

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)

Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Підвищення надійності електропостачання споживачів
Зарічненського РЕМ ПАТ «Рівнеобленерго» за рахунок
технічного переоснащення розподільчих мереж**

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕТс-41

напряму підготовки (спеціальності)

**141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	<hr/>	Герич Ю.М. (прізвище та ініціали)
Керівник	<hr/>	Козак К.М. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<hr/>	Вакуленко О.О. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<hr/>	Тарасенко М.Г. (прізвище та ініціали)
Рецензент	<hr/>	Габрусєв Г.В. (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Тарасенко М.Г.

« 07 » лютого 2022 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва)

студенту Геричу Юліану Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення надійності електропостачання споживачів
Зарічненського РЕМ ПАТ «Рівнеобленерго» за рахунок
технічного переоснащення розподільчих мереж

Керівник роботи Козак Катерина Миколаївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від 01 лютого 2022 року № 4/7-76

2. Термін подання студентом роботи 22 червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика споживачів електричної енергії Зарічненського РЕМ ПАТ «Рівнеобленерго». Технічна характеристика мережевого та підстанційного обладнання Зарічненського РЕМу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ.

2. Проектно-конструкторський розділ.

3. Розрахунковий розділ.

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Характеристика ПАТ «Рівнеобленерго» та структура його споживачів. 2. Однолінійна схема ЗТП-219 в смт. Зарічне. 3. Повітряна лінія електропередач з неізолюваним проводом.

4. Повітряна лінія електропередач з самоутримним ізолюваним проводом. 5. Переваги самоутриманих ізолюваних проводів. 6. Заміна існуючих опор ПЛЛ-0,4кВ, на нові опори. 7. Заміна приладів обліку. 8. Основні технічні характеристики лічильників електричної енергії.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>к.т.н., доц. кафедри МТ Гурик О.Я.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>ст. викл. кафедри ЕІ Вакулєнко О.О.</i>		

7. Дата видачі завдання

07 лютого 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Стаття І. римітка
1	Літературний огляд за напрямком кваліфікаційної роботи	07.02.22 – 18.03.22	
2	Підготовка основної частини пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	19.03.22 – 22.05.22	
3	Підготовка розділу «Безпека життєдіяльності та основи ОП»	23.05.22 – 01.06.22	
4	Складання переліку використаних літературних джерел	02.06.22 – 07.06.22	
5	Підготовка вступу, висновків, змісту, реферату	08.06.22 – 12.06.22	
6	Отримання відгуку та рецензії на кваліфікаційну роботу, підготовка доповіді на захист	12.06.22 – 22.06.22	

Студент

_____ (підпис)

Герич Ю.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Козак К.М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТс – 41. - Т. : ТНТУ, 2022.

Обсяг кваліфікаційної роботи становить 73 сторінки. В роботі міститься 23 рисунка, 7 таблиць, 60 літературних джерел, виконано 15 аркушів презентації.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Підвищення надійності електропостачання споживачів Зарічненського РЕМ ПАТ «Рівнеобленерго» за рахунок технічного переоснащення розподільчих мереж».

Метою роботи є пошук шляхів (методів, технологій, обладнання), які б дали можливість зменшити технологічні витрати електроенергії не порушуючи комфортного життя споживачів Зарічненського РЕМ ПАТ «Рівнеобленерго».

Перелік ключових слів:

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, РАЙОН ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦЯ, ПОВІТРЯНА ЛІНІЯ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ, КАБЕЛЬНА ЛІНІЯ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ, ФІДЕР.

ЗМІСТ

	с.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Характеристика Зарічненського РЕМ.....	9
1.2 Аналіз виробничої структури.....	12
1.3 Структура споживачів Зарічненського РЕМ.....	18
1.4 Можливості енергозбереження.....	20
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	21
2.1 Вихідні дані.....	21
2.2 Технічне переоснащення ПЛ-0,4кВ від ЗТП-219 в смт. Зарічне Рівненської області.....	23
2.3 Заміна існуючих опор на нові.....	31
2.4 Заміна приладів обліку.....	34
3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	42
3.1 Розрахунок струмів короткого замикання.....	42
3.2 Розрахунок параметрів проекрованої ПЛІ-0,4 кВ.....	44
3.3 Розрахунок технічних можливостей проєктованих ПЛІ-0,4 кВ.....	45
3.4 Технічний облік електроенергії на вводі 0,4 кВ силового трансформатора ..	46
3.4.1 Вибір приладу обліку.....	46
3.4.2 Розрахунок трансформаторів струму на вводі 0,4 кВ.....	46

	5
3.4.3 Розрахунок струмових кіл.....	47
3.5 Шафи індивідуального обліку.....	48
3.6 Вибір комутаційних апаратів для споживачів.....	49
3.7 Розрахунок заземлювального пристрою.....	51
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	58
4.1 Аналіз ризику щодо охорони праці в умовах функціонування РЕМ.....	58
4.2 Побудова системи зонального захисту від грозових, імпульсних і комутаційних перенапруг.....	59
4.3 Стійкість роботи об'єктів господарської діяльності в умовах надзвичайних ситуацій та основні шляхи її підвищення.....	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	66
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	67

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДБН	Державні будівельні норми
ЕОМ	Електронна обчислювальна машина
ЛЕП	Лінія електропередач
НС	Надзвичайна ситуація
ОГД	Об'єкт господарської діяльності
ОР	Отруйна речовина
ПАТ	Приватне акціонерне товариство
ПЕМ	Підприємство електричних мереж
ПКЕЕ	Правила користування електроенергією
ПЛ	Повітряні лінії
ПУ	Протирадіаційне укриття
ПУЕ	Правила улаштування електроустановок
РЕМ	Район електричних мереж
СП	Самоутримний ізольований провід
СДОР	Сильнодіюча отруйна речовина
ЦО	Цивільна оборона

ВСТУП

Актуальність теми. Гострий дефіцит органічного палива, викликаний підвищенням його ціни до світового рівня, економічна криза в паливно-енергетичному комплексі, пов'язана з постійними неплатежами за спожиту електричну енергію, зниження електроспоживання внаслідок падіння виробництва як в промисловості так і в сільському господарстві привели до значного зменшення виробітку електричної енергії на електричних станціях. Сьогодні на теплових електростанціях, внаслідок неможливості закупівлі газу, вугілля, мазуту, працює тільки 10-15 % обладнання. На атомних електростанціях виведені з роботи ряд блоків, немає коштів на проведення ремонтних робіт, вивезення відпрацьованого ядерного палива, на заробітну плату.

Викликані з цих причин обмеження в електроспоживанні, що вводяться кожного року, а, особливо, в періоди осінньо-зимових максимумів навантажень в енергосистемі, привели до того, що споживання електричної енергії в області в цілому зменшилось.

Враховуючи економічний стан в державі в цілому і, зокрема, в паливно-енергетичній галузі великих надій на значне збільшення виробництва електроенергії на електростанціях в найближчих роках немає. А тому одним із шляхів задоволення потреб споживачів енергії при сьогоднішньому рівні її виробництва на електростанціях є раціональне їх використання та заощадження.

До заходів, направлених на зменшення витрат електричної енергії на транспортування в електричних мережах належить організаційні, що включають оптимізацію місць розімкнення ліній електропередачі напругою 35-10 кВ із двостороннім живлення, оптимізацію робочих напруг в центрах живлення радіальних електромереж, вирівнювання навантажень фаз в електричних мережах 0,4 кВ, зниження витрат електроенергії на власні потреби підстанцій, виконання робіт під напругою та технічні заходи, які включають заміну проводів на перенавантажених лініях, заміну перенавантажених, установлення додаткових трансформаторів на діючих підстанціях, заміну недонавантажених

трансформаторів, установлення та введення в дію компенсуючих пристроїв у промислових споживачів, розукрупнення розподільчих ліній 0,4-10 кВ, заміна відгалужень від ліній 0,4 кВ до споживачів, оптимізація завантаження електричних мереж за рахунок капітального будівництва і ряд інших.

Саме тому завданням даної дипломної роботи є підвищення надійності електропостачання споживачів Зарічненського РЕМ ПАТ «Рівнеобленерго» за рахунок технічного переоснащення розподільчих мереж.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, чотирьох розділів, висновків та переліку посилань.

Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 73 арк. формату А4, графічна частина – 15 аркушів презентації.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика Зарічненського РЕМ

Зарічненський РЕМ був створений в квітні 1995 р у складі державного енергопостачального підприємства України ДАЕК «Рівнеобленерго». Сьогодні Зарічненський РЕМ динамічно розвивається, повноцінно виконує свою місію, як завершальна ланка у нерозривному технологічному ланцюгу виробництва і транспортування електроенергії, передачі її магістральними та розподільчими мережами до споживача.

Головною метою РЕМу є одержання прибутку шляхом забезпечення потреб споживачів в електричній енергії та в інших товарах і послугах, відповідно предмету діяльності в умовах функціонування Об'єднаної енергетичної системи України.

Зараз в Зарічненському РЕМ працює надзвичайно потужний кадровий потенціал: 30 працівника мають вищу освіту і 45 середньо-технічну, 3 працівники здобули дві вищих освіти.

У Зарічненському РЕМ працює 18 електромонтерів які зайняті експлуатацією електричних мереж з них $\frac{1}{4}$ колективу складають жінки, які на сьогоднішній час добре освоїли енергетику її проблеми та потреби.

Зараз Зарічненський РЕМ обслуговує 50 населених пунктів в який знаходиться 13770 споживачів електричної енергії. Довжина повітряних ліній 10 кВ Зарічненського РЕМу становить 594,35 км.

У таблиці 1.1 представимо технічну характеристику енергогосподарства Зарічненського РЕМу на 01.11.2015 р.

Таблиця 1.1 – Характеристика Зарічненського РЕМу в нормальному режимі роботи

Назва ПЛ-10 кВ ПС-110/10,35/10	К- сть ТП	К-сть нас. пункт.	К- сть абон .	Сумарна довжина ПЛ - 10 кВ (км)	Середнє спожива -ння кВт/год.	Середнє наванта- ження (А)	Приєднана потужність кВА
ПС-30 БОРОВА							
МЛИНОК 30-01	19	2	650	34,92	138	8	1198
РЕЧИЦЯ 30-02	16	16	540	26,64	120	7	1904
КУХ.ВОЛЯ 30-03	34	5	1220	55,96	170	10	2298
НАСОСНА 30-04	4	1	120	3,55	70	4	835
ПС-68 КУТИН							
ГЛУША 68-01	2	1	70	8	T2	1	320
НОБЕЛЬ 68-02	13	3	410	17,38	70	4	1073
ЛЮБИНЬ 68-03	10	2	210	9,17	50	3	1073
ЗАОЗІРЯ 68-04	8	3	240	12,16	35	2	776
КУХЧЕ 68-05	13	3	470	29,48	100	6	1546
ПС-31 МОРОЧНО							
МУТВИЦЯ 31-01	18	2	650	28,11	120	7	1658
НІГОВИЩІ 31-02	20	4	500	39,77	65	4	1734
ХРАПИН 31-03	14	2	650	22,21	110	6	1796
Н.РЕЧИЦЯ 31-04	6	1	200	12,02	45	2	737
НАСОСНА 31-05	8	1	120	18,81	50	3	1083
КОМОРИ 31-06	4	0	60	7,4	45	2	720
ПС-98 ПРИВІТІВКА							
Н.РЕЧИЦЯ 98-01	7	1	145	15,75	45	2	395
КОНИК 98-02	8	1	260	12,59	30	2	876
МУРАВИН 98-06	6	1	700	4,6	50	3	833
ПС-70 ЗАРІЧНЕ							
РИБГОСП 70-01	34	5	1400	61,85	340	20	3573
ЛЬОНЗАВОД	10	1	940	16,32	360	21	3750
ЗАРІЧНЕ 70-08	15	3	805	43,37	250	15	1782
ЦРЛ 70-14	4	0	160	6,95	140	8	1230
МІСТО 70-15	15	2	1490	12,37	500	28	3476
МТФ 70-16	20	2	780	26,09	180	11	2211
ПС-69 СВЕРИЦЕВИЧІ							
ДУБРІВСЬК 69-02	15	1	520	20,67	246	15	2654
ВИЧІВКА 69-07	21	2	460	48,21	100	6	2514
Всього	341	50	13770	594,35	3500	200	

Зарічненський РЕМ здійснює ліцензовану діяльність з передачі (постачання) електроенергії в умовах постійного скорочення обсягів споживання електроенергії споживачами, як через низьку їх платіжно-спроможність, так і змін в структурі самих споживачів. Так, питома доля побутових споживачів в загальній структурі споживання має тенденцію до збільшення внаслідок скорочення обсягів виробництва (або ж припинення) великих промислових підприємств. Одночасно ціна купованої енергії зростає внаслідок підвищення цін на паливо до світового рівня, паливна ж складова в оптовій ціні електроенергії становить понад 90%.

Вказані причини призводять до низької (або від'ємної) рентабельності енергопостачальних підприємств, а це в свою чергу призводить до недостатнього фінансування капіталовкладень в електричні мережі і поступового їх занепаду.

Основною проблемою, яка впливає на діяльність товариства є хронічна несплата споживачами за спожиту електроенергію, особливо населенням.

Електроенергетична база, яку має Рівненська область, достатня для того, щоб сьогодні і на найближчу перспективу задовольняти потреби споживачів різних груп та категорій в електричній енергії.

Однак, на сьогодні наявні потужності не використовуються повною мірою через цілий ряд як об'єктивних так і суб'єктивних причин.

Рівень технологічних витрат електроенергії на її транспортування є одним з визначальних показників ефективності експлуатації розподільних мереж енергопостачальними компаніями України. Відповідно до персоналу цих компаній для кожного розрахункового періоду визначає нормативні, звітні ТВЕ та нетехнічні втрати. Нормативні ТВЕ визначаються за математичними моделями відповідно до діючої методики. Звітні ТВЕ визначають за різницею між значенням електроенергії, яку отримав ліцензіат з передачі електроенергії локальними мережами на межі балансової належності від ДП „Енергоринок” та відпуском електроенергії споживачам, а нетехнічні втрати – за різницею між звітними та нормативними ТВЕ.

Рівень нормативних ТВЕ є індикатором ефективності планування заходів по зниженню технічних втрат (далі втрат) електроенергії, а рівень нетехнічних втрат – ефективності реалізації запланованих заходів та аудиторської діяльності.

1.2 Аналіз виробничої структури

Виробнича структура ПАТ «Рівнеобленерго» зараз перебуває у процесі реформування, переходу до більш прогресивної та гнучкої системи, метою якої є зменшення бюрократії, скорочення рівнів ієрархії та підзвітності (не більше трьох) Загальна концепція такої структури представлена на рисунку 1.1.

Проаналізуємо основну ланку роботи РЕМу, збутову діяльність підприємства, тобто, заступника начальника з енергозбуту та його підлеглих – інженера дільниці енергозбуту та контролерів енергонагляду.

Заступник начальника РЕМ з енергозбуту є адміністративно-технічним керівником району електричних мереж. В адміністративному відношенні безпосередньо підпорядкований начальникові директору, його заступникам, директору енергозбуту та помічнику генерального директора з питань координації та контролю енергозбутової роботи в РЕМ.

Заступник начальника РЕМ по енергозбуту забезпечує керівництво енергозбутовим персоналом РЕМ і виконує весь об'єм робіт, пов'язаних із реалізацією електричної енергії споживачам, веденню розрахунків за неї згідно з „Правилами користування електричною енергією”. Визначає технічну

політику в питаннях забезпечення функціонування електроенергії мережі 0,4 кВ, зниження складових її втрат.

Заступник начальника РЕМ по енергозбуту:

- організовує всю роботу по збутову роботу електричних мереж і очолює оперативну роботу інспекції енергонагляду в напрямках: облік, зняття показників електролічильників, лімітування споживання електроенергії, потужності та режимних заходів;

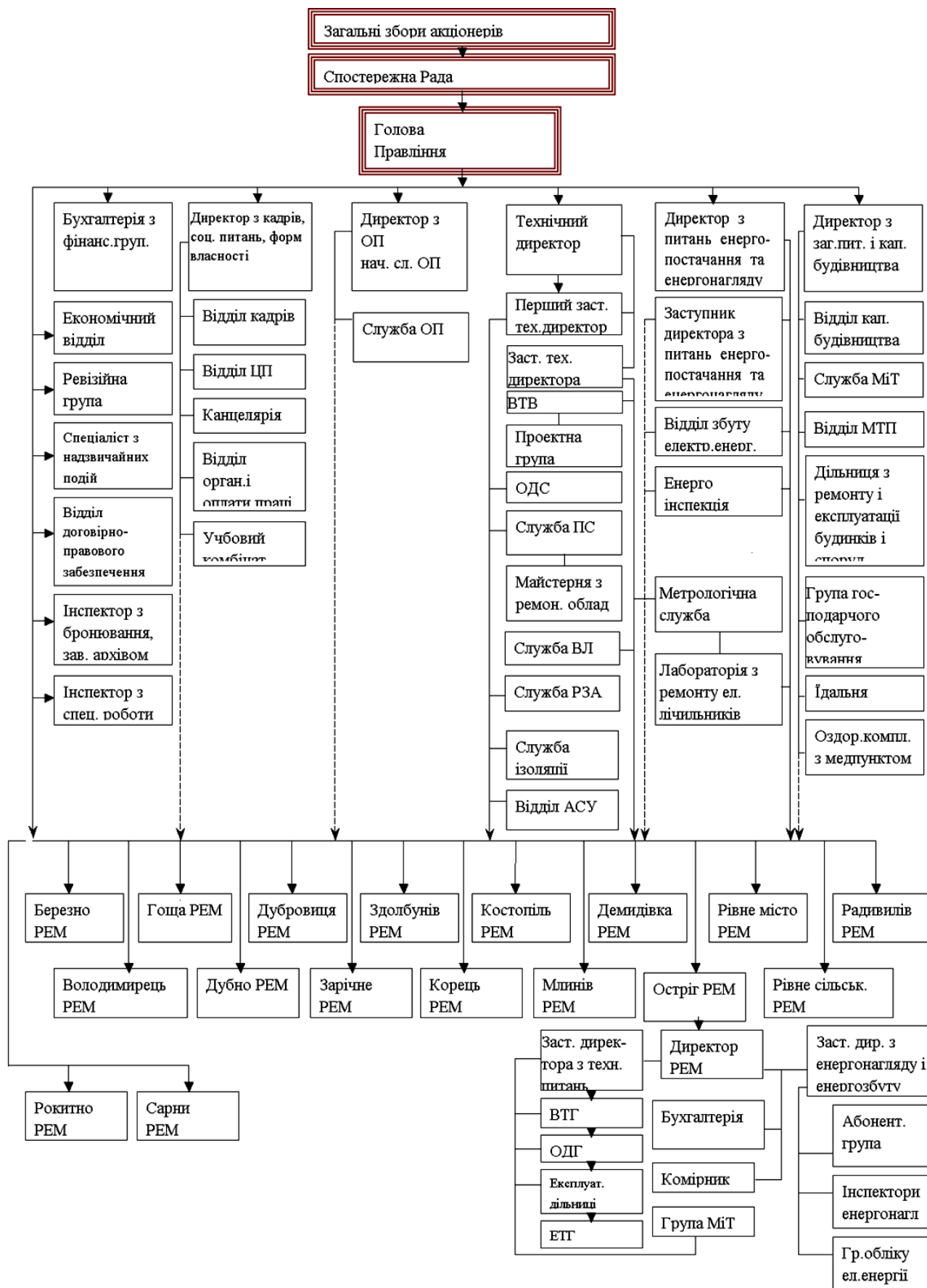


Рисунок 1.1 – Виробнича структура ПАТ «Рівнеобленерго»

- організовує оформлення силами інспекції та збуту укладання договорів зі споживачами електроенергії та здійснює контроль за дотримання договірних зобов'язань;

- організовує та контролює роботу з ведення розрахунків за відпущену електроенергію кожному споживачеві згідно з правилами користування електроенергією (ПКЕЕ);

- контролює правильність розрахунків за перевищення споживачами лімітів споживання електроенергії та потужності;

- проводить аналіз виконання планів надходження, реалізації електроенергії та відпускнуго тарифу, технологічних втрат електроенергії на транспортування та інших показників збутової роботи;

- очолює комісії з розгляду актів порушень споживачами ПКЕЕ та проведення експертиз електролічильників;

- організовує та контролює відключення від мережі порушників ПКЕЕ та боржників;

- проводить роботу з ліквідації заборгованості споживачів;

- контролює своєчасність і правильність нарахування за стягнення пені, інфляційних сум;

- організовує роботу з енергозбутовим персоналом РЕМ згідно з вимогами „Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань...”;

- забезпечує контроль за дотримання споживачами технічних умов на приєднання до електричних мереж та дозвіл на введення нових електроустановок споживачів в експлуатацію.

Заступник по енергозбуту має право:

- давати вказівки черговому персоналу і вимагати їх безумовно та своєчасного виконання;

- вимагати від споживачів електроенергії своєчасного подання рапортів і оплати рахунків за спожиту електроенергію;

- вимагати від оперативного персоналу РЕМ своєчасного зняття показників приладів обліку електроенергії, в режимні дні – графіків навантажень;

- складати акти про порушення споживачами Правил користування електричною енергією;
- за узгодженням із начальником РЕМ залучати до участі в рейдах персонал РЕМ;
- клопотати перед начальником РЕМ про заохочення, зниження чи позбавлення премії, притягнення до дисциплінарної відповідальності;
- безперешкодного доступу в будь-який час до електроустановок споживачів, приладів обліку незалежно від їх відомчої приналежності.

Заступник по енергозбуту з питань обліку електроенергії керується вказівками заступника директора енергозбуту – головного метролога Товариства. Також він вносить зміни в плани робіт інспекторів енергонагляду зони діяльності РЕМ і організовує оперативну роботу інспекції в напрямі контрольного обліку, лімітування електричної енергії та потужності, а також виконання режимних заходів.

Інженер дільниці енергозбуту на закріпленій за ним дільниці:

- організовує і контролює роботу контролерів енергозбуту, монтерів по заміні приладів обліку з метою проведення своєчасної і в повному обсязі оплати побутовими споживачами використаної електроенергії, перевірки технічного стану і правильності роботи приладів обліку, технічного стану електропроводок та виявлення фактів поза облікового споживання електроенергії;
- проводить аналіз надходження електроенергії в мережу і корисного відпуску електроенергії споживачам по закріплених фідерах ліній електропередач та ТП-10/0,4 кВ населених пунктів з метою виявлення та усунення необґрунтованих витрат електроенергії, виявлення порушень в роботі приладів обліку електроенергії;
- організовує підлеглих і бере участь в перевірці правильності функціонування приладів обліку електричної енергії, відповідності трансформаторів струму навантаженням, показів лічильників, перевіряє наявність пломб на приладах обліку та інших частинах, доступних для приєднання електроприймачів поза обліком ;

- видає попередження споживачам про припинення постачання електроенергії, з відома і дозволу керівництва РЕМ проводить особисто і контрольне проведення підлеглим персоналом відключення споживачів-боржників та інших порушників ПКЕЕ;

- складає спільно з споживачами акти аварійної і технологічної броні електропостачання споживачів першої і другої категорії з надійності електропостачання;

- контролює дотримання споживачами:

- заданих граничних величин споживання електричної енергії та потужності;

- режимів роботи компенсуючи пристроїв та вимог документів, що регулюють перетікання реактивної електроенергії;

- режимів роботи електротермічного обладнання;

- виконання графіків обмежень та відключень;

- застосовує заходи впливу до порушників режимів електроспоживання.

- бере участь в прогнозуванні споживання електричної енергії та потужності;

- проводить перевірку технічного стану резервних автономних джерел живлення на предмет готовності їх до роботи;

- перевіряє виконання споживачами технічних умов на електропостачання та стан схем живлення і проводить допуск нових і реконструйованих електроустановок споживачів напругою до 1000 В другої та третьої категорії та електроустановок, які використовує населення;

- контролює правильність застосування тарифів на електроенергію;

- проводить перевірку виконання споживачами виданих приписів.

Інженер дільниці енергозбуту повинен :

- виконувати всі адміністративно-технічні розпорядження і вказівки керівництва району електромереж;

- при потребі – узгоджувати свою роботу на закріпленій території з майстрами по експлуатації ліній і підстанцій, старшим диспетчером ОДГ, майстром групи приладів обліку та працівниками інших підрозділів РЕМ;

- в межах своїх службових обов'язків здійснювати запити і отримувати відповідну інформацію у працівників інших підрозділів РЕМ;
- готувати і надавати в службу енергонагляду річніці місячний плани робіт, звіти про їх виконання та іншу інформацію;
- надавати майстру групи приладів обліку інформацію про виявлені несправності і порушення в схемах обліку електроенергії споживачів та контролювати їх своєчасне усунення.

Контролер енергонагляду :

- контролює споживання електроенергії абонентами (як побутовими так і юридичними) на закріпленому фідері (дільниці);
- забезпечує виконання доведених планових показників на закріпленому фідері;
- контролює стан обліку електроенергії в електроустановках РЕМ і споживачів;
- організовує збір коштів за використану електроенергію в закріпленій за ним дільниці;

Контролер енергонагляду в адміністративному відношенні підпорядковується заступнику начальника РЕМ з енергозбуту, інженеру першої категорії – керівнику абонентської групи та інженеру дільниці енергозбуту РЕМ.

Контролер енергонагляду несе відповідальність за:

- своєчасне виконання вказівок керівництва РЕМ;
- виконання місячних завдань із збору коштів за спожиту електроенергію споживачами в закріпленій за ним зоні;
- за якість проведених ним робіт, збереження ним інструменту, електролічильників, захисних засобів;
- дотримання правил внутрішнього трудового розпорядку РЕМ;
- виконання місячних завдань з обстеження приладів обліку електроенергії споживачів, проведення перевірки правильності підключення електролічильника.

Питання, пов'язані з виробничою діяльністю, вирішує і погоджує з інженером дільниці РЕМ або з інженером першої категорії – керівником абонентської групи. Усю необхідну інформацію по роботі обліку, переміщенню електролічильників, виявлених порушеннях в оплаті за спожиту електроенергію, всі акти або довідки з контрольними замірами із зазначенням дати й особистим підписом подають оператору ЕОМ не пізніше встановленого графіку видачі прийняття завдань складені акти порушень ПКЕЕ споживачами кожного наступного дня здаються особі, визначеній вказівкою по РЕМ. При необхідності від'єднання електрообладнання споживача від мережі на опорі, подає інженеру дільниці енергозбуту РЕМ заявку на виконання роботи ОББЕ.

Виходячи з організаційної структури управління Товариством адміністрація району електричних мереж має право:

- подавати на затвердження керівництву, документацію на списання матеріалів на технічне обслуговування та капітальний ремонт;
- подавати керівництву, у відповідності із затвердженим положенням про преміальну систему, пропозиції з преміювання працівників РЕМ, позбавлення їх премії частково або повністю;
- розпоряджатись виділенням району електричних мереж фондами і засобами у відповідності із затвердженими нормами;
- використовувати за рішенням колективу 30 % прибутку, отриманого від надання послуг населенню та організаціям.

1.3 Структура споживачів Зарічненського РЕМ

Об'єм постачання електричною енергією споживачам в Зарічненському РЕМ має тенденцію до зменшення, внаслідок ліквідації великих тваринницьких ферм в сільському господарстві району, скорочення промислового виробництва, а також зменшення кількості населення, а з ним і ліквідацію закладів соціально-побутового призначення (дитячі садки та ін.).

Разом з тим зростає ціна покупної електроенергії через постійне збільшення палива до світового рівня. Паливна складова в ціні електроенергії досягає 90%.

Ці причини не дають можливості акумулювати необхідні кошти на відновлення і реконструкцію електромереж району. На сьогоднішній день фактично проводяться тільки підтримуючі ремонти ліній електропередач і підстанцій. Частина з них вже повністю амортизована або не відповідає фактичним навантаженням, які значно перевищують практичні.

Структура споживачів електроенергії в Зарічненському районі наступна:

- промислові та приєднані до них споживачі з потужністю встановлених трансформаторів на підстанціях до 750 кВА;
- непромислові споживачі;
- сільськогосподарські споживачі;
- населення;
- населені пункти.

Електричне навантаження кожного з перерахованих споживачів складається з навантажень окремих електроприймачів: електродвигунів, освітлювальних ламп, електронагрівальних елементів і ін. Відповідно до протікання виробничих процесів на підприємствах і з побутовим укладом населення ці приймачі включають поперемінно, завдяки чому електричне завантаження в будь-якій точці мережі змінюються в часі.

Як відомо, при розрахунках електричних мереж розрізняють три види навантажень: по активній потужності P , по реактивній потужності (Q і по струму / (або по повній потужності S).

Активна потужність у тому або іншому ступені споживається всіма електроприймачами. Що ж стосується реактивної потужності, то в сільських мережах її основними споживачами є асинхронні двигуни сільськогосподарських підприємств, а також трансформатори споживачів.

1.4 Можливості енергозбереження

Основні напрямки енергозбереження в Україні передбачені проектом Національної енергетичної програми України до 2030 року.

В першу чергу – це зниження питомих витрат палива. Енергії на одиницю продукції, здійснення структурної перебудови народного господарства через зменшення частки енергоємних галузей виробництва і збільшення частки наукоємних, мало ресурсних видів продукції в загальному їх обсязі, визначення пріоритетних напрямків в розвитку економіки.

Основні напрямки енергозбереження в Рівненській області передбачені обласною комплексною програмою енергозбереження, яка на сьогоднішній день перебуває на другому етапі.

Найважливішими напрямками енергозбереження в нашій області є економія електричної та теплової енергії на промислових підприємствах, в сільському господарстві та побуті при її використанні на виробничі і побутові потреби, модернізація діючих та відновлення і реконструкція малих гідроелектростанцій області, які свого часу були закриті. Зменшення технологічних витрат ЕЕ в ЕМ є важливою складовою загального комплексу енергозберігаючих заходів.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вихідні дані

Кваліфікаційна робота розроблена на основі таких вихідних документів:

1. Завдання на проектування видане ПАТ «АЕС Рівнеобленерго».
2. Робочого проекту «Технічне переоснащення ПЛ-0,4кВ від ЗТП-219 в смт. Зарічне».
3. Опис здійснено на основі проектно-вишукувальних робіт ВМП «Елекгросервіс» проводились з дотриманням умов та наявності ліцензії: Державного комітету України з будівництва та архітектури Серія АВ №555372 від 08.09.2014 р.

Проектом передбачено:

1. Прокладання ізольованих повітряних ліній 0,4 кВ;
2. Заміну існуючих опор на нові опори.
3. Заміна приладів обліку.

Технічні характеристики і категорія надійності електропостачання: III

Клас наслідків та категорія складності об'єкта на основі п.5 ч.І ДБН.

Прийняти навантаження на один однофазний ввід-3,0 кВт, на трифазних-5,0 кВт. Кількість трифазних та однофазних ввідів визначити на місці встановлення.

- Орієнтовна довжина мережі – 3,438 км.

Однолінійна схема ЗТП-219 в смт. Зарічне наведена на рисунку 2.1.

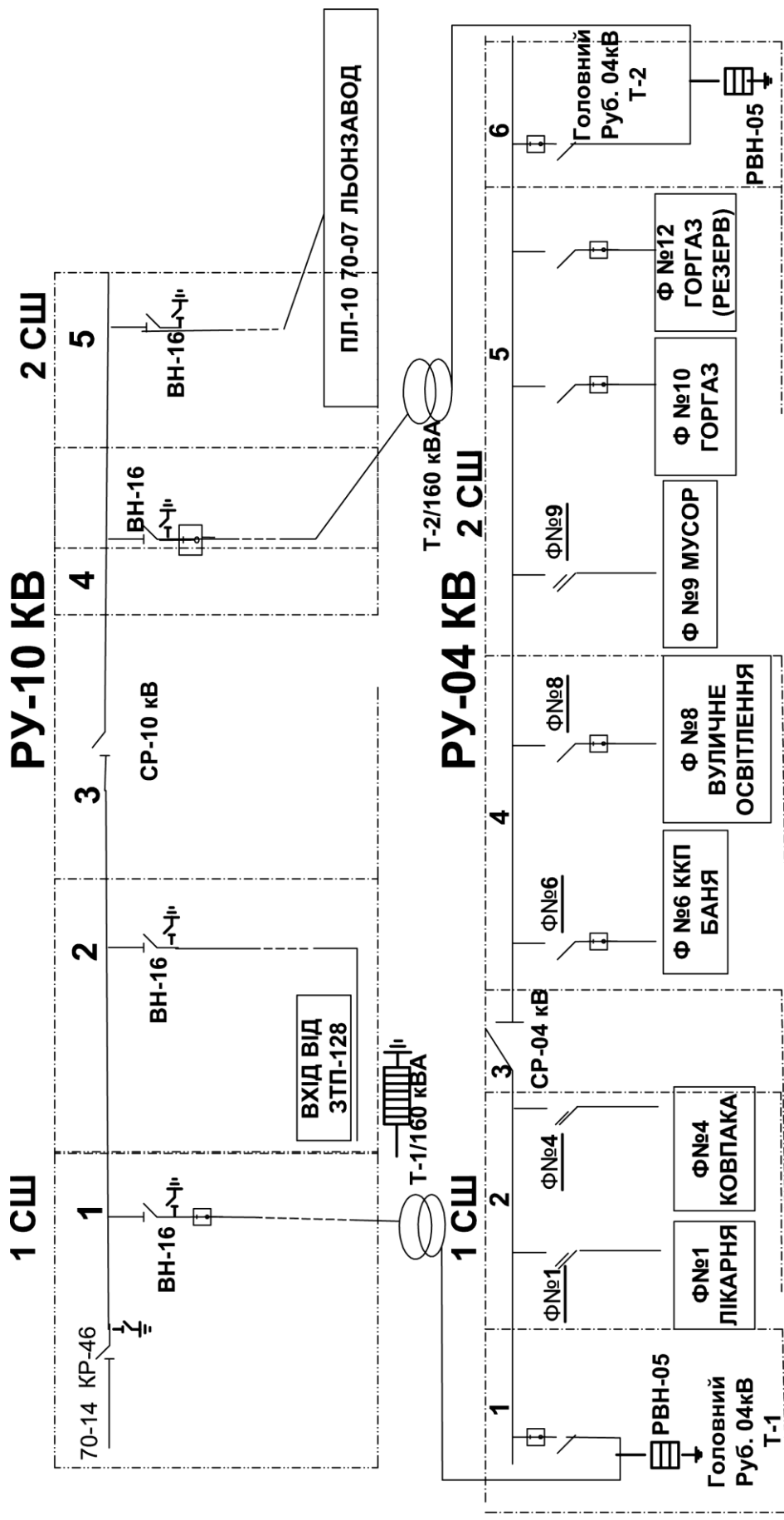


Рисунок 2.1 – Однолінійна схема ЗТП-219 в смт. Зарічне

2.2 Технічне переоснащення ПЛ-0,4кВ від ЗТП-219 в смт. Зарічне Рівненської області

Переоснащення повітряної лінії в смт. Зарічне, виконується у зв'язку з необхідністю надійного живлення споживачів. Об'єкт – ЗТП-219 в смт. Зарічне, буде обслуговуватись силами енергослужби ПАТ «АЕС Рівнеобленерго». Основні елементи існуючої повітряної лінії показано на рисунку 2.2.

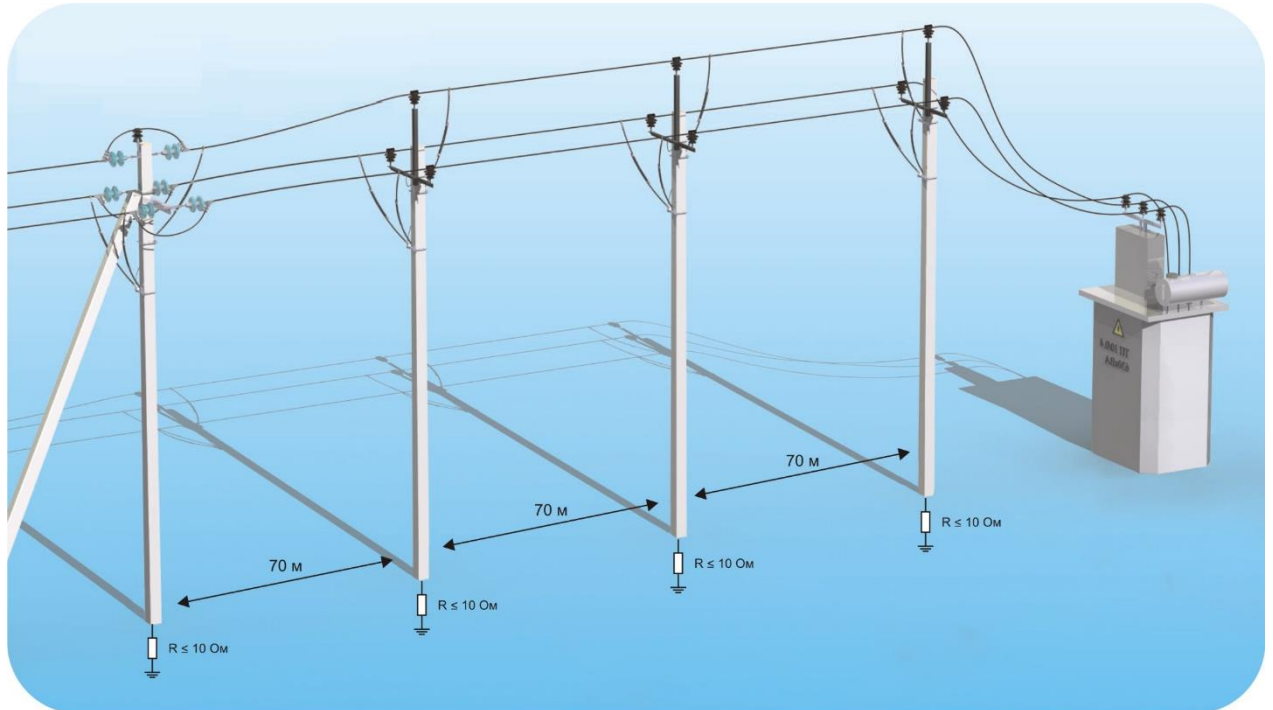


Рисунок 2.2 – Основні елементи існуючої ПЛ електропередач

Вихідними даними дипломної роботи передбачено заміну голого проводу існуючої повітряної лінії електропередач на ізолюваний провід марки СПП-5нг, загальний вигляд якого показано на рисунку 2.3.

Для технічного переоснащення ПЛ-0,4кВ від ЗТП-219 в смт. Зарічне будівельні конструкції прийняті із залізобетонних елементів - стійок.

Будівельні та монтажні роботи повинні бути виконані згідно з відповідними діючими будівельними нормами та правилами.

Матеріали, вироби та конструкції які використовуються повинні задовольняти вимоги проекту, відповідних державних стандартів та технічних умов.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд ізольованого проводу СПП

Виготовлення та монтаж металевих конструкцій виконати відповідно до СНиП 3.03.01-87(п. 4.78 -п. 4.134) та ДБН В.2.6-163:2010.

Порядок проведення будівельних і монтажних робіт при будівництві ПЛ визначається підрядною організацією разом із замовником і експлуатаційною організацією з врахуванням необхідності і можливості тимчасового або почергового відключення того чи іншого споживача на час проведення будівельно-монтажних робіт.

До початку будівництва повинні бути виконані роботи по підготовці до будівництва:

- викликані представники зацікавлених організацій;
- встановлені тимчасові споруди.

Комплектування будівництва робітниками здійснюється за рахунок постійних кадрів підрядної організації, а також, частково, за рахунок залучення робітників із місцевого населення. Розміщення будівельних кадрів передбачається в орендованих для них приміщеннях і в пересувних вагонах-гуртожитках.

Тривалість будівництва буде складати 2 місяці – технічне переоснащення - 1,5 місяця, в тому числі підготовчий період - 0,5 місяця. На рисунку 2.4 наведено попорну схему нової ПЛ (проектованої).

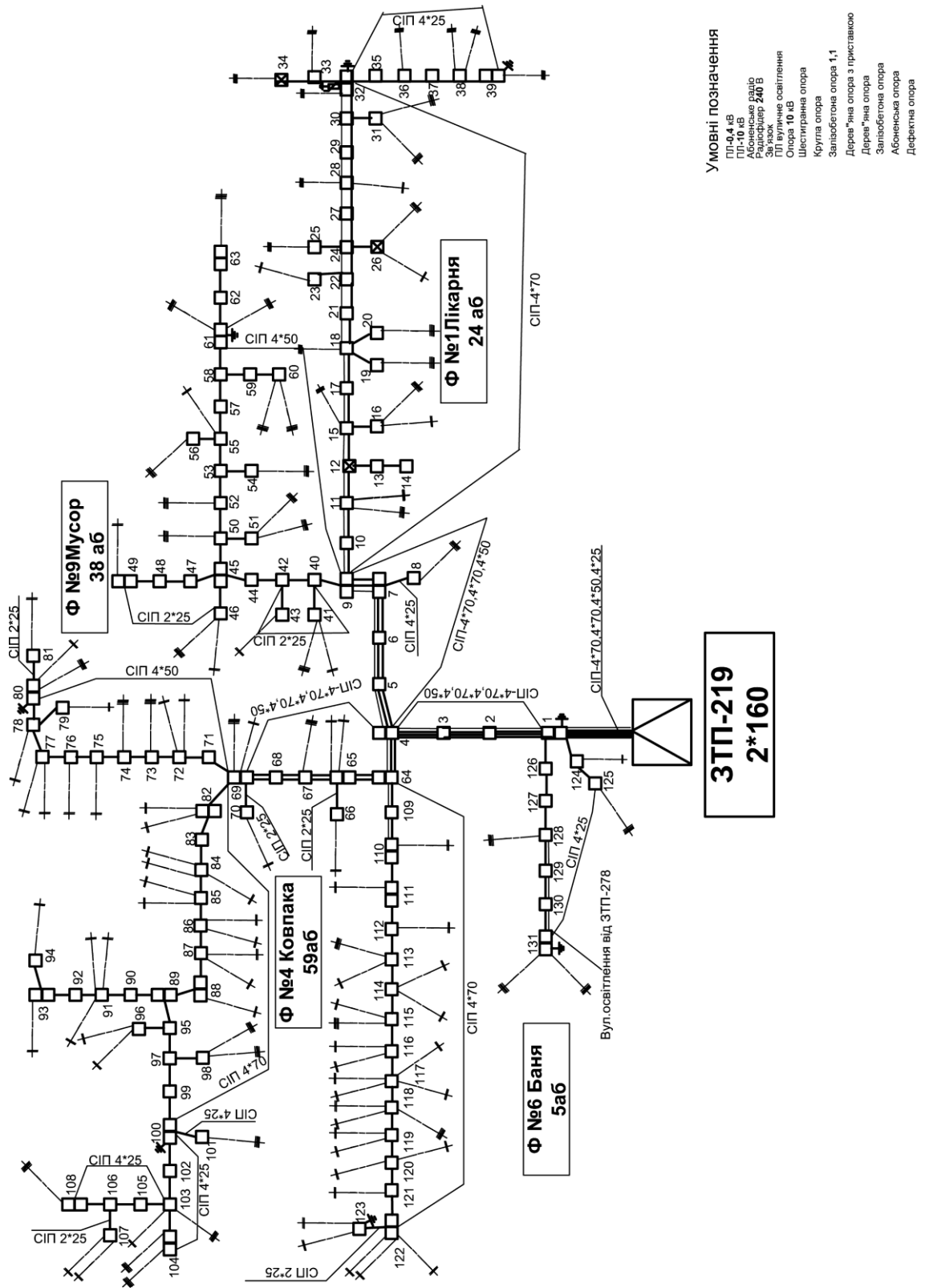


Рисунок.2.4 – Попорна схема ЗТП -219

Монтаж елементів ПЛ виконується автокраном КС-4561А

Порядок проведення будівельних і монтажних робіт при будівництві ПЛ визначається підрядною організацією разом із замовником і експлуатаційною організацією з врахуванням необхідності і можливості тимчасового або почергового відключення того чи іншого споживача на час проведення будівельно-монтажних робіт..

Складування конструкцій та матеріалів виконувати в робочій зоні монтажного майданчику.

Тимчасове електропостачання під час будівництва здійснюється від існуючих мереж 6-38 кВ.

Питна вода привізена в герметично закритій посудині.

При організації будівельного майданчика небезпечні для перебування людей зони виділити добре видимими знаками та написами встановленої форми.

Переваги ізолюваних проводів СІП

1. Експлуатація та обслуговування

Основною перевагою самоутримуючих ізолюваних проводів є значні скорочення трудових і матеріальних витрат на експлуатацію і обслуговування. При використанні СІП практично виключені короткі замикання при сильному поривчастому вітру або при налипанні снігу. Також ці дроти володіють великою механічною міцністю, що мінімізує можливість їх обриву.

2. Монтаж

Монтаж проводу СІП дуже зручний і простий. Для цього є спеціальна арматура, яка виключає установку на опору ПЛ траверс та ізоляторів, що прискорює процес монтажу і ремонтів. До речі, провід СІП можна прокладати прямо по фасаду будівлі, як показано на рисунку 2.5.

3. Втрати в лінії

На повітряній лінії електропередач, виконаної самонесучими ізолюваними проводами СІП, значно зменшуються втрати. Це досягається за рахунок зменшення реактивного опору ізолюваного провідника приблизно в 3 рази по

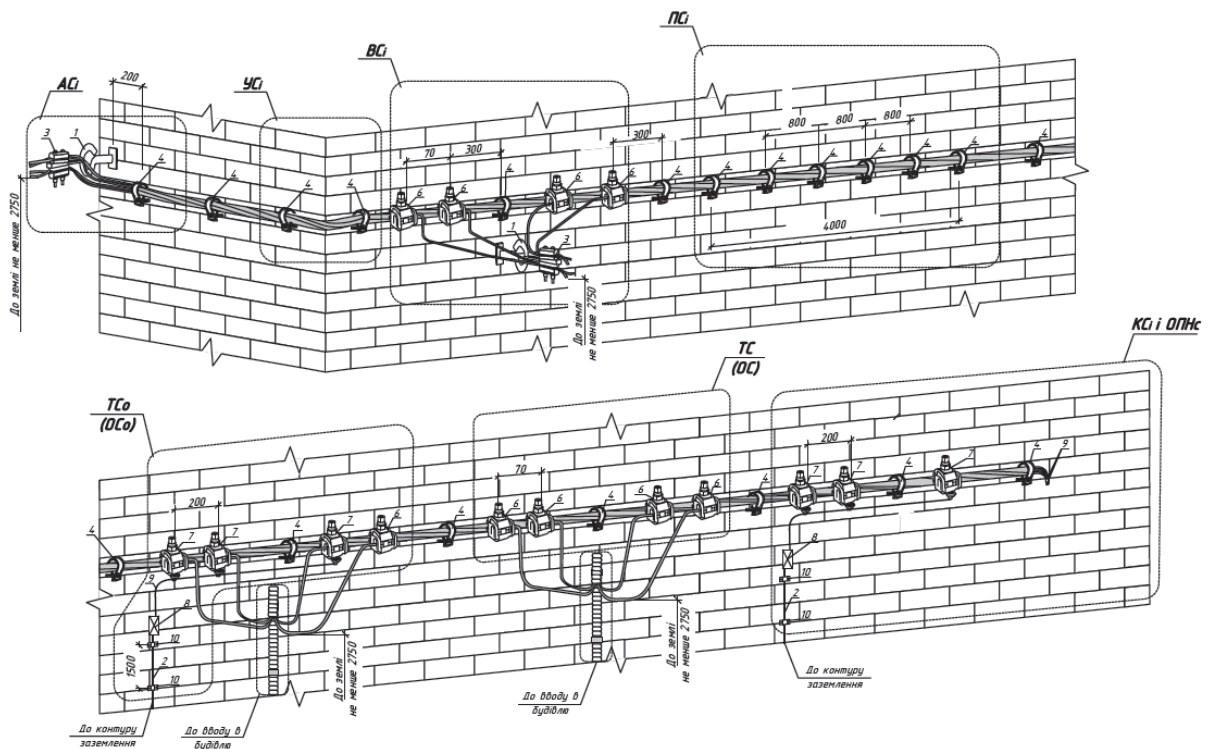


Рисунок 2.5 – Монтаж ізолюваного проводу по стіні.

зменшення реактивного опору ізолюваного провідника приблизно в 3 рази по відношенню до неізолюваного.

4. Підключення

Підключення до лінії можливо виконати без зняття напруги з електроустановки.

5. Крадіжка

Зменшується кількість підключень до лінії з метою крадіжки електричної енергії.

6. Термін служби

Термін служби проводів СП становить більше 25 років, з причини того, що в якості матеріалу для ізоляції обраний зшитий світлостабілізований поліетилен, який довго витримує ультрафіолетові випромінювання.

Технічну характеристику ізолюваного проводу марки СП наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика СІП проводу

Марка проводу	СІП-1	СІП-2	СІП-3	СІП-4	СІП-5
Зовнішній вигляд					
Переріз					
Кількість струмопровідних жил, шт	1 + 4	1 + 4	1	2 + 4	2 + 4
Переріз жил, мм ²	16 ÷ 120	16 ÷ 120	35 ÷ 240	16 ÷ 120	16 ÷ 120
Нульова жила, несуча	сплав алюмінію (з сталевим сердечником)	сплав алюмінію (з сталевим сердечником)	відсутня	відсутня	відсутня
Струмопровідна жила	алюмінієва	алюмінієва	сплав алюмінію (з сталевим сердечником)	алюмінієва	алюмінієва
Клас напруги, кВ	0,4 ÷ 1	0,4 ÷ 1	10 ÷ 35	0,4 ÷ 1	0,4 ÷ 1
Тип ізоляції жил	термопластичний поліетилен	світлостабілізований поліетилен	світлостабілізований поліетилен	термопластичний поліетилен	світлостабілізований поліетилен
Температура експлуатації	-60 °С ÷ +50 °С	-60 °С ÷ +50 °С	-60 °С ÷ +50 °С	-60 °С ÷ +50 °С	-60 °С ÷ +50 °С
Допустимий нагрів жил при експлуатації	+70 °С	+90 °С	+70 °С	+90 °С	+90 °С
мін радіус вигину проводу	не менше 10 Ø	не менше 10 Ø	не менше 10 Ø	не менше 10 Ø	не менше 10 Ø
Термін служби	не менше 40 років	не менше 40 років	не менше 40 років	не менше 40 років	не менше 40 років
Примітки	- відгалуження від ПЛ; - ввід живлення в житлові приміщення; - господарські будівлі; - прокладання по стінам будівель і споруд.	-	- для монтажу ПЛ напругою 10-35 кВ.	- відгалуження від ПЛ; - ввід живлення в житлові приміщення; - господарські будівлі; - прокладання по стінам будівель і споруд.	-

Для кріплення ізолюваного проводу на опорі при реконструкції повітряної лінії електропередач у смт. Зарічне, потрібно використовувати спеціальну лінійну арматуру та нові технології монтажу і підвішування ізолюваного проводу.

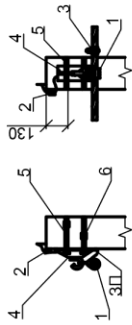
На рисунку 2.6 наведені основні типи лінійної арматури яка застосовується для монтажу ізолюваного проводу

Для монтажу ізолюваного проводу на опорі потрібно використовувати рішеннями наведені на рисунку 2.7.



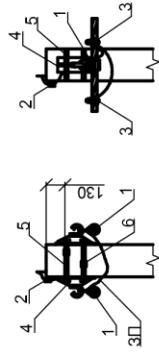
Рисунок 2.6 – Лінійна арматура для монтажу ізолюваного проводу 0,4 кВ.

Проміжне кріплення проводу



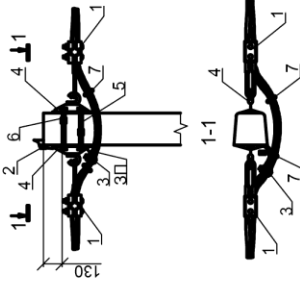
- 1 - затискач підтримуючий, 2 - затискач плашковий, 3 - затискач проколюючий, 4 - гак, 5 - стальна стрічка, 6 - скріпа, ЗП - заземлюючий провідник

Проміжне кріплення проводу двоколової магістралі



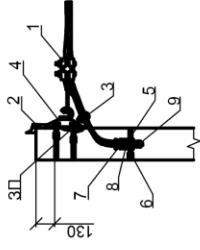
- 1 - затискач підтримуючий, 2 - затискач плашковий, 3 - затискач проколюючий, 4 - гак, 5 - стальна стрічка, 6 - скріпа, ЗП - заземлюючий провідник

Анкерне кріплення проводу



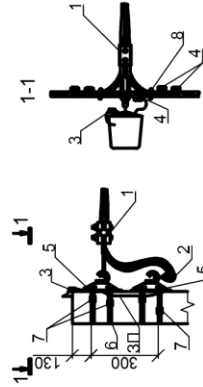
- 1 - затискач анкерний, 2 - затискач плашковий, 3 - затискач проколюючий, 4 - гак, 5 - стальна стрічка, 6 - скріпа, 7 - стяжний хомут, ЗП - заземлюючий провідник

Кінцеве кріплення проводу одноколової магістралі



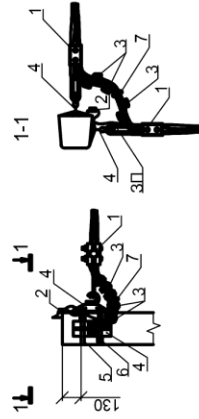
- 1 - затискач анкерний, 2 - затискач плашковий, 3 - затискач проколюючий, 4 - гак, 5 - стальна стрічка, 6 - скріпа, 7 - стяжний хомут, 8 - хомут кріплення кабелю, 9 - кінцеві ковчачки, ЗП - заземлюючий провідник

Улаштування відгалуження магістрального проводу



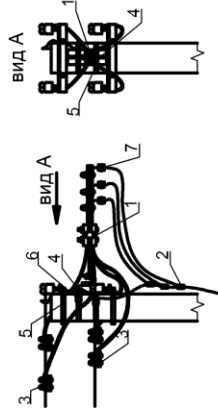
- 1 - затискач анкерний, 2 - затискач підтримуючий, 3 - затискач плашковий, 4 - затискач проколюючий, 5 - гак, 6 - стальна стрічка, 7 - скріпа, 8 - стяжний хомут, ЗП - заземлюючий провідник

Кутове анкерне кріплення проводу до 90°



- 1 - затискач анкерний, 2 - затискач плашковий, 3 - затискач проколюючий, 4 - гак, 5 - стальна стрічка, 6 - скріпа, 7 - стяжний хомут, ЗП - заземлюючий провідник

Приєднання ОПН до СІП



- 1 - затискач анкерний, 2 - затискач плашковий, 3 - затискач відгалужувальний, 4 - гак, 5 - стальна стрічка, 6 - скріпа, 7 - обмежувач перенапруги

Рисунок 2.7 – Кріплення ізольованого проводу на опорі.

2.3 Заміна існуючих опор на нові

Залізобетонні опори марки СВ, загальний вигляд яких показано на рисунку 2.8, розроблені та експлуатуються в районах з розрахунковою температураю повітря до -55°C .



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд залізобетонних опор

Основним елементом таких опор є центрифуговані або вібровані залізобетонні стійки. Найбільшою міцністю і довговічністю відрізняються опори ліній електропередач (ЛЕП) на центрифугованих стійках. Крім віброваних і центрифугованих стійок, до складу залізобетонної опори ЛЕП можуть входити підкоси, приставки, опорно-анкерні плити, ригелі, анкери для відтяжок, нижня бетонна кришка (під'ятник) і металоконструкції у вигляді траверс, надставок, тросостійок, оголовники, хомутів, відтяжок, внутрішніх зв'язків, вузлів кріплення. Кріплення металоконструкцій до стійки опори здійснюється за допомогою хомутів або наскрізних болтів.

Закріплення в ґрунті залізобетонних опор проводиться шляхом установки їх в циліндричний котлован з наступним заповненням пазух піщано-гравійною сумішшю. Для забезпечення необхідної міцності закладення в слабких ґрунтах на підземній частині опор ПЛ за допомогою напівхомутів закріплюються ригелі. Головний недолік опор із залізобетону - погане співвідношення ваги та міцності, високі витрати при транспортуванні за великих габаритів і маси виробів. Перевага - висока корозійна стійкість до агресивного середовища.

Приклад встановлення опор ЛЕП ПЛ 0,4 кВ показані на рисунках 2.9 – 2.11.

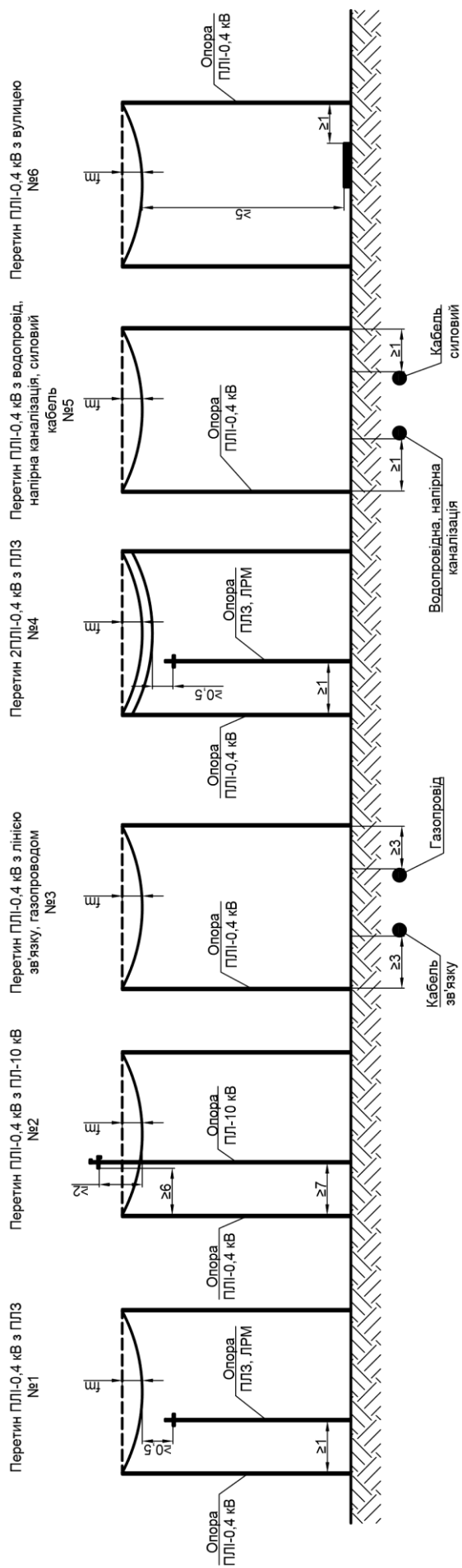


Рисунок 2.9 – Приклад встановлення опор ЛЕП ПЛЛ 10/0,4 кВ

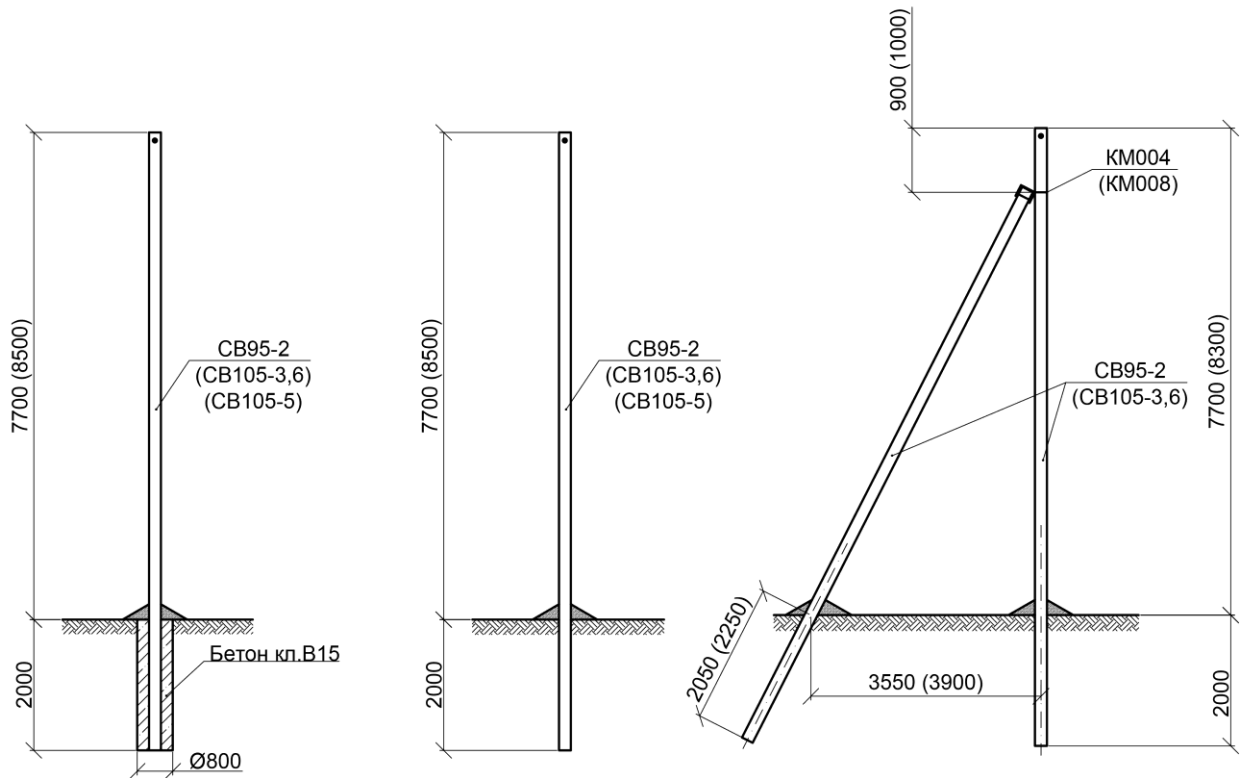
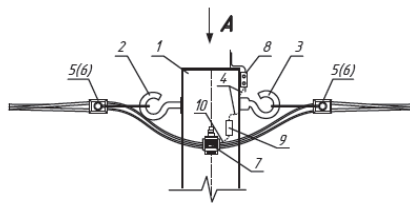
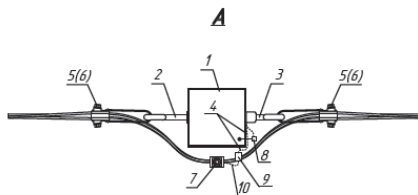


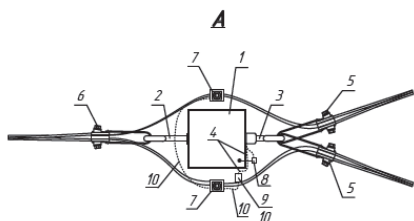
Рисунок 2.10 – Умовні позначення та схема встановлення опори ЛЕП



**Д1-О, Д1-Т, 2Д1-О*
(Д2-О, Д2-Т, 2Д2-О*)**



2Д1-О, (2Д2-О)



Поз.	Позначення	Найменування	Кількість				Маса од. кг	Примітка
			Д1-О (Д2-О)	Д1-Т (Д2-Т)	2Д1-О (2Д2-О)	2Д1-О* (2Д2-О*)		
<i>Залізобетонні елементи</i>								
1	ТУ У 0013997.003-94 (ТУ У 0013997.004-94)	Стояк СВ 95-2 (СВ 105-5)	1	1	1	1	750 (1175)	0,3 м ² (0,47 м ²)
<i>Сталеві елементи</i>								
2	Каталог ТзОВ „Львівська ізоляція” ТУ У 312-22360905-001:2006	Гак прохідний ГП 16.1 (ГП 16.2)	1	1	1	1	0,735 (0,785)	
3	Каталог ТзОВ „Львівська ізоляція” ТУ У 312-22360905-001:2006	Гак накручувальний ГН 16	1	1	1	1	0,39	
4	З.407.1-14.18-54а	Заземлювальний провідник ЗПта	0,3	0,3	0,3	0,3	0,64	м
<i>Лінійна арматура, проводи</i>								
5	Каталог ТзОВ „Львівська ізоляція” ТУ У 312-22360905-001:2006	Затискач натягальний ЗН 1.2	2	-	2	-	0,165	
6	Каталог ТзОВ „Львівська ізоляція” ТУ У 312-22360905-001:2006	Затискач натягальний ЗН 2.2	-	2	1	2	0,205	
7	Каталог ТзОВ „Львівська ізоляція” ТУ У 312-22360905-002:2010	Затискач відгалужувальний ЗВ 1.1.2	1	1	2	2	0,115 (0,36)	Див. прим.2
8	Каталог ТзОВ „Львівська ізоляція”	Затискач плашкової ПСТ-1 (ПСТ-1) (з.ц.)	1	1	1(1)	1(1)	0,185 (0,36)	
9	Каталог ТзОВ „Львівська ізоляція”	Затискач плашкової ПСТ-1 (з.ц.)	1	1	1	1	0,185	Див. прим.2
10	ГОСТ 839-80	Провід алюмінієвий А16, м	0,5	0,5	0,5	0,5		Див. прим.2
	ТУ У 313-00214534-014-2002а	Провід самоінтимний ізольований СИП-5мг 2х25	20	-	40	40		1-фазне відгалуження
	ТУ У 313-00214534-014-2002а	Провід самоінтимний ізольований СИП-5мг 4х25	-	20	-	-		3-фазне відгалуження

1. Додаткові опори ділянок мережі призначені для підтримання габариту проводів на відгалуженнях до ввідів в будинку.
2. Поз.7, 9,10 лише при наявності пристрою заземлення (див. арк. 7).
3. Кількість СИП усереднена і уточнюється під час монтажу. Максимально допустима довшина прогону 25 м для опор на стояках СВ95-2 і 35 м на стаяках СВ105-5.
4. Дані в дужках – для опор на стаяках СВ 105-5.
5. СИП між опором магістралі і додатковою опорою монтувати з тяжінням:
 - 2 кН для ділянок Д1-О, 2Д1-О, 2Д1-О*, Д2-О, 2Д2-О, 2Д2-О*,
 - 3 кН для ділянок Д1-Т, Д2-Т.

Рисунок 2.11 – Ділянки ЛЕП з додатковими опорами і їх характеристики

2.4 Заміна приладів обліку

Поява ринкових відносин між суб'єктами енергетичної діяльності в умовах функціонування оптового ринку електроенергії, виявила ряд причин підвищених ТВЕ, пов'язаних недостатньою кількістю та якістю засобів обліку електроенергії, що спричиняє необґрунтовано високий рівень нетехнічних втрат (несинхронність зчитування даних про споживання електроенергії, низький клас точності вимірювального обладнання та каналів зв'язку, відсутністю погодинної тарифікації промислових підприємств). За таких умов постала необхідність вдосконалення комерційного обліку шляхом впровадження автоматизованих систем обліку, на всіх рівнях об'єднаної електроенергетичної системи України.

Однак, на сьогодні у розподільних мережах 10(6) кВ практично відсутні технічні умови для забезпечення їх автоматизації, оскільки, високий рівень засобів телевимірювань та телекерування характерний лише для магістральних мереж. Таким чином, формування ефективних систем обліку враховуючи розмірність та розгалуженість розподільних мереж вимагає значних капіталовкладень, що робить актуальним пошук методів підвищення ефективності проектних рішень у даному напрямку.

Функціональну структуру, яка в загальному випадку складається з вимірювального середовища, системи збирання та обробки даних та комунікаційного середовища (рисунок 2.12). Останнє включає в себе перелік модулів, що забезпечують транспортування інформації від системи обліку об'єктів до локального, регіонального та центрального рівнів. В свою чергу комунікаційні модулі складаються з каналів зв'язку (радіоканали, канали Radio Internet, канали GSM, електрозв'язок) та засобів, які формують первинну базу даних.

Функціональна насиченість ієрархічного рівня автоматизованої системи визначає перелік вимог до її елементів (рисунок 2.12) в частині їх надійності та вірогідності вихідної інформації. Окремі вимоги висуваються до точності вимірювального середовища, а саме до класів точності трансформаторів струму й напруги, а також первинних перетворювачів та лічильників.

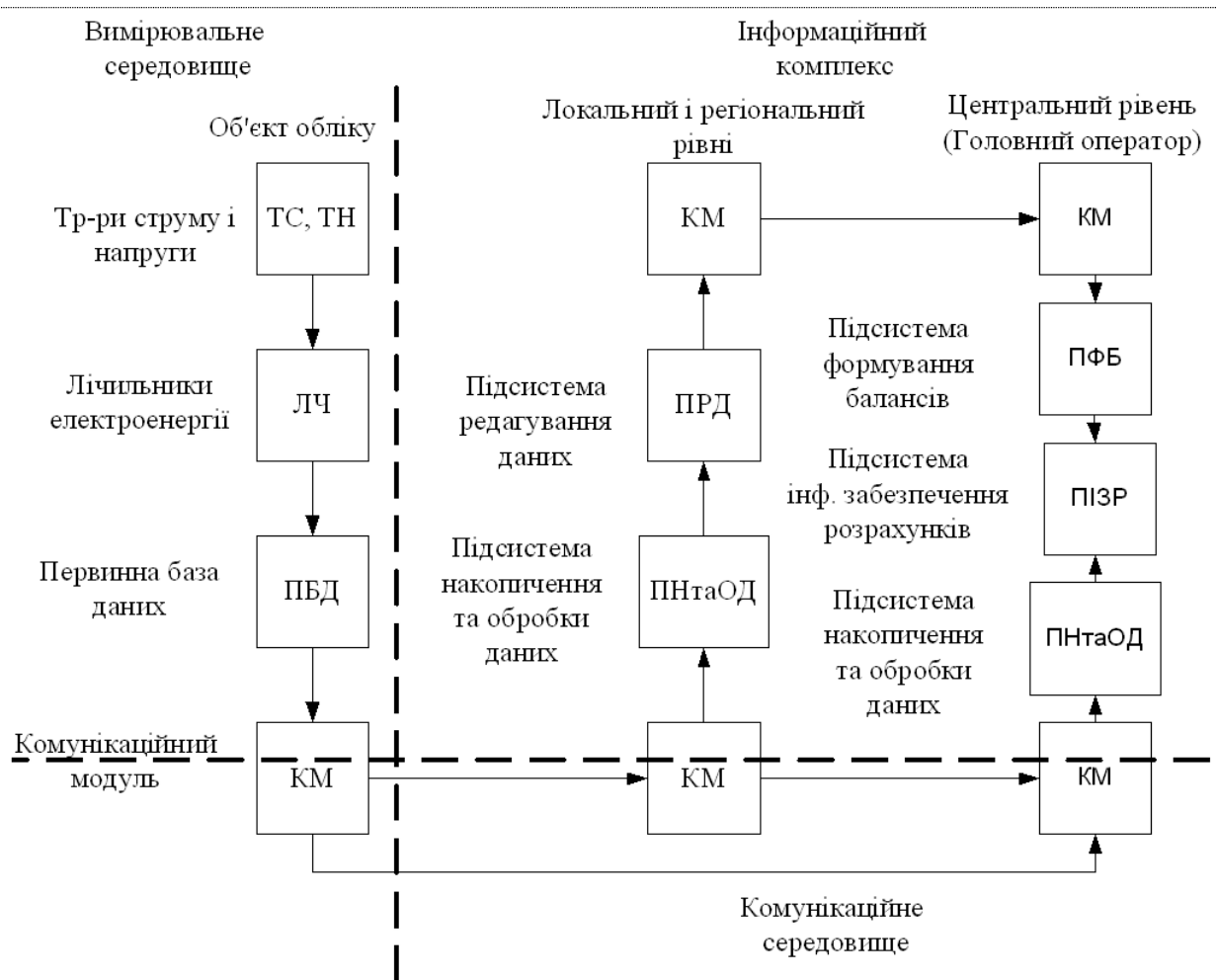


Рисунок 2.12 – Функціональна схема автоматизованої системи обліку

Однією з головних причин, що зменшує ефективність реалізації автоматизованих систем обліку на нижчих ієрархічних рівнях є істотне зростання кількості об'єктів обліку, які обслуговуються даними суб'єктами Оптового ринку електроенергії. Так, якщо ДП НЕК «Укренерго» обслуговує 132 підстанції, то для обласних енергокомпаній кількість об'єктів обліку незначна, а для районних електричних мереж може сягати кількох тисяч. Виходячи з цього, для ДП НЕК «Укренерго» вимірювальне середовище організоване на 60% підстанцій, а системи збору та обробки даних реалізовані в 50% електроенергетичних систем. У деяких обласних енергокомпаніях, наприклад ВАТ «Житомиробленерго», реалізація систем збору та обробки даних регіонального

рівня завершена повністю, однак вимірювальне середовище локальних енергетичних систем рівня районних електричних мереж практично відсутнє.

Основними проблемами, які призводять до гальмування процесу реалізації автоматизованих систем обліку електричної енергії є:

- відсутність необхідного державного фінансування;
- відсутність, або недосконалість нормативної документації щодо взаємовідносин суб'єктів Оптового ринку електроенергії в умовах функціонування АСКОЕ;
- відсутність остаточного, погодженого переліку функцій, які повинна виконувати АСКОЕ, а також керівних рішень щодо подальшої інтеграції даної системи обліку в автоматизовану систему диспетчерського керування;
- відсутність норм щодо порядку організації метрологічної атестації вимірювальних засобів АСКОЕ та ін.

З наведеного вище видно, що розробка та впровадження ефективної автоматизованої системи обліку електричної енергії є тривалим, витратним процесом і вимагає вдосконалення наявного методичного та математичного забезпечення, з метою ліквідації його відставання від інформаційних та обчислювальних можливостей сучасних технічних засобів. Крім того, враховуючи потенційну функціональність даної системи, розробка методів та засобів планування й аналізу заходів по зниженню витратних складових балансу електроенергії з залученням інформаційних можливостей є актуальною задачею.

Зараз облік електроенергії на трансформаторних підстанціях здійснюється трифазними електричними лічильниками для мережі змінного струму частотою 50-60 Гц. На даний момент використовується індукційний лічильник ИП СА4У-И672М. Для організації автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії доцільно застосувати сучасні електронні лічильники, наприклад, НІК 2104 Т.

Нижче наведено зображення обох лічильників (рисунки 2.13 і 2.14).



Рисунок 2.13 – Індукційний лічильник ІП СА4У-І672М

Таблиця 2.2 – Основні технічні характеристики ІП СА4 (У)-І672М

Показник		Величина
1		2
Клас точності		2,0
Номінальна напруга, В		220; 380
Поріг чутливості % від $I_{ном}$.		0,5
Діапазон робочих температур, °С		от -20 до +55
Потужність, що споживається віткою струму, ВА		1,0
Номінальний <u>максилмальний</u> струм, А		5 (10)
Потужність, що споживається віткою напруги	Активна, Вт	1,5
	Повна, ВА	5,0
Габаритні розміри, мм		282x173x127
Маса, кг		3,0

Продовження таблиці 2.2

1	2
Мінімальна напрацювання на відмову, не менше	71 000 год
Гарантійний термін експлуатації	24 міс
Термін служби, не менше	32 років

Отже, планується даний лічильник ИП СА4У-И672М замінити на лічильник NIK 2104 загальний вигляд якого наведено на рисунку 2.14 а технічна характеристика подана в таблиці 2.3.

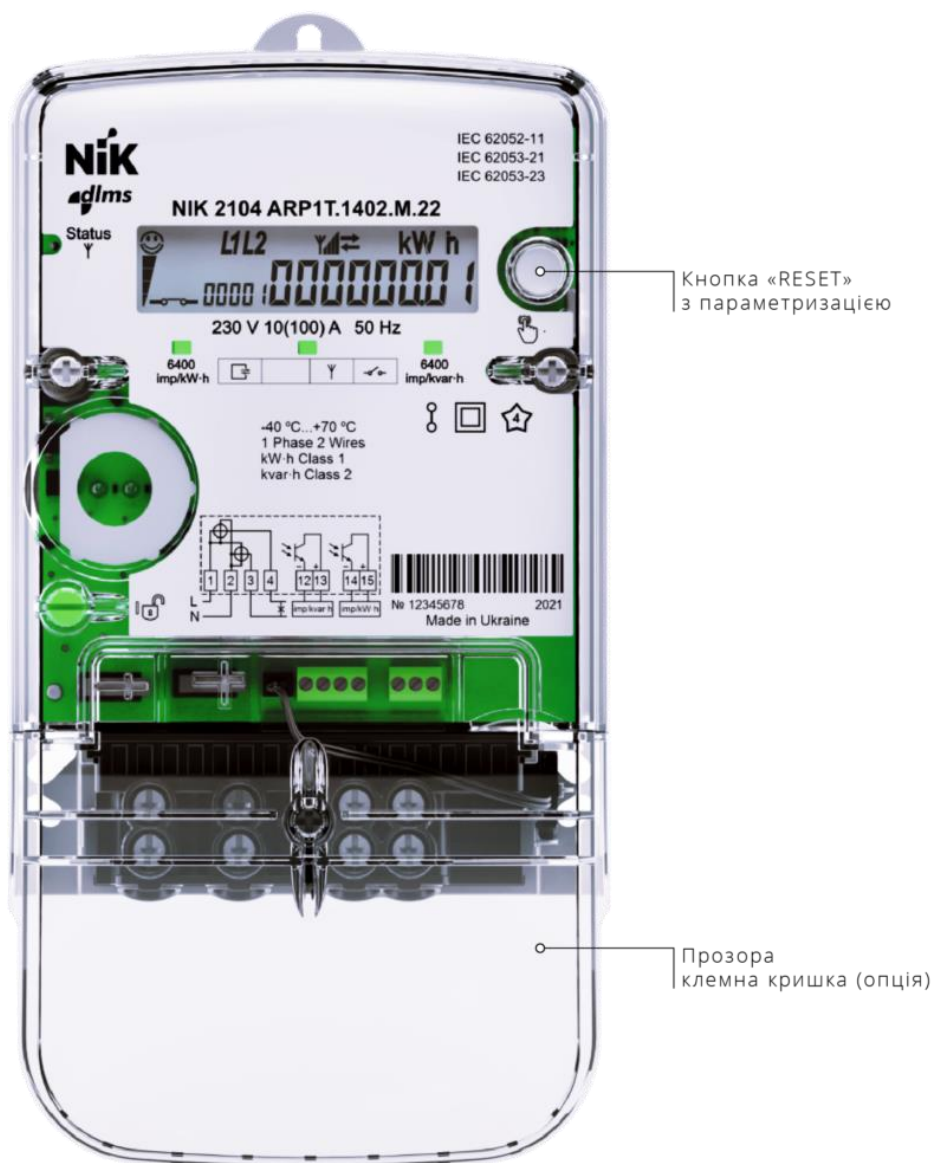


Рисунок 2.14 – Загальний вигляд лічильника NIK 2104

Таблиця 2.3 – Основні параметри лічильника NIK 2104

Клас точності при вимірюванні активної енергії за ДСТУ EN 62052-11, ДСТУ EN 62053-21	1
Номінальна напруга U_n , В	Таблиця 2
Допустимі відхилення напруги, % від U_n	від мінус 20 до плюс 15
Стартова сила струму (чутливість при вимірюванні активної енергії), I_{st} мА;	12,5
Базова сила струму, I_b , А	5
Максимальна сила струму I_{max} , А	100
Стала лічильника (актив), імп/(кВт·год)	6400
Потужність споживання лічильниками, В·А (Вт)	не більше 10 (2)
Потужність споживання в колах струму ($I = I_b$), В·А	не більше 0,2
Номінальна частота мережі, Гц	50
Кількість розрядів РКІ для відображення основної інформації	8
Багатотарифний облік споживання активної енергії	до 4-х тарифів і 12 часових зон
Збереження щоденної спожитої енергії по всіх тарифах, діб	до 64
Збереження щомісячної спожитої енергії по всіх тарифах, місяців	до 24
Запис и збереження профілю навантаження з періодом інтеграції 30 хвилин, діб	до 64
Міжповірочний інтервал, років	8
Діапазон температури робочий, °С	від мінус 40 до плюс 70
Діапазон температури зберігання, °С	від мінус 40 до плюс 70
Відносна вологість повітря при температурі плюс 30 °С, %	не більше 95
Ступінь захисту	IP54
Клас по зовнішнім механічним умовам	M2
Клас по зовнішнім електромагнітним умовам	E2
Маса, кг	не більше 1
Середній термін служби до першого капітального ремонту, років	не менше 30
Лічильник має середнє напрацювання на відмову, з урахуванням технічного обслуговування, годин	не менше 200 000

Схеми підключення однофазних і трифазних лічильників наведено на рисунках 2.15 – 2.16, а вводу в будинок на рис. 2.17 – 2.18.

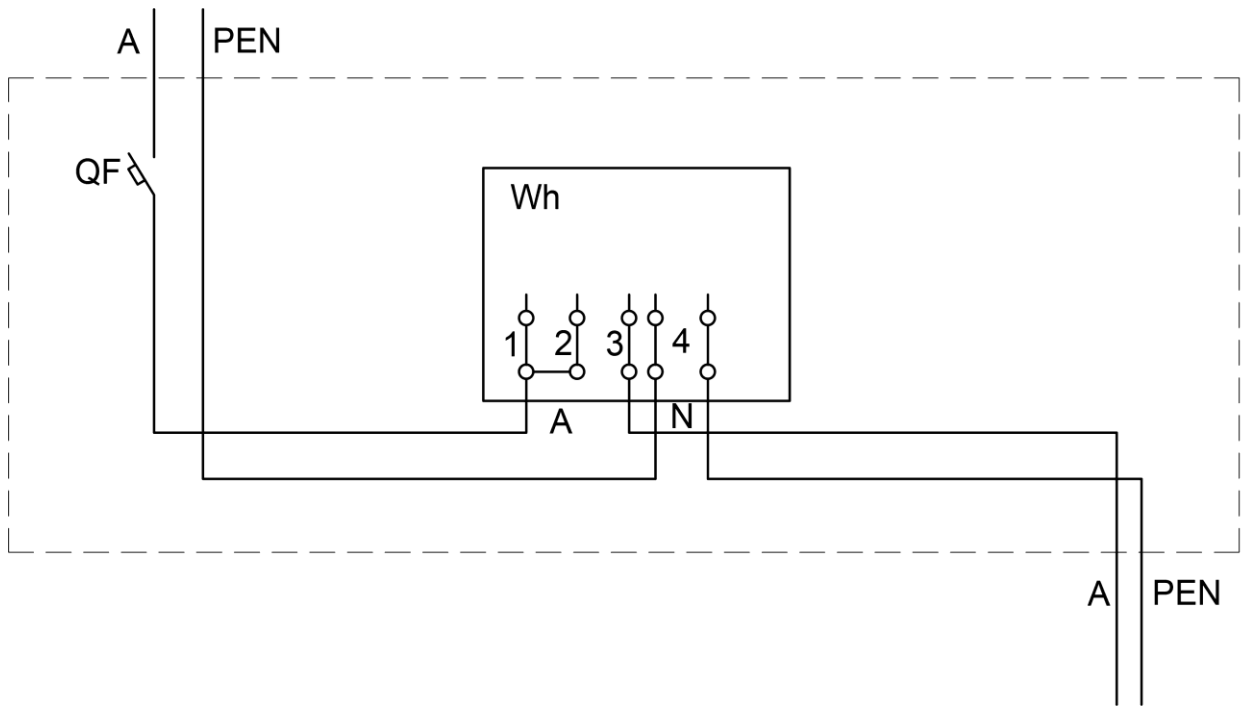


Рисунок 2.15 – Схема підключення однофазного електролічильника

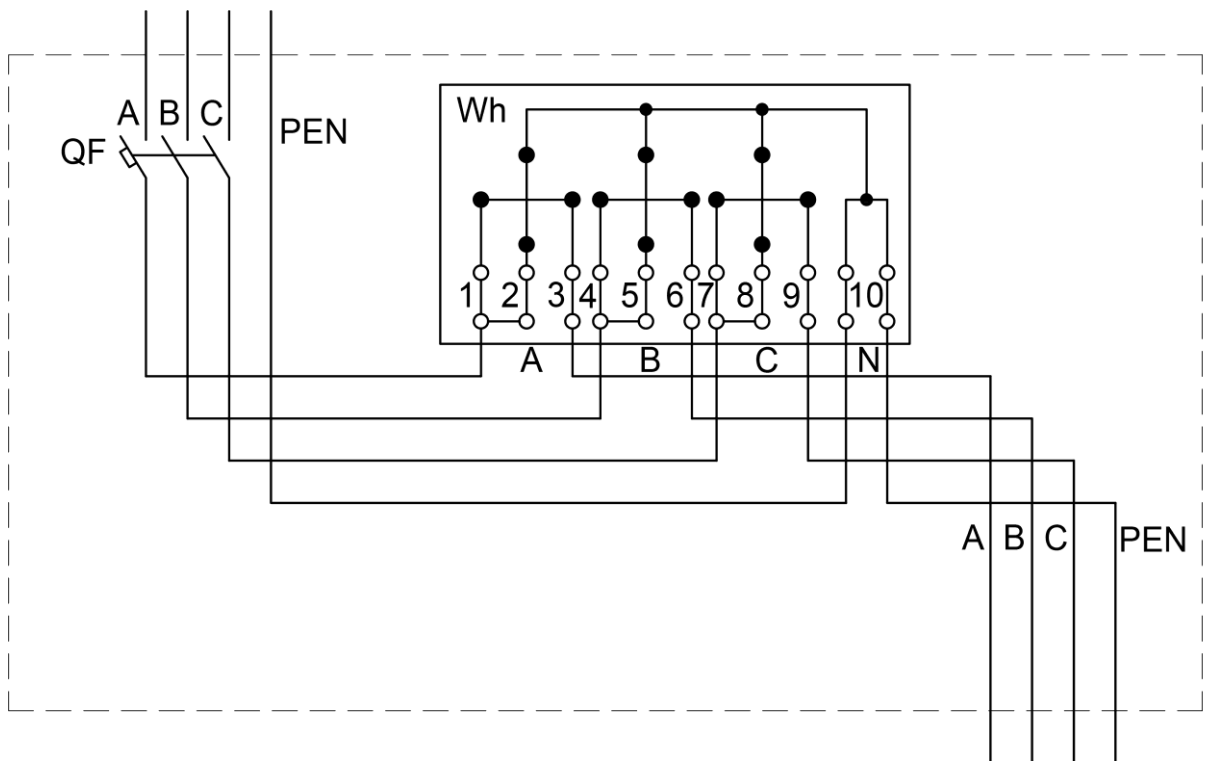


Рисунок 2.16 – Схема підключення трифазного електролічильника

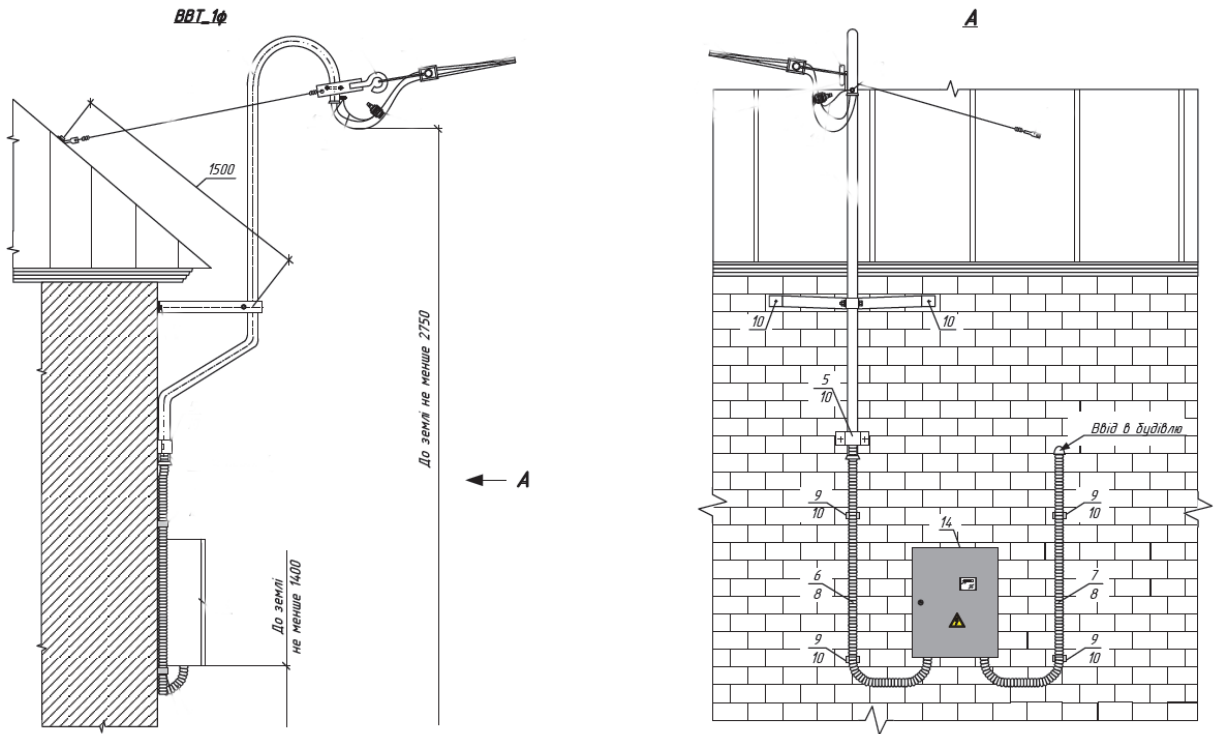


Рисунок 2.17 – Ввід в будівлю

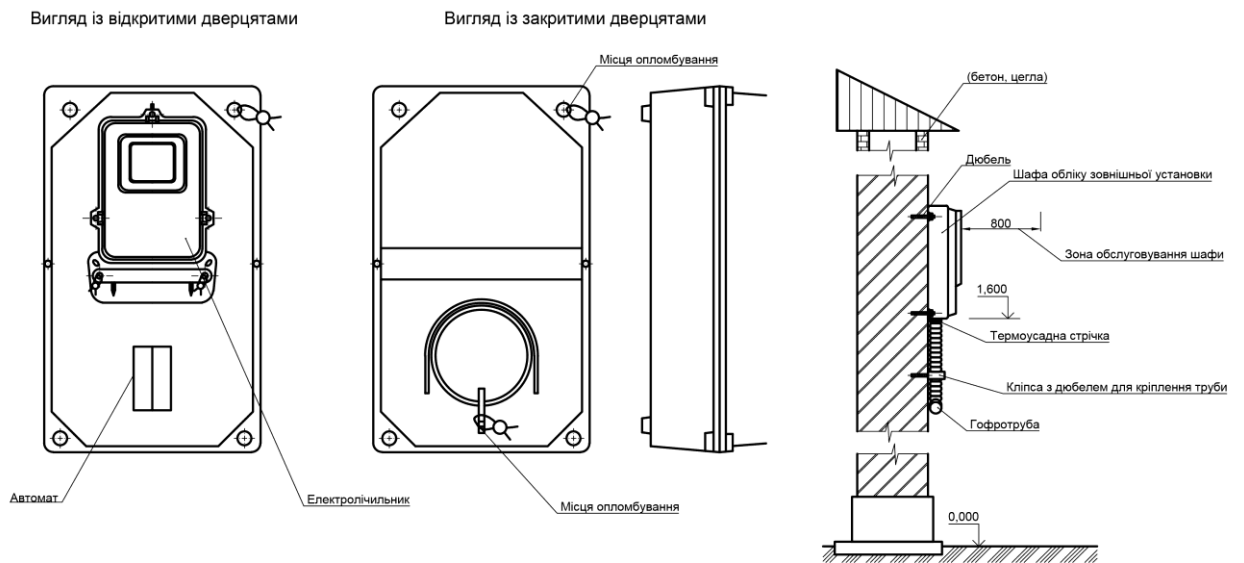


Рисунок 2. 18 – Щит лічильника і його монтаж на стіну

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок струмів короткого замикання

Розрахунок струмів однофазного к.з. в найвіддаленіших точках електричної мережі ПЛ-0,4кВ від ЗТП-219 в смт. Зарічне.

Максимальний розрахунковий струм на вводі ТП 10/0,4 кВ силового трансформатора СТП, при нормальному (усталеному) режимі роботи становитиме:

$$I_{роз.т.} = \frac{S_{н.т.}}{\sqrt{3} \cdot U_{в.н.}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 5,78 \text{ А.} \quad (3.1)$$

Розрахунковий струм при перевантаженні силового трансформатора:

$$I_{роз.т.} = \frac{1,4 \cdot S_{н.т.}}{\sqrt{3} \cdot U_{в.н.}} = \frac{1,4 \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 8,08 \text{ А.} \quad (3.2)$$

Траса проектованої ділянки з заміною голого проводу ПЛ-0,4кВ на ізольований провід марки СПП-5нг будівельною довжиною 3,438 км, проходить у II районі з ожеледі та IV з вітру ($C = 19$ мм, $W = 400$ Па).

Для Технічного переоснащення ПЛ-0,4кВ від ЗТП-219 в смт. Зарічне, будівельні конструкції прийняті із залізобетонних елементів - стійок.

Заміна існуючих опор ПЛ-0,4кВ, на нові опори марки СВ95-2 -125 піт., СВ105-3,6 - 17 шт. та СВ105-5 - 5шт.

Перевірка проводу на максимально-допустимий струм:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 5,77 \text{ А.} \quad (3.3)$$

Допустимий струм для проводу СПП-5нг становить $I_\delta = 210$ А, тому умова по допустимому струму виконується:

$$I_\delta = 210 > I_p = 5,77 \text{ А.} \quad (3.4)$$

Перевірка проводу по втраті напруги:

$$\Delta U_p = P \cdot L \cdot k = 0,1 \cdot 3,438 \cdot 0,64 = 0,043 \%. \quad (3.5)$$

де $S = 0,1$ МВА – потужність силового трансформатора проектованої КТП;

$L = 3,438$ км – довжина проектованої ЛЕП-0,4 кВ;

$k = 0,64$ %/(МВА·км) – коефіцієнт втрат напруги у трифазній повітряній лінії, взятий з довідника.

Умова проходження проводу по допустимій втраті напруги виконується:

$$\Delta U_p = 0,043 < \Delta U_{\partial} = 5 \%.$$

З наведених вище розрахунків видно, що вибраний провід марки СП-5нг, задовольняє умовам допустимого струму та допустимої втрати напруги з урахуванням перспективного збільшення навантаження на мережу 0,4 кВ.

Віддаль по вертикалі від проектованого проводу ПЛ-0,4 кВ до поверхні землі не повинна бути меншою, ніж:

- в населеній місцевості – 7 м;
- в ненаселеній місцевості – 6 м;
- в важкодоступній місцевості – 5 м.

Найменша віддаль по горизонталі від підземної частини (фундаментів) опори повинна бути меншою, ніж:

- до трубопроводів (газопроводи, нафтопроводи) – 5 м;
- до підземних кабелів ЛЗ і ЛРМ – 3 м.

Захист ПЛ від перенапруг, заземлення опор прийнято відповідно до вимог «Правил улаштування електроустановок» та інших директивних документів.

Залізобетонні опори ПЛ-0,4 кВ, на яких встановлюється електричне устаткування, і не менше, ніж три залізобетонні опори на підходах до проектованої СТП-10/0,4 кВ, заземлюються з опором заземлення не більшим, ніж:

- 10 Ом – для ґрунту з питомим опором до 100 Ом·м;
- 15 Ом – для ґрунту з питомим опором більше 100 до 500 Ом·м.;
- 20 Ом – для ґрунту з питомим опором більше 500 до 1000 Ом·м.

Опір заземлення опор, які встановлюються в ненаселеній місцевості, можна не нормувати і забезпечувати природною провідністю підземної частини опор.

3.2 Розрахунок параметрів проекрованої ПЛІ-0,4 кВ

Даним проектом передбачається заміна голого проводу ПЛІ-0,4кВ на ізольований провід марки СІП-5нг 4×50 мм², СІП-3нг-4×25 мм² і СІП-3нг-2×25 мм² загальною будівельною довжиною 3,438 км.

Траси проектованих ділянок ПЛІ-0,4 кВ проходять у III районі з ожеледі та III з вітру ($C = 10$ мм, $\vartheta = 27$ даН/м²).

В зв'язку із зміною конфігурації ПЛІ-0,4 кВ (винесення опор з територій приватних ділянок, наявністю в існуючій лінії дерев'яних та дефектних опор, необхідністю розстановки опор з урахуванням меж приватних ділянок, та приведення прогонів між опорами до нормативних значень) проектом передбачено заміну усіх опор існуючої ПЛІ- 0,4 кВ.

Проектом передбачається демонтаж існуючих опор ПЛІ-0,4кВ та заміна їх опор, на нові марки СВ95-2 -125 шт., СВ105-3,6 - 17 шт. та СВ105-5 - 5шт.

На анкерних опорах монтуються гаки SOT 39 до яких через натяжні анкерні затискачі SO 118.1202, SO 118.425, кріпиться СІП. На проміжних опорах до гаку SOT 39 СІП кріпиться за допомогою підвісних затискачів SO 130.

На стійках проектованої СТП монтуються гаки SOT 39 до яких через натяжні анкерні затискачі SO 118.1202 кріпиться СІП.

Відгалуження від опор до ввідно-облікових пристроїв будинків виконуються самоутримними ізольованими проводами марок СІП-5нг-2×25 та СІП-5нг-4×25.

На опорах з відгалуженнями до вводів у будинки СІП до магістралі ПЛІ кріпиться за допомогою затискачів, що проколюють ізоляцію типу SLIP 22.1.

Точки підключення відгалужень до магістральних ПЛІ-0,4 кВ визначити по місцю (від найближчої опори). Нульова жила СІПу заземлюється приєднанням до заземлювального пристрою опор.

На стінах житлових будинків СІП через анкерні затискачі SO 80.225, SO 80.19 кріпиться до гаку SOT 28.2 і заземлюється приєднанням до заземлювального пристрою будинку.

Погодження траси ПЛ-10/0,4 кВ та місця розташування КТП з органами місцевого самоврядування, з існуючими землекористувачами та власниками інженерних комунікацій районного підпорядкування, що проходять поблизу проєктованих ПЛ, ТП виконує РЕМ – замовник.

3.3 Розрахунок технічних можливостей проєктованих ПЛІ-0,4 кВ

Розрахунковий струм проєктованих ПЛІ-0,4 кВ розраховуємо за формулою:

$$I = P / (\sqrt{3} U_n \cos \varphi) \quad (3.6)$$

Таким чином, розрахунковий струм для ділянки ПЛІ-0,4 кВ (Л1) становить:

$$I_1 = 17,27 / (\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,96) = 27,3 \text{ А.} \quad (3.7)$$

Розрахунковий струм для ділянки ПЛІ-0,4 кВ (Л2) становить:

$$I_1 = 13,56 / (\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,96) = 21,5 \text{ А.} \quad (3.8)$$

Допустимий струм для СІП-5нг-2×25 $I_{дон} = 160 \text{ А}$.

Виходячи з наведених вище розрахунків проєктом передбачено підключення проєктованих ПЛІ-0,4 кВ через автоматичні вимикачі з $I_y = 63 \text{ А}$.

Втрати напруги будемо розраховувати за формулою:

$$\Delta U_{in} = P_{\Sigma} \cdot L \cdot k_{in} \quad (3.9)$$

де $\Delta U_{in} \%$ – втрати в СІП;

P_{Σ} – сумарна потужність на ділянці ПЛІ-0,4 кВ Л1 та Л2 відповідно;

L – довжина лінії;

k_{in} – коефіцієнт втрати напруги в СІП відносно січення з таблиці.

Втрати напруги для ділянки ПЛІ-0,4кВ (Л1) становлять:

$$\Delta U_1 = 2,25 < 5.$$

Втрати напруги для ділянки ПЛІ-0,4кВ (ЛІ2) становлять:

$$\Delta U_2 = 1,46 < 5$$

Всі ділянки ПЛІ-0,4 кВ відповідають нормативним вимогам втрати напруги.

3.4 Технічний облік електроенергії на ввіді 0,4 кВ силового трансформатора

3.4.1 Вибір приладу обліку

Облік електроенергії влаштовуємо в РУ-0,4 кВ проектованої СТП на ввіді 0,4 кВ силового трансформатора.

Для обліку прийнято лічильник активної та двонаправленої реактивної енергії типу NIK 2401 P1, який під'єднується через клемну (випробувальну) коробку КИ, до трансформаторів струму ТТИ-А.

Лічильник має такі параметри:

- клас точності – 1.0 для активної, клас точності – 2.0 для реактивної;
- номінальна напруга – $3 \times 220/380\text{В}$;
- номінальний (максимальний) струм – 5(10) А;
- вимірювання у двох напрямках.

3.4.2 Розрахунок трансформаторів струму на ввіді 0,4 кВ

Організація технічного обліку на ввіді силового трансформатора передбачається через вимірювальні трансформатори струму марки ТТИ-А, 200/5 А:

- клас точності – 0,5;
- номінальне вторинне навантаження при $\cos \varphi = 0,8$ – 5 ВА. Коефіцієнт трансформації трансформаторів струму – $K_{т.с} = 200/5 = 40$. Потужність проектованого силового трансформатора – 100 кВА. Максимальний розрахунковий струм:

$$I_{\text{макс.р}} = S_{\text{н}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}) = 100 / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 151,9 \text{ А.} \quad (3.10)$$

Максимальний струм вторинної обмотки трансформаторів струму:

$$I_{\text{макс.вт}} = I_{\text{макс.р}} / K_{\text{т.с.}} = 151,9 / 40 = 3,8 > 40; \quad I_{\text{н2}} = 2 \text{ А.} \quad (3.11)$$

За мінімальний режим приймаємо режим силового трансформатора, при якому він буде завантажений на $10 \cdot S_{\text{н}}$:

$$S_{\text{мін}} = 10 \text{ кВА.} \quad (3.12)$$

Мінімальний розрахунковий струм:

$$I_{\text{мін.р}} = S_{\text{мін}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}) = 10 / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 15,2 \text{ А.} \quad (3.13)$$

Мінімальний струм вторинної обмотки трансформаторів струму:

$$I_{\text{мін.вт}} = I_{\text{мін.р}} / K_{\text{т.с.}} = 15,2 / 40 = 0,38 > 5; \quad I_{\text{н вт.}} = 0,25 \text{ А.} \quad (3.14)$$

Трансформатори струму відповідають вимогам ПУЕ 1.5.17.

3.4.3 Розрахунок струмових кіл

Лічильник встановлюється в РУ-0,4 кВ проектованої СТП на віддалі до 1 м від трансформаторів струму і під'єднується до них мідними провідниками перерізом 4,0 мм через випробувальну клемну коробку. Опір провідників струмових кіл:

$$R_{\text{пр.}} = (\rho \cdot 2l) / s = (0,0178 \cdot 2 \cdot 1) / 4 = 0,0089 \text{ Ом.} \quad (3.15)$$

де $\rho = 0,0178$ – питомий опір міді;

$2l = 2 \cdot 1 = 2$ – подвійна віддаль від лічильника до трансформатора струму;

$S = 4$ – переріз провідника. Опір контактного переходу $R_{\text{к}}$ приймаємо 0,015 Ом (кількість контактних переходів – 8).

Повний опір струмових кіл (с.к.):

$$R_{нов.с.к.} = R_{пр.} + \sum R_k = 0,0089 + 8 \cdot 0,015 = 0,129 \text{ Ом.} \quad (3.16)$$

Повний опір навантаження в колі трансформаторів струму:

$$R_{\Sigma} = R_l + R_{нов.с.к.} = 0,002 + 0,129 = 0,131 \text{ Ом.} \quad (3.17)$$

де R_l – опір лічильника = 0,002 Ом;

Допустиме навантаження трансформаторів струму:

$$Z_{m.c.} = S_{ном} / I_{н2}^2 = 5 / 5^2 = 0,2 \text{ Ом.} \quad (3.18)$$

Допустиме активне навантаження трансформаторів струму:

$$R_{m.c.} = Z_{m.c.} \cdot \cos \varphi = (0,2 \cdot 0,8) = 0,16 > R_{\Sigma} = 0,131 \text{ Ом.} \quad (3.19)$$

Сумарна потужність при номінальному вторинному струмі $I_{н2} = 5 \text{ А}$:

$$P_{\Sigma} = I_{н2}^2 \cdot R_{\Sigma} = 5^2 \cdot 0,131 = 3,28 < S_{ном} \cdot \cos \varphi = 5 \cdot 0,8 = 4 \text{ Вт.} \quad (3.20)$$

3.5 Шафи індивідуального обліку

Проектом передбачається встановлення шаф обліку на зовнішніх стінах будинків на висоті 1,6 м від рівня землі до індикатора лічильника. До складу однофазного ввідно-облікового пристрою входять:

– сертифікований корпус (шафа) виробництва ТзОВ «Тімбор» м. Одеса, (дозволяється використання сертифікованої шафи будь-якого виробника);

– дообліковий автоматичний вимикач (струмообмежувач) типу:

для 1,5 кВт – ВА47-29/2/D8;

для 2 кВт – ВА47-29/2/D10;

для 2,5 кВт та 3 кВт – ВА47-29/2/D13;

– однофазний лічильник активної енергії, типу СОЭ-1.02/2 (220В; 10-50А).

До складу трифазного ввідно-облікового пристрою входять:

– сертифікований корпус (шафа) виробництва КВКП «Чернівціенергопостач», (дозволяється використання сертифікованої шафи будь-якого виробника);

– дообліковий автоматичний вимикач (струмообмежувач) типу:

для 2,5 кВт – ВА47-29/3/D4;

для 3 кВт – ВА47-29/3/D5;

для 4 кВт – ВА47-29/3/D6;

для 5 кВт – ВА47-29/3/D8;

для 7 кВт – ВА47-29/3/D10;

– трифазний лічильник активної енергії, типу ЛТЕ 1.03 (3×220/380).

3.6 Вибір комутаційних апаратів для споживачів

Для розрахунку приймаємо значення розрахункового коефіцієнту потужності: $\cos \varphi = 0,96$.

Величина розрахункового максимального навантаження становить $P_p = 1,5$ кВт (1 фаза). Розрахунковий струм становитиме:

$$I_p = P / (U_n \cdot \cos \varphi) = 1,5 / (0,22 \cdot 0,96) = 7,1 \text{ А.} \quad (3.21)$$

тому приймаємо:

– струм уставки дооблікового автоматичного вимикача (струмообмежувача) – $I_y = 8$ А.

Величина розрахункового максимального навантаження становить $P_p = 2$ кВт (1 фаза). Розрахунковий струм становитиме:

$$I_p = P / (U_n \cdot \cos \varphi) = 2 / (0,22 \cdot 0,96) = 9,47 \text{ А.} \quad (3.22)$$

тому приймаємо:

– струм уставки дооблікового автоматичного вимикача (струмообмежувача) – $I_y = 10$ А.

Величина розрахункового максимального навантаження становить $P_p = 3$ кВт (1 фаза). Розрахунковий струм становитиме:

$$I_p = P / (U_n \cdot \cos \varphi) = 3 / (0,22 \cdot 0,96) = 14,2 \text{ А.} \quad (3.23)$$

тому приймаємо:

– струм уставки дооблікового автоматичного вимикача (струмообмежувача) – $I_y = 13 \text{ А.}$

Величина розрахункового максимального навантаження становить $P_p = 2,5 \text{ кВт (3 фази)}$

Розрахунковий струм становитиме:

$$I_p = P / (\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi) = 2,5 / (1,732 \cdot 0,22 \cdot 0,96) = 3,96 \text{ А.} \quad (3.24)$$

тому приймаємо:

– струм уставки дооблікового автоматичного вимикача (струмообмежувача) – $I_y = 4 \text{ А.}$

Величина розрахункового максимального навантаження становить $P_p = 3 \text{ кВт (3 фази)}$. Розрахунковий струм становитиме:

$$I_p = P / (\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi) = 3 / (1,732 \cdot 0,22 \cdot 0,96) = 4,75 \text{ А.} \quad (3.25)$$

тому приймаємо:

– струм уставки дооблікового автоматичного вимикача (струмообмежувача) – $I_y = 5 \text{ А.}$

Величина розрахункового максимального навантаження становить $P_p = 4 \text{ кВт (3 фази)}$. Розрахунковий струм становитиме:

$$I_p = P / (\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi) = 4 / (1,732 \cdot 0,22 \cdot 0,96) = 6,33 \text{ А.} \quad (3.26)$$

Робочий струм до облікового автоматичного вимикача має відповідати вимогам:

$$I_p \leq 1,13 I_y; \quad 6,33 \text{ А} < 1,13 \cdot 6 = 6,78 \text{ А.} \quad (3.27)$$

тому приймаємо:

– струм уставки дооблікового автоматичного вимикача (струмообмежувача) – $I_y = 6 \text{ А.}$

Величина розрахункового максимального навантаження становить $P_p = 5 \text{ кВт (3 фази)}$

Розрахунковий струм становитиме:

$$I_p = P / (\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi) = 5 / (1,732 \cdot 0,22 \cdot 0,96) = 7,91 \text{ А.} \quad (3.28)$$

тому приймаємо:

– струм уставки дооблікового автоматичного вимикача (струмообмежувача) – $I_y = 8 \text{ А}$.

Величина розрахункового максимального навантаження становить $P_p = 7 \text{ кВт (3 фази)}$

Розрахунковий струм становитиме:

$$I_p = P / (\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi) = 7 / (1,732 \cdot 0,22 \cdot 0,96) = 11,08 \text{ А.} \quad (3.29)$$

Робочий струм до облікового автоматичного вимикача має відповідати вимогам:

$$I_p \leq 1,13 I_y; 11,08 \text{ А} < 1,13 \cdot 10 = 11,3 \text{ А.} \quad (3.30)$$

тому приймаємо:

– струм уставки дооблікового автоматичного вимикача (струмообмежувача) – $I_y = 10 \text{ А}$.

3.7 Розрахунок заземлювального пристрою

Згідно ПУЕ, для комбінованого заземлювального пристрою електричного устаткування на напругу до 1 кВ і вище 1 кВ, опір заземлення не повинен перевищувати 4 Ом в будь-яку пору року. В якості заземлювального пристрою допускається використання природних заземлювачів, якими можуть бути водопровідні і каналізаційні трубопроводи (крім газопроводів), свинцеві оболонки кабельних ліній, прокладених в землі.

Якщо опір природних заземлювачів не задовольняє вимог ПУЕ, тоді необхідне виконання заземлювального пристрою виходячи з розрахунку наведеного нижче.

Вихідні дані для розрахунку:

тип ґрунту – **суглинок**;

питомий опір ґрунту – $\rho = 1 \cdot 10^4$ Ом·см;

кліматична зона – III;

сезонні коефіцієнти стержневого (вертикального) і повздовжнього (горизонтального) заземлювача – $K_n = 2$, $K_c = 1,4$ (для III кліматичної зони).

Заземлювальний пристрій розміщуємо в ряд, відстань між вертикальними заземлювачами заземлювального пристрою приймаємо 4 м ($a = 4$ м), довжина вертикальних заземлювачів 3 м ($L = 3$ м). В якості вертикальних заземлювачів заземлювального пристрою вибираємо металевий кутник розміром $50 \times 50 \times 5$ мм, а горизонтальних заземлювачів – металеву штабу розміром 40×4 мм.

Опір одного вертикального заземлювача визначаємо з формули:

$$R_0 = 0,00318 \cdot \rho \cdot K_c = 0,00318 \cdot 1 \cdot 10^4 \cdot 1,4 = 44,5 \text{ Ом.} \quad (3.31)$$

Кількість вертикальних заземлювачів становитиме:

$$n = R_0 / 4 \text{ Ом} = 44,5 / 4 = 11,1 \quad (3.32)$$

Приймаємо – 12 штук.

Опір всіх вертикальних заземлювачів з врахуванням коефіцієнта використання $\eta_c = 0,71$ (Таблиця 92, с.136, «Справочник по расчету электрических сетей»/ И. Ф. Шаповалов) знаходимо з виразу:

$$R_c = R_0 / (n \cdot \eta_c) = 44,5 / (12 \cdot 0,71) = 5,2 \text{ Ом.} \quad (3.33)$$

Довжина горизонтального заземлювача складає 45 м, глибина закладання $t = 50$ см, ширина штаби $b = 4$ см.

Опір горизонтального (повздовжнього) заземлювача:

$$R_{nn} = \frac{0,366}{L} \cdot \rho \cdot K_n \cdot \lg \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot t} = \frac{0,366}{4500} \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot \lg \frac{2 \cdot 4500^2}{4 \cdot 50} = 8 \text{ Ом.} \quad (3.34)$$

Опір горизонтального заземлювача з врахуванням коефіцієнта використання $\eta_n = 0,71$:

$$R_n = R_{nn} / \eta_n = 8 / 0,71 = 11,3 \text{ Ом.} \quad (3.35)$$

Опір всього заземлюючого пристрою дорівнює:

$$R_{\text{заз}} = (R_c \cdot R_n) / (R_c + R_n) = (5,2 \cdot 11,3) / (5,2 + 11,3) = 3,6 \text{ Ом.} \quad (3.36)$$

На підставі проведених розрахунків робимо висновок, що для виконання заземлюючого пристрою з опором не більшим за 4 Ом, необхідно забити в ґрунт 12 вертикальних заземлювачів (кутник сталевий 50×50×5 мм, $L = 3$ м). Довжина горизонтального заземлювача, при розміщенні в ряд, складає 45 м (сталевий штаб 40×4 мм).

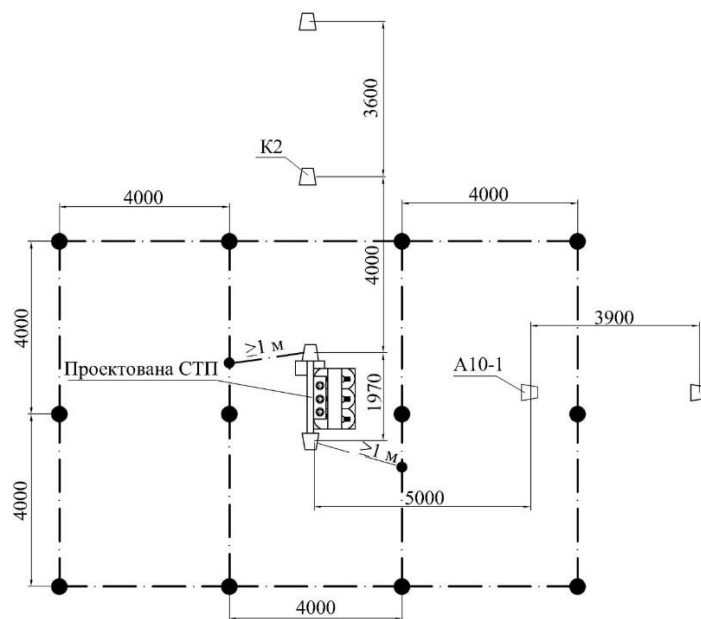


Рисунок 3.1 – Заземлювальний пристрій СТП2-100-10/0,4-У1.

Таблиця 2.1 – Специфікація

№ п.п.	Позначення	Найменування	Один. вим.	Кількість	Примітки
1	— · — · — · —	Горизонтальний заземлювач (штаба сталевий 40×4 мм)	м	58	
2	●	Вертикальний заземлювач (кутник зі сталі 50×50×5 мм, $L = 3$ м)	шт.	12	

Всі з'єднання горизонтального з вертикальними заземлювачами виконати за допомогою зварювання. Корпус СТІ приєднати до заземлювального пристрою не менше, ніж у двох місцях.

Спільний опір усіх заземлювачів, приєднаних до РЕ (РЕМ) провідника на проєктованій ПЛІ-0,38 кВ дорівнює 10 Ом (п.1.7.93 тап. 1.7.95, ПУЕ-2014).

Примітки

1. Опір заземлювального пристрою у будь-яку пору року повинен бути:
 – у ґрунтах з питомим опором $\rho \leq 100$ Ом·м – не більше 4 Ом;
 – у ґрунтах з питомим опором $\rho > 100$ Ом·м допускається збільшення вказаних вище норм у $0,01\rho$ разів, але не більше десятикратного (ПУЕ-2011р. п. 1.7.96).

2. Заземлювальні пристрої виконуються за допомогою заземлювачів із сталевого кутника $50 \times 50 \times 5$ мм завдовжки 3 м. Горизонтальні заземлювачі виконуються із сталеві штаби розміром 40×4 мм і вкладаються на глибину не менше 0,5 м від поверхні землі.

3. Всі з'єднання заземлювального пристрою виконуються зварюванням.

4. Для захисту від ураження електричним струмом всі металеві конструкції і корпуси обладнання, які можуть опинитися під напругою приєднуються до заземлювального пристрою.

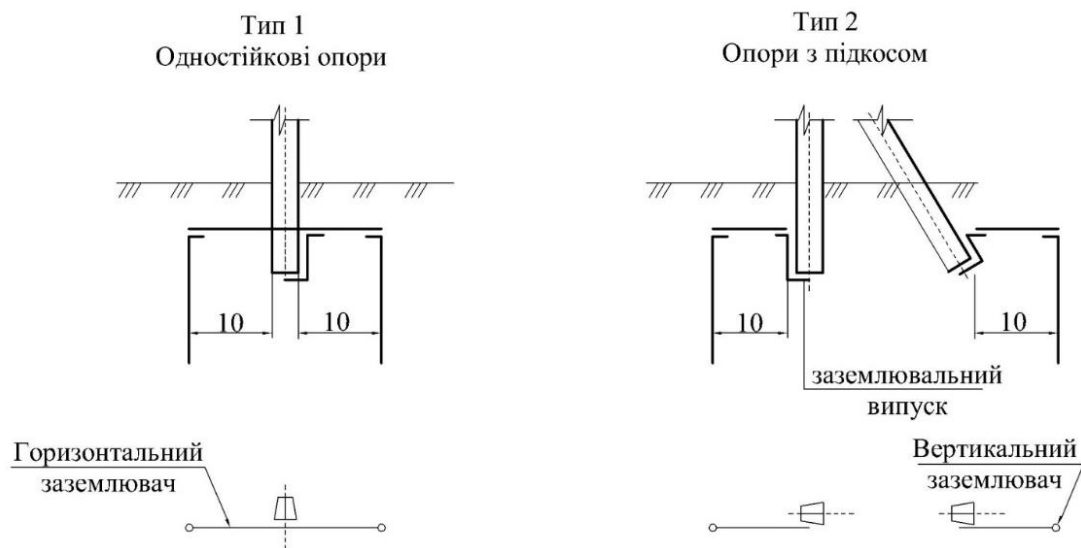


Рисунок 3.2 – Заземлювальні пристрої проєктованих опор ПЛІ-0,4 кВ.

Таблиця 3.2 – Специфікація на матеріали для заземлення проєктованих опор ПЛ-0,4 кВ

Типи заземлювальних пристроїв	Еквівалентний питомий опір ґрунту, ρ Ом·м	Вертикальні заземлювачі \varnothing 20 мм		Відстань між вертикальними заземлювачами, м	Горизонтальні заземлювачі \varnothing 20 мм		Заземлювальний випуск \varnothing 10 мм		Витрати сталі, кг		Нормований опір заземлювального пристрою, Ом
		Довжина L, м	Кількість, шт.		Кількість, шт.	Довжина L, м	Кількість, шт.	Довжина L, м	\varnothing 10 мм	\varnothing 20 мм	
Тип 1	100	3	2	20	1	20	1	2,5	1,5	64,2	10
Тип 2	100	3	2	25	2	10	2	2,5	3,1	64,2	10

Примітки

1. Даний заземлювальний пристрій розраховано для ґрунтів з питомим опором $\rho \leq 100$ Ом·м.

2. Заземлювальні пристрої виконуються за допомогою заземлювачів з круглої сталі \varnothing 20 мм довжиною 3 м, які забиваються в ґрунт за допомогою спеціальних пристроїв. Допускається використання вертикальних заземлювачів із сталевого кутника $50 \times 50 \times 5$ мм завдовжки 3 м. Горизонтальні заземлювачі виконуються з круглої сталі \varnothing 20 мм і вкладаються на глибину не менше 0,5 м від поверхні землі.



Рисунок 3.3 – Одностійкові опори.

Таблиця 3.3 – Специфікація на матеріали для заземлення проєктованих опор ПЛ-0,4 кВ

Еквівалентний питомий опір ґрунту, ρ Ом·м	Вертикальні заземлювачі \varnothing 20 мм		Відстань між вертикальними заземлювачами, м	Горизонтальні заземлювачі \varnothing 20 мм		Заземлювальний випуск \varnothing 10 мм		Витрати сталі, кг		Нормований опір заземлювального пристрою, Ом
	Довжина L, м	Кількість, шт.		Кількість, шт.	Довжина L, м	Кількість, шт.	Довжина L, м	\varnothing 10 мм	\varnothing 20 мм	
100	1,8	2	5	1	5	1	2,5	1,5	21,24	30

Примітки

1. Даний заземлювальний пристрій розраховано для ґрунтів з питомим опором $\rho \leq 100$ Ом·м.
2. Заземлювальні пристрої виконуються за допомогою заземлювачів з круглої сталі \varnothing 20 мм довжиною 1,8 м, які забиваються в ґрунт за допомогою спеціальних пристроїв. Допускається використання вертикальних заземлювачів із сталевого кутника $50 \times 50 \times 5$ мм завдовжки 1,8 м. Горизонтальні заземлювачі виконуються з круглої сталі \varnothing 20 мм і вкладаються на глибину не менше 0,5 м від поверхні землі.

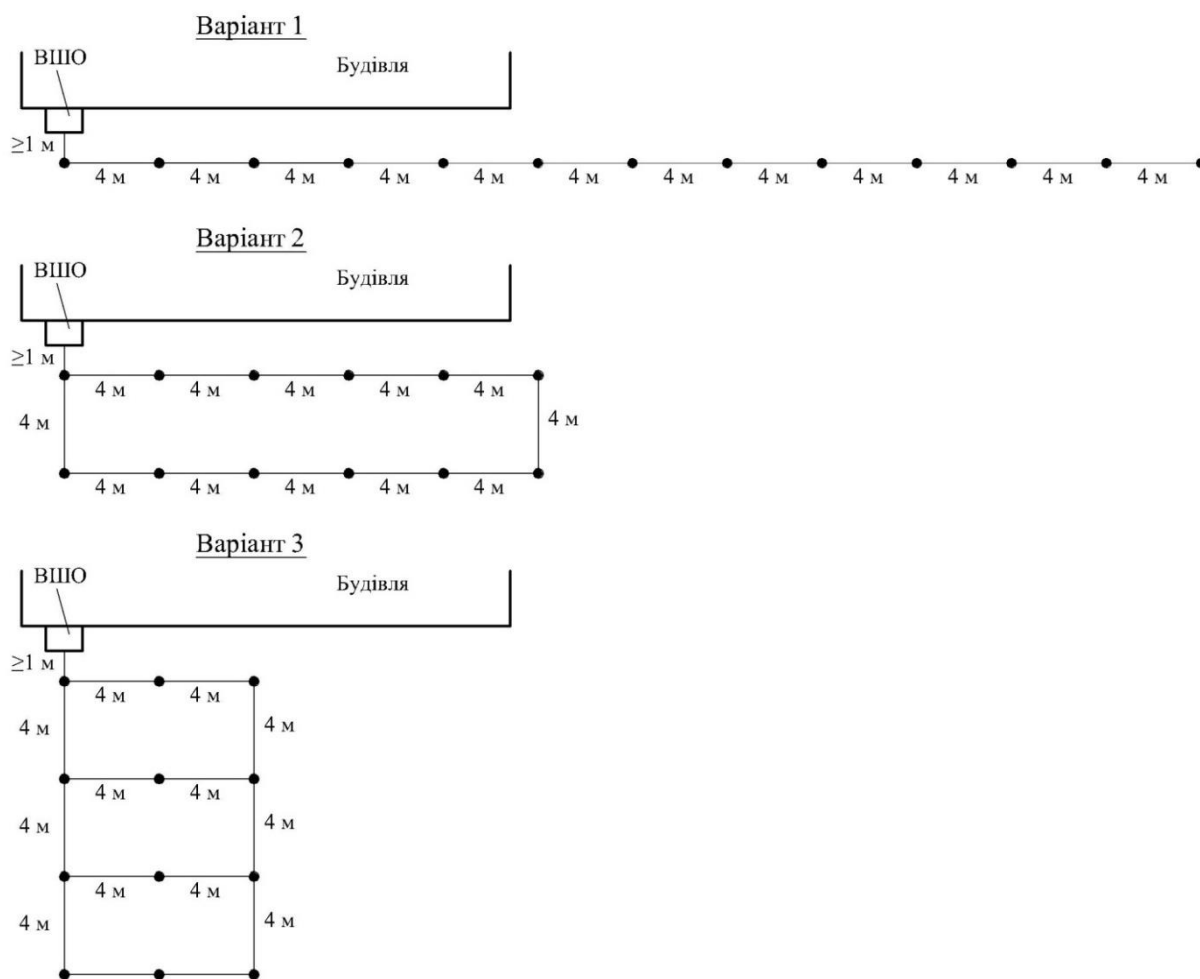


Рисунок 3.4 – Схеми заземлювальних пристроїв.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз ризику щодо охорони праці в умовах функціонування РЕМ

Служба охорони праці створюється на підприємствах, установах і організаціях незалежно від форми власності та виду діяльності для виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці.

За багаторічними статистичними даними електротравми в загальному виробничо му травматизмі складають біля 1 %, а в смертельному -15% і більше. Кількісно електротравматизм в Україні, наприклад, за 1998 р. характеризується такими показниками: всього зафіксовано виробничих електротравм біля 500, у тому числі смертельних біля 150. В тому ж році загальний виробничий травматизм в Україні складав біля 50000 випадків, у т.ч. 1350 зі смертельними наслідками. Приведені показники підтверджують дані багаторічної статистики щодо частки електротравм у загальному елетротравматизмі по Україні.

Крім виробництва, електроенергія з кожним роком знаходить все більше застосування в побуті. Недотримання вимог безпеки в цьому випадку супроводжується електротравмами, щорічна кількість яких значно перевищує виробничі електротравми. Так, у тому ж 1998 р. загальна кількість електротравм зі смертельними наслідками (на виробництві і поза виробництвом) в Україні склала майже 1600, а в усьому світі, за даними міжнародних організацій, зафіксовано біля 25000 смертельних електротравм. Таким чином, при чисельності населення України менше 1% від світової, кількість смертельних електротравм перевищує 6% від загальносвітової.

Приведене вище свідчить про наявність в Україні серйозної проблеми з електротравматизмом. За кожною електротравмою, і особливо тяжкою, стоять трагедія особи, сім'ї, суспільства, значні матеріальні втрати і втрати трудових

ресурсів, несприятливі для суспільства морально-етичні та соціально-політичні наслідки.

Електротравми відбуваються при потраплянні людей під напругу в результаті доторкання до елементів електроустановки з різними потенціалами, чи потенціал яких відрізняється від потенціалу землі, в результаті утворення електричної дуг між елементами електроустановки безпосередньо, або між останніми і людиною, яка має контакт з землею, а також в результаті дії напруги кроку.

Як попередньо зазначалось, електротравми в загальному виробничому травматизмі складають біля 1%, а в смертельному - біля 15-20%. Останнє свідчить про зміщення виду електротравм у бік тяжких, що є однією з особливостей електротравматизму.

Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом, діляться на три групи: електричного характеру, неелектричного характеру і чинники виробничого середовища.

Як і при інших видах травм, при електротравмах виділяють технічні, організаційно-технічні, організаційні і організаційно-соціальні їх причини.

4.2 Побудова системи зонального захисту від грозових, імпульсних і комутаційних перенапруг

Блискавка - гігантський електричний іскровий розряд в атмосфері, що зазвичай відбувається під час грози, виявляється яскравим спалахом світла і супроводжуваним її громом. Товщина самої блискавки (каналу блискавки) становить приблизно 5-10 см і має довжину від одного до декількох сотень кілометрів.

Всім відомо, які наслідки несе враження блискавкою - це пожежі та механічні ушкодження, травми, загибель людей і тварин, пошкодження електричного й електронного устаткування.

Останнім часом спостерігається небувалий сплеск активності блискавки. Якщо 10 років тому максимальне значення струму блискавки в світі було 200 кА, то зараз вже є зареєстровані випадки, коли струм блискавки досягав 400 кА.

Блискавки - серйозна загроза для життя людей. Ураження блискавкою часто відбувається на відкритих просторах, оскільки електричний струм йде найкоротшим шляхом «грозова хмара-земля». Часто блискавка потрапляє в дерева і трансформаторні установки викликаючи їхнє загоряння. Звичайний грозовий розряд небезпечний для телевізійних і радіоантен, розташованих на дахах висотних будинків, а також для мережевого обладнання.

Мільйони перенапруг виникають щомиті у всіх мережах світу, лініях і дротах. Їх величина коливається від найменших, часток вольт, до сотень тисяч вольт. Наслідками перенапруг можуть бути як відключення світла в квартирі на кілька хвилин, так і аварії на електростанціях, внаслідок чого без електрики залишаються великі міста і суміжні райони.

Сучасне електронне обладнання стає все меншим, все швидшим, все потужнішим і все більш чутливим до перешкод. Зростаюча мініатюризація та комплексність, з одного боку, підвищують чутливість цих вузлів до паразитних струмів та перенапруг. З іншого боку, вони призводять до того, що за певних обставин при відмові хоча б одного блоку відбувається збій всієї системи електронної обробки даних або зупинка виробничої лінії. У таких випадках пошкодження самого обладнання буде найменшою з бід. Зупинка виробництва на кілька днів або втрата технологічних даних коштують набагато дорожче, ніж заміна пошкоджених блоків. Не кожен перепад напруги може вивести з ладу обладнання, але кожен з них неминуче призводить до прискорення старіння електронних компонентів. Потенціали напруги та перехідні процеси можуть призвести до пошкодження і відмови мікроелектроніки в сфері інформатики, вимірювальної, керуючої і регулюючої техніки, телекомунікацій і техніки високих частот.

Перенапруги - це будь-яке збільшення значення напруги (а як наслідок - і струму) в будь-якій ділянці лінії, що досягає значень, небезпечних для ізоляції,

обладнання та людей, пов'язаних з даною лінією. Імпульсні перенапруги можуть бути грозові - викликані розрядами блискавки, комутаційні або електромагнітні та електростатичні.

Збої в роботі устаткування в результаті удару блискавки відбуваються досить часто. Нажаль, в Україні немає статистики про масштаби ушкоджень, заподіяних імпульсними перенапругами. Згідно зі статистикою країн Євросоюзу, відсоток ушкоджень комп'ютерного обладнання, внаслідок імпульсного перенапруження через удар блискавки, є високим:

Основні джерела імпульсних перенапруг:

- Грозові розряди;
- Комутаційні процеси;
- Електростатичні розряди.

Вплив імпульсних перенапруг на електроніку:

- руйнування (часткове або повне);
- збої, втрата інформації;
- скорочення терміну служби.
- руйнування (часткове або повне) безпосередньо впливає на:

Прямий збиток у зв'язку з виходом з ладу обладнання (мільйони грн.):

- вартість робочої сили, необхідної для заміни обладнання, що вийшло з ладу;
- вартість простою обладнання (зупинки технічного процесу, ненадання послуги тощо);
- в окремих випадках збій в роботі обладнання пов'язаний з ризиком для життя людини;
- моральна шкода, збиток для іміджу компанії.

4.3 Стійкість роботи об'єктів господарської діяльності в умовах надзвичайних ситуацій та основні шляхи її підвищення

Під стійкістю роботи об'єктів господарської діяльності (ОГД) розуміють його спроможність в умовах надзвичайної ситуації випускати продукцію в запланованому обсязі та номенклатурі, а при отриманні середніх руйнувань або порушенні зав'язків з кооперації та поставок відновлювати виробництво у мінімальні терміни.

Під стійкістю роботи об'єктів, які безпосередньо не виробляють матеріальні цінності розуміють їх спроможність виконувати свої функції в умовах надзвичайних ситуацій (НС).

На стійкість роботи ОГД в умовах НС впливають наступні фактори:

- 1) надійність захисту робітників та службовців;
- 2) спроможність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти у визначеному ступеню уражаючих факторів стихійного лиха, аварій, катастроф та сучасних видів зброї;
- 3) захищеність об'єкта від вторинних уражаючих факторів (пожеж, вибухів, зараження ОР та СДОР);
- 4) надійність системи забезпечення об'єкта всім необхідним для виробництва (сировиною, паливом, комплектуючими вузлами і деталями, електроенергією, водою, газом та іншим);
- 5) стійкість та безперервність управління виробництвом та цивільною обороною (ЦО);
- 6) підготовленість об'єкта до ведення рятувальних та інших невідкладних робіт та заходів щодо порушеного виробництва.

Перелічені фактори є основними загальними для усіх ОГД шляхи підвищення стійкості роботи в умовах НС, а саме:

- а) забезпечення надійного захисту робітників та службовців від уражаючих факторів сучасної зброї, аварії, катастрофи і стихійного лиха;
- б) захист основних виробничих факторів від уражаючих факторів, в тому

числі і від вторинних, які виникають в умовах НС;

- в) стійке забезпечення всім необхідним для випуску запланованої продукції;
- г) підготовка до відновлення порушеного виробництва;
- д) підвищення надійності та оперативності управління виробництвом та ЦО.

Захист робітників та службовців досягається чотирма основними способами:

- укриття людей в захисних спорудах;
- проведення евакуаційних заходів;
- радіаційно-хімічний захист;
- медичний і біологічний захист.

Надійно захистити виробничий персонал об'єкта можливо лише при комплексному використанні усіх основних способів захисту.

Захист виробничих фондів полягає у підвищенні протидії будинків, споруд і конструкції об'єкта до уражаючих факторів та захисті технологічного обладнання, верстатів, систем і комунікацій та інших засобів, що формують основу виробничого процесу.

Створення надійних систем електро-, водо- та теплозабезпечення об'єктів:

а) підвищення стійкості електрозабезпечення:

- розподіл схеми електромереж на незалежно працюючі частини;
- закілювання електромереж та підключення їх до декількох джерел енергозабезпечення;

- створення резерву дизельних електростанцій;

б) підвищення стійкості систем водопостачання:

- водопостачання від двох незалежних джерел, одне з яких підземне;
- захист джерел води та резервуарів чистої води;
- створення обвідних (байпасних) ліній навколо водонапірних веж;

в) підвищення стійкості систем газо-, тепло- та паливо-забезпечення:

- розподільні газопроводи робити підземними та передбачати їх кильцювання;

- газорозподільні станції та опорні пункти обвідних газопроводів передбачати в підземному варіанті;

- встановлювати в основних вузлових точках систем газозабезпечення автоматичні вимикаючі пристрої, які спрацьовують при аваріях. Підвищення протипожежної стійкості:

- максимальне скорочення запасів палива та вибухонебезпечних речовин;
- проведення профілактичних протипожежних заходів;
- підготовка сил і засобів пожежогасіння.

Створення стійкості системи матеріально-технічного постачання.

На ОГД створюють запаси сировини, палива, комплектуючих вузлів і деталей, обладнання, які дозволяють продовжувати роботу на випадок дезорганізації постачання.

Створення стійкості системи управління:

- підготовка протирадіаційних укриттів (ПУ) (захищених);
- забезпечення ПУ засобами зв'язку;
- використання автоматизованої системи управління.
- *Підготовка до прискореного (негайного) відновлення порушеного виробництва:*

виробництва:

- розробка необхідної технічної та технологічної документації;
- створення запасів матеріальних засобів для встановлення робіт;
- розробка розрахунків сил і засобів для відновлювальних робіт;
- визначення вірогідної черговості робіт по відновленню виробництва з

урахуванням наявних ресурсів та місцевих умов.

Крім того, на стійкість роботи ОГД буде впливати наявність підготовленої робочої сили.

Підвищення надійності та оперативності управління виробництвом:

- 1) створення на об'єкті стійкої системи зв'язку;
- 2) висока підготовка керівного складу;
- 3) своєчасне прийняття вірних рішень та постановка завдань підлеглим у

відповідності до обстановки, що склалася.

Підвищення стійкості роботи ОГД досягається завчасним проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних та організаційних заходів, які спрямовані на максимальне зниження дії уражаючих факторів і створення умов для ліквідації наслідків НС.

Інженерно-технічні заходи – це комплекс робіт, що забезпечують підвищення стійкості виробничих будинків і споруд, обладнання, комунально-енергетичних систем.

Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості роботи об'єкта шляхом зміни технологічного процесу, що сприяє спрощенню виробництва продукції та усуває можливість виникнення вторинних уражаючих факторів.

Організаційні заходи передбачають розробку і планування дій керівного, командно-начальницького складу штабу, служб і формування ЦО при захисті робітників, і службовців, проведенні Р та ІНР, відновленні виробництва.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було вирішено актуальне завдання яке полягало у підвищенні надійності електропостачання споживачів Зарічненського РЕМ ПАТ «Рівнеобленерго» за рахунок технічного переоснащення розподільчих мереж.

В кваліфікаційній роботі були вирішені такі завдання:

1. В результаті проведеного аналізу технічного стану електричних мереж Зарічненського РЕМ, як структурної одиниці ПАТ «Рівнеобленерго», встановлено, що більшість працюючого електротехнічного обладнання відпрацювало свій ресурс та потребує повної заміни або переоснащення чи реконструкції у першу чергу це стосується підстанцій, повітряних ліній електропередач 0,4 кВ та приладів обліку електричної енергії.

2. Запропоновано провести технічне переоснащення ПЛ-0,4кВ від ЗТП - 219 з заміною неізолюваного проводу на ізолюваний типу СПП-5нг довжиною 3,438 км, а також заміну пошкоджених чи дерев'яних опор ПЛ-0,4кВ, новими марки СВ-95 та СВ-105.

3. В процесі технічного переоснащення передбачено встановлення зовнішніх пластмасових шаф обліку електричної енергії з електронними лічильниками класу точності 1.0 з навантаженням на один однофазний, ввід - 3,0 кВт на трифазний - 5,0 кВт.

4. В результаті технічного переоснащення ПЛ-0,4 кВ в смт. Зарічне з встановленням приладів обліку клас точності 1.0, втрати електричної енергії Зарічненського РЕМ не будуть перевищувати 10 %, при цьому економія складе 7 100 000 кВт·год за рік. Річний економічний ефект становитиме 6 000 000 грн, а термін окупності 3 роки, про що свідчать результати економічних розрахунків.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стогній Б.С. Інформатизація електроенергетичних систем та електричних об'єктів / Б.С.Стогній, О.В.Кириленко, О.Ф.Буткевич, С.П.Денисюк // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ – 2007. - №1(16), частина 1. – С.9 – 19.
2. Гриневич Ф.Б. Розвиток досліджень в науковому напрямку "Інформаційно-вимірювальні системи та метрологічне забезпечення в електроенергетиці" /Ф.Б.Гриневич, С.Г.Таранов //Технічна електродинаміка. – 2007. – № 4. – С. 3 – 19.
3. Абрамов И.А. Разработка и исследование преобразователей параметров трехэлементных электрических цепей в унифицированные сигналы Дис. ... канд. техн. наук : 05.11.01 Пенза, 2001.
4. Виноградов А.Б. Автоматизация проектирования датчиков электрических величин как аппаратно-программных комплексов : Дис. ... канд. техн. наук : 05.13.12, 05.11.05 Ульяновск, 2000.
5. Правила устройства электроустановок /Минэнерго СССР.- 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
6. Правила користування електричною енергією . - НКРЕ України. - Київ. - 1996.
- 7.РД 34.11.325-90. Методические указания по определению погрешности измерения активной электроэнергии при ее производстве и распределении.
8. МИ 1317-86. Методические указания. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
10. Реформирование сектора энергетики Украины. Энергоучет и системы связи. Первоначальный отчет по требованиям, предъявляемым к энергоучету. Окончательный вариант. К.: КЕМА, ЭПОН, ЭДОН, UNA, EZN, ТЕБОДИН. 1995. - 29 с.

11. Реформирование сектора энергетики Украины. Процедура верификации. Проект. К.: КЕМА, ЭПОН, ЭДОН, UNA, EZN, ТЕБОДИН. 1995. - 35 с.

12. Реформирование сектора энергетики Украины. Энергоучет и системы связи. Энергоучет и системы связи на промежуточный период. Киев: КЕМА, ЭПОН, ЭДОН, UNA, EZN, ТЕБОДИН. 1995. - 57 с.

13. Энергоучет и системы связи на долгосрочный период. Проект заключительного отчета. Подготовлен компаниями: КЕМА, ЭПОН, ЭДОН, ПАУЕР ПРОДЖЕКТС, (UNA, EZN), ТЕБОДИН, Киев, 1996 г.- 68с.

14. Концепція використання інформаційно-вимірювальної техніки для обліку електричної енергії в умовах функціонування ринку в Україні. Етапи I і II: УкрНТІ, Держреєстрація N 01960022544, Інв. N 0297ИОО1589, Київ, 1996 р.

15. Концепція використання інформаційно-вимірювальної техніки для обліку електричної енергії в умовах функціонування ринку в Україні. Етапи III і IV: УкрНТІ, Держреєстрація N 01960022544, Інв. N 0297ИОО1589, Київ, 1997 р.-

16. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку. Інв.№ 32/28/28/276/75/54, Київ, 2000 р.

17. Шелепень Т.М. Дослідження характеристик первинних вимірювальних перетворювачів струму методами скінчених елементів /Т.М.Шелепень, С.В.Кладницький //Технічна електродинаміка 2002. – №6.– С.61 – 66.

18. Варський Г.М., Методи та схеми випробувань трансформаторних перетворювачів струму статичних лічильників електроенергії /Г.М.Варський, Є.М.Танкевич, В.К.Косенко // Технічна електродинаміка. – 2006. – №2. – С.71 – 75.

19. Танкевич Є.М. Вимірювання струмів в трифазних вимірювальних комплексах потужності та електроенергії /Є.М.Танкевич, І.В.Яковлева // Технічна електродинаміка. – 2007. – №1. – С.58 – 61.

20. Танкевич Є.М. Вплив структури і компонентів вимірювального каналу на достовірність обліку електроенергії в різних режимах /Є.М.Танкевич,

І.В.Яковлєва // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ – 2006. – №2 (14). – С.65 – 68.

21. Гинайло В.А., Особенности влияния измерительных трансформаторов на учет электроэнергии в сетях напряжением 6-35 кВ /В.А.Гинайло, Е.Н.Танкевич, И.В.Яковлева // Избранные докл. Первой междунар. конф. “Инвестирование в энергетику и энергосбережение: энергоэффективные технологии и оборудование, финансовые и правовые аспекты”. – Ялта: МПНВП “Электромеханика”. – 2005. – С.104 – 110.

22. Стогний Б.С., Учет электроэнергии двухэлементным счетчиком / Е.Н.Танкевич, Г.М.Варский, И.В.Яковлева, В.А.Гинайло // Энергетика и электрификация. – 2006. – № 1. – С.32 – 37.

23. Стогній Б.С., Підвищення достовірності обліку електроенергії в різних схемах вимірювання / Є.М.Танкевич, Г.М.Варський, І.В.Яковлєва, В.О.Гінайло // Гідроенергетика України. – 2005. – № 4. – С.21 – 26.

24. Заратуйко А.В. Электронные счетчики электроэнергии на основе широтно-импульсных перемножителей / А.В.Заратуйко, В.У. Кизиллов, И.И.Смилянский // Метрологія в електроніці – 97. Т. 1 : Тр. конф. – Х., 1997. – С. 143.

25. Кизиллов В.У. Теория ШИМ с частотой, зависящей от сигнала // Информационные технологии : наука, техника, технология, образование, здоровье. Вып. 6. Ч. 1 : Сб. науч. тр. – Х.: ХГПУ, 1996. – С. 523 – 529.

26. Кизиллов В.У. Анализ методических погрешностей время-импульсных множительных устройств с ШИМ-АИМ при преобразовании синусоидальных сигналов /В.У. Кизиллов, И.И. Смилянский // Цифровая информационно-измерительная техника. Вып. 13 : Межвуз. сб. науч. тр. – Пенза,1983. – С. 132 – 139.

27. Кизиллов В.У. Применение время-импульсных квадраторов в измерителях мощности / В.У. Кизиллов, И.И. Смилянский // Сб. тр. семинара «Локальные системы автоматики и вычислительной техники» : Вып. 1. – Х., 1976. – С. 107-121.

28. Бенин В.Л. Статические измерительные преобразователи электрической мощности /В.Л. Бенин, В.У.Кизилов. – М.: Энергия, 1972. – 168 с.
29. Кизилов В.У., Измерительные преобразователи активной мощности энергообъектов /В.У.Кизилов, В.М.Максимов, И.И.Смилянский . – Х.: Вища школа, 1983. – 168 с.
30. Карасинский О.Л. Алгоритм измерения мощности, ориентированный на реализацию в микроконтроллерах / О.Л.Карасинский, Ю.Ф.Тесик // Техн. електродинаміка. – 2001. – № 1. – С.76 – 78.
31. Карасинский О.Л. Алгоритм измерения реактивной мощности, ориентированный на реализацию в микроконтроллерах / О.Л. Карасинский, Ю.Ф.Тесик // Техн. електродинаміка. – 2001. – № 4. – С.75 – 77.
32. Тесик Ю.Ф. Применение дифференциального метода к измерению показателей качества электроэнергии. // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ – 2007. – №3 (12). – с.65 – 68.
33. Новенко Б.А., Цифровые приборы для измерения энергетических величин / Б.А. Новенко, Л.И. Каплан. // Сб. нач. тр. Ивановского энергетического института, вып.23, 1972. – С.91 – 94.
34. Булаев Ю.В. Комплексная автоматизация департамента энергоснабжения предприятия / Ю.В.Булаев, В.А.Табаков, В.В.Еськин // Промышленная энергетика 2001. – №2 – С. 24 – 28.
35. Колпак Б. Мікропроцесорні засоби обліку енергоносіїв. Забезпечення достовірності результатів вимірювань / Б.Колпак, О.Гусев, І.Горобец // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2008. – №2. – С.42 – 45.
36. Патент России №2039358, МКИ G01R21/06, опубл. 09.07.95
37. Стогний Б.С. Теория высоковольтных измерительных преобразователей переменного тока и напряжения. – Киев: Наук. Думка, 1984. – 344с.
38. Стогний Б.С, О составляющих тока намагничивания трансформаторов тока с магнитопроводом из нанокристаллического сплава / Б.С. Стогний, В.В.Масляник // Технічна електродинаміка 2007. – №6. – С. 67 – 74.

39. Стогній Б.С., Первинні вимірювальні канали систем комплексної автоматизації електроенергетичних об'єктів /Б.С. Стогній, Є.М.Танкевич // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ – 2007. – №1 (16). – С.23 – 30. 51. Мороз Ю.И., Моделирование динамического перемагничивания нетекстурованных электротехнических сталей /Ю.И. Мороз, С.Е. Зирка, Ф. Маркетос, А. Мозес //Технічна електродинаміка. – 2006. – №3. – С. 3 – 8.
40. Вапник В.Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. – М.: Наука, 1979. – 756 с.
41. Алгоритмы и программы восстановления зависимостей / Под редакцией В.Н.Вапника. – М.: Наука, 1984. – 815 с.
42. Михальский А.И. Метод осреднённых сплайнов в задаче приближения зависимостей по эмпирическим данным // Автоматика и телемеханика 1974. – № 3. – С.45 – 50.
43. Михальский А.И. Восстановление статистических зависимостей осреднёнными сплайнами. – ЖВМ, 1979 (19). – № 5. – С. 107 – 117.
44. Алберг Дж., Теория сплайнов и её применение / Дж. Алберг, Э.Нильсон, Дж.Уолш. – М.: Мир, 1972. – 512с.
45. Стечкин С.Б., Сплайны в вычислительной математике / С.Б.Стечкин , Ю.Н. Субботин . – М.: Наука, 1976. – 438 с.
46. Ахмадов С.О. Метрологічне забезпечення робочих еталонів 1 та 2 розрядів одиниці електричної потужності / С.О. Ахмадов, А.А. Ахмадов // V Науково-практична конференція «Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні» Київ, 2005. – С. 147 – 149.
47. Зімін Г.А. Портативне та стаціонарне еталонне обладнання ZERA // V Науково-практична конференція «Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні», Київ, 2005. – С. 116 – 122.
48. Трофименко С.О. Використання високоточного автоматизованого обладнання для метрологічного контролю засобів обліку електричної

енергії // V Науково-практична конференція «Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні», Київ, 2005. – С. 136 – 138.

49. Копшин В.В. Проблеми метрологічного забезпечення обліку електричної енергії // V Науково-практична конференція «Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні», Київ, 2005. – С. 4 – 7.

50. Заславський О.М. Оцінювання похибок трифазних мікропроцесорних лічильників електроенергії, зумовлених взаємовпливом вимірювальних каналів /О.М. Заславський, В.В Кухарчук // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2008. – №2. – С. 61 – 70.

51. Заславський О.М. Вимірювання електричної енергії методом безпосереднього інтегрування та подвійного сканування миттєвих значень струму та напруги / О.М. Заславський, В.В Кухарчук // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2008. – № 1 (15). – С. 191 – 196.

52. Заславський О.М. Цифрова корекція нелінійностей трансформаторів струму в мікропроцесорних лічильниках електричної енергії / О.М.Заславський, В.В.Кухарчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2008. – №2 (77). – С. 48 – 55.

53. Заславский А.М. Новые возможности и проблемы электронных средств учёта электроэнергии // Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні: Матер. 3-ої наук.-практич. конф. –К.: Ф-Центр, 2001. С.77 – 80.

54. Заславский А.М. АСКУЭ в жилом секторе – наиболее эффективное средство борьбы с хищениями электроэнергии // Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії: Матер. 5-ої наук.-практич. конф. –К.: АВЕГА, 2005. – С. 111 – 115.

55. Заславский А.М. Коллективное поведение автоматов в задаче распределения электроэнергии при веерном отключении // Труды X Байкальской Всероссийской конференции «Информационные и математические технологии в науке, технике и образовании». Часть II. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2005. – С.261 – 265.

56. Разработка САПР. В 10 кн. Кн. 1. Проблемы и принципы создания САПР: Пркт. пособие/ А. В. петров, В. М. Черненкоий; Под. ред. А. В. Петрова. – М.: Высш. шк., 1990. – 143 с.: ил.

57. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: Учеб. Пособие для втузов/ Л. А. Астреина, В. В. Балдесов, В. К. Беклешов и др.; Под ред. В. К. Беклешова. – М.: Высш. шк., 1991. – 176 с.: ил.

58. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. - Львів: Афіша, 2002. - 320 с.

59. Джигирей В. С., Сторожук В. М., Яцюк Р. А. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). – Львів «Афіша», 2000 – 272 с.

60. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів освіти України I-IV рівня акредитації / За ред. Е. П. Желібо, В. П. Пічі. – Київ «Каравела»; Львів «Новий Світ – 2000», 2001. – 320 с.