

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Навчально-науковий інститут енергетики**

Кафедра електротехніки,  
електромеханіки і електротехнологій

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ**

до виконання курсової роботи

з курсу “**ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**”

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

**Кам'янець – Подільський**  
**2021**

**Укладачі:** асистент М.В. Вусатий, доцент І.Д.Гарасимчук,  
доцент П.В. Потапський

*Рекомендовано до друку науково - методичною радою Подільського  
державного аграрно-технічного університету  
(протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 2021 року).*

**Рецензенти:**

*Муляр Олег Степанович*  
старший майстер електротехнічної лабораторії Кам'янець – Подільського РЕМ  
АТ «Хмельницькобленерго».

*Пукас Віталій Леонідович*  
кандидат технічних наук, асистент кафедри тракторів, автомобілів та  
енергетичних засобів ПДАТУ.

Методичні вказівки щодо виконання та оформлення курсових робіт з навчальної дисципліни «Основи електропостачання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти / М.В. Вусатий, І.Д. Гарасимчук, П.В. Потапський. (За загальною редакцією М.В. Вусатого) – ПДАТУ, 2021.- 68с.

Методичні вказівки призначені для виконання та оформлення курсових робіт з навчальної дисципліни «Основи електропостачання» здобувачами вищої освіти ННІЕ, які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

В методичних вказівках вказана структура виконання курсових робіт, вимоги щодо їх оформлення та захисту.

## ЗМІСТ

Тема і об'єм курсового проекту .....	6
Зміст розрахунково-пояснювальної записки.....	7
1. Характеристика об'єкту електропостачання. Категорії споживачів.....	8
2. Підрахунок електричних навантажень по об'єкту.....	9
3. Визначення допустимих втрат напруги в електричних мережах.....	16
4. Вибір числа, типу і місця установки підстанції.....	19
5. Електричний розрахунок ліній 0.38кВ.....	22
6. Конструктивне виконання мережі і підстанцій .....	29
7. Розрахунок струмів короткого замикання.....	29
8. Вибір апаратури і перевірка на дію струмів КЗ.....	31
9. Розрахунок і узгодження захисту .....	34
10. Розрахунок заземлюючих пристроїв і вибір засобів грозозахисту.....	36
Використана література.....	40
Додаток 1.....	41
Електричні навантаження виробничих, громадських та комунально-побутових споживачів.....	41
Додаток 2.....	59
Інтервал навантажень (кВА) для вибору потужності трансформаторів однострансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ з врахуванням інтервалів і допустимих перевантажень.....	59
Додаток 3.....	60
Технічна характеристика силових трансформаторів.....	60
Додаток 4.....	61
Економічні навантаження алюмінієвих проводів повітряних ліній напругою 380/220 В .....	61
Додаток 5.....	62
Підсумувати навантажень в мережах напругою 0,38 кВ .....	62
Додаток 6.....	63
Коефіцієнти потужності для споживачів.....	63

Додаток 7.....	64
Питомі втрати напруги в проводах повітряних ліній напругою 038 кВ,%. .....	64
Додаток 8.....	65
Коефіцієнт екранування вертикальних електродів розміщених по контуру, без врахування впливу смуги зв'язку.....	65
Додаток 9.....	65
Коефіцієнт екранування з'єднувальної смуги в контурі із вертикальних електродів.....	65
Додаток 10.....	66
Технічні дані плавких запобіжників напругою до 1000 В.....	66
Додаток 11.....	67
Технічні дані високовольтного запобіжника типу ПК.....	67
Вихідні дані для виконання курсової роботи з дисципліни: „Основи електропостачання ”.....	68

При вивченні дисципліни "Основи електропостачання" спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" здобувачі вищої освіти повинні освоїти не тільки теоретичний матеріал, але й навчитися вирішувати практичні питання проектування і розрахунків систем електропостачання сільського господарства. Тому основним завданням курсової роботи є закріплення одержаних знань з дисципліни "Основи електропостачання". Здобувач вищої освіти повинен освоїти основи проектування і методику розрахунків з визначення навантажень для системи електропостачання сільського господарства, із вибору марок і поперечних перерізів проводів, вміння вибирати апаратуру, електрообладнання і засоби їх захисту, приймати рішення на основі техніко-економічних розрахунків.

В даних вказівках висвітлюється зміст розрахунково-пояснювальної записки курсової роботи і методика її виконання. а також приведенні довідникові матеріали, необхідні для виконання курсової роботи.

### **Тема і об'єм курсового проекту**

Темою курсової роботи є електропостачання частини сільського населеного пункту і автоматизованого сільськогосподарського об'єкту.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки виконаної на 25-30 аркушах рукописного тексту і одного графічного аркушу формату А1.

Пояснювальна записка - основна частина проекту. Оформляється вона по розділах:

- а) тема проекту;
- б) вихідні дані по проектуванню;
- в) питання, які повинні бути відображені в пояснювальній записці;
- г) креслення;
- д) рекомендована література.

## **Зміст розрахунково-пояснювальної записки.**

Вихідні дані.

Вступ.

1. Характеристика об'єкту або району електропостачання, категорії споживачів.
2. Підрахунок освітлювальних, побутових і силових навантажень.
3. Визначення допустимої втрати напруги в електричних мережах
4. Вибір числа, типу і місця встановлення підстанції.
5. Електричний розрахунок мережі.
6. Конструктивне виконання мережі і підстанції.
7. Розрахунок струмів короткого замикання.
8. Вибір обладнання і перевірка його на дію струмів короткого замикання.
9. Розрахунок і узгодження захисту.
10. Розрахунок заземлюючих пристроїв і вибір засобів грозозахисту.
11. Використана література.

## ***Вихідні дані***

Вихідними даними для виконання курсової роботи являється завдання викладача, яке включає в себе план частин населеного пункту і господарського двору, дані про споживачів електричної енергії (вид і кількість тварин, виробничі, адміністративні і комунальні споживачі, кількість жилих будинків, кліматичні райони по вітру і ожеледі, відхилення напруги на шинах РТП- 35/10 кВ.

Вихідні дані для виконання роботи кожен здобувач вищої освіти отримає індивідуально.

### ***Вступ***

Тут необхідно вказати важливість електропостачання сільського господарства, підвищення його надійності. Привести короткий зміст курсової роботи по електропостачанню заданого населеного пункту і господарського двору.

#### **1. Характеристика об'єкту електропостачання. Категорії споживачів**

В даному розділі необхідно привести характеристику населеного пункту або господарського двору.

Вказати назву об'єкту, його місце розташування, географічні і кліматичні умови. Дані обстеження об'єкту (кількість жилих будинків, їхня характеристика, наявність громадсько-побутових споживачів і їх характеристика, характеристика виробничих приміщень).

Вказати напрями спеціалізації господарства. Рівень напруги на шинах РТП- 35/10 кВ.

#### ***Категорії споживачів***

Відповідно до положення про порядок та умови відпуску електроенергії сільськогосподарським споживачам, вони за умовами надійності електропостачання поділяються на такі три категорії:

Перша – споживачі, у яких перерви в електропостачанні викликають значний матеріальний збиток внаслідок масового псування продукції та серйозного порушення технологічного процесу.

До першої категорії споживачів відносяться птахофабрики, інкубатори, приміщення для вирощування бройлерів, свинарники-маточники з електричним обігрівом, ферми ВРХ на 400 дійних корів і більше.

Всі споживачі 1-ї категорії повинні забезпечуватися резервним електропостачанням – двостороннім живленням від системи, дизельним або від електростанції іншого типу.

Друга категорія – споживачі, перерва в електропостачанні яких не більше 3,5 год., призводить до порушення виробничого процесу, зниження виходу сільськогосподарської продукції та часткового її псування. До цієї категорії належать доїльні установки первинної переробки молока, господарства по відгодівлі ВРХ та свиней, тваринницькі та птахівничі ферми, кормоцехи.

Третя категорія – решта споживачів. Для них допускається перерва в електропостачанні не більше однієї доби.

## **2. Підрахунок електричних навантажень по об'єкту**

1.1. Дані методичні вказівки по розрахунку електричних навантажень в мережах 0.38-110 кВ сільськогосподарського призначення призначені для визначення електричних навантажень при складанні проектів новозбудованих і реконструйованих електричних мереж, а також при виборі потужності ТП.

1.2. В основу методу визначення навантаження при розрахунку електричних мереж сільськогосподарського призначення положено сумування розрахункових навантажень на вводах споживчих трансформаторних підстанцій. Розрахункові навантаження жилих будинків в мережах 0,38 кВ визначається з врахуванням досягнутого рівня електроспоживання на внутрішньо-квартирні потреби, а виробничих, комунальних і громадських приміщень - по нормах. Розрахункові навантаження в мережах 10–110 кВ визначається з врахуванням досягнутого в минулому році фактичного завантаження діючих трансформаторних підстанцій.

1.3. При проектуванні зовнішніх мереж 0.38 кВ розрахункові навантаження, приведені до вводу в сільський жилий будинок і питоме перспективне електроспоживання на внутрішньо-квартирні потреби



визначається по номограмі (рис. 4, б) виходячи із внутрішньо-квартирного електроспоживання з врахуванням динаміки його росту до розрахункового року. При використанні номограми, треба врахувати, що вихідні дані, як правило беруться за попередній рік, а ввід об'єкту в експлуатацію настає не раніше ніж через рік після складання проекту. Тому розрахунковий рік визначається прибавкою двох років до розрахункового періоду. Наприклад: при п'ятирічному розрахунковому періоді розрахунковий рік буде 7-й рік, а при десятирічному 12-й рік.

Величина внутрішньо-квартирного споживання електроенергії приймається по даних обслідування. Якщо населений пункт намічено газифікувати (на природному газі), то одержані по номограмі (рис. 2.1.) величину розрахункового навантаження і електроспоживання необхідно знизити на 20%.

1.4. Для заново електрифікованих населених пунктів, а також при відсутності даних про електроспоживання в електрифікованих будинках розрахункові навантаження на вводах в будинки приймаються:

а) в населених пунктах з переважаючою старою забудовою (більше 60% будинків побудовані 20 років назад), з газифікацією 1,5 кВт, без газифікації – 1,8 кВт.

б) з новою забудовою з газифікацією - 1,8 кВт, без газифікації – 2,2 кВт.

в) для нових квартир в містах, селищах, при великих тваринницьких комплексах з газифікацією – 4 кВт, без газифікації – 5 кВт.

1.5. Розрахункові навантаження на вводі в виробничі, громадські і комунальні підприємства приймаються по даних таблиці (додаток 1).

1.6. Розрахункові навантаження тваринницьких комплексів приймаються по діючих проектах, а при їх відсутності по таблиці (додаток. 1). Електротеплові навантаження для технологічних потреб тваринницьких ферм (комплексів) – місцевий обігрів молодняка, нагрів води, обігрів інкубаторів і інших – враховані в нормативах, які приведені в (додатку. 1).

1.7. Навантаження вуличного освітлення в сільських населених пунктах приймається по нормах таблиці 2.1.

**Таблиця 2.1 - Норми навантаження вуличного освітлення**

Характеристика вулиці	Норма середньої освітленості ЛК	Рекомендовані	Питома потужність
Сільські вулиці з асфальтобетонними і перехідними шинами покриття, ширина проїжджої частини : 5-7 м 9-12м 5-7 м 9-12м	4	СЗПР-250 РКУ - 250 СПО-500 НСУ - 200	4,5-6,5 6,0-8,0 11,0 13,0
Сільські вулиці з покриттям простого типу, ширина проїжджої частини : 5-7 м 9-12м	2	СПО-200 НСУ-200 НКУ-200	5,5 7,0
Вулиці і дороги місцевого значення і пішохідні доріжки шириною: 5-7 м	1	СПО-200 МКУ-200	3,0

Навантаження зовнішнього освітлення території господарських дворів приймається з розрахунку 250 Вт на приміщення і 3 Вт на погонний метр довжини периметру двору.

Розрахункові навантаження зовнішнього освітлення площ громадських і торгових центрів приймається по нормі 0,5 Вт/м<sup>2</sup> площі.

Розрахунок електричних навантажень мереж 0,38-110 кВ проводиться, виходячи із розрахункових навантажень на вводі споживачів, на шинах ТП з відповідним коефіцієнтом одночасності окремо для денного і вечірнього максимуму 2.2 і 2.3).

$$P_{д} = K_{0} \sum P_{дi} \text{ кВт}$$

$$P_{в} = K \sum P_{вi}, \text{ кВт}$$

де,  $P_{д}$ ,  $P_{в}$  – розрахункове денне і вечірнє навантаження на ділянці лінії або на шинах трансформації п/ст, кВт;

$K_{0}$  – коефіцієнт одночасності;

$P_{дi}$ ,  $P_{вi}$  – денне і вечірнє навантаження на вводі 1-го споживача, або 1-го елемента мережі, кВт.

Допускається визначення розрахункових навантажень по одному режиму -денному, якщо сумуються виробничі споживачі, або вечірньому, якщо сумуються побутові споживачі. Коефіцієнти денного і вечірнього максимуму приймаються для виробничих споживачів  $K_d = 1$ ,  $K_v = 0,6$ . Для побутових споживачів: будинки без електроплит  $K_d = 0,3..0,4$ ,  $K_v = 1$ , будинки з електроплитами  $K_d = 0,6$ ,  $K_v = 1$ , при змішуваному навантаженні  $K_d = K_v = 1$ . Розрахункові електричні навантаження споживачів сумуються з коефіцієнтом одночасності, приведеним в таблиці 2.2 в мережах 0,38 кВ, таблиці 2.3 в мережах 10-20 кВ.

Якщо навантаження споживачів відрізняється більше як в 4 рази, сумування їх рекомендується проводити по таблиці 29 (Л-І),

Табл. 29 (Л-І) - в мережах 0,38 кВ

Табл. 30 (Л-І) - в мережах 10 кВ.

Таблиця 2.2 - Коефіцієнти одночасності для підсумовування електричних навантажень в мережах 0,38 кВ

Назва споживачів	Кількість споживачів										
	2	3	5	7	10	15	20	50	100	200	500 і більше
Жилі будинки -і питомим навантаженням на вводі. кВт/буд: < 2	0.76	0.66	0.55	0.49	0.44	0.4	0.37	0.3	0.26	0.24	0.22
>2	0.75	0.64	0.53	0.47	0.42	0.37	0.34	0.27	0.24	0.2	0.18
Жилі будинки з електроплитами і водонагрівниками	0.73	0.62	0.50	0.43	0.38	0.32	0.29	0.22	0.17	0.15	0,12
Виробничі споживачі	0.85	0.80	0,75	0.70	0,65	0.70	0.55	0.47	0.40	0.35	0,3

Таблиця 2.3 - Коефіцієнти одночасності для підсумовування електричних навантажень в мережах 6-20 кВ

Кількість ТП	2	3	5	10	20	25 і
Коефіцієнт	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65

Таблиця 2.4 - При наявності в зоні електропостачання сезонних споживачів (теплиці, зрошення і ін.) розрахункові навантаження мережі визначаються з врахуванням коефіцієнта сезонності

Споживачі	Сезон			
	Зима	Весна	Літо	Осінь
Традиційні	1	0,8	0.8	0.9
Зрошення	0...0.1	0.3...0.5	0.1	0.2...0.5
Закритий	0.3	1	0	0
Осінньо-літній	0.2	0	1	1

### Приклад

Вибрати потужність силового трансформатора підстанції 10/0,4 кВ для господарського двору показано на рисунку 2. 1.

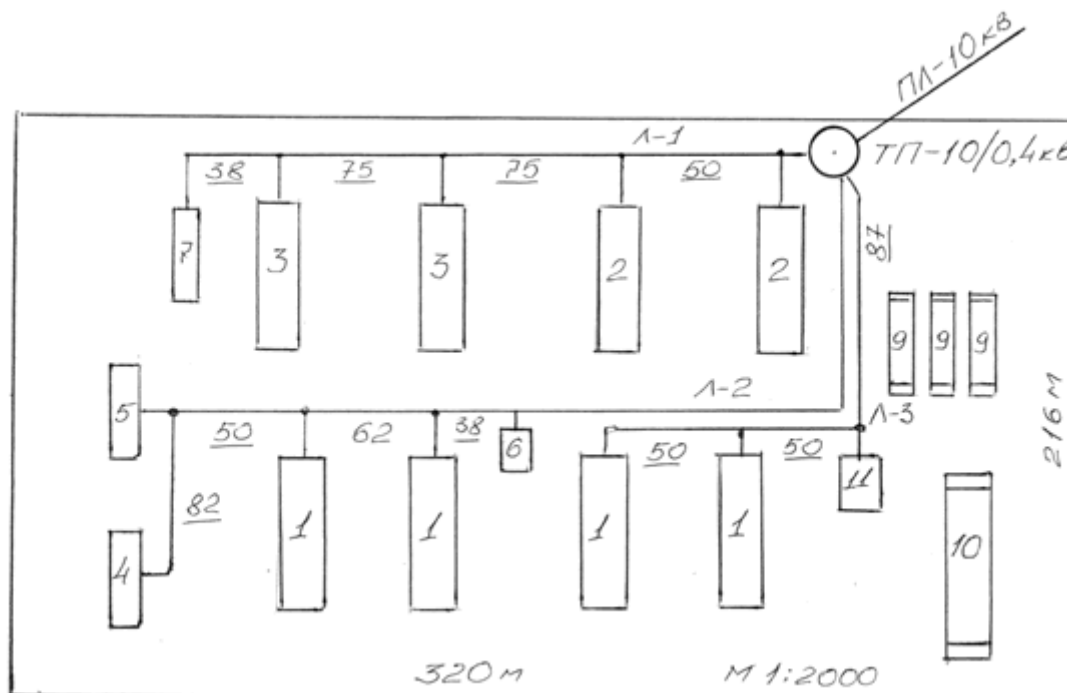


Рисунок 2. 1 - Ферма ВРХ на 800 голів прив'язного утримання.

1. Корівник на 200 голів 72x21 м;
2. Телятник на 228 голів з родильним відділенням 60x18 м;
3. Приміщення на 336 голів молодняку 72x18 м;
4. Молочний блок продуктивність 12 т. молока на добу 42x12 м;
5. Ветсанпропускник 49x12 м;
6. Пункт штучного осіменіння 15x9 м;
7. Котельня 9x36 м;
8. Ветпункт і ізолятор 18x9 м;
9. Траншея для зберігання силосу 50x12 м;
10. Гноєсховища 60x20 м;
11. Кормоцех 20x15 м.

**Таблиця 2.5 - Розрахунок навантажень зручніше проводити, складаючи таблицю навантажень**

Назва об'єкту, його характеристика	Номер шифру	К-сть об'єктів	Коеф. участі в денному максимумі	Коеф. участі в вечірньому максимумі	Навантаження на ввіді в приміщення, кВт.		Навантаження на ввіді групи однойменних споживачів кВт.	
					денне, Р <sub>д</sub>	вечірнє, Р <sub>в1</sub>	денне, Р <sub>д</sub>	вечірнє, Р <sub>в</sub>
Корівник на 200 голів з механічним прибиранням гною	107	4	-	-	15	15	49,2	49,2
Телятник на 230 голів з родильним відділенням	119	2	-	-	6	10	10,2	17
Приміщення на 336 голів молодняку	114	2	-	-	3	5	5,1	8,5
Молочний блок продуктивністю 12 т. молока на добу	134	1	-	-	20	20	20	20
Ветсанпропускник	198	1	-	-	1	1	1	1
Пункт штучного осіменіння	200	1	-	-	2,0	-	2,0	-
Котельня	386	1	-	-	28	28	28	28
Ветпункт і ізолятор	199	1	-	-	3	3	3	3
Кормоцех ВРХ	132	1	-	-	50	50	50	50
Зовнішнє освітлення	-	17	-	1	-	-	-	7,75
							126,8	136,7

Навантаження на ввіді в жилий будинок дорівнює:

$$P_{д1} = K_{уд} * N, \quad \text{кВт}$$

$$P_{в1} = K_{ув} * N, \quad \text{кВт}$$

де Р<sub>д1</sub> – коефіцієнт участі в денному максимумі  $K_{уд} = 0,25...0,3$ ;

$K_{ув}$  – коефіцієнт участі в вечірньому максимумі  $K_{ув} = 1$ ;

N – норма розрахункового навантаження на ввіді в будинок.

Електричні навантаження виробничих приміщень приймаємо з додатку 1.

Визначаємо максимальне навантаження групи корівників:

$$P_{д} = K_0 * N * P_{д1} = 0,82 * 4 * 15 = 49,2 \text{ кВт}$$

$$P_{в} = K_0 * N * P_{в1} = 0,82 * 4 * 15 = 49,2 \text{ кВт}$$

Визначаємо навантаження для двох телятників:

$$P_D = K_0 * N * P_{D1} = 0,85 * 2 * 6 = 10,2 \text{ кВт}$$

$$P_B = K_0 * N * P_{B1} = 0,85 * 2 * 10 = 49,2 \text{ кВт}$$

Аналогічно визначаємо для приміщення на 336 голів молодняка:

$$P_D = K_0 * N * P_{D1} = 0,85 * 2 * 3 = 5,1 \text{ кВт}$$

$$P_B = K_0 * N * P_{B1} = 0,85 * 2 * 5 = 8,5 \text{ кВт}$$

Навантаження зовнішнього освітлення:

$$P_{\text{зовн. осв.}} = 0,25N + 0,003 L$$

де  $P_{\text{зовн. осв.}}$  – потужність зовнішнього освітлення, кВт.

$N$  – кількість приміщень на господарському дворі, шт. ( $N = 17$  шт.);

$L$  – довжина периметру господарського двору, м. ( $L = 1172$  м.).

$$P_{\text{зовн. осв.}} = 0,25 * 17 + 0,003 * 1172 = 7,75 \text{ кВт.}$$

Сумуємо розрахункові навантаження по денному максимуму методом добавок

$$\begin{aligned} P_D &= P_{D. \text{ найб.}} + P(D1) + P(D2) + P(D3) + P(D4) + P(D5) + P(D6) + P(D7) + P(D8) = \\ &= 50 + 34 + 6,0 + 3,0 + 12,5 + 0,6 + 1,2 + 17,7 + 18,1 = 126,8 \text{ кВт.} \end{aligned}$$

Аналогічно сумуємо навантаження на вечірньому максимумі:

$$\begin{aligned} P_B &= P_{B. \text{ найб.}} + P(B1) + P(B2) + P(B3) + P(B4) + P(B5) + P(B6) + P(B7) + P(B8) = \\ &= 50 + 34 + 10,5 + 5,1 + 12,5 + 0,6 + 17,7 + 1,8 + 4,75 = 136,7 \text{ кВт.} \end{aligned}$$

За розрахункову сумарну потужність, яку споживає ферма ВРХ на 800 голів приймаємо вечірнє навантаження:

$$P_B = P_M = 136,7 \text{ кВт.}$$

Потужність ТП:

$$S_p = \frac{P_M}{\cos \varphi} = \frac{136,7}{0,75} = 182,2 \text{ кВт.}$$

### 3. Визначення допустимих втрат напруги в електричних мережах

Електричний розрахунок ліній полягає в виборі марки, перерізу і кількості проводів методом мінімуму зведених втрат з перевіркою по допустимим відхиленням напруги в споживачів.

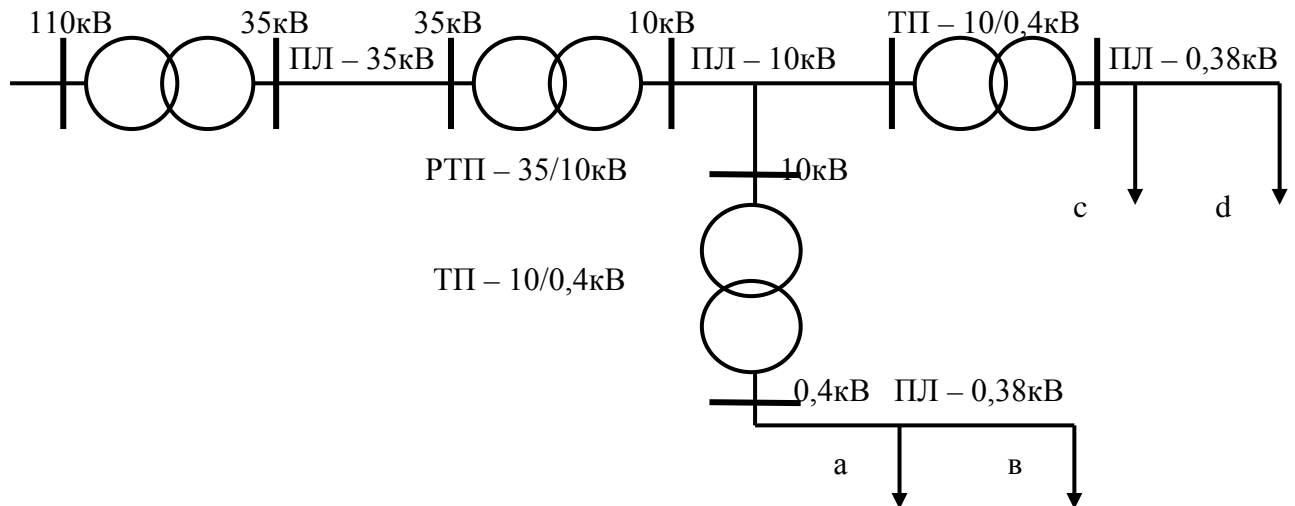
У відповідності з ДСТУ та змінами у параграфах 1 і 2 до нього для споживачів, приєднаних до електричних мереж сільськогосподарських районів допускається відхилення:

а) тваринницькі комплекси від  $-5\%$  до  $+5\%$ ;

б) інші споживачі в сільській місцевості в межах від  $-5\%$  до  $+5\%$ .

При планово - запобіжних роботах протягом доби, а також після аварійному режимі допускається додаткове зниження напруги на  $5\%$ .

Для визначення допустимої втрати напруги в мережі  $10\text{kV}$  складаємо таблицю відхилень напруги. У цій таблиці розглядаю два режими: - режими максимальних навантажень і режим мінімальних навантажень. Для обох режимів навантаження ( $100\%$  і  $25\%$ ) спочатку записуємо всі відомі відхилення напруги, а також вибираємо певні відгалуження обмоток трансформаторів. За режимом максимального навантаження визначаю допустиму втрату напруги в електричних лініях.



*Рисунок 3.1 - Схема для розрахунку відхилень напруги.*

Розрахунок ведемо по схемі мережі підстанції  $35/10\text{kV}$  для найближчих і найдальших споживачів (рис.2.2).



Таблиця 3.1 - Таблиця відхилень напруги при живленні від шин 35кВ, %

Елементи	Навантаження, %			
	Найвіддаленіша ТП – 10/0,4кВ		Найближча ТП – 10/0,4кВ	
	100 %	25 %	100 %	25 %
Шини 35кВ	+5	0	+5	0
<b>Лінія напругою 35кВ</b>	-6	-1,5	-6	-1,5
Трансформатор 35/10кВ:				
стала надбавка	+5	+5	+5	+5
відгалуження	+2,5	-2,5	+2,5	-2,5
втрати	-4	-1	-4	-1
<b>Лінія напругою 10кВ</b>	-6	-1,5	0	0
Трансформатор 10/0,4кВ:				
стала надбавка	+5	+5	+5	+5
відгалуження	+2,5	+2,5	0	0
втрати	-4	-1	-4	-1
<b>Лінія напругою 0,38кВ</b>	-5	0	-8,5	0
Споживачі	-5	+5	-5	+4

Трансформатори 110/35кВ і 35/10кВ працюють в режимі зустрічного регулювання напруги.

$$V_{10}^{100\%} = +2,5\% \quad V_{10}^{25\%} = -2,5\%$$

$$V_{35}^{100\%} = +5\% \quad V_{35}^{25\%} = 0\%$$

Для трансформатора 10/0,4кВ найвіддаленішої ТП-10/0,4кВ вибираємо відгалуження +2,5%, а для найближчої ТП-10/0,4кВ відгалуження 0%.

Розглянемо найвіддаленішу ТП-10/0,4кВ. У цьому випадку допустима втрата напруги в мережах

$$\Delta U_{\text{дон.}} = +5 + 5 + 2,5 - 4 + 5 + 2,5 - 4 - (-5) = 17\%$$

між окремими ступенями мереж цю втрату розділимо так:

$$35\text{кВ}—6\%, \quad 10\text{кВ}—6\%, \quad 0,38\text{кВ}—5\%.$$

Максимальне відхилення напруги в найближчого споживача *a* при мінімальному навантаженні:

$$V_a^{25\%} = -1,5 + 5 - 2,5 - 1 - 1,5 + 5 + 2,5 - 1 = +5\%$$

Для найближчої ТП-10/0,4кВ втрати напруги в мережі 10кВ не буде.

Визначаємо допустиму втрату напруги в мережі напругою 0,38кВ, що живиться від цього трансформатора

$$\Delta U_{\text{дон.}} = +5 - 6 + 5 + 2,5 - 4 + 5 - 4 - (-5) = -8,5 \%$$

Максимальне відхилення напруги в споживача  $c$  у режимі мінімального навантаження:

$$V_c^{25\%} = -1,5 + 5 - 2,5 - 1 + 5 - 1 = +4 \%$$

Отже основне відгалуження обмоток найближчої ТП-10/0,4кВ буде оптимальним.

#### **4. Вибір числа, типу і місця установки підстанції**

Для живлення об'єкту електропостачання слід вибрати кількість трансформаторних підстанцій.

Тип трансформаторних підстанцій вибирається по наступних параметрах з врахуванням надійності електропостачання сільськогосподарських споживачів:

##### ***1. За величиною вищої і нижчої напруги***

Так як всі сільськогосподарські споживачі живляться напругою 380/220 В, то величину низької напруги слід вибрати 380/220 В. Величину вищої напруги вибирають в залежності від напруги розподільчої лінії. Яка знаходиться найближче до проєктованого об'єкту. Якщо ближче до об'єкту електропостачання знаходиться розподільча мережа 10 кВ, то величину вищої напруги слід вибрати 10 кВ, а якщо ПЛ-35 кВ, то величину вищої напруги можна вибрати 35 кВ.

##### ***2. За потужністю***

Потужність трансформаторів споживчих підстанцій вибирають за розрахунковою потужністю. Розрахункова потужність споживчої підстанції становить 182,2 кВА. З таблиці Інтервалу навантажень вибирають потужність силового трансформатора (дод. 2). Госдвір відноситься до споживачів першої категорії електропостачання. Тому ми встановлюємо на ТП-10/0.4 кВ два трансформатори.

$$S_{\text{тр}} = S_{\text{роз}} * 0,7 = 182,2 * 0,7 = 127,5 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{min}} \leq S_{\text{тр}} \leq S_{\text{max}}$$

$$94\text{кВА} < 100\text{кВА} < 148\text{кВА}$$

Вибираємо номінальну потужність трансформатора 100 кВА.

Паспортні дані трансформатора ТМ-100/10 (дод. 3):

Потужність – 100 кВА.

Втрати х.х. – 0,34 кВт.

Втрати к.з. – 1,97 кВт.

Напруга к.з. – 4,5 %.

Струм х.х. – 4,0 %.

### **3. За конструктивним виконанням**

При виборі типу підстанції по конструктивному виконанню перевагу слід віддавати підстанціям типу КТП заводського виготовлення (відкриті і закриті), які економічно вигідні і потребують значно менше часу і праці при монтажі.

Підстанції закритого типу в приміщеннях рекомендується використовувати в районах підвищеної забрудненості атмосфери, селищах сільського типу, за розрахунковими температурами  $-40^{\circ}\text{C}$  і нижче, а також для живлення великих сільськогосподарських комплексів. Так як даний об'єкт електрифікації по надійності електропостачання відноситься до першої категорії, то слід вибрати закриту трансформаторну підстанцію. В тих випадках, коли при спорудженні однієї ТП лінії 380/220 В дуже довгі, число підстанцій в населеному пункті збільшується до двох і більше. Для електропостачання населених пунктів і сільськогосподарських підприємств широко застосовують підстанції 10/0,4 кВ типу КТП-70 потужністю 25... 160 кВА і 250 кВА, які встановлюються на високому фундаменті типу КТПМ (щоглової) і типу КТПТ-К-630-1 (тупикові), КТПП-К-630-2 (прохідні), які встановлюються на низькому фундаменті. При виборі площадки для будівництва підстанцій необхідно керуватись рядом вимог, одна із яких - розміщення підстанції в центрі електричних навантажень. Центр навантаження можна визначити по формулах:

$$X_p = \frac{\sum P_i X}{\sum P_i} \quad \text{і} \quad Y_p = \frac{\sum P_i Y}{\sum P_i}$$

де:  $P_i$  – розрахункова потужність  $i$ -го споживача;

$X, Y$  – проекція  $i$ -го споживача на вісь  $X$  і  $Y$ ;

$\sum P_i$  – сумарна розрахункова потужність всіх споживачів в зоні електропостачання підстанції.

Початок координат і координатні осі вибирають довільно. Якщо центр навантажень вибирається в найближчому від центру навантажень пункті, який задовольняє даним вимогам.

### Приклад

Визначити центр навантажень для споживачів, розміщених на рис.2.3.

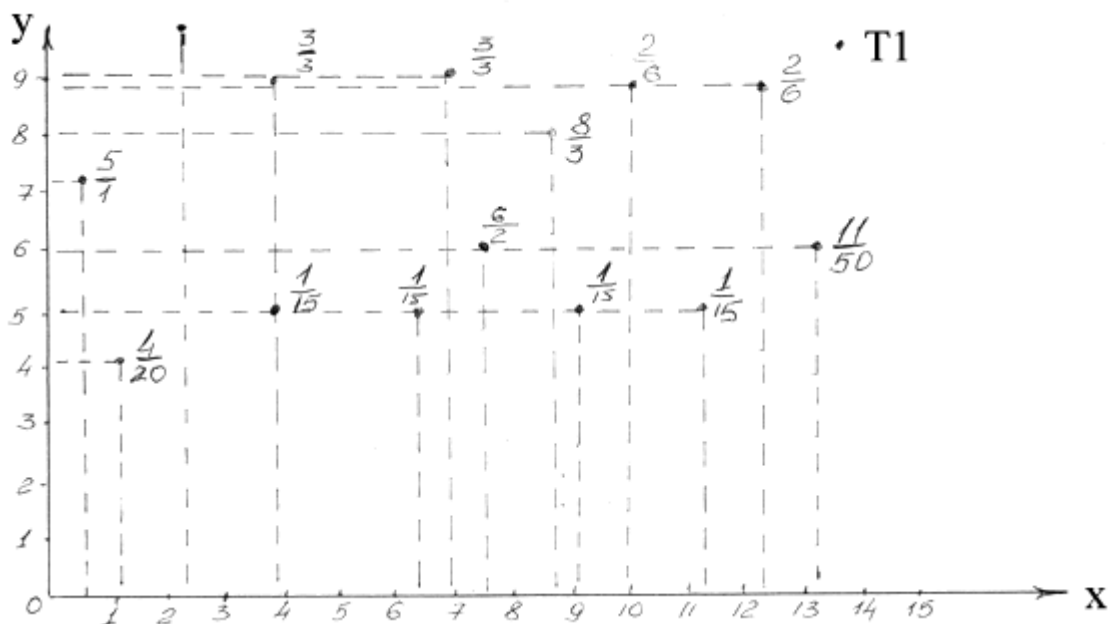


Рисунок 4.1 - Схема для визначення центру електричних навантажень.

$$X_p = \frac{\sum P_i X}{\sum P_i} = \frac{15 \cdot 3,8 + 15 \cdot 6,2 + 15 \cdot 9 + 15 \cdot 11,2 + 6 \cdot 10 + 6 \cdot 12,2 + 3 \cdot 3,8 + 3 \cdot 6,8 + 20 \cdot 1,2 + 1 \cdot 0,5 +$$

$$+ 2 \cdot 7,5 + 28 \cdot 2,2 + 3 \cdot 8,6 + 50 \cdot 13,2}{182} = \frac{57 + 93 + 135 + 168 + 60 + 73,2 + 11,4 + 20,4 + 24 + 0,5 + 15 +$$

$$+ 61,6 + 25,8 + 660}{182} = \frac{1360}{182} = 7,4 \text{ см.}$$

$$Y_p = \frac{\sum P_i Y}{\sum P_i} = \frac{15 \cdot 4,9 + 15 \cdot 4,9 + 15 \cdot 4,9 + 15 \cdot 4,9 + 6 \cdot 8,7 + 3 \cdot 9 + 3 \cdot 9 + 20 \cdot 4 + 1 \cdot 7,3 + 2 \cdot 6 + 28 \cdot 9,7 + 3 \cdot 8}{182} =$$

$$= \frac{73,5 + 73,5 + 73,5 + 73,5 + 52,5 + 52,5 + 27 + 27 + 80 + 7,3 + 12 + 211,6 + 24}{182} = \frac{786,9}{182} = 4,32 \text{ см.}$$

Даний центр навантаження не задовольняє вимогам НТПС, тому місце

встановлення підстанції вибираємо в т. 1 рис.2.3.

Помноживши одержане значення на масштаб одержимо:

$$X_p = 7,4 \cdot 25 = 185 \text{ м.}$$

$$U_p = 4,32 \cdot 25 = 108 \text{ м.}$$

### **5. Електричний розрахунок ліній 0.38кВ**

Електричний розрахунок проводів проводиться з метою вибору марки і перерізу проводів. При розрахунку ПЛ–0,38 кВ для електропостачання сільських споживачів необхідно керуватись слідуючими положеннями:

1. Всі споживачі лінії в сільських місцевостях виконуються напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

2. Основна магістральна лінія виконується п'ятипровідною: три фазних проводи, один нульовий і один для освітлення.

3. Відгалуження лінії з невеликим навантаженням при відсутності електродвигунів рекомендується проектувати двох або трипровідниковими 1ф+0; 2ф+0.

4. По умовах механічної міцності переріз проводів повинен бути не менше:

- алюмінієвих - 16 мм<sup>2</sup>, на господарських дворах - 25 мм<sup>2</sup>;
- сталевалюмінієві - 10 мм<sup>2</sup>;
- сталіні однодротові - діаметром 4 мм;
- сталіні багатодротові - 25 мм<sup>2</sup>.

5. На лініях з сталініми проводами всіх перерізів, з сталевалюмінієвими проводами переріз 10 мм<sup>2</sup> і на лініях, які живлять тваринницькі приміщення, незалежно від марки проводу, провідність нульового проводу повинна дорівнювати провідності фазного проводу. У всіх інших випадках провідність нульового проводу повинна бути не менше 50% провідності фазних проводів.

6. Втрата напруги в кінці лінії повинна бути близькою до значення допустимої втрати, з врахуванням втрат у внутрішніх проводах.

7. Повинен забезпечуватись запуск електродвигунів з короткозамкнутим ротором згідно ПУЕ.

8. Кількість різнотипних проводів повинна бути як найменшою.

9. Вибрані в результаті розрахунку проводи ПЛ повинні перевірятись на

чутливість захисту при однофазних коротких замиканнях.

10. Трасу ПЛ. 380/220 В необхідно, як правило, прокладати по двох сторонах вулиці. Якщо ПЛ-0,38кВ проходить по одні стороні вулиці, то при перетині частини вулиці, необхідно дотримуватись нормативних габаритів над проїжджою частиною.

Розрахунок проводів слід проводити методом мінімуму приведених затрат в такій послідовності:

1. На плані населеного пункту і господарського двору наноситься мережа 380/220 В.

2. Мережа розбивається на ділянки довжиною не більше 100 м (більша довжина може бути прийнята, якщо на значній частині мережі немає навантаження) і границі їх нумеруються.

3. Всі навантаження споживачів, приєднаних до даної ділянки сумуються і наносяться в кінці розрахункової ділянки на розрахункову схему. Громадські, комунальні і побутові споживачі наносяться окремо. На розрахунковій ділянці вказується її довжина.

4. Розрахункова активна потужність на ділянках визначається табличним методом в випадках, якщо навантаження, відрізняються більш як в 4 рази – методом добавок, якщо навантаження однорідні і не відрізняються одне від одного більш як в 4 рази – методом коефіцієнта одночасності ( $K_0$ ). При визначенні навантажень вуличного освітлення коефіцієнт одночасності приймається - 1.

5. Після визначення розрахункової активної потужності на ділянках, визначається повна максимальна потужність на ділянках:

$$S_{МАК} = \frac{P_{МАК}}{\cos \varphi}, \text{ кВА}$$

де  $P_{МАК}$  – максимальне активне навантаження, кВА;

$\cos \varphi$  - коефіцієнт потужності.

6. Визначають еквівалентну потужність на ділянках:

$$S_{ЕКВ} = S_{МАК} \cdot K_{Д}, \text{ кВА}$$

де  $K_{Д}$  - коефіцієнт динаміки росту навантаження = 0,7

В залежності від району кліматичних умов і відповідного значення товщини шару ожеледі (дод. 4), по еквівалентній потужності вибираємо переріз "основного" проводу і число проводів в лінії на кожній ділянці ПЛ.

7. Після вибору основних проводів проводиться попередній розрахунок ПЛ на втрату напруги при умові, що по цих проводах буде подаватись максимальна, а не еквівалентна потужність.

8. В результаті попереднього розрахунку ПЛ з "основними" проводами можливі декілька випадків:

- а) втрата напруги дорівнює допустимій, або менша від неї;
- б) втрата напруги більша від допустимої.

В випадку "а" розрахунок на цьому закінчено.

В випадку "б" необхідно на деяких ділянках ПЛ замінити основні проводи на додаткові, але більшого перерізу.

Рекомендується збільшувати переріз в першу чергу на тих головних ділянках магістральної частини ПЛ, які мають найбільші втрати напруги.

### ***Приклад***

Вибрати проводи для ПЛ 380/220 В на господарському дворі, план показаний на рисунку 1. Розрахунок виконати методом мінімуму приведених затрат.

Допустима втрата напруги 7%.

Господарський двір знаходиться на другому кліматичному районі по напору вітру і ожеледі, тоді  $V=10$  мм.

### ***Рішення***

На плані господарського двору наноситься мережа 380/220 В. (рис.2. 1).

Розрахункові схеми ліній, які живляться від ТП показані на рис.5.1.

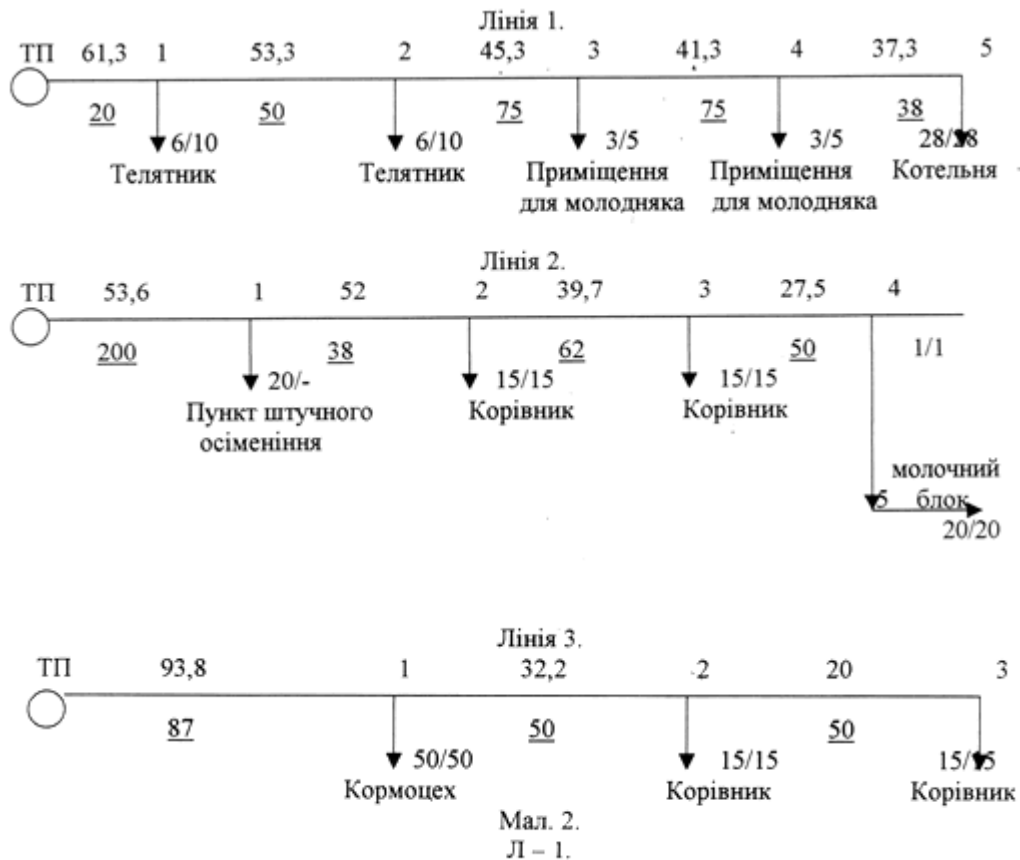


Рисунок 5.1 - Розрахункові схеми ліній.

Розрахунок ведемо за вечірнім максимумом, так як вечірнє навантаження дещо більше від денного.

Знаходимо розрахункові активні навантаження на кожній ділянці лінії. Розрахунок слід починати з кінця лінії, з останньої ділянки. При сумуванні навантажень необхідно користуватись таблицями підсумовування навантажень в мережах 0,38 кВ (дод. 5).

Ділянка 4-5

$$P_{4-5}=28 \text{ кВт.}$$

Ділянка 3-4

$$P_{3-4}=P_{4-5}+P(5)=28+3=31 \text{ кВт.}$$

Ділянка 2-3

$$P_{2-3}=P_{3-4}+P(5)=31+3=34 \text{ кВт.}$$

Ділянка 1-2

$$P_{1-2}=P_{2-3}+ P(10)=34+6=40 \text{ кВт.}$$

Ділянка ТП-1

$$P_{\text{ТП-1}}=P_{1-2}+ P(10)=40+6=46 \text{ кВт.}$$



Знаходимо розрахункові повні навантаження на кожній ділянці лінії.

Ділянка 4-5

$$S_{4-5} = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{28}{0,75} = 37,3 \text{ кВА}$$

Ділянка 3-4

$$S_{3-4} = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{31}{0,75} = 41,3 \text{ кВА}$$

Ділянка 2-3

$$S_{2-3} = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{34}{0,75} = 45,3 \text{ кВА}$$

Ділянка 1-2

$$S_{1-2} = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{40}{0,75} = 53,3 \text{ кВА}$$

Ділянка ТП-1

$$S_{ТП-1} = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{46}{0,75} = 61,3 \text{ кВА}$$

Визначаємо еквівалентне навантаження на кожній ділянці

Ділянка 4-5

$$S_{екв.} = S_p \cdot K_\theta = 37,3 \cdot 0,7 = 26,1 \text{ кВА}$$

Ділянка 3-4

$$S_{екв.} = S_p \cdot K_\theta = 41,3 \cdot 0,7 = 28,9 \text{ кВА}$$

Ділянка 2-3

$$S_{екв.} = S_p \cdot K_\theta = 45,3 \cdot 0,7 = 31,7 \text{ кВА}$$

Ділянка 1-2

$$S_{екв.} = S_p \cdot K_\theta = 53,3 \cdot 0,7 = 37,3 \text{ кВА}$$

Ділянка ТП-1

$$S_{екв.} = S_p \cdot K_\theta = 61,3 \cdot 0,7 = 42,9 \text{ кВА}$$

По еквівалентній потужності по таблиці економічних навантажень алюмінієвих проводів повітряних ліній напругою 380/220 В (дод. 4) вибираємо марку основного проводу.

Ділянка 4-5. Ожеледь 10 мм.  $S_{екв.}=26,1$  кВА. Марка і переріз основного

проводу 3А50+А50

Ділянка 3-4. Провід 3А50 +А50

Ділянка 2-3. Провід 3А50 +А50

Ділянка 1-2. Провід 3А50 +А50

Ділянка ТП-1. Провід 3А50 +А50

Визначаємо втрату напруги у вибраних проводах.

Ділянка 4-5.

$$\Delta U_{4-5} = S_{p4-5} \cdot l \cdot \Delta U_{\text{нит.}\%}$$

де  $S_p$  – розрахункове максимальне навантаження на ділянці.

$l$  – довжина ділянки., км.

$\Delta U_{\text{нит.}\%}$  – питомі втрати напруги в проводах % кВА км .

$$\Delta U_{4-5} = 37,3 \cdot 0,038 \cdot 0,45 = 0,63\%$$

Ділянка 3-4

$$\Delta U_{3-4} = 41,3 \cdot 0,075 \cdot 0,45 = 1,39\%$$

Ділянка 2-3

$$\Delta U_{2-3} = 45,3 \cdot 0,075 \cdot 0,45 = 1,52\%$$

Ділянка 1-2

$$\Delta U_{1-2} = 53,3 \cdot 0,05 \cdot 0,45 = 1,19\%$$

Ділянка ТП-1

$$\Delta U_{\text{ТП-1}} = 61,3 \cdot 0,02 \cdot 0,45 = 0,55\%$$

Визначаємо втрату напруги від підстанції і найбільше її значення порівнюємо з допустимою  $\Delta U_d = 7\%$  :

$$\Delta U_{\text{ТП-1}} = 0,55\%$$

$$\Delta U_{\text{ТП-2}} = 0,55 + 1,19 = 1,74\%$$

$$\Delta U_{\text{ТП-3}} = 1,74 + 1,52 = 3,26\%$$

$$\Delta U_{\text{ТП-4}} = 3,26 + 1,39 = 4,65\%$$

$$\Delta U_{\text{ТП-5}} = 4,65 + 0,63 = 5,28\%$$

$$\Delta U_\phi = 5,28\% \quad \hookrightarrow \quad \Delta U_d = 7\%$$

Як видно із розрахунків, фактична втрата напруги менша за допустиму.  
Розрахунок лінії №1 на цьому закінчується.

Розрахунок лінії 2 і 3 проводиться аналогічно і результати заносяться в таблицю 5.1.

Про порівняння допустимої втрати і фактичної втрати напруги виявлено, що в ПЛ №2 допустима втрата напруги  $\Delta U_d=7\%$  менша за фактичну  $\Delta U_f=7,92\%$ . На цій лінії необхідно змінити поперечний переріз проводів на останніх ділянках.

Замінюємо провід А25 на провід А50 і записуємо в графу 12. проводимо кінцевий розрахунок на втрату напруги. Результати заносяться в таблицю 5.1 графи 13, 14, 15.

Таблиця 5.1 - Електричний розрахунок ліній напругою 0,38 кВ.

Номер дільниці	Розрах. активна потужність на дільниці, кВт	cos φ	Повна розрах. потужність, кВт	Коеф. динаміки росту навант. К <sub>д</sub>	Еквівалентна потужність на дільниці, кВА	Довжина дільниці, км	Марка і переріз основного проводу	Попередній розрахунок на втрату напруги			Марка і переріз додаткового проводу	Кінцевий розрах. на втрату напруги.		
								кВА. км	пит. % на дільниці, %	від ТП, %		кВА. км	пит. % на дільниці, %	від ТП, %
Л-1.														
4-5	28	0,75	37,3	0,7	26,1	0,038	3А50+А50	0,45	0,63	5,28	-	-	-	-
3-4	31	0,75	41,3	0,7	28,9	0,075	3А50+А50	0,45	1,39	4,65	-	-	-	-
2-3	34	0,75	45,3	0,7	31,7	0,075	3А50+А50	0,45	1,52	3,26	-	-	-	-
2-1	40	0,75	53,3	0,7	37,3	0,05	3А50+А50	0,45	1,19	1,74	-	-	-	-
ТП-1	46	0,75	61,3	0,7	42,9	0,02	3А50+А50	0,45	0,55	0,55	-	-	-	-
Л-2.														
4-5	20	0,75	26,6	0,7	18,6	0,062	3А25+А25	0,77	1,26	7,99	3А5	0,45	0,74	6,9
3-4	20,6	0,75	27,5	0,7	19,2	0,05	3А25+А25	0,77	1,05	6,73	3А5	0,45	0,6	6,2
2-3	29,8	0,75	39,7	0,7	29,7	0,062	3А50+А50	0,45	1,1	5,68	-	-	-	-
2-1	39	0,75	52	0,7	36,4	0,038	3А50+А50	0,45	0,88	4,58	-	-	-	-
ТП-1	40,2	0,75	53,6	0,7	41,2	0,2	3А50+А50	0,45	3,7	3,7	-	-	-	-
Л-3.														
2-3	15	0,75	20	0,7	14	0,05	3А25+А25	0,77	0,77	2,33	-	-	-	-
1-2	24,2	0,75	32,2	0,7	22,5	0,05	3А25+А25	0,77	1,23	1,56	-	-	-	-
ТП-1	65	0,75	93,8	0,7	65,5	0,087	3А50+А50	0,45	0,33	0,33	-	-	-	-

## 6. Конструктивне виконання мережі і підстанцій

Конструктивне виконання мережі і підстанції складається на основі типових проектів або каталогів. В розділі необхідно вказати призначення ПЛ–0,38 кВ і підстанцій 10/0,4 кВ. Описати конструкцію вибраних підстанцій і повітряних ліній, привести необхідну характеристику , підстанцій, спосіб підключення підстанції до розподільчої мережі 10 кВ. Вказати марки проводів ПЛ-0,38 кВ, типи вибраних опор і ізоляторів. Вказати габарити повітряних ліній і відстані між опорами. Вибрати типи світильників вуличного освітлення і вказати способи їх кріплення. Вказати, в яких місцях на кутових опорах встановлюються відтяжки, а в яких – відкоси. Вказати марку проводу, який буде використовуватись на відтяжки. Описати, як виконується повторне заземлення нульового проводу і яким проводом воно виконується. Описати, який фундамент вибраний під установку КТП, а також наявність огорожі на підстанції.

## 7. Розрахунок струмів короткого замикання

Розрахунок струмів КЗ проводиться з метою вибору апаратури на підстанції та перевірки вибраної апаратури на надійність спрацювання при однофазних КЗ Зручніше проводиться розрахунок струмів КЗ в мережах 0,38 кВ способом іменованих одиниць. В курсовій роботі завданням передбачено визначення струмів трифазного короткого замикання на початку лінії та однофазного КЗ в кінці кожної лінії. Розрахунок струмів КЗ слід вести в такому порядку:

1. Складається розрахункова схема до точки КЗ.
2. Визначають повний опір трансформатора за формулою:

$$Z_{T-P} = \frac{U_{K\%} U_{CP.}^2}{100 \cdot S_H}, \text{ Ом}$$

де  $U_{K\%}$  – напруга КЗ трансформатора (дод. 3)

$U_{CP}$  – середня напруга мережі, кВ;

$S_H$  – номінальна потужність трансформатора, МВА.

3. Струм трифазного к.з. на шинах ТП визначають:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{CP.}}{\sqrt{3} \cdot Z_{T-P}}, \text{ кА}$$

4. Визначають струм однофазного короткого замикання в кінці лінії:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\Pi} + \frac{Z_T}{3}}, \text{ кА}$$

де  $U_{\phi}$  – фазна напруга мережі. В;

$Z_{\Pi}$  – повний опір петлі "фаза - нуль"

$$Z_{\Pi} = \sqrt{R_{\Pi}^2 + X_{\Pi}^2}, \text{ Ом}$$

де  $R_{\Pi}$  – активний опір петлі "фаза - нуль"

$$R_{\Pi} = (R_{оф} + R_{он})L, \text{ Ом}$$

$R_{оф}$  – активний опір 1 км фазного проводу, Ом/км

$R_{он}$  – активний опір 1 км нульового проводу.

$$X_{\Pi} = X_o L, \text{ Ом}$$

де  $X_o = 0,35$  Ом/км.

$Z_T/3$  – одна третя частина повного опору трансформатора

$$Z_T/3 = 26/S_{HT},$$

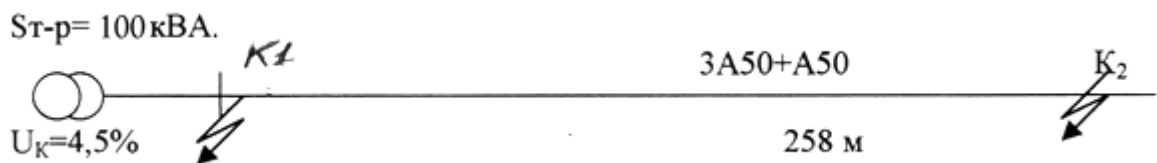
де  $S_{HT}$  – номінальна потужність трансформатора, кВА.

5. Визначають ударний струм трифазного КЗ

$$I_y = 1,41 \cdot I_{к.з.}, \text{ кА.}$$

### Приклад

Визначити струм трифазного к.з. на шинах ТП та струм однофазного к.з. в кінці лінії.



Повний опір трансформатора:

$$Z_{T-P} = \frac{U_{K\%} U_{CP.}^2}{100 \cdot S_H} = \frac{4,5 \cdot 0,4^2}{100 \cdot 0,1} = 0,072 \text{ Ом}$$

Струм трифазного к.з. на шинах ТП буде становити:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{CP.}}{\sqrt{3} \cdot Z_{T-P}} = \frac{0,4}{1,73 \cdot 0,072} = 3,2 \text{ кА.}$$

Ударний струм:

$$I_y = 1,41 I_{к.з.} = 1,41 \cdot 3,2 = 4,51 \text{ кА.}$$

Струм однофазного к.з.:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{\phi}}{Z_{II} + \frac{Z_T}{3}} = \frac{220}{0,35 \cdot 0,26} = 360,7 \text{ А}$$

$$Z_{II} = \sqrt{R_{II}^2 + X_{II}^2} = \sqrt{0,33^2 + 0,15^2} = 0,35 \text{ Ом}$$

$$R_{II} = (R_{оф} + R_{он})L = (0,64 + 0,64)0,258 = 0,33 \text{ Ом}$$

$$X_{II} = X_o L = 0,35 \cdot 0,258 = 0,165 \text{ Ом}$$

$$\frac{Z_T}{3} = \frac{26}{100} = 0,26 \text{ Ом}$$

## 8. Вибір апаратури і перевірка на дію струмів КЗ

У відповідності з Правилами влаштування електроустановок електричну апаратуру, як низької так і високої напруги, вибирають за каталогом.

Номінальні напруга і струм апарата, наведені в каталозі, повинні дорівнювати напрузі і струму електроустановки в нормальному режимі роботи або дещо перевищувати їх. Вимикаючі апарати вибирають, крім цього, за струмом і потужністю вимикання, вимірювальні трансформатори – за класом точності з урахуванням дійсного навантаження їх вторинних обмоток.

У режимі короткого замикання вибрану апаратуру перевіряють на термічну і динамічну стійкість. Термічну стійкість апаратів перевіряють, порівнюючи розрахунковий усталений струм к.з.  $I_{\infty}$  зведений час дії к.з. –  $t_{зв}$ . із струмом термічної стійкості апаратури  $I_t$  (за каталогом), що гарантується заводом протягом часу  $t$ . При цьому повинно справджуватись співвідношення:

$$I_t^2 t \geq I_{\infty}^2 t_{зв}$$

При перевірці динамічної стійкості електричних апаратів порівнюють максимальний допустимий струм  $I_{max}$ . (за каталогом) для певного апарата з ударним струмом трифазного короткого замикання  $I_y$  за співвідношенням:

$$i_{max} \geq i_y.$$

Слід зазначити, що оскільки в сільських електроустановках струми к.з. порівняно невеликі, електричні апарати майже завжди мають запас термічної і динамічної стійкості.

В курсовій роботі необхідно вибрати високовольтну і низьковольтну апаратуру споживчих підстанцій. Із високовольтної апаратури необхідно вибрати роз'єднувачі, запобіжники і розрядники. Із низьковольтної апаратури необхідно вибрати рубильник або автоматичний вимикач на вводі, рубильники на відхідних лініях, трансформатори струму і низьковольтні розрядники.

### ***Приклад***

Вибрати обладнання для закритої трансформаторної підстанції, яка встановлена на господарському дворі.

1. Для вибору обладнання споживчої ТП визначаємо максимальний робочий струм.

$$I_{P.MAX} = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{182,2}{1,73 \cdot 10} = 10,5 \text{ А.}$$

2. Визначаємо номінальний струм трансформатора:

$$I_H = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{100}{1,73 \cdot 10} = 5,7 \text{ А.}$$

Обладнання трансформаторних підстанцій вибираємо по наступних умовах:

- 1) по напрузі  $U_{H.OB}/U_M$ ;
- 2) по струму  $I_{OBL}/I_{POB.MAX}$ ;
- 3) за місцем встановлення.

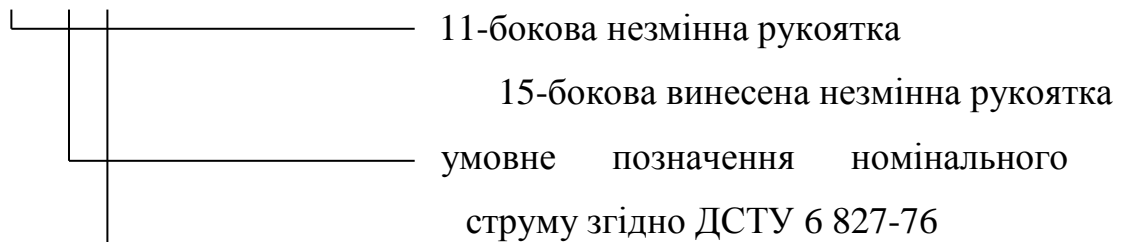
Таким чином вибираємо наступне обладнання трансформаторних підстанцій.

Таблиця 8.1 – Вибір устаткування ТП- 10/0,4кВ

Назва обладнання	ТП №1		ТП №2	
	Тип	К-сть	Тип	К-сть
Роз'єднувач	РВ-10	1		
Розрядник	РВО-10	3		
Запобіжник	ПКТ-10	3x15		
Низьковольтна апаратура				
Апарат на вводі	А3734	1		
Рубильники	Р/П/15-343	3		
Трансформатори струму	ТК- 20 300/5	3		
Розпорядник	РВН-0,5	3		

На закритих ТП слід використовувати для вмикання і вимикання відхідних ліній рубильники типу Р/П.

Р/П/XX–XXX



Позначення	30	31	34	35	36	37	38
$I_H, A$	80	100	200	250	320	400	500

число полюсів

Визначаємо струм плавких вставок запобіжників ПКТ-10 для захисту трансформатора.

$$I_{пл.вст.} / (1,5...2,5) I_H = (1,5...2,5) 5,7A = (8,5...15,2) A,$$

приймаємо  $I_{н.вст.} = 15 A$ .

Для вибору трансформаторів струму на стороні 0,4кВ визначаємо робочий максимальний струм трансформатора у вторинній обмотці

$$I_{P.MAX} = \frac{S_{MAX}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{182,2}{1,73 \cdot 0,4} = 264 A.$$

Вибираємо трансформатор струму ТК-20- 300/5.

Перевірку на термічну і динамічну дію струму к.з. вибрано обладнання не проводимо в зв'язку з тим, що в сільському господарстві на лініях великої протяжності струми к.з. порівняно невеликі і вибрана високовольтна апаратура



здалегідь відповідає вимогам динамічної і термічної стійкості струмам короткого замикання.

## 9. Розрахунок і узгодження захисту

В цьому розділі необхідно вибрати апаратуру захисту на споживчих підстанціях, а також провести узгодження вибраної апаратури захисту з високовольтними запобіжниками типу ПК-10. Для захисту ліній 0,38 кВ від коротких замикань на них проектом слід передбачити апаратуру захисту, якою комплектуються трансформаторні підстанції.

Для захисту ліній КТП рекомендується вибрати автоматичні вимикачі серії А 3700, а для захисту лінії закритої трансформаторної підстанції запобіжники типу ПН-2.

### *Приклад*

Вибрати апаратуру захисту для ТП-1, яка встановлена на господарському дворі.

Вибір апаратури захисту проводимо в наступній послідовності.

#### **1. Визначаємо робочий струм кожної лінії**

Лінія-1

$$I_{PI} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \text{ А.}$$

де  $S_p$  - розрахункова максимальна потужність даної лінії (таб. 5.1.)

$$I_{PI} = \frac{61,3}{1,73 \cdot 0,4} = 88,8 \text{ А}$$

Лінія-2

$$I_{PI} = \frac{53,6}{1,73 \cdot 0,4} = 77,7 \text{ А}$$

Лінія-3

$$I_{PI} = \frac{93,8}{1,73 \cdot 0,4} = 135,9 \text{ А}$$

#### **2. Згідно таблиці 3 (Л-4) вибираємо плавкі вставки запобіжників**

Лінія 1.  $I_{нз}=100 \text{ А}$   $I_{н.пл.вст}=100 \text{ А}$ .

Лінія 2.  $I_{нз}=100 \text{ А}$   $I_{н.пл.вст}=80 \text{ А}$ .

Лінія 3.  $I_{нз}=250 \text{ А}$   $I_{н.пл.вст}=150 \text{ А}$ .

### 3. Вибраний захист перевіряємо на надійність спрацювання при однофазних коротких замиканнях в кінці лінії.

Умова надійності спрацювання захисту:

$$I_{кз} \geq 3I_{н.пл.вст.} \quad \text{або} \quad \frac{I_{кз}}{I_{н.пл.вст.}} \geq 3$$

Лінія 1.  $I_{кз}=360,7 \text{ А}$ ,  $\frac{I_{кз}}{I_{н.пл.вст.}} = \frac{360,7}{100} = 3,6 > 3$

Захист лінії 1 працює надійно. Аналогічно перевіряють на надійність спрацювання захисту решти лінії і результати заносять в таб. 9.1.

Таблиця 9.1 – Перевірка надійності спрацювання запобіжників

№ ТП	№ лінії	Робочий струм лінії, А	Тип захисного апарату	Струм пл. вставки комб. розч.	$I_{кз}$	$\frac{I_{кз}}{I_{н.р.}} \geq 3$
1	1	88,8	ПН2-100	100	360,7	3,6
	2	77,7	ПН2-100	80		
	3	135,9	ПН2-250	150		

Якщо відношення  $\frac{I_{кз}}{I_{н.р.}} < 3$ , то необхідно на даній лінії збільшити поперечний переріз проводу і перерахувати струм однофазного короткого замикання в кінці лінії.

4. Узгодження захисту проводиться для запобіжника ПК-10 та запобіжника ПН-2, або автоматичного вимикача, який захищає лінію з найбільшим робочим струмом. Селективність буде забезпечена при умові:

$$t_B \geq \frac{t_{с.з.} + \Delta t}{K_{п}}$$

де,  $t_B$  – час плавлення плавкої вставки високовольтного запобіжника при к.з. на стороні 0,4 кВ, с (Л-4) ст. 197.

$t_{с.з.}$  – повний час спрацювання захисту з сторони 0,4 кВ, з яким здійснюється узгодження запобіжників (для електромагнітних розчіплювачів автоматів  $I_{сз}=0,02 \pm 0,01с$  для запобіжників  $I_{с.з.}$  визначається по ампер-секундній характеристиці) (Л-4) ст.27

$\Delta t$  - мінімальна ступінь селективності, для автоматів – 0,3 с, для запобіжників – 0,6 с.

$K_{\Pi}=0,9$  коефіцієнт приведення каталожного часу плавлення плавкої вставки до часу його розігріву.

Для запобіжника ПК-10,  $I_{н.вст}=15$  А. Струм короткого замикання на шини 0,4 кВ – 3200 А. Струм на шини 10 кВ при короткому замиканні на стороні 0,4 кВ буде дорівнювати

$$I_{к.з.} = \frac{I_{к.з.}}{K} = \frac{3200}{25} = 128 \text{ А}$$

По ампер-секундній характеристиці для струму 128 А і  $I_{н.вст.}=15$  А. Визначаємо час перегорання плавкої вставки високовольтного запобіжника  $t_{в}=0,4$ с. Для запобіжника ПН2 з  $I_{н.вст.}=100$  А, при  $I_{к.з.} = 3200$  А,  $t_{к.з.}=0,005$  с.

$$0,4 \geq \frac{0,005 + 0,6}{0,9} = 0,67 \text{ с.}$$

$0,4 < 0,67$ . Умова недотримується. Необхідно збільшити на ступінь плавку вставку високовольтного запобіжника. Приймаємо  $I_{н.пл.вст.}=20$  А.

$t_{в}=2,0$ с  $2,0$ с  $> 0,67$ с. Умова узгодження дотримується. Після цього плавка вставка повинна бути перевірена по умові  $t_{в} \leq t_{к} \leq 5$  с..

де  $t_{к}$  – допустимий час протікання струму к.з. в трансформаторі по умовах термічної стійкості, с.

$$t_{к} = \frac{900}{K^2} \quad ; \quad K = \frac{I_{\infty}}{I_{н.т.}}$$

відношення устанавленого струму к.з. до номінального струму трансформатора

$$I_{н.т.} = \frac{S_{н}}{\sqrt{3} \cdot U_{н}} = \frac{100}{1,73 \cdot 0,4} = 144,5 \text{ А.}$$

$$K = \frac{3200}{144,5} = 22,1 \quad t_{к} = \frac{900}{22,1^2} = 1,8 \text{ с.}$$

$1,5$ с  $< 1,8$ с  $< 5$ с. Умова дотримується.

## 10. Розрахунок заземлюючих пристроїв і вибір засобів грозозахисту

Вихідними даними для розрахунку заземлення є:

1. Потужність підстанції.
2. Питомий опір ґрунту.

3. Кількість повторних заземлень на лініях 0,38 кВ.

4. Наявність природних заземлювачів.

Обґрунтування допустимого опору заземлюючого пристрою підстанції 10/0,4 кВ. Допустима величина заземлюючого пристрою підстанції вибирається, виходячи із слідуєчої умови.

Якщо заземлюючий пристрій використовується для електроустановок вище 1000 В і до 1000 В то:

$$r_g = \frac{125}{I_3} \leq 10 \text{ Ом}$$

де  $I_3$  – розрахунковий струм замикання на землю.

$$I_3 = \frac{U_H \cdot (L_{ПЛ} + 0,35L_{КЛ})}{350}, \text{ А}$$

де  $U_H$  - лінійна номінальна напруга кВ.

$L_{ПЛ}$  і  $L_{КЛ}$ - відповідно довжина електрично зв'язаних повітряних і кабельних ліній.

В переважній більшості випадків струм замикання на землю в сільських мережах не перевищує 10 А, то приймають  $I_3=10$  А.

Тоді:

Нормативний опір заземлення ТП разом з природними заземлювачами і з повторним заземленням ліній 0,38 кВ не повинен перевищувати 4 Ом. При цьому опір самих штучних заземлювачів не повинен перевищувати 10 Ом.

### **Приклад**

Розрахувати заземлюючий пристрій трансформаторної підстанції напругою 10/0,4 кВ. Від підстанції відходить три повітряні лінії напругою 380/220 В, на яких намічено виконати 15 повторних заземлень нульового проводу. Питомий опір ґрунту 95 Ом.м. Заземлюючий контур у вигляді прямокутного чотирикутника, виконується шляхом закладання в ґрунт вертикальних сталевих стержнів довжиною 2,5 м і діаметром 12 мм, з'єднані між собою плоскою половою 40x4 мм. Глибина закладання стержнів 0,8 м, полоси – 0,9 м. Струм замикання на землю на стороні 10 кВ  $I_3=10$  А.

1. Визначаємо розрахунковий опір ґрунту для стержневих заземлювачів.

$$\rho_{РОЗР.} = K_C \cdot K_I \cdot \rho_{ВИМ}, \text{ Ом.м}$$

де  $K_C$  – коефіцієнт сезонності. Табл. 68 ст. 309 (Л4),  $K_C=1,1$

$K_I$  – коефіцієнт, який враховує вологість ґрунту. Табл. 69. ст.309 (Л5),  $K_I=1,1$

$$\text{Тоді } \rho_{\text{розр.}} = K_C \cdot K_I \cdot \rho_{\text{вим}} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 95 = 114,9 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

2. Визначаємо опір вертикального заземлювача із круглої сталі.

$$R_B = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{розр.}}}{L} \left( \lg \frac{2L}{d} + 0,51 \lg \frac{4h_{\text{CP}} + 1}{4h_{\text{CP}} - 1} \right), \text{ Ом}$$

де  $L$  – довжина електрода, м.

$h_{\text{CP}}$  – глибина закладання, яка дорівнює, відстані від поверхні землі до середини стержня, м :

$$h_{\text{CP}} = 0,8 + 1,25 = 2,05 \text{ м.}$$

$$R_B = \frac{0,366 \cdot 114,9}{2,5} \left( \lg \frac{2 \cdot 2,5}{0,012} + 0,51 \lg \frac{4 \cdot 2,05 + 1}{4 \cdot 2,05 - 1} \right) = 48,6 \text{ Ом}$$

3. Визначаємо загальний опір всіх повторних заземлень.

$$r_{\text{п.з.}} = \frac{R_B}{\Pi} = \frac{48,6}{15} = 3,24 \text{ Ом}$$

де  $\Pi$  - кількість повторних заземлень = 15 шт.

4. Визначаємо розрахунковий опір заземлення нейтралі трансформатора з врахуванням повторних заземлень

$$r_{\text{шт.}} = \frac{r_g \cdot r_{\text{п.з.}}}{r_g - r_{\text{п.з.}}} = \frac{4 \cdot 3,24}{4 - 3,24} = 17 \text{ Ом}$$

де,  $r_g$  - допустиме значення опору заземлюючого пристрою, до якого приєднана нейтраль трансформатора  $r_g = 4 \text{ Ом}$ . Згідно Правил влаштування електроустановок опір заземлюючого пристрою електрообладнання напругою до і вище 1000 В не повинне бути більше  $10 \text{ Ом}$   $I = \frac{125}{I_3}$ , якщо останнє менше

10 Ом.

У цьому випадку  $r_{\text{шт.}} = \frac{125}{10} = 12,5 \text{ Ом}$ .

Приймаємо для розрахунку найменше із всіх цих значень  $r_{\text{шт.}} = 10 \text{ Ом}$ .

5. Визначаємо теоретичну кількість стержнів

$$\Pi = \frac{h_B}{r_{\text{шт.}}} = \frac{48,6}{10} = 4,86 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки 4 стержні, які розміщені на відстані 5 м, контур у вигляді квадрата довжиною 20 м.

6. Визначаємо опір з'єднувальної полоси

$$R_r = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{розр.}}}{L} \left( \lg \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot h} \right)$$

де  $L$  - довжина з'єднувальної полоси  $L=20$  м.

$\rho_{\text{розр.}} = K_C \cdot K_I \cdot \rho_{\text{вим}}$  - розрахунковий опір ґрунту Ом.м.  $K_C=1,1$   $K_I=1,6$

$$\rho_{\text{розр.}} = 1,1 \cdot 1,6 \cdot 95 = 167,2 \text{ Ом.м}$$

$h$  - глибина закладання горизонтальної з'єднувальної полоси  $h=0,9$  м.

$b$  - ширина полоси  $b=0,04$  м.

$$R_r = \frac{0,366 \cdot 167,2}{20} \left( \lg \frac{2 \cdot 20^2}{0,04 \cdot 0,9} \right) = 13,2 \text{ Ом}$$

7. Визначаємо дійсну кількість заземлювачів з врахуванням коефіцієнтів екранування вертикальних і горизонтальних заземлювачів.

$$n_g = \frac{R_B \cdot \eta_r}{\eta_B} \left( \frac{1}{r_{\text{шт}} \cdot \eta_r} - \frac{1}{h_r} \right), \text{ шт.}$$

де  $\eta_B$  – коефіцієнт екранування вертикальних електродів  $\eta_B=0,7$ .

$\eta_r$  – коефіцієнт екранування з'єднувальної полоси  $\eta_r=0,45$

$$n_g = \frac{48,6 \cdot 0,45}{0,7} \left( \frac{1}{10 \cdot 0,45} - \frac{1}{13,2} \right) = 2,39 \text{ шт.}$$

Приймаємо до монтажу 4 стержні і проводимо перевірочний розрахунок.  
Дійсний опір штучного заземлення:

$$r_{\text{шт}} = \frac{R_B \cdot R_r}{R_r - \Pi \cdot \eta_B + R_B \cdot \eta_r} = \frac{48,6 \cdot 13,2}{13,2 - 4 \cdot 0,7 + 48,6 \cdot 0,45} = 9,9 < 10 \text{ Ом}$$

8. Опір заземлюючого пристрою з врахуванням повторних заземлень нульового проводу:

$$r_3 = \frac{r_{\text{шт}} \cdot r_{\text{п.з.}}}{r_{\text{шт}} + r_{\text{п.з.}}} = \frac{9,9 \cdot 3,24}{9,9 + 3,24} = 2,44 < 4 \text{ Ом}$$

З метою захисту трансформатора споживчих трансформаторних підстанцій від набігаючих хвиль атмосферних перенапруг з сторони лінії 10 кВ і з сторони лінії 0,38 кВ передбачається встановлення вентильних розрядників.

Накреслити схему грозозахисту споживчої ТП.

## Використана література

1. Притака І.П. Електропостачання сільського господарства. К.: Вища школа, 1983.
2. Притака І.П., Козирський В.В. Електропостачання сільського господарства. К.: Урожай, 1995.
3. Будзко І.А. Зуль Н.Н. Електроснабження сільського господарства. М.: ВО Агропромиздат, 1990.
4. Каганов І.Л. Курсовое й дипломное проектування. М.: Агропромиздат, 1990.
5. Керівні матеріали по проектуванню електропостачання сільського господарства "Сільенерго", М. 1981.
6. Курсовое й дипломное проектування по електроснабженню сільського господарства. М.: Агропромиздат, 1989.

**Додаток 1**  
**Електричні навантаження виробничих, громадських та комунально-побутових споживачів**

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечірній максимум, $P_{мв}$
<b>Тваринницькі ферми і комплекси</b>					
Відгодівля свиней на:					
4000 голів	1			75	45
6000	2			120	65
8000	3			185	105
10000	4			240	120
Вирощування і відгодівля свиней із закінченим циклом на:					
3000 голів	5			105	65
4000	6			120	90
6000	7			150	105
8000	8			185	120
10000	9			300	150
12000	10			420	310
24000	11			560	420
54000	12			700	520
108000	13			1250	900
Вирощування свиней із електрообігрівом молодняка на:					
3000 голів	14			185	145
4000	15			220	185
6000	16			280	230
8000	17			370	270
10000	18			550	370
12000	19			735	460
Репродукторна свиноферма на:					
200 маток	20			65	20
400	21			90	25



Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{md}$	Вечірній максимум, $P_{mv}$
Виробництво молока:					
200 корів	22			35	25
400	23			105	105
600	24			140	140
800	25			165	165
1000	26			180	180
1200	27			220	220
1600	28			300	300
2000	29			375	375
Вирощування і відгодівля великої рогатої худоби:					
5000 голів	30			300	260
10000	31			450	340
Майданчик для відгодівлі великої рогатої худоби на:					
1000 скотомісць	32			40	25
2000	33			75	45
3000	34			120	60
4000	35			140	75
6000	36			155	90
10000	37			175	110
20000	38			270	190
30000	39			335	225
Вирощування нетелей на:					
3000 скотомісць	40			320	200
6000	41			480	320
Птахофабрика з виробництва яєць на:					
200000 курок-несучок	42			1350	1350
400000	43			1850	1850

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечірній максимум, $P_{мв}$
Птахофабрика м'ясного напрямку на: 250000 бройлерів	44			230	230
	45			400	400
Птахоферма на: 10000 курок-несучок	46			55	55
	47			110	110
	48			150	150
	49			180	180
	50			280	280
Птахофабрика м'ясного напрямку на: 250000 бройлерів	51			1450	1450
	52			2050	2050
	53			2500	2500
Птахофабрика на 500000 гусенят у рік	54			3210	3210
Птахофабрика вирощування і відгодівлі індиченят на: 50000 в рік (без інкубаторів)	55			110	110
	56			395	395
Птахоферма на 125000 гусенят-бройлерів (з батьківським стадом)	57			800	800
Теж без батьківського стада	58			170	170
Ферма вирощування качок на: 12000 каченят	59			35	35
	60			45	45
	61			75	75
	62			90	90
	63			95	95

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Вівчарська ферма з повним оборотом стада на: 2400 вівцематок	64			145	145
	65			165	165
	66			240	240
Вівчарська племінна ферма на: 5000 маток	67			370	370
	68			630	630
Вівцеферма м'ясо-молочного напряму на: 5000 овець	69			8	15
	70			10	20
	71			3	25
Кролеферма з утриманням у відкритих шедах на: 1200 маток	72			60	60
	73			135	135
Звіроферма для песців, лисиць, соболів на: 1500... 1800 самок	74			10	10
Кумисна ферма на: 50 кобил	75			20	25
	76			25	30
	77			35	40
<b>Тваринництво і птахівництво</b>					
<u>Корівник без механізації процесів на:</u> 100 корів	100	4		4	4
	101	6		6	6
Те ж з електроводонагрівником на: 100 корів	102	10		10	18
	103	18		10	18

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Корівник прив'язного утримання з механізованим відділенням гною на:	104	10		4	4
Те ж з електроводонагрівником на:					
100 корів	106	16		9	9
200	107	28		15	15
Корівник прив'язного утримання з механізованим доїнням, відділенням гною і електроводонагрівником на:					
100 корів	108	20...30		10	10
200	109	35...60		17	17
400	110	65		45	45
Корівник безприв'язного утримання на:					
400 корів	111	5		5	5
600	112	7		7	7
Приміщення для ремонтного і відгодівельного молодняку на:					
170...180 голів	113	3		1	3
240...260	114	5		3	5
Те ж з механізованим віддаленням гною на:					
170... 180 голів	115	12...23		4	7
240...260	116	17...40		5	8
300...330	117	20...42		7	13
Телятник з поголовним відділенням на:					
120 телят	118	14		5	8
230	119	20		6	1
340	120	26		7	1

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_r$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Пологове відділення з профілакторієм на: 48 місць	121	40		20	20
	122	45		27	27
	123	50		30	30
Пологове відділення на: 8 місць	124	12		6	6
	125	35		12	12
	126	43		20	20
Літній табір великої рогатої худоби на:	127	23		12	12
	128	35		15	15
Те ж з молочний блоком на: 200 корів	129	30		13	14
Літній табір молодняку великої- рогатої худоби на: 400...500	131	5		1	5
Кормоцех ферми великої рогатої худоби на: 800...1000 голів	132	130		50	50
Молочний блок при корівнику на 3 тони на добу	133	35		15	15
Те ж на 6 тон на добу	134	45		20	20
Кормоприготувальна при корівнику	135	7		6	6
Свинарник-маточник на 50 маток з підвісною дорогою	136	4		2	2
Те ж з гноєзбиральним транспортером	137	20		6	10
Те ж з теплогенератором	138	20		6	10
Те ж з електронагрівником	139	60		28	28

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Свинарник-маточник на 100	140	7		4	7
Те ж з гноєзбиральним	141	15		3	5
Те ж з теплогенератором	142	30		8	8
Те ж електрообігрівом	143	110		33	55
Свинарник-відгодівельник на:	144	8		2	6
Те ж з гноєзбиральним	145	20		6	9
Кормоцех для свиноферми на	146	60	22	26	10
Те ж на 200 маток і 2000 голів або на 3000 голів відгодівлі	147	95	30	37	15
Те ж на 300 маток і 3000 голів	148	115	30	45	15
Кормоцех для відгодівлі 12000 свиней	149	120	30	65	20
Пташник на:					
6...9 тис. курчат	150	40		25	25
15...20	151	65		30	30
7 тис. молодняка	152	30		10	10
10...12	153	40		20	20
5...6 тис. курок	154	40		20	20
8	155	52		25	25
Пташник з клітковими батареями на 10...15 тис. курок- несучок	156	35		10	15
Те ж на 20 тис. курок-несучок	157	45		12	20
Кормоцех птахоферми на 25...30 тисяч курок	158	60	14	25	10
Навіси для вирощування 4...8 тис. каченят або 2...4 тис.	159	2		1	2

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Пташник на: 3000 каченят 5000	160	50		20	10
	161	80		40	20
Пташник на 2000 індичок маточного стада	162	40		25	10
Цех для вирощування індиченят на 14000 голів	163	125		70	30
Пташник для вирощування 3300 гусенят-бройлерів	164			25	15
Те ж для 6300 гусенят-бройлерів	165			45	25
Інкубаторій на: 2 інкубатора 4 6 10	166	25		20	20
	167	50		30	30
	168	100		60	60
	169	120		80	80
Вівчарня на 80... 1000 вівцематок	170	6		1	5
Вівчарня на 1000 голів	171	5		2	4
Конюшня	172	5		3	3
Обладнання для пересування кормів: ОПК-2.0 ОГІК-3.0 ОПК-3.0У ОПК-5.0	173	150	110	150	150
	174	210	160	210	210
	175	137	110	135	135
	176	334	250	330	330
Обладнання для іранулювання трав'яного борошна: ОТМ-0.8А ОТМ-1.5	177	60	45	50	50
	178	100	75	85	85

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_r$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Агрегат для приготування трав'яного борошна:					
АВМ-0.65	181	105	30	80	80
АВМ-1.5А	182	230	40	185	185
АВМ-3.0	183	450	160	360	360
АВМ-5.0	184	758	160	605	605
Обладнання для гранулювання комбікормів:					
ОГК-3	179	75		55	55
ОГК-6	180	11		70	70
Пункт приготування трав'яного борошна на базі двох агрегатів АВМ-0,65	185		45	590	590
Те ж на базі агрегату АВМ-1,5А	186		110	300	300
Дробарка кормів:					
ДБ-5-1	187	42	40	40	-
КДМ-2	188	30	30	30	
Подрібнювач грубих кормів:					
ІГК-ЗОБ	189	30	30	30	
ІРТ-165	190	160	150	150	-
"Волгар-5"	191	22	22	22	
"Волгар-15"	192	46	46	40	
Комбікормовий завод потужністю 60 т/добу	193	1290	75	650	650
Комбікормовий цех потужністю:					
10... 15 т/добу	194	140	14	65	65
30 т/добу	195	250	20	120	120
50 т/добу	196	300	20	190	190
Забійно-санітарний пункт	197	15		6	2
Ветеринарний пункт	198	1		1	1
Ветеринарно-фельдшерський	199	5		3	3



Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_r$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Пункт штучного осіменіння	200	4		2	-
Дільнична ветеринарна лікарня	201	50		20	10
Рослинництво, допоміжне виробництво					
Комплект машин і обладнання	300	30		25	26
Те ж насіннеочисним відділенням	301	65		55	57
Комплект машин та обладнання зерноочисного агрегату ЗАВ-40	302	45		35	36
Те ж насіннеочисним відділенням	303	80		65	66
Зерноочисний пункт ЗАР-5	304	32		30	32
Комплекс машин та обладнання зерноочисно-сушильного комплексу:					
КЗС-10Б	305	65		65	65
КЗС-20Б	306	100		100	100
КЗС-20Ш	307	164		164	164
КЗС-40	308	190		190	190
КЗР-5	309	250		250	250
Пункт післязбиральної обробки	310	150		120	120
Зернохосовище з пересувними механізмами місткістю:					
500 т	311	20		10	5
1000...2000	312	60		20	10
Те ж з стручковим транспортером 1000 т	313	75	14	25	10
Овочекартоплесховище на: 300...600 т	314	8			
Те ж на 1000 т	315	10		5	2

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Те ж з опалювально- вентиляційною установкою на: 500...600 т 1000 т	316	30	14	20	20
	317	50	17	36	36
Холодильник для зберігання фруктів місткістю на: 50 т 250 350 700	318	12		8	8
	319	62	13	35	35
	320	140	30	65	65
	321	195	40	95	95
Насіннесховище місткістю: 1000 т 2500	322	100	22	80	80
	323	140	22	95	95
Склад розсипних гранульованих кормів місткістю: 200 т 360 520	324	30		20	1
	325	45		30	3
	326	50		35	5
Склад концентрованих кормів з дробаркою: ДКУ-1 КДУ-2	327	24	14	15	1
	328	40	30	25	1
Склад мінеральних добрив	329	16	12	12	1
Склад отрутохімікатів місткістю до 2000 т	330	10	-	5	1
Склад нафтопродуктів місткістю до 300 м	331	7	-	5	2
Цех виноробство потужністю 50... 100 тис. дал/рік	332			80	80

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Цех овочевих і фруктових консервів потужністю: 1 млн. \ м. банок у рік	333			100	100
	334			125	125
Те ж з солінням і квашенням: 1 млн. ум. банок у рік + 300 т	335			150	150
	336			180	180
Цех з переробки 50 т солінь і 1	337	52		40	40
Кумисний цех на 1 ...2 тис.	338	20		12	12
Кузня	339	10		5	1
Теслярня	340	15		10	1
Столярний цех	341	25		15	1
Лісопильний цех з пилорамою ПГМ-79	342	35	22	16	2
Теж з Р-65	343	45	30	23	2
Млин з жорновим посадом:	5/4	10		5	1
	6/4	12	13	8	1
	7/4	15	22	10	1
	8/4	25		17	1
Млин вальцьовий потужністю 6 т/добу	348	25	10	15	1
Те ж 2 5 т/добу	349	55	10	35	2
Крупорушка	350	20		12	
Просорушка	351	3		2	1
Гречкорушка	352	4		3	1
Маслоробка	353	20		10	

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Приймальний пункт молокозаводу потужністю: 10 т/зміну 30	354	20	14	45	45
	355	215	30	65	65
Хлібопекарня потужністю: 3 т/добу 5.5 т/добу 11 т/добу	356	10		5	5
	357	30		15	15
	358	55		25	25
Пункт первинної обробки льону	359	25		15	1
М'яльно-тіпальний цех на: 4 т/добу 8 т/добу	360	70		30	3
	361	140		60	4
Хмелесушка з повітрянагрівником	362	16	10	10	10
Камерна	363	100	30	55	55
Сінажна башта	364	60	-	10	-
Установка вентиляційна для досушування сіна	365	155	13	120	120
Бавовнозаготівельний пункт з сушильно очисним цехом	366	. 800	55	380	405
Картоплесортувальний пункт	367	6		3	
Цегельний завод на 1... 1,5 млн цегли на рік	368	30	20	20	6
Те ж на 3 млн. шт. цегли на рік	369	50	20	30	8
Тепла стоянка для тракторів	370	12	-.	5	2
Пункт технічного обслуговування машин і обладнання на фермах	371	15		10	5
Матеріально-технічний склад	372	5		3	1

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_r$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Майстерня пункту технічного обслуговування у бригаді на: 10...20 тракторів 30...40	373	35		15	5
	374	45		20	10
Гараж з профілакторієм на: 10 автомашин 25 60	375	45		20	10
	376	85		30	15
	377	115		45	20
Картоплесортувальний пункт на 30 т/год на обладнання НДР	378			80	50
Центральна ремонтна майстерня на: 25 тракторів 50... 100 150...200	379	110		45	25
	380	160		60	30
	381	200		90	45
Пожежне депо на 1-2 автомашини	382	6		4	0,4
Котельня з казанами К-ЗОМ або Д-721	383	10		5	5
Котельня з казанами "Універсал-6": для опалення для паропостачання	384	25		15	15
	385	13		7	7
Котельня з 4 казанами "Універсал-6" для опалення і гарячого водопостачання	386	55		28	28
Те ж для паропостачання	387	28		18	18
Насосні станції для зрошувальних систем 10 20	388	55		55	55
	389	100		100	100

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_r$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Насосні станції для зрошувальних систем					
10	390	200		200	200
20	391	280		280	280
30	392	400		400	400
<b>Громадські установи і комунально-побутові споживачі</b>					
Початкова школа на:					
40 учнів	500	10		5	2
80	501	12		7	2
160	502	20		11	4
Загальноосвітня школа з майстернею на 190 учнів	503	55		14	20
Те ж на 320 учнів	504	80		20	40
Те ж електроплитою	505	115		40	42
Загальноосвітня школа з майстернею на 480...540 учнів	506	95		25	50
Те ж електроплитою	507	125		45	50
Спальний корпус школи- інтернату на 50 місць	508	15		5	10
Те ж на 80 місць	509	20		8	15
їдальня школи-інтернату	510	15		9	5
Майстерня при сільській школі	511	15		7	2
Дитячі ясла-садки на:					
25 місць	512	7		4	3
50	513	15		9	6
90	514	20		12	6
Дитячі ясла-садки з електроплитою на:					
50 місць	515	30		18	12
90	516	40		23	14
140	517	60		30	20

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_p$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Адміністративний будинок (контора радгоспу, колгоспу) на:					
15...20 робочих місць	518	25		15	8
35...50	519	40		25	10
70	520	55		35	15
Сільрада з відділенням зв'язку	521	10		7	3
Сільський радіотрансляційний вузол з апаратурою 1.25 кВт	522			6	6
Те ж з апаратурою 2.5 кВт	523			8	8
Приймальний телепункт з ретранслятором РЦТА	524			5	4
Клуб із залом для глядачів на:					
160...200 місць	525	15		3	10
300...400	526	30		6	18
Будинок культури із залом для глядачів на:					
150...200 місць	527	30		5	14
300...400	528	65		10	32
400...600	529	106		10	50
Бригадний будинок	530	6		2	5
Те ж із залом на 100 місць	531	12		4	7
Будинок тваринників на 12... 18 місць	532	6		3	5
Сільська поліклініка на 150 відвідувань у ЗМІНУ	533	100		15	30
Сільська дільнична лікарня на 50 ліжок	534	150		50	50
Сільська амбулаторія на 3 лікарські посади	535	30		10	10
Фельдшерсько-акушерський пункт	536	6		4	4

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_r$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Їдальня на:					
25 місць	537	10		5	2
35...50	538	15		9	3
75...100	539	20		12	4
Їдальня з електронагрівальним обладнанням на 35 місць	540	40		20	10
Те ж на 50 місць	541	70		35	15
Те ж на 75 місць	542	80		35	15
Те ж на 100 місць	543	130		58	35
Їдальня з електронагрівальним обладнанням і електроплитою на:					
35 місць	544	65		35	15
50	545	100		50	20
75	546	110		55	22
100	547	150		75	45
Гуртожиток на 24 місця	548	14		4	12
Торгівельний центр для селищ з населенням 2000 мешканців	549	60		40	25
Магазин на 2 робочих місця (змішаний асортимент)	550	5		2	4
Магазин на 4 робочих місця: продовольчий промтовари	551 552	15 7		10 6	10 6
Магазин на 6-10 робочих місць із змішаним асортиментом	553	10		4	4
Те ж продовольчий	554	20		10	10
Те ж промтоварний	555	10		3	5
Комбінат побутового обслуговування на:	556	5		3	1
6 робочих місць	557	8		5	2



Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність $P_r$ , кВт	Потужність найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на воді, кВт	
				Денний максимум $P_{мд}$	Вечір ній макси мум, $P_{мв}$
Лазня на:					
5 місць	559	3		3	3
10	560	10		7	7
25	561	16		8	8
Пральня потужністю					
0.125 тонн білизни у зміну	562	20		10	10
0.25	563	32		13	13
0.5	564	52		20	20
1.0	565	80		25	25

## Додаток 2

### Інтервал навантажень (кВА) для вибору потужності трансформаторів однотрансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ з врахуванням інтервалів і допустимих перевантажень

Вид навантаження	Середньодобова температура, °С	Інтервали навантажень при номінальній потужності трансформаторів, кВА.										
		63		100		160		250		400		
		При будівництві	При реконструкції	При будівництві	При реконструкції	При будівництві	При реконструкції	При будівництві	При реконструкції	При будівництві	При реконструкції	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Комунальне побутове	-10	51-77	57-88	78-129	89-140	130-224	141-224	225-350		351-520	351-558	
				84-140		141-224				351-560	351-560	
	-5		56-87	78-129	88-138	130-221	139-221	222-345		346-520	346-552	
				84-138		139-221				346-522		
	0	55-83		56-86	78-129	87-137	130-219	138-219	220-343		344-520	344-548
					84-137		138-219				344-548	
	+5			55-84	78-129	85-134	130-214	135-214	215-335		336-520	336-536
					84-134		135-214				336-536	
Молочно товарна ферма	-10	44-66	61-88	67-110	80-138	111-222	139-240	223-375	241-375	376-446	376-481	
	-5		61-95		6-96-150	121-240	151-240	241-375		376-489	376-524	
	0	47-71	60-88	72-120	89-138	111-222	39-237	223-370	238-370	371-448	371-481	
	+5		60-93		94-148	121-237	149-237	238-370		371-489	371-524	

**Додаток 3**  
**Технічна характеристика силових трансформаторів**

Марка	Потужність кВА	Втрати, кВт		Напруга коротко го замикан ня, %	Струм холостого ходу хх %
		Холостого ходу РХХ	Короткого замикання РК		
ТМ-25/10	25	0,12	0,6	4,5	5,5
ТМ-40/10	40	0,17	0,88	4,5	5
ТМ-63/10	63	0,25	1,25	4,5	4,5
ТМ-100/10	100	0,34	1,97	4,5	4,0
ТМ-100/35	100	0,44	1,97	5,5	5,0
ТМ-160/10	160	0,54	2,97	4,5	5,5
ТМ-160/35	166	0,66	2,75	6,5	5,0
ТМ-250/10	250	0,78	3,9	4,5	3,5
ТМ-250/35	250	0,96	3,9	6,5	4,5
ТМ-400/10	400	1,08	5,5	4,5	3,0
ТМ-400/35	400	1,35	5,5	6,5	4,0 -
ТМ-630/10	630	1,6	7,6	5,5	3,0
ТМ-630/35	630	1,9	7,6	6,5	4,0

**Додаток 4**  
**Економічні навантаження алюмінієвих проводів повітряних ліній**  
**напругою 380/220 В**

Інтервали потужності, кВА	Марка і переріз (мм) основних проводів	Додаткові проводи, які приймають в разі значного відхилення втрати напруги при виборі основних проводів
Ожеледь 5 мм		
0...3,1	A16+A16	2A16+A16, 3A16+A16, 3A25+A25
3,1...5,6	2A16+A16	3A16+A16, 3A25+A25, 3A35+A35, A16+A16
5,6...8	3A16+A16	3A25+A25, 3A35+A35, 2A16+A16
8...20,5	3A25+A25	3A35+A35, 3A50+A50, 3A15+A16
20,5...26,4	3A35+A35	3A50+A50, 3A25+A25
Більше 26,4	3A50+A50	3A35+A35
Ожеледь 10 мм		
0...3.1	A16+A16	A16+A16, 3A16+A16, 3A25+A25
3...5.8	2A26+A16	2A16+A16, 3A25+A25, 3A35+A35, A16+A16
5,8...13,5	3A16+A16	3A25+A25, 3A35+A35, 3A50+A50, 2A16+A16
13,5...25,4	3A25+A25	3A35+A35, 3A50+A50, 3A16+A16
Більше 25,4	3A50+A50	3A35+A35, 3A25+A25
Ожеледь 15 мм		
0...6.6	A25+A25	2A25+A25, 3A25+A25, 3A35+A35
6,6...11,8	2A25+A25	3A25+A25, 3A35+A35, 3A50+A50. A25+A25
11,8...25,1	3A25+A25	3A35+A35, 3A50+A50, 3A25+A25
25,1...28,4	3A35+A35	3A50+A50, 3A25+A25
Більше 28,4	3A50+A50	3A35+A35
Ожеледь 20 мм		
0...4.4	A25+A25	2A25+A25, 3A25+A25, 3A35+A35
4,4...13,0	2A25+A25	3A25+A25, 3A35+A35, 3A50+A50. A25+A25
13.0...17,7	3A25+A25	3A35+A35, 3A50+A50, 3A25+A25
17,7...26,4	3A35+A35	3A50+A50, 3A25+A25
Більше 26,4	3A50+A50	3A35+A35

## Додаток 5

### Підсумувати навантажень в мережах напругою 0,38 кВ

P	ΔP	P	ΔP	P	ΔP	P	ΔP	P	ΔP	P	ΔP
0,2	+0,2	19	+11,8	52	+35,4	100	+60	166	+120	232	+176
0,3	+0,2	20	+12,5	53	+36,1	102	+70	168	+122	234	+177
0,4	+0,3	21	+13,1	54	+36,8	104	+72	170	+123	236	+179
0,5	+0,3	22	+13,8	55	+37,5	106	+73	172	+124	238	+180
0,6	+0,4	23	+14,4	56	+38,2	108	+75	174	+126	240	+182
0,8	+0,5	24	+15,0	57	+38,9	110	+76	176	+127	242	+184
1,0	+0,6	25	+15,7	58	+39,6	112	+78	178	+129	244	+185
1,5	+0,9	26	+16,4	59	+40,3	114	+80	180	+130	246	+187
2,0	+1,2	27	+17,0	60	+41,0	116	+81	182	+132	248	+188
2,5	+1,5	28	+17,7	61	+41,7	118	+82	184	+134	250	+190
3,0	+1,8	29	+18,4	62	+42,4	120	+84	186	+136	252	+192
3,5	+2,1	30	+19,0	63	+43,1	122	+86	188	+138	254	+193
4,0	+2,4	31	+19,7	64	+43,8	124	+87	190	+140	256	+195
4,5	+2,7	32	+20,4	65	+44,5	126	+89	192	+142	258	+196
5,0	+3,0	33	+21,2	66	+45,2	128	+90	194	+144	260	+198
5,5	+3,3	34	+22,0	67	+45,9	130	+92	196	+146	262	+200
6,0	+3,6	35	+22,8	68	+46,6	132	+94	198	+148	264	+201
6,5	+3,9	36	+23,5	69	+47,3	134	+95	200	+150	266	+203
7,0	+4,2	37	+24,2	70	+48,0	136	+97	2.02	+152	268	+204
7,5	+4,5	38	+25,0	72	+49,4	138	+98	204	+153	270	+206
8,0	+4,8	39	+25,8	74	+50,2	140	+100	206	+155	272	+208
8,5	+5,1	40	+26,5	76	+52,2	142	+102	208	+156	274	+209
9,0	+5,4	41	+27,2	78	+53,6	144	+103	210	+158	276	+211
9,5	+5,7	42	+28,0	80	+55,0	146	+105	2-12	+160	278	+212
10	+6,0	43	+28,8	82	+56,4	148	+106	214	+161	280	+214
11	+6,7	44	+29,5	84	+57,8	150	+108	216	+163	282	+216
12	+7,3	45	+30,2	86	+59,2	152	+110	218	+164	284	+217
13	+7,9	46	+31,0	88	+60,6	154	+111	220	+166	286	+219
14	+8,5	47	+31,8	90	+62,0	156	+113	222	+168	288	+220
15	+9,2	48	+32,5	92	+63,4	158	+114	224	+169	290	+222
16	+9,8	49	+33,2	94	+64,8	160	+116	226	+171	292	+224
17	+10,5	50	+34,0	96	+66,2	162	+117.	228	+172	294	+225
18	+11,2	51	+34,7	98	+67,6	164	+119	230	+174	296	+227
										298	+228
										300	+230

**Додаток 6**  
**Коефіцієнти потужності для споживачів**

Споживачі, трансформаторні підстанції	Коефіцієнт потужності ( ) і коефіцієнт реактивної потужності ( ) в максимуму навантаження			
	денний		вечірній	
	cos	sin	cos	sin
Тваринницькі і птахівничі приміщення	0,75	0,88	0,85	0,62
Те, саме з електрообігрівом	0,92	0,43	0,96	0,29
Кормоцехи	0,75	0,88	0,78	0,80
Опалення: вентиляція тваринницьких приміщень	0,99	0,15	0,99	0,15
Зерноховище і площадки зерноочистки	0,70	1,02	0,75	0,88
Установки зрошення і дренажу ґрунту	0,80	0,75	0,80	0,75
Парники і теплиці на електрообігріві	0,92	0,43	0,96	0,29
Майстерні, гаражі для машин, тракторні стани	0,70	1,02	0,75	0,88
Маслоробня і млини	0,80	0,75	0,85	0,62
Цехи по переробці с.г. продукції	0,75	0,88	0,80	0,75
Громадські організації і комунальні підприємства	0,85	0,62	0,90	0,48
Жилі будинки без електроплит	0,90	0,48	0,93	0,40
Те, саме з електроплитами і водонагрівниками	0,92	0,43	0,96	0,29
Трансформаторні підстанції 10/0,4 кВ з навантаженням: виробничим комунально-побутовим змішаним	0,70	1,02	0,75	0,88
	0,90	0,48	0,92	0,43
	0,80	0,75	0,83	0,67

**Додаток 7**

**Питомі втрати напруги в проводах повітряних ліній напругою 038 кВ, %.**

cos 1	Марка проводів														
	A16			A25			A35			A50			AC 10/1,8		
	3φ+ 0	2φ+ 0	1φ+ 0	3φ+ 0	2φ+ 0	1φ+ 0	3φ+ 0	2φ+ 0	1φ+ 0	3φ+ 0	2φ+ 0	1φ+ 0	3φ+0	2φ+0	1φ+0
1,0	1,2 73	2,8 48	7,9 59	0,8 07	1,8 05	4,8 14	0,5 88	1,3 17	3,5 12	0,4 07	0,9 11	2,4 30	1,91 6	4,28 6	11,4 3
0,9 6	1,2 92	2,8 91	7,7 09	0,8 43	1,8 86	5,0 30	0,6 31	1,4 12	3,7 65	0,4 54	1,0 17	2,7 17	1,91 1	4,27 5	11,4 8
0,9 3	1,2 76	2,8 55	7,6 13	0,8 40	1,8 80	5,0 13	0,6 39	1,4 18	3,7 82	0,4 62	1,0 34	2,7 56	1,87 6	4,19 7	11,1 9
0,9 2	1,2 69	2,8 40	7,7 53	0,8 38	1,8 75	5,0 00	0,6 34	1,4 18	3,7 80	0,4 63	1,0 37	2,7 65	1,86 3	4,16 8	11,1 1
0,9	1,2 55	2,8 08	7,4 87	0,8 33	1,8 63	4,9 68	0,6 32	1,4 15	3,7 72	0,4 65	1,0 41	2,7 76	1,83 6	4,10 8	10,9 5
0,8 5	1,2 14	2,7 17	7,2 44	0,8 15	1,8 22	4,8 60	0,6 24	1,3 96	3,7 24	0,4 65	1,0 41	2,7 77	1,76 3	3,94 5	10,5 2
0,8 3	1,1 96	2,6 77	7,1 39	0,8 06	1,8 03	4,8 09	0,6 20	1,3 86	3,6 97	0,4 64	1,0 39	2,7 70	1,73 3	3,87 7	10,3 4
0,8	2,1 69	2,6 15	6,9 74	0,7 92	1,7 72	4,7 26	0,6 12	1,3 69	3,6 51	0,4 61	1,0 32	2,7 54	1,68 6	3,77 3	10,0 6
0,7 8	1,1 50	2,5 73	6,8 61	0,7 82	1,7 50	4,6 67	0,6 06	1,3 56	3,6 17	0,4 59	1,0 28	2,7 41	1,65 5	3,70 2	9,87
0,7 5	1,1 21	2,5 08	6,6 87	0,7 67	1,7 16	4,5 75	0,5 97	1,3 35	3,5 61	0,4 55	1,0 18	2,7 16	1,60 6	3,59 4	9,58
0,7	1,0 70	2,3 95	6,3 86	0,7 39	1,6 54	4,4 11	0,5 80	1,2 97	3,4 59	0,4 47	1,0 00	2,6 65	1,52 4	3,41 0	9,09

### Додаток 8

**Коефіцієнт екранування вертикальних електродів розміщених по контуру,  
без врахування впливу смуги зв'язку**

Відношення відстані між електродами до їх довжини	Кількість електродів	Коефіцієнт екранування
1	4	0,66-0,72
	6	0,58-0,65
	10	0,52-0,58
	20	0,44-0,50
	40	0,38-0,44
	60	0,36-0,42
2	4	0,76-0,80
	6	0,71-0,75
	10	0,66-0,71
	20	0,61-0,66
	40	0,55-0,61
	60	0,52-0,58
3	4	0,84-0,86
	6	0,78-0,82
	10	0,74-0,78
	20	0,68-0,73
	40	0,64-0,69
	60	0,62-0,67

### Додаток 9

**Коефіцієнт екранування з'єднувальної смуги в контурі із вертикальних електродів**

Відношення віддалі до довжини	Кількість вертикальних електродів в заземлювачі						
	4	6	8	10	20	30	50
1	0,45	0,40	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28
3	0,70	0,64	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37



**Додаток 10**  
**Технічні дані плавких запобіжників напругою до 1000 В**

Тип і конструкція запобіжника	Номінальна напруга змінного струму, В	Номінальний струм патрона, А	Номінальний струм плавкої вставки, А
<p align="center">ПР-2</p> <p align="center">Закритий патрон без наповнювача, розбірний, з фігурною вставкою із цинку.</p>	500	<p align="center">15 60 100 200 350 600</p>	<p align="center">6, 10,15 15,20,25, 35, 60 60,80,100 100, 125, 160,200 200,225,260, 300, 350 350,430, 500, 600</p>
<p align="center">ПН-2</p> <p align="center">Закритий патрон з наповнювачем, розбірний, з вставкою із листової міді, з олов'яною кулькою.</p>	500	<p align="center">100 250 400 600</p>	<p align="center">30,40,50, 60, 80, 100 100,120,150,200, 250 200, 250, 300, 350, 400 300,400, 500, 600</p>

**Додаток 11**  
**Технічні дані високовольного запобіжника типа ПК**

Назва параметрів	Значення параметрів			
	ПК-10			
Номинальна напруга, кВ	-	10	-	-
Найбільший номінальний струм патрона, А	30	50	100	200
Найменший відключений струм в долях від номінального	Не обмежено	-	1.3	-
Найбільша потужність відключення (трифазна симетрична), кВА.	-	300	-	-
Номинальний струм плавких вставок, А	2; 3; 5; 7,5; 10; 15; 20; 30	30; 40; 50	50; 75; 100	100; 150; 200
Маса запобіжника з патроном без цоколя, кг	4,8	6,4	9,4	16,6
Габарити запобіжника, мм				
довжина	521	586	566	595
висота	203	233	310	310
ширина	82	82	82	82

## Вихідні дані для виконання курсової роботи з дисципліни: „Основи електропостачання ”

№ варіанта	Рівень напруги на шинах РТП в режимі		Кількість жилих будинків по вулицях						Громадські приміщення (код/кількість)						Виробничі приміщення (код/кількість)							
	min	max	А	Б	В	Г	Д	Е	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8
Згідно списку																						
1.	+5,0	+5,0	12	10	22	28	18	18	501/1	514/1	521/1	527/1	535/1	551/1	102/2	118/2	136/1	144/1	132/1	327/1	146/1	341/1
2.	+4,5	+4,5	11	12	24	30	16	18	503/1	515/1	519/1	528/1	550/2	556/1	103/2	119/2	137/1	145/1	132/1	328/1	147/1	340/1
3.	+4,0	+4,0	10	11	23	32	14	16	504/1	516/1	518/1	536/1	540/1	552/1	104/2	120/2	138/1	144/1	132/1	331/1	148/1	342/1
4.	+3,5	+3,5	14	12	20	26	16	14	508/1	517/1	521/1	528/1	550/2	556/1	105/2	121/2	139/1	145/1	132/1	339/1	146/1	343/1
5.	+3,0	+3,0	13	14	26	31	15	16	500/1	513/1	550/1	525/1	536/1	518/1	136/1	125/2	132/1	104/1	118/1	327/1	376/1	148/1
6.	+2,5	+2,5	16	12	25	32	19	17	507/1	517/1	521/1	529/1	533/1	551/2	106/2	122/2	140/1	144/1	132/1	328/1	147/1	344/1
7.	+1,5	+1,5	15	13	21	29	16	19	502/1	511/1	513/1	518/1	534/1	553/1	107/2	123/2	136/1	145/1	132/1	339/1	148/1	345/1
8.	+1,0	+1,0	14	14	20	28	16	14	505/1	514/1	518/1	521/1	529/1	534/1	108/2	124/2	137/1	144/1	132/1	327/1	146/1	346/1
9.	0,5	0,5	12	12	24	26	20	18	500/1	512/1	518/1	530/1	550/2	559/1	109/2	125/2	138/1	145/1	132/1	341/1	147/1	347/1
10.	0	0	16	10	23	30	16	16	502/1	512/1	525/1	536/1	551/2	556/1	110/2	118/2	139/1	144/1	132/1	331/1	148/1	350/1
11.	+0,5	-0,5	14	12	26	28	16	20	503/1	514/1	526/1	535/1	540/1	551/2	111/2	119/2	130/1	140/1	132/1	328/1	146/1	351/1
12.	+1,0	-1,0	12	11	25	26	20	16	504/1	517/1	527/1	536/1	550/2	560/1	102/2	120/2	136/1	145/1	132/1	327/1	147/1	352/1
13.	+1,5	-1,5	15	11	23	26	17	18	500/1	512/1	518/1	525/1	537/1	550/2	100/3	118/2	136/1	144/1	132/1	327/1	146/1	340/1
14.	+2,0	-2,0	13	12	22	27	18	15	501/1	513/1	519/1	526/1	538/1	551/2	110/3	119/2	137/1	145/1	132/1	328/1	147//	341/1
15.	+2,5	-2,5	14	13	21	28	16	14	502/1	514/1	520/1	527/1	539/1	552/2	102/3	118/2	138/1	144/1	132/1	331/1	148/1	342/1
16.	+2,0	0	16	12	21	27	15	18	501/1	513/1	518/1	525/1	537/1	550/2	103/3	120/2	136/1	145/1	132/1	328/1	146/1	343/1
17.	+3,0	0	12	10	23	28	18	16	503/1	516/1	519/1	530/1	541/1	553/2	104/3	121/2	139/1	144/1	132/1	339/1	147/1	341/1
18.	+4,0	0	11	12	24	30	15	16	504/1	517/1	518/1	525/1	542/1	551/2	105/3/	122/2	140/1	144/1	132/1	327/1	148/1	344/1
19.	+5,0	0	10	11	23	32	18	14	505/1	512/1	519/1	527/1	544/1	552/1	106/3	123/2	136/1	145/1	132/1	328/1	146/1	345/1
20.	+1,0	0	14	12	20	26	17	15	500/1	512/1	521/1	527/1	545/1	553/2	107/3	124/2	137/1	144/1	132/1	339/1	147/1	346/1
21.	+5,0	+5,0	13	14	26	31	15	16	501/1	513/1	518/1	528/1	544/1	550/1	108/3	125/2	138/1	145/1	132/1	341/1	148/1	350/1
22.	+4,5	+4,5	16	12	25	32	16	19	502/1	514/1	519/1	530/1	538/1	551/2	109/3	118/2	139/1	144/1	132/1	331/1	146/1	351/1
23.	4,0	4,0	15	10	21	24	19	17	503/1	515/1	520/1	525/1	539/1	552/2	110/1	119/2	140/1	145/1	132/1	328/1	147/1	340/1
24.	+3,5	+3,5	14	14	20	28	20	18	504/1	516/1	521/1	526/1	540/1	553/2	111/2	120/1	136/1	144/1	132/1	327/1	146/1	341/1
25.	+3,0	+3,0	12	12	26	26	17	16	505/1	517/1	518/1	527/1	542/1	550/2	100/3	121/2	137/1	145/1	132/1	341/1	148/1	342/1
26.	+2,5	+2,5	16	10	23	25	18	13	500/1	513/1	519/1	528/1	544/1	551/2	101/3	122/2	139/1	145/1	132/1	339/1	147/1	343/1
27.	+0,5	+0,5	14	12	26	29	15	16	501/1	514/1	520/1	530/1	545/1	552/2	102/3	123/2	140/1	144/1	132/1	328/1	148/1	344/1

№ варіанта	Рівень напруги на шинах РТП в режимі		Кількість жилих будинків по вулицях						Громадські приміщення (код/кількість)						Виробничі приміщення (код/кількість)							
	min	max	А	Б	В	Г	Д	Е	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8
28.	+1,5	+1,5	12	11	25	26	16	15	502/1	513/1	521/1	525/1	542/1	553/2	107/3	124/2	139/1	144/1	132/1	341/1	148/1	345/1
29.	+1,0	+1,0	15	11	24	27	17	18	503/1	517/1	519/1	526/1	540/1	550/2	108/3	119/2	137/1	145/1	132/1	327/1	146/1	350/1
30.	+0,5	+0,5	13	12	22	29	14	16	504/1	513/1	518/1	527/1	539/1	551/2	105/3	118/2	136/1	144/1	132/1	331/1	147/1	351/1
31.	+3,0	-0,5	14	13	21	25	19	15	505/1	516/1	519/1	528/1	538/1	552/2	106/3	124/2	140/1	145/1	132/1	351/1	148/1	340/1
32.	+4,0	-1,0	16	11	23	28	18	14	506/1	517/1	521/1	525/1	545/1	551/2	100/2	121/3	139/1	144/1	132/1	327/1	147/1	342/1