб1} + P_{доб2} + P_{доб3} + \dots + P_{доб.m-1}, \quad (1.3)$$

где P_B – наибольшее значение расчетной мощности дневного максимума нагрузки одного из потребителей или группы одинаковых потребителей, кВт;

m – число потребителей и групп одинаковых потребителей населенного пункта, нагрузки которых суммируются;

$P_{доб1}, P_{доб2}, P_{доб3}, \dots, P_{доб m-1}$ – добавки, определяемые расчетной мощностью дневного максимума нагрузки всех других потребителей и групп одинаковых потребителей, кВт; берутся из таблицы 3.6 [1].

$$P_{рд} = P_{бд} + P_{доб1} + P_{доб2} + P_{доб3} + P_{доб4} + P_{доб5} + P_{доб6} + P_{доб7} \dots + P_{доб8} + P_{доб9} + P_{доб10} + P_{доб11} + P_{доб12} + P_{доб13} + P_{доб14} + P_{доб15} + P_{доб16} + P_{доб17} + P_{доб18}$$

$$P_{рд} = 80 + 3.6 + 0.6 + 1.8 + 17.7 + 3.6 + 1.8 + 16.4 + 0.6 + 15.7 + 12.5 + 22.8 + 9.23 + 0.0 + 2.16 + 0.642 + 3.5 + 1.8 + 22.8$$

$$P_{рд} = 217.232 \cdot \text{кВт}$$

3. Определяется нагрузка наружного освещения населенного пункта, которая включает нагрузку уличного освещения и нагрузку наружного освещения территории хозяйственных дворов:

$$P_{\SigmaНО} = p_{удУО} L_y + P_{НО.хд}, \quad (1.4)$$

где $P_{\SigmaНО}$ – суммарная нагрузка наружного освещения населенного пункта, кВт;

$p_{удУО}$ – удельная нагрузка уличного освещения, Вт/м; в курсовом проекте рекомендуется принять $p_{удУО} = 6$ Вт/м;

L_y – суммарная длина улиц населенного пункта, м; принимается в соответствии с масштабом по плану населенного пункта;

$P_{НО хд}$ – суммарная нагрузка наружного освещения территории хозяйственных дворов, кВт; в курсовом проекте рекомендуется принимать из расчета: 250 Вт на одно помещение и 3 Вт на 1 метр длины периметра двора [1, с.37; 2, с.38].

Определим суммарную длину улиц

с учетом масштаба для сети 0.38 кВ

общая длина улиц

По данным
карты, см

Длина освещения улиц поселка

$$L_1 = 9.4 \quad L_4 = 4.8 \quad \text{о.е.}$$

$$L_2 = 6.2 \quad L_5 = 7.6 \quad \text{о.е.}$$

$$L_3 = 3.1 \quad L_6 = 6.9 \quad \text{о.е.}$$

Общее число объектов $z = 38$

Число производственных объектов $z_n = 8$

Число объектов смешанного назначения $z_{см} = 30$

Средний периметр двора каждого объекта $p = (0.975 + 1.725) \cdot 2 = 5.4 \quad \text{о.е.}$

Площадь населенного пункта:

$$l_1 = 27 \quad \text{см} \quad l_2 = 13 \quad \text{см}$$

$$l_1 = \frac{l_1 \cdot \mu}{1000} = 0.54 \quad \text{км}$$

$$l_2 = \frac{l_2 \cdot \mu}{1000} = 0.26 \quad \text{км}$$

$$F = l_1 \cdot l_2 = 0.54 \cdot 0.26 = 0.14 \quad \text{км}^2$$

С учетом масштаба получаем:

Длина освещения улиц
поселка, м

$$L_1 = 188 \quad L_4 = 96$$

$$L_2 = 124 \quad L_5 = 152$$

$$L_3 = 62 \quad L_6 = 138$$

Средний периметр двора каждого объекта $p = 108 \quad \text{м}$

с учетом того, что $p_{удУО} = 6 \quad \frac{\text{Вт}}{\text{м}}$

Получим $P_{\SigmaНО} = p_{удУО} \cdot (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6) + 250 \cdot z + p \cdot z \cdot 3$

$$P_{\SigmaНО} = 6 \cdot (188 + 124 + 62 + 96 + 152 + 138) + 250 \cdot 38 + 108 \cdot 38 \cdot 3 = 2.637 \times 10^4 \cdot \text{Вт}$$

4. Расчетная мощность вечернего максимума нагрузки потребителей населенного пункта определяется по формуле:

$$P_p = P_B + P_{доб1} + P_{доб2} + P_{доб3} + \dots + P_{доб.m-1} + P_{\SigmaНО}, \quad (1.5)$$

где $P_B, P_{доб1}, P_{доб2}, P_{доб3}, \dots, P_{доб m-1}$ – то же, что и для формулы (1.3), только для вечернего максимума нагрузки потребителей, кВт;

$P_{\SigmaНО}$ – суммарная нагрузка наружного освещения населенного пункта, кВт.

$$P_{рв} = P_{бв} + P_{доб1} + P_{доб2} + P_{доб3} + P_{доб4} + P_{доб5} + P_{доб6} + P_{доб7} \dots \\ + P_{доб8} + P_{доб9} + P_{доб10} + P_{доб11} + P_{доб12} + P_{доб13} + P_{доб14} \dots \\ + P_{доб15} + P_{доб16} + P_{доб17} + P_{доб18} + P_{\SigmaНО}$$

$$P_{рв} = 28 + 3.6 + 1.8 + 3.0 + 0.0 + 0.6 + 3.0 + 6.0 + 3.0 + 6.0 + 12.5 + 1.2 + 3.0 + 12.5 + 7.3 + 2.08 + 11.9 + 1.8 + 0.0 + 26.4$$

$$P_{рв} = 133.68 \cdot \text{кВт}$$

5. Расчетная мощность дневного и вечернего максимума нагрузки производственных потребителей населенного пункта определяется аналогично по формулам (1.2)...(1.5), при этом в формуле (1.5) учитывается только нагрузка наружного освещения территории хозяйственных дворов.

Число производственных потребителей $z_n = 8$

$$P_{рдп} = P_{бд} + P_{доб1} + P_{доб2} + P_{доб3} + P_{доб4} + P_{доб5} + P_{доб6} + P_{доб7} \dots \\ + P_{доб8}$$

$$P_{рдп} = 28 + 3.6 + 0.6 + 1.8 + 0.0 + 0.6 + 1.8 + 16.4 + 0.6$$

$$P_{рдп} = 53.4 \cdot \text{кВт}$$

$$P_{рвп} = P_{бв} + P_{доб1} + P_{доб2} + P_{доб3} + P_{доб4} + P_{доб5} + P_{доб6} + P_{доб7} \dots \\ + P_{доб8} + \frac{z_n \cdot 250}{1000} + \frac{z_n \cdot 3 \cdot p}{1000}$$

$$P_{рвп} = 28 + 3.6 + 1.8 + 3.0 + 0.0 + 3.6 + 3.0 + 6.0 + 3.0 + \frac{8 \cdot 250}{1000} + \frac{8 \cdot 3 \cdot 108}{1000}$$

$$P_{рвп} = 56.592 \cdot \text{кВт}$$

6. Коэффициент мощности дневного и вечернего максимума суммарной нагрузки всех потребителей населенного пункта определяется по кривым рис.3.6 [1] в зависимости от отношения расчетной нагрузки производственных потребителей к расчетной нагрузке всех потребителей населенного пункта.

$$\frac{P_{рвп}}{P_{рв}} = 0.423 \quad \frac{P_{рдп}}{P_{рд}} = 0.246$$

$$\cos \varphi_d = 0.861 \quad \cos \varphi_B = 0.851$$

7. Расчетная полная мощность (S_p , кВА) дневного и вечернего максимума нагрузки всех потребителей населенного пункта определяется по формуле (1.1), где « $\cos \varphi$ » определяется по п.б.

$$S_{pд} = \frac{P_{pд}}{\cos \varphi_{д}} = \frac{217.0}{0.861} = 252.0$$

$$S_{pв} = \frac{P_{pв}}{\cos \varphi_{в}} = \frac{134.0}{0.851} = 157.0$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ И ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРОВ

Количество трансформаторных подстанций в населенном пункте рекомендуется определять по эмпирической формуле:

$$n_{тп} = \sqrt{\frac{S_p \cdot F \cdot B}{\Delta U}}, \quad (2.1)$$

где S_p – наибольшее значение расчетной полной мощности всех потребителей населенного пункта, соответствующее дневному или вечернему максимуму нагрузки, кВА;

F – площадь населенного пункта, км²;

ΔU – допустимая потеря напряжения в линиях 0,38 кВ, %;

B – коэффициент, %/кВА*км².

Для ВЛ 0,38 кВ принимается $\Delta U = 7...10\%$; для ТП 10/0,38 кВ значение коэффициента « B » принимают: $B = 0,06...0,07$ %/кВА*км².

$$n_{тп} = \sqrt{\frac{S_{p\max} \cdot F \cdot 0.065}{8}} = \sqrt{\frac{157 \cdot 0.14 \cdot 0.065}{8}} = 0.423$$

$n_{тп} = 2$ трансформаторные подстанции

С учетом заданий по масштабам для сети 0,38 кВ протяженность населенного пункта превышает 0,5 км, поэтому рекомендуется выбирать не менее двух трансформаторных подстанций.

Выбираем две трансформаторные подстанции. Сгруппируем потребителей населенного пункта на две зоны: производственную и смешанную.

Для каждой зоны по данным таблицы 1.1 и формулам (1.2)...(1.5) определяется расчетная полная мощность дневного и вечернего максимума нагрузки, а значение коэффициента мощности в формуле (1.5) принимается по таблице 3.7 [1,2].

Для зоны №1

$$P_{pд1} = P_{pд} - P_{pдп} = 217.0 - 53.4 = 164.0 \quad \text{кВт}$$

$$P_{pв1} = P_{pв} - P_{pвп} = 134.0 - 56.6 = 77.4 \quad \text{кВт}$$

$$\cos \varphi_{д1} = 0.75$$

$$\cos \varphi_{в1} = 0.79$$

$$S'_{д1} = \frac{P_{рд1}}{\cos\varphi_{д1}} = \frac{164.0}{0.75} = 219.0 \quad \text{кВА}$$

$$S'_{в1} = \frac{P_{рв1}}{\cos\varphi_{д2}} = \frac{77.4}{0.75} = 103.0 \quad \text{кВА}$$

Для зоны №2

$$P_{рд2} = P_{рдп} = 53.4 \quad \text{кВт}$$

$$P_{рв2} = P_{рвп} = 56.6 \quad \text{кВт}$$

$$\cos\varphi_{д2} = 0.84$$

$$\cos\varphi_{в2} = 0.9$$

$$S'_{д2} = \frac{P_{рд2}}{\cos\varphi_{д2}} = \frac{53.4}{0.84} = 63.6 \quad \text{кВА}$$

$$S'_{в2} = \frac{P_{рв2}}{\cos\varphi_{д2}} = \frac{56.6}{0.84} = 67.4 \quad \text{кВА}$$

С учетом исходных данных нагрузок потребителей применим однотрансформаторные ТП.

Мощность трансформатора для каждой выбранной зоны потребителей выбирается по наибольшей расчетной полной мощности суммарной нагрузки потребителей зоны, соответствующей дневному или вечернему максимуму нагрузки, и с учетом интервалов экономических нагрузок для трансформаторов:

Максимальная нагрузка на первый трансформатор

$$S_{\max1} = 219 \cdot \text{кВА}$$

Максимальная нагрузка на второй трансформатор

$$S_{\max2} = 67.4 \cdot \text{кВА}$$

Для первой зоны выбираем трансформаторы с номинальной мощностью

$$S_{\text{ном1}} = 160 \cdot \text{кВА}$$

Для второй зоны

$$S_{\text{ном2}} = 63 \cdot \text{кВА}$$

Координаты ТП для каждой выбранной зоны потребителей рассчитывают по известным координатам отдельных потребителей (таблица 1.1), с использованием формул:

$$X_{ТП} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i X_i}{\sum_{i=1}^n S_i}; \quad Y_{ТП} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i Y_i}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad (2.2)$$

где n – число потребителей для каждой выбранной зоны;

S_i – полная мощность « i »-того потребителя для того максимума нагрузки, по которому выбран трансформатор ТП, кВА; берется из таблицы 1.1;

X_i, Y_i – координаты « i »-того потребителя из таблицы 1.1.

для зоны 1

X_i	Y_i	S_i	$S_i \cdot X$	$S_i \cdot Y$
7,5	17	13,33333	100	226,6667
5,2	17	26,66667	138,6667	453,3333
12,1	13,9	2,352941	28,47059	32,70588
8,97	14	6,666667	59,8	93,33333
5,74	14	26,66667	153,0667	373,3333
2	14	1,935484	3,870968	27,09677
2	11,2	1,935484	3,870968	21,67742
2	7,9	1,935484	3,870968	15,29032
2	4,3	1,9355	3,871	8,32265
2	2	1,9355	3,871	3,871
5,6	12,1	1,9355	10,8388	23,41955
5,6	10	1,9355	10,8388	19,355
5,6	8	1,9355	10,8388	15,484
5,6	6,1	1,9355	10,8388	11,80655
5,6	4	1,9355	10,8388	7,742
5,6	1,8	1,9355	10,8388	3,4839
11,8	2,3	1,9355	22,8389	4,45165
14,4	2,3	1,9355	27,8712	4,45165
20	2,3	1,9355	38,71	4,45165
20	5,5	1,9355	38,71	10,64525
20	8,4	1,9355	38,71	16,2582
20	11,5	1,9355	38,71	22,25825
9,1	11,1	7,741935	70,45161	85,93548
17,1	12	7,741935	132,3871	92,90323
17,1	10,1	7,741935	132,3871	78,19355
9,2	5,4	15,48387	142,4516	83,6129
9,2	2,3	15,48387	142,4516	35,6129
17,2	8	15,48387	266,3226	123,871
17,2	6	15,48387	266,3226	92,90323
17,2	4	15,48387	266,3226	61,93548
17,2	1,8	10,75269	184,9462	19,35484
9,2	8,2	16,66667	153,3333	136,6667
		$\Sigma S = 236,6542$	$X_{ТП} = 10,67937$	
		$\Sigma S \cdot X = 2527,318$	$Y_{ТП} = 9,340325$	
		$\Sigma S \cdot Y = 2210,428$		

итак получим:

$$X_{ТП1} = 10.679 \quad \text{о.е.} \quad Y_{ТП1} = 9.34 \quad \text{о.е.}$$

для зоны 2

X_i	Y_i	S_i	$S_i \cdot X$	$S_i \cdot Y$
26,5	17,2	8	212	137,6
30,5	17,2	1,333333	40,66667	22,93333
32,4	17,2	4	129,6	68,8
36,1	17,2	30,43478	1098,696	523,4783
28	14	1,176471	32,94118	16,47059
34,1	14	4	136,4	56
32	10,6	34,66667	1109,333	367,4667
31,7	2,4	1,333333	42,26667	3,2

$\Sigma S = 84,94459$
$\Sigma S \cdot X = 2801,903$
$\Sigma S \cdot Y = 1195,949$

$X_{ТП} = 32,98507$
$Y_{ТП} = 14,07916$

$$X_{ТП2} = 32.985 \quad \text{о.е.} \quad Y_{ТП2} = 14.079 \quad \text{о.е.}$$

с учетом масштаба получим:

$$X_{ТП1} = 213.587 \cdot \text{м} \quad Y_{ТП1} = 186.807 \cdot \text{м} \quad X_{ТП2} = 659.701 \cdot \text{м} \quad Y_{ТП2} = 281.583 \cdot \text{м}$$

Расположение ТП корректируется по месту на плане населенного пункта с учетом возможности подхода ВЛ 10 кВ и выхода ВЛ 0,38 кВ. Это место должно быть свободно от застроек.

После определения числа, мощности и места установки потребительских ТП их наносят на план населенного пункта. Каждой подстанции присваивают порядковый номер по месту расположения на плане слева направо.