

Міністерство освіти і науки України
Харківський державний політехнічний коледж

*для студентів спеціальності
151 «Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології»
спеціалізації 5.151.2 «Обслуговування
пристроїв електрозв'язку»*

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для виконання дипломного проекту

Харків,

2019 рік

Методичні рекомендації призначені для студентів спеціалізації «Обслуговування пристроїв електрозв'язку» і містять основний матеріал по етапах збору інформації, підготовки і написання дипломного проекту, основні вимоги до оформлення розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини, а також опис процедури захисту.

Укладачі - колектив викладачів циклової комісії у складі: Кононенко Н.В., Слобожанюк Р.І., Пільгуй А.Б.

Відповідальний за випуск: Слобожанюк Р.І.

Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту затверджені на засіданні циклової комісії «Транспорту та електрозв'язку»

Протокол від «_____» 2019р. №_____

Голова циклової комісії _____ Руденко А.І.

Схвалено методичною радою Харківського державного політехнічного коледжу

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 2019 р.

Голова методичної ради _____ (Величко В.О.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ПІДГОТОВКА І НАПИСАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

1.1 Нормативна база для підготовки дипломного проекту

1.2 Склад випускної кваліфікаційної роботи

1.2.1 Склад розрахунково-пояснювальної записки

1.2.2 Вимоги до структурних елементів розрахунково-пояснювальної записки

1.3 Оформлення розрахунково-пояснювальної записки

2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ РОЗДІЛІВ ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТІВ

3 ЗАХИСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

ВСТУП

Сучасні тенденції зростання вимог до професійної підготовки молодшого спеціаліста обумовлює більш детального та спеціалізованого забезпечення студентів в теоретико-методичних матеріалах до виконання таких навчально-практичних та кваліфікаційних робіт як дипломний проект.

Дипломний проект молодшого спеціаліста постає як випускна кваліфікаційна робота на завершальному етапі начального процесу. Вона передбачає систематизацію, закріплення і розширення теоретичних та практичних знань, отриманих в процесі навчання, а також застосування їх з метою вирішення конкретного фахового завдання.

Дипломний проект є формою індивідуальної самостійної роботи студентів, обов'язковою складовою навчального плану, яка забезпечує удосконалення фахової підготовки випускників.

Дипломний проект є підсумковою кваліфікаційною роботою, яка дає змогу оцінити рівень засвоєння студентом теоретичних знань та практичної підготовки, здатність до самостійної роботи за галуззю знань 15 «Автоматизація та приладобудування» на первинних посадах відповідно до узагальненого об'єкта діяльності.

Мета дипломного проекту – розв'язання конкретних практичних завдань відповідно до узагальненого об'єкта діяльності на основі застосування комплексу теоретичних знань і практичних навичок, здобутих у процесі всього періоду навчання.

Виклад змісту кожного питання дипломного проекту має бути цілісним, логічним, доказовим, обґрунтованим і науково аргументованим.

У дипломному проекті мають бути відображені:

- практична спрямованість роботи;
- системний теоретичний аналіз предмета дослідження;
- глибокий аналіз сучасного стану питання та обґрунтування актуальності (доцільності) і мети дослідження;

—належна обґрунтованість вибору методу досліджень на основі варіантного аналізу;

—елементи наукових інновацій проекту;

—обґрунтування реальної пропозиції щодо вдосконалення різних аспектів професійної діяльності відповідно до предмета дослідження;

Дипломний проект повинен бути належно оформленим і мати всі супровідні документи.

Студенту надається право вибирати тему дипломного проекту з числа визначених цикловою комісією «Транспорту та електрозв'язку».

Тема дипломного проекту повинна відбивати науково-теоретичний напрямок роботи відділення, а також мати практичне значення в галузі зв'язку.

На етапі вибору та затвердження теми починається співпраця студента з керівником дипломного проекту.

1 ПІДГОТОВКА І НАПИСАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

Дипломний проект є завершальним етапом навчання студента в коледжі і виконується з метою практичного застосування отриманих знань при вирішенні інженерних завдань.

1.1 Нормативна база для підготовки дипломного проекту

При підготовці і написанні дипломного проекту можуть бути використані наступні нормативні документи:

- 1) ГОСТ 2.102-69 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.
- 2) ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.
- 3) ГОСТ 2.105-96 ЕСКД. Текстовые документы.
ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
- 4) ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.
ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.
- 5) ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам
- 6) ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии.
- 7) ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные.
- 8) ГОСТ 21.101-97 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.
- 9) ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам
- 10) ДСТУ 3.008 - 95 Документація. Звіти у сфери науки і техніки
- 11) ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

1.2. Склад випускної кваліфікаційної роботи

Дипломний проект складається з розрахунково-пояснювальної записки (РПЗ) з ілюстративним графічним матеріалом, розміщених по розділах роботи, креслень, схем, відгуку наукового керівника і рецензії.

1.2.1. Склад розрахунково-пояснювальної записки

Розрахунково-пояснювальна записка містить:

- титульний аркуш;
- завдання на дипломний проект;
- зміст;
- вступ;
- основну частину (конструкторську, технологічну, розрахункову, дослідницьку)
- висновок;
- список скорочень(при необхідності);
- список літератури;
- додатки (при необхідності).

1.2.2. Вимоги до структурних елементів розрахунково-пояснювальної записки

1) Титульний аркуш є першою сторінкою РПЗ і оформляється у відповідності з обов'язковим Додатком Б.

2) Завдання на випускну кваліфікаційну роботу оформляється у відповідності з обов'язковим Додатком В.

3) Зміст включає: вступ, найменування усіх розділів, підрозділів, пунктів (якщо вони мають найменування), висновок, список скорочень, список літератури, найменування додатків з вказівкою номерів сторінок, з яких розпочинаються ці елементи пояснювальної записки (див. Додаток Г).

4) У вступі має бути дана оцінка сучасного стану вирішуваної науково-технічної задачі, обґрунтована необхідність проведення цієї роботи, показана актуальність і новизна.

Вступ повинен містити основу і початкові дані для розробки теми, показані мета і завдання роботи.

Не допускається складати вступ як анотацію і не рекомендується включати у вступ таблиці і рисунки.

5) Основна частина в загальному випадку може складатися з наступних розділів:

- літературний огляд;
- призначення і сфера застосування проектованої системи;
- технічна характеристика;
- опис і обґрунтування вибраної схеми;

технічна характеристика;

- опис і обґрунтування вибраної схеми;
- розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструктивної схеми;

- методика отримання результатів і їх аналіз;

6) економічний розділ;

7) розділ з охорони праці та техніки безпеки.

Залежно від особливостей дипломного проекту окремі розділи допускається об'єднувати або виключати, а також вводити нові розділи відповідно до вимог завдання на проект.

8) Список літератури повинен містити відомості про літературні джерела, що використовуються при складанні РПЗ. Відомості про джерела приводять відповідно до вимог ГОСТ 7.1.

9) В додатки включають, при необхідності, опис апаратури і приладів, які використовуються при проведенні експериментів, вимірів і випробувань, опис алгоритмів і програм

Наведений перелік розділів дипломного проекту носить узагальнений характер. Конкретний проект безумовно буде вимагати і конкретизації назви, і складу розділів.

1.3. Оформлення розрахунково-пояснювальної записки

Правила оформлення дипломного проекту

Загальні положення

Оформлення дипломного проекту повинно виконуватися згідно з вимогами стандартів ЄСКД, СПДБ та стандарту технікуму.

Пояснювальну записку виконують на аркушах формату А4 (210×297) українською або російською мовою одним з наступних способів:

- рукописним – креслярським шрифтом з висотою літер і цифр не менше 2,5мм чорною тушшю;
- з застосуванням друкарських та графічних пристроїв виводу ЕОМ (шрифт Times New Roman розмір 14 з розрахунку не більше 40 рядків на сторінку, використовуючи текстовий процесор Microsoft Word для Windows);

– машинописним – шрифт машинки має бути чітким, висотою літер і цифр не менше 2,5мм, стрічка тільки чорного кольору;

Дозволяється частину документу виконувати рукописним способом, а частину – машинним.

Пояснювальна записка дипломного проекту повинна мати не менше 80 листів рукописного тексту, чи 60 листів тексту, набраного на комп'ютері.

Графічна частина дипломного проекту повинна мати не менше чотирьох листів формату А 1(594 × 841). Креслення виконують олівцем, тушшю або на плоттері.

Кожен аркуш пояснювальної записки повинен мати рамку з полем зліва для підшивки 20мм, справа, зверху і знизу 5мм від краю аркуша і основний напис за ГОСТ 2.104 – 68.

Відстань від рамки до меж тексту на початку і в кінці рядка – не менше 3мм.

Відстань від верхнього чи нижнього рядка тексту до верхньої чи нижньої рамки має бути не менше 10мм.

Абзаци у тексті починають відступом 15мм.

Побудова документа

Пояснювальна записка проекту поділяється на розділи і підрозділи.

Розділи повинні мати порядкові номери, позначені арабськими цифрами без крапки в кінці і записані з абзацевого відступу.

Підрозділи повинні мати нумерацію в межах кожного розділу.

Номер підрозділу складається з номерів розділу і підрозділу, розділених крапкою. В кінці номера підрозділу крапка не ставиться.

Якщо підрозділ складається з пунктів, то їх нумерація повинна бути в межах підрозділу і номер пункту має складатися з номерів розділу, підрозділу і пункту, розділених крапками.

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти, як правило, заголовків не мають.

Заголовки розділів слід писати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи.

Заголовки підрозділів слід писати маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці.

Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою. Перенесення слів в заголовках не дозволяється.

Відстань між заголовком і текстом – 15 мм. Відстань між заголовками розділу і підрозділу – 10мм.

Кожен новий розділ починають з нового листа. Не допускається розміщувати назву розділу чи підрозділу в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено тільки один рядок тексту. При комп'ютерному наборі заголовки розділів пояснювальної записки оформлюють стандартним стилем Microsoft Word “Заголовок 1” з параметрами:

- шрифт **Times New Roman**;
- розмір **24** (всі прописні);
- вирівнювання по центру;
- відстань “ перед ” – 12;
- відстань “ после ” – 24;

Заголовки підрозділів пояснювальної записки оформлюють стандартним стилем Microsoft Word “ Заголовок 2 ” з параметрами:

- шрифт **Times New Roman**;
- розмір **20**;
- вирівнювання по центру;
- відстань “ перед ” – 0;
- відстань “ после ” – 24.

Приклад оформлення заголовків на комп’ютері наведено в додатку Ж.

Для написання підписів на графічну частину проекту рекомендується використовувати шрифт **Gost type**.

На початку текстового документа розміщують зміст, який включає номери і найменування розділів і підрозділів із зазначенням номерів листів. Зміст включають до загальної кількості листів даного документа.

Слово “ ЗМІСТ ” записують у вигляді заголовка (симетрично тексту) великими літерами. Найменування, які включені у зміст, записують маленькими літерами, крім першої великої.

Приклад оформлення змісту наведено в додатку Г.

В кінці текстового документа наводиться список літератури, яка була використана при його написанні. Складання списку і посилання на нього – повинні відповідати вимогам

ГОСТ 7.32 – 91. Список літератури включають до змісту документа.

Приклад оформлення списку літератури наведено в додатку Д.

Нумерація листів документа має бути наскрізна.

Викладення тексту документа

Текст пояснювальної записки має бути стислим, чітким і не допускати різних тлумачень. В тексті не дозволяється:

- застосовувати скорочення слів, крім таких, що встановлені правилами українського чи російського правопису та відповідними стандартами;
- скорочувати позначення одиниць фізичних величин, якщо вони вживаються без цифр, за винятком одиниць фізичних величин в головках і боковиках таблиць, і в розшифровках літерних позначень, що входять до формул.

В тексті документа, за винятком формул, не дозволяється:

- застосувати математичний знак мінус (–) перед від'ємним значенням (слід писати слово “ мінус ”);
- застосовувати без числових значень математичні знаки, наприклад $>$ (більше), $=$ (дорівнює), $<$ (менше або дорівнює), а також знаки № (номер), % (відсоток);
- застосовувати індекси стандартів, технічних умов та інших документів без реєстраційного номера.

У формулах, як символи, слід вживати позначення, які встановлені відповідними стандартами. Пояснення символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули, якщо вони не пояснені раніше у тексті, повинні бути приведені безпосередньо під формулою. Пояснення кожного символу слід давати з нового рядка в тій послідовності, в якій символи наведені у формулі. Перший рядок пояснення має починатися зі слова “ де ” без двокрапки після нього.

Приклад – Потужність P , Вт, обчисліть за формулою

$$P = I U , \quad (1)$$

де I – сила струму , А ;

U – напруга , В.

Формули, що йдуть одна за одною й не розділені текстом, відокремлюють комою.

Формули мають нумеруватися наскрізною нумерацією арабськими цифрами, які записують на рівні формули праворуч в круглих дужках. Дозволяється нумерація формул в межах розділу. В цьому разі номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули, які розділені крапкою, наприклад (2.1).

Посилання в тексті на порядкові номери формул дають у дужках, наприклад, ...за формулою (2.3).

При комп'ютерному наборі основний текст оформлюють стандартним стилем Microsoft Word “ звичайний відступ ” з параметрами:

- шрифт **Times New Roman**;
- розмір **14**;
- вирівнювання по ширині;
- відступ першого рядка – 1,5 мм;
- міжрядковий інтервал – 1,5;
- інтервал “ перед ” і “ після ” стилю – 0.

Приклад набору тексту наведено в додатку Ж

Оформлення ілюстрацій і додатків

Ілюстрації нумерують арабськими цифрами у межах розділу. Номер розділу складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, відокремлених крапкою. Наприклад – Рисунок 1.1 . Дозволяється нумерація ілюстрацій в межах всього документа.

Ілюстрації можуть мати назву і пояснювальні дані (підрисунковий текст). Слово “ Рисунок ” разом з назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних, наприклад: Рисунок 3.1 – Схема підсилювача.

Матеріал, що доповнює текст документа, дозволяється розміщувати в додатках.

Додатки оформлюють як продовження даного документа.

В тексті документа на всі додатки мають бути посилання.

Кожний додаток слід починати з нового листа з зазначенням зверху посередині листа слова “Додаток” і його позначення.

Додаток повинен мати заголовок, який записують симетрично до тексту з великої літери окремим рядком.

Додатки позначають великими літерами алфавіту, починаючи з А.

Додатки повинні мати загальну з іншою частиною документа наскрізну нумерацію листів.

Всі додатки мають бути перелічені у змісті документа з зазначенням їх номерів і заголовків.

Побудова таблиць

Цифровий матеріал, як правило, оформлюють у вигляді таблиць відповідно до рисунка 1.

Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, у якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання у тексті документа. Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою.

Таблиця _____ — _____
номер назва таблиці

{					}

Рисунок 1

Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею.

Якщо рядки або графи таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під одною, або поруч, або переносячи частину таблиці на наступну сторінку, повторюючи в кожній частині таблиці її головку і боковик.

При поділі таблиці на частини допускається її головку або боковик замінити відповідно номерами граф чи рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами у першій частині таблиці.

Слово “ Таблиця _____ ” вказують один раз зліва над першою частиною таблиці. Над іншими частинами пишуть: “ Продовження таблиці _____ ” з зазначенням номера таблиці.

Таблиці зліва, справа і знизу, як правило, обмежують лініями. Якщо в кінці листа таблиця переривається, а її продовження буде на наступній сторінці, то в першій частині таблиці нижню горизонтальну лінію, яка обмежує таблицю, не проводять. Діагональний поділ боковика і граф не допускається. Висота рядків таблиці повинна бути не менше 8 мм. Графу “ Номер по порядку ” у таблицю, не вносять.

При необхідності нумерації даних порядкові номери вказують у боковикі перед їх назвою. Нумерація граф дозволяється в окремому рядку головки.

Допускається розміщувати таблицю уздовж довгого боку листа документа.

Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення з заголовком.

Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть з великої літери. В кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки і підзаголовки граф вказують в однині.

Інші вимоги до виконання таблиць відповідно до ГОСТ 2.105 – 95 .

Правила позначення документів

Позначення документа становить собою спеціальним образом зашифровану характеристику. Вона складається із сполучень цифрових і літерних індексів, які розділені крапками і тире.

Для дипломних проектів установлюється наступна система позначення:

X. XXXXXXXXX. XX. XX – XX

Код організації
розробника
(технікум)

Код спеціальності

Номер ДП за навчальним планом

Номер теми дипломного проекту

Шифр документа

Приклад пояснювальної записки дипломного проекту на тему “Проектування цифрової АТС” спеціальності“ Обслуговування та ремонт пристроїв електрозв’язку на транспорті ”

5.05020204.32.07 – ПЗ

Графічна частина документа складається зі схем та креслень.

Кожній схемі присвоюють шифр. Він складається з літери, яка визначає вид схеми, і цифри, яка визначає тип схеми

Наприклад, схема електрична принципова – Е 3, схема комбінована загальна – С6. Цей шифр обов’язково вказується в основному напису креслення.

Приклад позначення схеми стабілізатора напруги до дипломного проекту «Організація електроживлення пристроїв електрозв’язку” спеціальності» Обслуговування та ремонт пристроїв електрозв’язку на транспорті”

5.05020204.32.06 – ЕЗ

Типи схем

Види схем

Структурна	–	1	Електрична	–	Е
Функціональна	–	2	Гідравлічна	–	Г
Принципова	–	3	Пневматична	–	П
З'єднань (монтажна)	–	4	Кінематична	–	К
Підключення	–	5	Оптична	–	Л
Загальна	–	6	Вакуумна	–	В
Розташування	–	7	Газова	–	Х
			Автоматизації	–	А
			Комбінована	–	С

Основні написи

На кресленнях графічної частини проектів основний напис виконують згідно стандартів СПДБ за формою 1 (Додаток Г).

В пояснювальній записці на сторінці текстового документа (зміст) основний напис виконують за формою 2.

На подальших аркушах текстового документа основний напис виконують за формою 3 а.

Приклади форм основних написів приведені в додатку методичних вказівок.

У графах основного напису указують:

- 1 – позначення документа;
- 2 – тема проекту;
- 3 – найменування споруди;
- 4 – найменування креслень, які розміщені на цьому листі;
- 5 – маса виробу (на навчальних кресленнях не заповнюють);
- 6 – умовне позначення стадії проектування /У/;
- 7 – порядковий номер аркуша;
- 8 – загальне число аркушів проекту;
- 9 – найменування організації, яка розробляє документ (ХЕМТТБ та номер групи);
- 10 – характер виконаної роботи (розробив, перевірів, нормо контроль);
- 11-13 – прізвища та підписи осіб, указаних у графі 10, та дата підписання.

Приклади заповнення основного напису приводяться у додатку Г. При виконанні графічної частини проекту слід користуватися умовними позначками згідно нормативно – технічної документації.

2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ РОЗДІЛІВ ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТІВ

Розрахунок телефонного навантаження АТС

Цей розрахунок можна проводити при виборі теми дипломного проектування «Проектування цифрової системи комутації».

Виникаюче навантаження складають виклики (заявки на обслуговування), які надходять від абонентів и займають на деякий час різні з'єднувальні пристрої станції.

Згідно з відомчими нормами технологічного проектування належить розрізняти три категорії абонентів: народногосподарський сектор, квартирний сектор і таксофони. При цьому інтенсивність місцевого навантаження може бути визначена, якщо відомі наступні її основні параметри:

$N_{нг}$, N_k і N_t - число телефонних апаратів народногосподарчого сектора, квартирнього сектора і таксофонів;

$C_{нг}$, C_k , C_t - середнє число викликів в ГНН (година найбільшого навантаження) від одного абонента і-й категорії;

$T_{нг}$, T_k , T_t - середня тривалість розмови абонентів і-й категорії в ГНН;

P_p - доля викликів, що закінчилися розмовою.

Структурний склад абонентів, тобто число апаратів різних категорій визначається дослідженнями, а інші параметри (C_i T_i P_p) статистичними спостереженнями на діючих АТС міста.

Інтенсивність виникаючого місцевого навантаження абонентів i -ї категорії, що виявлена в Ерлангах, визначається за формулою:

$$Y_i = \frac{C_i \cdot N_i \cdot t_i}{3600}$$

де t_i - середня тривалість одного зайняття приладів АТС:

$$t_i = \alpha_i \cdot P_p \cdot (t_{co} + n t_n + t_y + t_{пв} + T_i + t_{от})$$

Тривалість окремих операцій з установлення зв'язку, що входять до формули 2 приймають наступною:

- час прослуховування сигналу відповідь станції $t_{co} = 3c$
- час набору n знаків номера з дискового ТА $n t_n = 1,5 n, c$
- час набору n знаків номера с тастатурного ТА $n t_n = 0,8 n, c$
- час сигналу посилення виклику абоненту, що викликається при розмові, що відбулася $t_{пв} = 7 c$
- час встановлення з'єднання t_y з моменту закінчення набору номера до підключення до лінії абонента, що викликається залежить від виду зв'язку, способу набору номера и типу станції, до якої включена потрібна лінія.

При зв'язку зі станцією з програмним управлінням $t_y = 3c$.

Для внутрішньостанційного зв'язку $t_y = 0,5c$. Так як при наборі номера з дискового телефонного апарата величина має різні значення, а розподіл навантаження за напрямками невідомий, то можна прийняти $t_y = 2c$, тривалість відбою $t_{от} = 1c$.

Коефіцієнт враховує тривалість зайняття приладів викликами, які не закінчилися розмовами (зайнятість, не відповідь абонента, якого викликають, помилки абонента, який викликає). Його величина в основному залежить від середньої тривалості розмови T_i і долі викликів, які закінчилися розмовою P_p , і визначається за графіком (рис. 1).

Таким чином, виникаюче місцеве навантаження від абонентів різних категорій, включених до проектованої станції, визначається рівнянням:

$$Y_i = Y_{нг} + Y_k + Y_T$$

Структурний склад абонентів проектованої АТС розподіляється наступним чином (приклад):

Таблиця 2.1

Категорії апаратів	Загальна кількість
Квартирні	1000
Народногосподарчі	450
Таксофони	50

В таблиці 2.2 вказані середні значення основних параметрів навантаження для всіх категорій абонентів:

Таблиця 2.2

Категорії апаратів	C_i	T_i, c	P_p
Квартирні	1,2	140	0,5
Народно-господарчі	3,3	90	0,5
Таксофони	10	110	0,5

Для квартирних абонентів

Середня тривалість одного заняття, визначається за формулою 2:

$$t_{\hat{e}\hat{a}} = \alpha_{\hat{e}\hat{a}} P_p \cdot (t_{co} + n \cdot t_{\hat{t}} + t_{\hat{o}} + t_{\hat{i}\hat{a}} + T_{\hat{e}\hat{a}} + to_{\hat{o}}),$$

де коефіцієнт $\alpha_{кв}$ визначається за графіком (рис. 1), а значення середньої тривалості розмови $T_{кв}$ і доля викликів, які закінчилися розмовою P_p приведені в таблиці 2.

$$t_{кв} =$$

Навантаження, яке надходить на вхід від усіх абонентів квартирного сектора і визначається за формулою 2, буде дорівнювати:

$$Y_{kv} =$$

Для підприємницьких абонентів

(абонентів народногосподарчого сектора)

$$t_{i\tilde{o}} = \alpha_{i\tilde{o}} P_p \cdot (t_{co} + n \cdot t_i + t_o + t_{i\hat{a}} + \dot{O}_{i\tilde{o}} + t_{o\ddot{o}})$$

Навантаження, яке надходить на вхід від усіх абонентів народногосподарчого сектора:

$$Y_{nx} =$$

Для таксофонів

$$t_{\dot{o}} = \alpha_{\dot{o}} P_p \cdot (t_{co} + n \cdot t_i + t_o + t_{i\hat{a}} + T_{\dot{o}} + t_{o\ddot{o}})$$

$$t_m =$$

Навантаження, яке надходить на вхід від усіх таксофонів, буде дорівнювати:

$$Y_m =$$

Загальне середнє навантаження, що надійшло на вхід станції підраховується за формулою 3

$$Y''_i =$$

При роботі над темою «Будівництво волоконно-оптичної лінії зв'язку» слід скористатися наступними розділами для виконання розрахункової частини проекту:

Розрахунок довжини регенераційної ділянки

Довжина регенераційної ділянки в волоконно-оптичних системах передачі (ВОСП) обмежується двома такими факторами як затухання та розширення імпульсів в лінійному тракті.

Світлові імпульси, що поширюються по оптичному волокну загасають і змінюють свою форму. Тому на волоконно-оптичних лініях зв'язку великої

довжини застосовують регенератори.

Найбільша довжина регенераційної ділянки L_p визначається затуханням і дисперсією ОВ кабелю. Затухання обмежує відстань по втратах у лінійному тракті. Дисперсія призводить до розширення переданих імпульсів, у результаті чого виникають кодові помилки при прийомі і знижується якість переданої інформації.

Загальне затухання ділянки регенерації визначається таким чином

$$a_p = 10 \lg \frac{P_{nep}}{P_{np}} = P_{nep} - P_{np},$$

де P_{nep}, P_{np} - потужність і рівень потужності випромінювання джерела, що вводить в ОВ кабелю;

P_{nep}, P_{np} - потужність і рівень потужності прийнятого оптичного сигналу.

Рівень потужності випромінювання джерела, що вводить у світловод, дБ:

$$a_p = 10 \lg \frac{P_{nep}}{P_0}, \quad (P_0 = 1 \text{ мВт})$$

визначається потужністю і діаграмою спрямованості джерела, типом ОВ і наявністю оптичного пристрою, який узгоджує.

Потужність на вході фотоприймача визначається по формулі:

$$P_{np} = P_{nep} - P_{заг},$$

де величина $P_{заг}$ враховує сумарні втрати в лінійному тракті.

Загальні втрати складаються з втрат при введенні випромінювання у волоконний світловод, втрат у пристрої виводу, власних втрат у роз'ємних і нероз'ємних з'єднаннях.

Загальне згасання ділянки регенерації складає:

$$a_p = \alpha \cdot L_p + a_{HC} \cdot N_{HC} + a_{PC} \cdot N_{PC},$$

де N_{HC}, N_{PC} – число нероз'ємних і рознімних з'єднань на ділянці;

a_{HC}, a_{PC} – втрати в нероз'ємному і рознімному з'єднаннях.

При сучасній технології монтажу ОК втрати в нероз'ємних з'єднаннях не перевищують 0,1÷0,5 дБ на з'єднання, а роз'ємних – 0,5÷2 дБ на з'єднання.

Число нероз'ємних з'єднань залежить від будівельної довжини кабелю $\ell_{БД}$. Кількість N_{HC} на довжині регенераційної ділянки складає:

$$N_{HC} = \frac{L_p}{\ell_{БД}} + 1,$$

Число N_{PC} визначається числом роз'ємів у місцях підключення ОК до апаратури. Звичайно в тракті на ділянці регенерації два роз'ємних з'єднання, $N_{PC}=2$ (в кінцевих пунктах).

У ВОЛЗ необхідно передбачити допуск зміни параметрів системи при зміні температури навколишнього середовища, збільшення загасання ліній протягом терміну служби ОК (25 років) внаслідок старіння кабелю, збільшення числа нероз'ємних з'єднань на лінії при ремонті, зменшення підсилювальної здатності регенератора. Ці можливі втрати враховуються шляхом введення енергетичного запасу системи зв'язку; його також називають експлуатаційним запасом системи зв'язку. Зазвичай приймається $P_{зап} = 6$ дБ.

Посилення апаратури розраховується по формулі:

$$S = p_{пер} - p_{пр} = S' - P_{зап}$$

де S' - енергетичний потенціал системи зв'язку.

Для обраної апаратури визначити енергетичний потенціал по вибраній довжині хвилі.

З огляду на усі втрати на ділянці регенерації посилення буде дорівнює:

$$S = (\alpha \cdot \ell_{CD} + a_{HC}) \cdot n + 2 \cdot a_{PC} + a_{HC}$$

де $n = \frac{L_p}{\ell_{CD}}$ - кількість будівельних довжин на ділянці регенерації.

Посилення через L_p можна записати у виді:

$$S = 2 \cdot a_{PC} + a_{HC} + \left(\alpha + \frac{a_{HC}}{\ell_{CD}} \right) \cdot L_p$$

де α - кілометричне згасання ОВ;

$\alpha + \frac{a_{HC}}{\ell_{CD}}$ - кілометричне згасання ОК.

З цієї формули можна знайти L_p :

$$L_p = \frac{S - 2 \cdot a_{PC} - a_{HC}}{\alpha + \frac{a_{HC}}{\ell_{CD}}}$$

З огляду на, що $S = S' - P_{зАП}$, довжина регенераційної ділянки буде дорівнює (по згасанню):

$$L_p = \frac{S' - P_{зАП} - 2 \cdot a_{PC} - a_{HC}}{\alpha + \frac{a_{HC}}{\ell_{CD}}}$$

Для визначення довжини регенераційної ділянки L_p для одномодового ОК визначеної марки слід використовувати наступні вихідні параметри: діаметр світловода в мкм, діаметр оболонки в мкм та довжину хвилі, показники заломлення n_1 та n_2 та будівельну довжину оптичного кабелю.

В результаті розрахунків виконується висновок про те що розрахована довжина регенераційної ділянки знаходиться у відповідності з нормативними даними апаратури ущільнення та вибраного типу ОК.

Розрахунок параметрів оптичного кабелю

Окрім довжини регенераційної ділянки, в дипломному проекті по будівництву волоконно-оптичної лінії зв'язку, необхідно визначити параметри оптичного кабелю, серед яких:

- відносний коефіцієнт заломлення Δ ,
- числова апертура волокна NA ,
- число мод, що направляються в оптичне волокно, V ,
- критичні довжина λ_0 хвилі і f_0 частота і т.д.

Для визначення параметрів оптичного кабелю вихідними даними є (наприклад): розміри осердя $2 \cdot a = 10$ мкм, оболонки $2b = 20$ мкм, показники залому $n_1 = 1,52$, $n_2 = 1,49$, довжина хвилі $\lambda = 1,3$ мкм; довжина регенераційної ділянки $L = 40$ км.

Одним з параметрів ОВ є відносний коефіцієнт переломлення Δ :

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

Кут між оптичною віссю волокна й однієї з утворюючою світлового конуса, що потрапляє в торець волокна, для якого виконується умова повного внутрішнього відображення променів на границі розділу «серцевина-оболонка» називається апертурним кутом ОВ.

Синус апертурного кута – це числова апертура NA :

$$NA = n_0 \cdot \sin \theta_A,$$

де $n_0 = 1$ – показник переломлення повітря, тоді:

$$NA = \sin \theta_A = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

Число мод, що направляються в ОВ, визначається одним з основних параметрів ОВ - нормованою V частотою:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot a}{\lambda} \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

При визначеній довжині хвилі настає такий режим, коли $\theta = 0^\circ$ і хвиля падає на оболонку світловода і відбиває перпендикулярно. У світловоді встановлюється режим стоячої хвилі й енергія уздовж світловода не переміщається. Це відповідає випадковій критичній довжині хвилі λ_0 і критичній частоті f_0 .

$$\lambda_0 = \frac{\pi \cdot d}{P_{nm} \cdot n_1} \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

$$f_0 = \frac{P_{nm} \cdot c}{\pi \cdot d \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}$$

де $P_{nm} = 2,405$

При поширенні оптичних хвиль виникають втрати енергії, викликані поглинанням і розсіюванням у матеріалі, з якого виготовлене волокно.

Втрати в матеріалі за рахунок поглинання визначають частку енергії, що перетворюється в тепло, у результаті взаємодії світлових фотонів з електронами або коливальним станом речовини. Величина втрат на поглинання лінійно росте з частотою й істотно залежить від величини $tg\delta$. Для скла $tg\delta = 10^{-10}$.

Наявність загасання розсіювання обумовлено в основному взаємодією світлової енергії, зраджованої на довжині хвилі біля мікрона, атомарною структурою скла.

$$\alpha_n = 8,69 \cdot \frac{\pi \cdot n_1 \cdot tg\delta}{\lambda}$$

$$\alpha_p = \frac{K_p}{\lambda^4} \quad \left(\text{для кварцу } K_p = 1,5 \frac{\text{мкм}}{\text{км}} \cdot \frac{\partial B}{\text{км}} \right)$$

Загальні втрати складають:

$$\alpha = \alpha_n + \alpha_p$$

Розсіювання в часі спектральних або модових складових до розширення переданих імпульсів на прийомі, називається дисперсією τ . В остаточному підсумку дисперсія приводить до обмеження пропускної здатності лінії F .

Кілометричне значення смуги перепустки називають параметром широкосмуговості ΔF . Чим більше довжина кабелю, тим більше розширення імпульсів і менше смуга пропущення.

В одномодовому ОВ дисперсія не перевищує $1 \div 2$ нс/км, тому смуга перепустки дуже висока і складає близько $5 \text{ ГГц} \cdot \text{км}$.

На ділянці L км ΔF звузиться і складе:

$$\Delta F_x = \Delta F \cdot \sqrt{\frac{\ell}{\ell_x}}$$

Границі зміни фазової швидкості переданого сигналу в ОВ визначається за наступними формулами:

$$\frac{\tilde{n}}{n_1}; \quad \frac{\tilde{n}}{n_2}.$$

Границі зміни хвильового опору:

$$\frac{Z_0}{n_1}; \quad \frac{Z_0}{n_2}. \quad \text{Ом.}$$

де $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = 376,7$ - хвильовий опір ідеального середовища.

Якщо тема дипломного проекту пов'язана з проектуванням первинної мережі електрозв'язку на основі обладнання синхронної цифрової ієрархії (SDH) пропонуються наступні рекомендації щодо розрахунків:

Рекомендації щодо розрахунку довжини ділянок регенерації й кількості регенераторів

При проектуванні лінії зв'язку на основі волоконно-оптичного кабелю повинні розраховуватися окремо довжина ділянки регенерації по загасанню (L_α) і довжина ділянки регенерації по широкосмужності (L_B), тому що причини, що обмежують граничні значення L_α й L_B незалежні.

У загальному випадку необхідно розраховувати дві величини довжини ділянки регенерації по загасанню:

$L_{\alpha \max}$ – максимальна проектна довжина ділянки регенерації;

$L_{\alpha \min}$ – мінімальна проектна довжина ділянки регенерації.

Максимальна довжина ділянки регенерації. Для оцінки величини максимальної довжини ділянки регенерації $L_{\alpha \max}$ й L_B можуть бути використані наступні вирази:

$$L_{\alpha \max} < \frac{E_{\pi} - M - n \cdot \alpha_{\text{рз}}}{\alpha_{\text{ок}} + \alpha_{\text{нз}} / L_{\text{буд}}};$$

$$L_B = \frac{4.4 \cdot 10^5}{\sigma \cdot \Delta\lambda \cdot B},$$

де $\alpha_{\text{ок}}$ (дБ/км) - кілометричне загасання в оптичному волокні;

$\alpha_{\text{нз}}$ (дБ) - загасання потужності оптичного випромінювання нероз'ємного оптичного з'єднувача на стику між будівельними довжинами кабелю (втрати в нерознімному з'єднанні);

$L_{\text{буд}}$ (км) - значення будівельної довжини кабелю;

$\alpha_{\text{рз}}$ (дБ) - загасання потужності оптичного випромінювання рознімного оптичного з'єднувача (втрати в рознімному з'єднанні);

n - кількість рознімних оптичних з'єднувачів;

σ (пс/(нм·км)) - сумарна дисперсія одномодового оптичного волокна;

$\Delta\lambda$, (нм) - ширина спектра джерела випромінювання;

B (МГц) – швидкість передачі цифрових сигналів в оптичному тракті;

M (дБ) - експлуатаційний запас (2-6 дБ);

E_{π} - енергетичний потенціал.

Енергетичний потенціал розраховується по формулі

$$E_{\pi} = P_{\text{пер}} - P_{\text{пр min}}, \text{ дБм},$$

де $P_{\text{пер}}$ - рівень потужності оптичного випромінювання на передачі, дБм;

$P_{\text{пр min}}$ - мінімальна чутливість приймача – мінімальне значення рівня потужності оптичного випромінювання на вході приймача, при якому забезпечується коефіцієнт помилок не більше $1 \cdot 10^{-10}$ к кінцю терміну служби апаратури.

Визначення рівня потужності оптичного випромінювання, тобто $P_{\text{пер}}$, здійснюють по формулі

$$P_{\text{пер}} = P_c - \Delta P, \text{ дБм},$$

де P_c - середня потужність випромінювання - рівень середньої потужності оптичного сигналу на виході джерела випромінювання;

ΔP - зниження рівня середньої потужності, що залежить від характеру сигналу (для коду NRZ, що застосовується в апаратурі SDH, 3 дБ).

Мінімальна довжина ділянки регенерації. Для оцінки величини мінімальної довжини ділянки регенерації $L_{\alpha \text{ min}}$ може бути використаний вираз

$$L_{\alpha \text{ min}} > \frac{P_{\text{пер}} - P_{\text{пр max}}}{\alpha_{\text{ок}} + \alpha_{\text{нз}} / L_{\text{буд}}},$$

де $P_{\text{пр max}}$ - мінімальне перевантаження - максимальний рівень потужності оптичного випромінювання на вході приймача, при якому забезпечується коефіцієнт помилок не більше $1 \cdot 10^{-10}$ до кінця терміну служби апаратури.

При проектуванні бажано обирати апаратуру або кабель з такими технічними даними $\square \Delta \lambda \square \square \sigma$), що забезпечують виконання співвідношення

$$L_B > L_{\alpha \text{ max}}.$$

Це забезпечує запас по широкосмужності на ділянці регенерації на перспективу розвитку.

Кількість регенераційних пунктів, що не обслуговуються (НРП):

$$N_{\text{НРП}} = \left\lceil \frac{L}{L_{\text{ру}}} \right\rceil - 1,$$

де L - відстань між вузлами мережі - регенераційними пунктами, що обслуговуються, - ОРП). Зворотні дужки в (3.4) означають заокруглення до більшого цілого.

Приклад розрахунку. Проведемо розрахунок довжини ділянки регенерації й кількості регенераторів для лінії зв'язку між дома вузлами.

Вихідні дані для розрахунку. Довжина лінії зв'язку складає 246 км. Нехай використовується одномодове оптичне волокно із таким параметрами: $\alpha_{\text{ок}} = 0,25$ дБ, $\sigma = 18$ пс/нм·км на довжині хвилі 1550 нм, будівельна

довжина – 4 км (обраний код застосування L-4.2 по таблиці A.1 і оптичне волокно, що відповідає рекомендаціям G.652).

Рівень SDH мультиплексорів – STM-4 (622,08 Мбіт/с). Параметри оптичного передавача й приймача SDH мультиплексора STM-4 (для курсового проектування можуть бути обрані по таблицях A.2-A.4): середня потужність передачі: 0 дБ; чутливість приймача при коефіцієнт помилок 10^{-10} : – 28 дБ; максимальний припустимий рівень на вході: – 8 дБ; ширина спектра джерела випромінювання: 0,3 нм.

Експлуатаційний запас – 6 дБ. Втрати в рознімних з'єднаннях – 0,6 дБ. Кількість рознімних з'єднань – 2. Втрати в нероз'ємних з'єднаннях – 0,02 дБ.

Розрахунок довжини ділянки регенерації й кількості регенераторів.

1. Розраховуємо енергетичний потенціал.

$$P_{\text{пер}} = P_{\text{с}} - \Delta P = 0 - 3 = -3 \text{ дБ};$$

$$E_{\text{п}} = P_{\text{пер}} - P_{\text{пр min}} = -3 - (-28) = 25 \text{ дБ}.$$

2. Розраховуємо максимальну довжину ділянки регенерації по загасанню й широкосмужності:

$$L_{\alpha \text{ max}} < \frac{E_{\text{п}} - M - n \cdot \alpha_{\text{рз}}}{\alpha_{\text{ок}} + \alpha_{\text{нз}} / L_{\text{буд}}} = \frac{25 - 6 - 2 \cdot 0,6}{0,25 + 0,02 / 4} = \frac{17,8}{0,255} = 69,8 \text{ км};$$

$$L_{\text{в}} = \frac{4,4 \cdot 10^5}{\sigma \cdot \Delta \lambda \cdot B} = \frac{4,4 \cdot 10^5}{18 \cdot 0,3 \cdot 622,08} = 130,9 \text{ км},$$

Для розглянутого прикладу умова $L_{\text{в}} > L_{\alpha \text{ max}}$ виконується, тому ми можемо використовувати обране оптичне волокно.

3. Розраховуємо мінімальну довжину ділянки регенерації:

$$L_{\alpha \text{ min}} > \frac{P_{\text{пер}} - P_{\text{пр max}}}{\alpha_{\text{ок}} + \alpha_{\text{нз}} / L_{\text{буд}}} = \frac{-3 - (-8)}{0,25 + 0,02 / 4} = \frac{5}{0,255} = 19,6 \text{ км}.$$

4. Розраховуємо кількість регенераційних пунктів, що не обслуговуються:

$$N_{\text{НРП}} = \left\lceil \frac{L}{L_{\text{ру}}} \right\rceil - 1 = \left\lceil \frac{246}{69,8} \right\rceil - 1 = 3.$$

Після проведення розрахунку кількості регенераторів для кожного сегмента мережі складається загальна схема проекрованої первинної мережі.

РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ЛІНІЙНОГО ТРАКТУ

Перед проведенням розрахунків розглянемо основні поняття теорії надійності. Під *надійністю системи* варто розуміти її здатність виконувати задані функції із заданою якістю протягом деякого проміжку часу в певних умовах.

Надійність є комплексною властивістю, що залежно від призначення об'єкта може включати безвідмовність, ремонтпридатність і довговічність або сполучення цих властивостей. Термін надійність використовується тільки для описів загального характеру в не кількісному вираженні.

Відмова – подія, що полягає в припиненні здатності об'єкта виконувати необхідну функцію. Після відмови об'єкт переходить у непрацездатний стан.

Працездатний стан – стан об'єкта, при якому значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної й/або проектної документації.

Непрацездатний стан – стан об'єкта, при якому значення хоча б одного параметра, що характеризує здатність виконувати задані функції, не відповідає вимогам нормативно-технічної й/або проектної документації.

Наробіток - тривалість або обсяг роботи об'єкта, обмірювана в будь-яких неубутних величинах.

Показник надійності – кількісна характеристика одного або декількох властивостей, що складають надійність об'єкта.

При курсовому проектуванні будемо використовувати такі показники надійності:

а) показники безвідмовності:

- *середній наробіток на відмову* – математичне очікування часу роботи поновлюваного об'єкта між відмовами;
- *параметр потоку відмов* – відношення середнього числа відмов поновлюваного об'єкта за довільно малий його наробіток до значення цього наробітку;
- *середній час відновлення* - математичне очікування часу відновлення працездатного стану об'єкта після відмови;
- *інтенсивність відмов* - умовна щільність імовірності виникнення відмови об'єкта, яка визначається за умовою того, що до розглянутого моменту часу відмова не виникла;
- *середній наробіток до відмови* – математичне очікування часу роботи об'єкта до першої відмови;
- *імовірність безвідмовної роботи* - імовірність того, що в межах заданого наробітку відмова об'єкта не виникне;

б) показник експлуатаційної готовності:

- *коефіцієнт готовності* - імовірність того, що об'єкт виявиться в працездатному стані в довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких застосування об'єкта по призначенню не передбачається.

В ході курсового проектування повинна бути зроблена оцінка показників надійності, шляхом побудови структурної схеми надійності лінійного тракту і

розрахунку коефіцієнта готовності K_r й середнього часу відновлення T_v з урахуванням резервування за вихідним даними про надійність складових частин обладнання.

При проектуванні повинні бути задані вимоги по надійності:

- коефіцієнт готовності - K_r ;
- середній час між відмовами (середній наробіток на відмову) - $T_{\text{сер сист}}$;
- середній час відновлення - T_v .

Проектована система належить до відновлюваних систем, у яких відмови можна усувати. По теорії надійності відмови розглядаються як випадкові події.

Імовірність безвідмовної роботи за проміжок часу t визначається як

$$P(t) = e^{-\omega t},$$

де ω - параметр потоку відмов, значення якого при застосуванні типових елементів заміни приблизно дорівнює інтенсивності відмов λ ($\omega \cong \lambda$), 1/годину.

Середній час безвідмовної роботи в період нормальної експлуатації (середній наробіток на відмову) визначається як

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{\omega}.$$

Оцінимо ймовірність безвідмовної роботи деякої системи, що складається з множини різнотипних елементів. Нехай $p_1(t)$, $p_2(t)$, ..., $p_n(t)$ - імовірності безвідмовної роботи кожного елемента на інтервалі часу $0 \dots t$, n - кількість елементів у системі.

Якщо відмови окремих елементів системи відбуваються незалежно, а відмова хоча б одного елемента веде до відмови всієї системи, то в цьому випадку в теорії надійності вважається, що такі елементи з'єднані послідовно. Імовірність безвідмовної роботи системи з n послідовно з'єднаними елементами на інтервалі часу $0 \dots t$ дорівнює добутку ймовірностей безвідмовної роботи окремих її елементів:

$$P_{\text{посл}}(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i t} = e^{-\Lambda t},$$

де $\Lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$ - інтенсивність відмов всієї системи, 1/годину;

λ_i - інтенсивність відмови i -го елемента, 1/годину.

Середній час безвідмовної роботи системи визначається як

$$T_{\text{сер сист}} = \frac{1}{\Lambda}, \text{ годин.}$$

Якщо відмови окремих елементів відбуваються незалежно, а до відмови всієї системи приводить відмова всіх її елементів, то в цьому випадку в теорії надійності вважається, що такі елементи з'єднані паралельно (випадок використання резервування). Імовірність безвідмовної роботи системи з k паралельно з'єднаних елементів визначається виразом

$$P_{\text{парал}}(t) = 1 - \prod_{i=1}^k (1 - p_i(t)).$$

До числа основних показників надійності відновлюваних систем відноситься коефіцієнт готовності, що визначається по формулі:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_{\text{сер}}}{T_{\text{сер}} + T_{\text{в}}},$$

де $T_{\text{в}}$ - середній час відновлення елемента (системи).

Для послідовного з'єднання по надійності n елементів системи (наприклад, ділянок магістралі або окремих видів обладнання), загальний коефіцієнт готовності дорівнює:

$$K_{\Gamma} = \prod_{i=1}^n K_{\Gamma i}.$$

де $K_{\Gamma i}$ - коефіцієнти готовності окремих елементів системи передачі (наприклад, апаратури і кабелю).

При паралельному з'єднанні по надійності елементів системи передачі (наприклад, лінійних трактів) для випадку кільцевої структури зв'язку (на один робочий тракт доводиться один резервний), загальний коефіцієнт готовності визначається як

$$K_{\Gamma \text{рез}} = 1 - (1 - K_{\Gamma 1})(1 - K_{\Gamma 2}),$$

де $K_{\Gamma 1}$, $K_{\Gamma 2}$ - коефіцієнти готовності робочого й резервного трактів.

Розглянемо спосіб визначення надійності лінійного тракту. Вихідними даними для розрахунку показників надійності повинні бути:

довжина волоконно-оптичного кабелю;

кількість ОРП (мультиплексорів), НРП (регенераторів);

інтенсивність відмов 1 км оптичного кабелю - $\lambda_{\text{ок}} = 3,88 \cdot 10^{-7}$ 1/годину (визначається за статистичними даними);

інтенсивність відмов або наробіток на відмову ОРП (мультиплексорів), НРП (регенераторів);

час відновлення НРП, ОРП й оптичного кабелю.

Шлях між вузлами мережі задамо як упорядковану послідовність елементів (оптоволоконний кабель, НРП, ОРП), кожний з яких характеризується своїми показниками надійності. Тому що відмови, у загальному випадку, відбуваються незалежно, то для визначення надійності лінійного тракту можна використовувати формулу для послідовного з'єднання елементів.

Інтенсивність відмов лінійного тракту визначають як суму інтенсивностей відмов НРП, ОРП й оптичного кабелю:

$$\Lambda = n_{\text{НРП}} \lambda_{\text{НРП}} + n_{\text{ОРП}} \lambda_{\text{ОРП}} + L \lambda_{\text{ок}},$$

де $\lambda_{\text{НРП}}$, $\lambda_{\text{ОРП}}$ - інтенсивності відмов НРП й ОРП;

$n_{\text{НРП}}$, $n_{\text{ОРП}}$ - кількість НРП й ОРП;

$\lambda_{\text{ок}}$ - інтенсивність відмов одного кілометра кабелю;

L - довжина оптичного кабелю.

У випадку завдання для НРП й ОРП наробітки на відмову, інтенсивності відмов визначаються як

$$\lambda_{\text{ОРП}} = \frac{1}{T_{\text{сер ОРП}}}; \lambda_{\text{НРП}} = \frac{1}{T_{\text{сер НРП}}},$$

де $T_{\text{сер ОРП}}$, $T_{\text{сер НРП}}$ - наробіток на відмову ОРП і НРП відповідно.

Для визначення коефіцієнта готовності попередньо знайдемо середній час відновлення зв'язку по формулі:

$$T_{\text{в}} = \frac{n_{\text{НРП}} \lambda_{\text{НРП}} t_{\text{в НРП}} + n_{\text{ОРП}} \lambda_{\text{ОРП}} t_{\text{в ОРП}} + L \lambda_{\text{ок}} t_{\text{в ок}}}{A},$$

де $t_{\text{в НРП}}$, $t_{\text{в ОРП}}$, $t_{\text{в ок}}$ - час відновлення відповідно НРП, ОРП й оптичного кабелю.

Коефіцієнт готовності знаходимо по формулі (6.5).

Норми на показники надійності, прийняті для проектування. Необхідні показники надійності для місцевих, внутрізонових і магістральної первинних мереж з максимальною довжиною $L_{\text{М}}$ (без резервування) наведені в таблицях 1,2,3

При довжині каналу (магістралі) L не рівною $L_{\text{М}}$ середній час між відмовами визначається як

$$T_{\text{ср}}(L) = T_{\text{ср}} \frac{L_{\text{М}}}{L}.$$

Таблиця 1 - Показники надійності для місцевої первинної мережі, $L_{\text{М}} = 200$ км

Показник надійності	Апаратури лінійного тракту
Коефіцієнт готовності	0,9987
Середній час між відмовами, годин	> 2500
Час відновлення, годин	див. примітку

Таблиця 2 - Показники надійності для внутрізонової первинної мережі, $L_{\text{М}} = 1\,400$ км

Показник надійності	Апаратури лінійного тракту
Коефіцієнт готовності	0,99
Середній час між відмовами, годин	> 350
Час відновлення, годин	див. примітку

Таблиця 3 - Показники надійності для магістральної первинної мережі, $L_{\text{М}} = 12\,500$ км

Показник надійності	Апаратури лінійного тракту
Коефіцієнт готовності	0,92
Середній час між відмовами, годин	> 40

Час відновлення, годин	див. примітку
Примітка: для встаткування лінійних трактів повинне бути: час відновлення НРП - $T_{в\text{ нрп}} < 2,5$ години (у тому числі час під'їзду - 2 години); час відновлення ОРП, ОП - $T_{в\text{ орп}} < 0,5$ години; час відновлення оптичного кабелю – $T_{в\text{ ок}} < 10$ годин (у тому числі час під'їзду 3,5 години).	

Приклад 1. Розрахуємо показники надійності для лінійного тракту магістральної первинної мережі, що складається із чотирьох послідовно з'єднаних сегментів кабелю загальною довжиною 246 км, трьох НРП і двох мультиплексорів (ОРП) у вузлах D й С (приклад з розділу 2).

Наробіток на відмову для мультиплексорів (ОРП) становить 60 000 годин, для НРП – 87 000 годин. Інтенсивність відмов 1 км оптичного кабелю - $\lambda_{ок} = 3,88 \cdot 10^{-7}$ 1/годину. Середній час відновлення для мультиплексорів (таблиця 5.8) – 0,5 годин, для НРП - 2,5 години, для оптичного кабелю - 10 годин.

Схема надійності лінійного тракту представлена на рисунку 1.

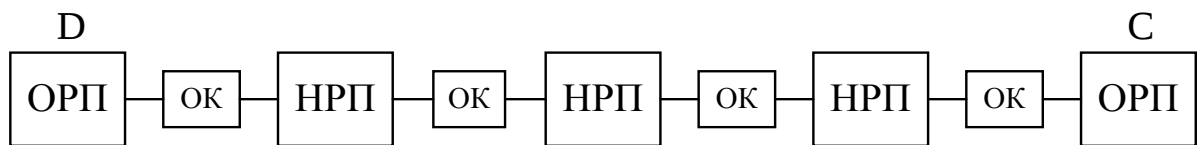


Рисунок 1 - Схема надійності лінійного тракту без резервування

1. Тому що для НРП й ОРП заданий наробіток на відмову, то визначаємо інтенсивності відмов:

$$\lambda_{ОРП} = \frac{1}{60\,000} = 1,67 \cdot 10^{-5} \text{ 1/годину};$$

$$\lambda_{НРП} = \frac{1}{87\,000} = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ 1/годину}.$$

2. Розраховуємо інтенсивність відмов лінійного тракту:

$$\begin{aligned} \Lambda &= n_{НРП} \lambda_{НРП} + n_{ОРП} \lambda_{ОРП} + L \lambda_{ок} = \\ &= 3 \cdot 1,15 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-5} + 246 \cdot 3,88 \cdot 10^{-7} = \\ &= 3,45 \cdot 10^{-5} + 3,34 \cdot 10^{-5} + 9,54 \cdot 10^{-5} = 1,63 \cdot 10^{-4} \text{ 1/годину}. \end{aligned}$$

3. Визначаємо середній час безвідмовної роботи лінійного тракту:

$$T_{сер\text{ сист}} = \frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{1,63 \cdot 10^{-4}} = 6\,134,97 \text{ годин}.$$

4. Розрахуємо коефіцієнт готовності, попередньо знайшовши середній час відновлення:

$$\begin{aligned}
T_{\text{в}} &= \frac{n_{\text{НРП}} \lambda_{\text{НРП}} t_{\text{в НРП}} + n_{\text{ОРП}} \lambda_{\text{ОРП}} t_{\text{в ОРП}} + L \lambda_{\text{ОК}} t_{\text{в ОК}}}{A} = \\
&= \frac{3 \cdot 1,15 \cdot 10^{-5} \cdot 2,5 + 2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5 + 246 \cdot 3,88 \cdot 10^{-7} \cdot 10}{1,63 \cdot 10^{-4}} = \\
&= \frac{8,63 \cdot 10^{-5} + 1,67 \cdot 10^{-5} + 95,45 \cdot 10^{-5}}{1,63 \cdot 10^{-4}} = 6,49 \text{ годин}; \\
K_{\text{г}} &= \frac{T_{\text{сер}}}{T_{\text{сер}} + T_{\text{в}}} = \frac{6134,97}{6134,97 + 6,49} = \frac{6134,97}{6141,46} = 0,99894.
\end{aligned}$$

5. Оскільки довжина каналу (магістралі) $L = 246$ км і не дорівнює $L_{\text{М}} = 12\,500$ км (таблиця 5.8), то припустимо значення середнього часу між відмовами визначається як

$$T_{\text{сер}}(246) = T_{\text{сер}} \frac{L_{\text{М}}}{L} = 40 \cdot \frac{12\,500}{246} = 2032,5 \text{ годин}.$$

На основі порівняння розрахованих показників надійності із установленими нормами можна зробити висновок, що розраховані показники надійності лінійного тракту повністю задовольняють заданим вимогам.

Приклад 2. Для прикладу 1 розрахуємо показники надійності з урахуванням резервування 1+1 по рознесених трактах. У якості резервного обраний маршрут D – B – A – C (рисунок 2.19). Довжина сегмента DB – 126 км, BA – 90 км, AC – 150 км.

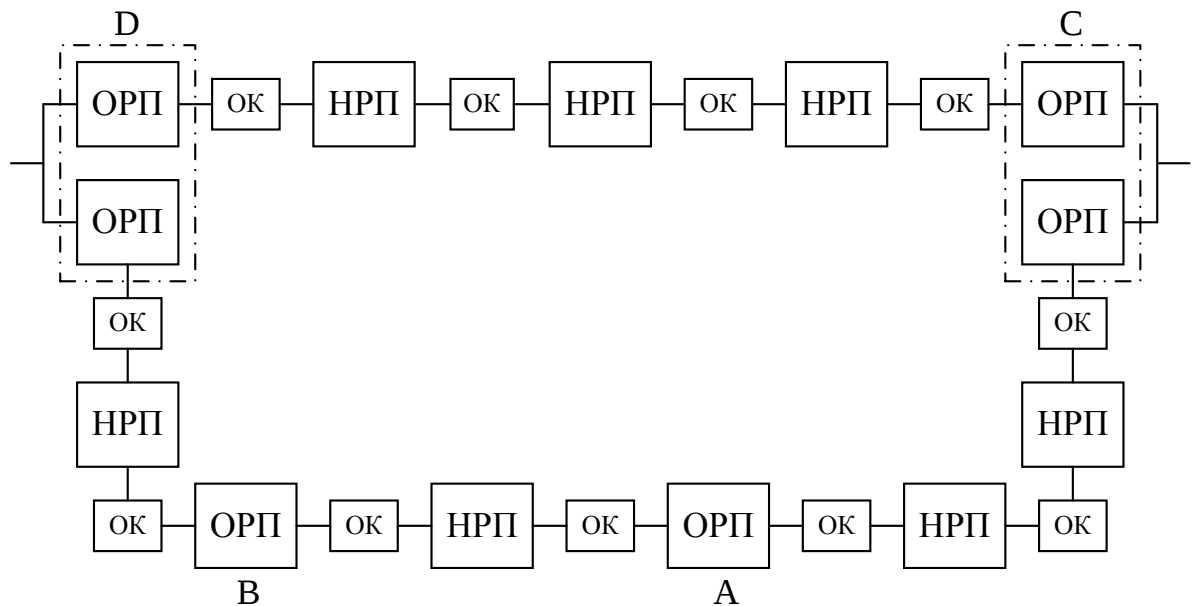


Рисунок 2 - Схема надійності лінійного тракту з резервуванням

1. Спочатку необхідно розрахувати кількість НРП на сегментах мережі:

$$N_{\text{НРП DB}} = \left\lceil \frac{L_{\text{DB}}}{L_{\text{рд}}} \right\rceil - 1 = 1;$$

$$N_{\text{НРП ВА}} = \left\lceil \frac{L_{\text{ВА}}}{L_{\text{рд}}} \right\rceil - 1 = 1;$$

$$N_{\text{НРП АС}} = \left\lceil \frac{L_{\text{АС}}}{L_{\text{рд}}} \right\rceil - 1 = 2.$$

Таким чином, для резервного тракту маємо: загальна довжина – $L = 366$ км, $n_{\text{НРП}} = 4$, $n_{\text{ОРП}} = 4$. Всі інші параметри як у попередньому прикладі.

2. Розраховуємо інтенсивність відмов лінійного тракту:

$$\begin{aligned} \lambda &= n_{\text{НРП}} \lambda_{\text{НРП}} + n_{\text{ОРП}} \lambda_{\text{ОРП}} + L \lambda_{\text{ок}} = \\ &= 4 \cdot 1,15 \cdot 10^{-5} + 4 \cdot 1,67 \cdot 10^{-5} + 366 \cdot 3,88 \cdot 10^{-7} = \\ &= 4,6 \cdot 10^{-5} + 6,68 \cdot 10^{-5} + 14,2 \cdot 10^{-5} = 2,55 \cdot 10^{-4} \text{ 1/годину.} \end{aligned}$$

3. Визначаємо середній час безвідмовної роботи:

$$T_{\text{сер сист}} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{2,55 \cdot 10^{-4}} = 3921,57 \text{ годин.}$$

4. Розрахуємо коефіцієнт готовності, попередньо знайшовши середній час відновлення:

$$\begin{aligned} T_{\text{в}} &= \frac{n_{\text{НРП}} \lambda_{\text{НРП}} t_{\text{в НРП}} + n_{\text{ОРП}} \lambda_{\text{ОРП}} t_{\text{в ОРП}} + L \lambda_{\text{ок}} t_{\text{в ок}}}{\lambda} = \\ &= \frac{4,6 \cdot 10^{-5} \cdot 2,5 + 6,68 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5 + 14,2 \cdot 10^{-5} \cdot 10}{2,55 \cdot 10^{-4}} = \\ &= \frac{11,5 \cdot 10^{-5} + 3,34 \cdot 10^{-5} + 142 \cdot 10^{-5}}{2,55 \cdot 10^{-4}} = 6,15 \text{ годин;} \end{aligned}$$

$$K_{\Gamma} = \frac{T_{\text{сер}}}{T_{\text{сер}} + T_{\text{в}}} = \frac{3921,57}{3921,57 + 6,15} = \frac{3921,57}{3927,72} = 0,99843.$$

5. Розрахуємо коефіцієнт готовності тракту між вузлами D й C з урахуванням резервування за схемою 1+1 по рознесених трактах:

$$\begin{aligned} K_{\Gamma \text{ рез}} &= 1 - (1 - K_{\Gamma 1})(1 - K_{\Gamma 2}) = 1 - (1 - 0,99894)(1 - 0,99843) = \\ &= 1 - 0,00106 \cdot 0,00157 = 0,999998. \end{aligned}$$

Таким чином, з отриманих результатів можна зробити висновок, що застосування резервування по рознесених трактах дозволяє значно збільшити коефіцієнт готовності.

Для теми дипломного проекту «Організація електроживлення будинків зв'язку» слід скористатися наступними рекомендаціями.

Електроживлення телефонних станцій

Телефонні станції є важливими та розповсюдженими видами пристроїв зв'язку, тому організація їх електроживлення має велике значення в загальній системі живлення пристроїв зв'язку, так як джерела живлення телефонних станцій часто використовуються для живлення інших пристроїв, що знаходяться в тому ж вузлі зв'язку. Автоматичні телефонні станції (АТС) потребують для живлення такі джерела струму:

1) постійного струму з номінальною напругою 60В. Це джерело використовується для приведення в дію комутаційних приладів та для живлення мікрофонних і сигнальних ланцюгів. Позитивний полюс завжди заземлюється на електроживлячій установці (ЕЖУ);

2) змінного струму з напругою 80-100В і частотою 16-25Гц для живлення визивних ланцюгів.

Телефонні станції як споживачі відрізняються від інших пристроїв зв'язку тим, що їх навантаження, тобто інтенсивність телефонних розмов значно змінюється протягом доби. Вдень АТС споживає великий струм, а вночі – малий. Така нерівномірність споживання струму живлення ускладнює розрахунок загальної кількості електроенергії в ампер-годинах, що споживається станцією протягом доби. Тому для виконання розрахунків введений коефіцієнт концентрації струму, що являє собою відношення кількості електроенергії, що споживається станцією в години найбільшого навантаження, до загальної кількості електроенергії, що споживається за добу. Витрати струму для АТС становлять 5А на 100 номерів.

Розрізняють декілька способів електроживлення пристроїв зв'язку:

1. Заряд-розряд живлення від акумуляторних батарей протягом доби.
2. Буферне періодичне живлення від акумуляторних батарей на протязі частини доби, а протягом другої частини доби від випрямляча з паралельно

підключеними акумуляторними батареями.

3. Буферний спосіб живлення у режимі неперервного підзаряду протягом доби від випрямляча з паралельно підключеними акумуляторними батареями.

4. Безпосереднє живлення від випрямляча без паралельного підключення до нього акумуляторних батарей.

Основним джерелом електроенергії є великі енергосистеми, які працюють стабільно. Вузли провідного зв'язку відносяться до першої категорії електроприймачів (повністю забезпечується цілодобове і стабільне електроживлення від енергосистем або сторонніх електростанцій потужністю не менше 1000 кВА; електроенергія подається одночасно від двох незалежних джерел по двох окремих фідерах із застосуванням централізованого автоматичного включення резерву АВР - група 1А. Аналогічно, що і для групи 1А, але при умові, що електроенергія подається лише від одного джерела по одному фідеру - група 1Б).

В будь-якій групі можливі випадки переривання електроживлення планового або аварійного характеру. Тому необхідно передбачити резервні джерела змінного струму (ввід від другої підстанції фідера або своя резервна станція) або постійного струму (акумуляторні батареї). При виборі способу живлення необхідно враховувати чутливість апаратури до короткочасних перерв електропостачання, тривалість процесу переключення на резервне джерело електроенергії. Крім цього, необхідно визначити можливість збігу аварії в мережі змінного струму з періодом профілактичного обслуговування акумуляторів.

Можливість збігу аварійного відключення електропостачання з періодом профілактичних робіт для відрізка часу на рік виражається формулою:

$$B = \frac{nt_{\text{зар}}(p + h_y n)}{8760}$$

де n - кількість найможливіших аварійних відключень фідерів змінного струму в рік;

$t_{\text{зар}}$ - тривалість одного циклу заряду акумуляторної батареї, $t_{\text{зар}} = 8$ годин;

p - кількість контрольних розрядів батареї в рік. Згідно теперішнім

правилам догляду за кислотними акумуляторами при буферній роботі кожний квартал тренувальні заряди відмінені, а контрольні розряди проводить 1 раз в рік, $p=1$;

h_y - коефіцієнт, враховуючий скорочення післяаварійного періоду заряду порівняно з контрольним, $h_y = 0,514$;

8760 - кількість годин в рік.

Кількість років T , протягом яких в середньому, при прийнятих умовах, може відбутися один збіг аварійного відключення введів з періодом заряду батарей, буде величиною, яка зворотня ймовірності B .

Приклад. Припустимо, що $n=6$, тобто, кількість аварійних відключень введів електропостачання не буде перебільшувати шести на рік. Тоді можливість збігу буде становить:

$$B = \frac{6 \times 8(1 + 0,514 \times 6)}{8760} = \frac{1}{46}, T = 46 \text{ років.}$$

Таким чином, можливість збігу може відбутися один раз в 46 років.

Якщо можливість збігу перевищує 25-30 років, то можна сказати, що вузол зв'язку надійно забезпечений електричною енергією змінного струму і встановлення двох груп акумуляторних батарей в цьому випадку недоцільне.

Найбільш поширеним способом електроживлення пристроїв зв'язку на залізничному транспорті є буферний спосіб у режимі безперервного підзаряду з акумуляторами, що розраховані на 1 годину роботи в аварійному режимі.

Безакумуляторне живлення (від мережі змінного струму безпосередньо або через випрямляючі пристрої) з резервуванням по двохпромісній системі може використовуватись при дуже надійному зовнішньому електропостачанні по двох лініях від незалежних джерел електроенергії і наявності пристроїв автоматичної дії.

Цей спосіб розрахований на великі підприємства зв'язку з використанням випрямляючих пристроїв типу ВУЛ.

Пристрій ВУЛС складається з двох випрямляючих пристроїв типу ВУЛ і окремої шафи з комплектом згладжуючих фільтрів.

В електроживлячих пристроях телефонних станцій, які знаходяться в особливо гарних умовах електроживлення при наявності випрямлячів основного і резервного, працюючих по буферному способу в режимі неперервного підзаряду, одну з груп акумуляторних батарей можна виключити, а оскільки батарея була не тільки резервним джерелом, але і елементом згладжуючого фільтру, то замість неї необхідно включити еквівалентний конденсатор. Ємність цього конденсатора (в мікрофарадах) може бути розрахована за формулою:

$$C = \frac{10^6}{2\pi f r_6}, \text{ мкФ},$$

де f - частота першої гармоніки випрямляючої схеми (100 Гц при однофазній, 300 Гц при трьохфазній і 600 Гц при шестифазній мостовій схемі);

r_6 - опір батареї змінному струму.

Опір батареї визначається за формулою:

$$r_6 = \frac{6 \times 0,006 \times n}{C_a},$$

де n - кількість послідовно включених акумуляторів в батареї;

C_a - індекс акумулятора.

Визначивши ємність, можна підрахувати кількість конденсаторів та вибрати їх тип із таблиці 6,7 (див.додаток).

Для живлення АТС застосовуються випрямляючі пристрої типів ВУК та ВСП. Випрямляючі пристрої типу ВУК бувають зарядно-буферними та буферними. (Параметри випрямляючих пристроїв типу ВУК та ВСП вказані в таблицях 8,9,10 додатку).

Буферні випрямляючі пристрої забезпечують тільки напругу у буферному режимі роботи.

$$U_6 = 2,2n, \text{ В},$$

де n - кількість акумуляторних батарей в групі.

Такими випрямляючими пристроями являються ВУК-67/70, ВУК-67/140.

Зарядно-буферні випрямляючі пристрої повинні забезпечувати не тільки напругу при буферному режимі роботи, але і напругу та струм при заряді після

профілактичних робіт з акумуляторними батареями (забезпечити заряд при контрольних розрядах).

Зарядний струм повинен бути:

$$I_z = \frac{1,2 \times Q_n}{7} (A),$$

де Q_n - номінальна ємність акумуляторної батареї;

7 - час заряду акумуляторних батарей.

Максимальне значення випрямленої напруги, яке необхідне при заряді:

$$U_{зар} = 2,7n (V),$$

де n - кількість акумуляторних батарей;

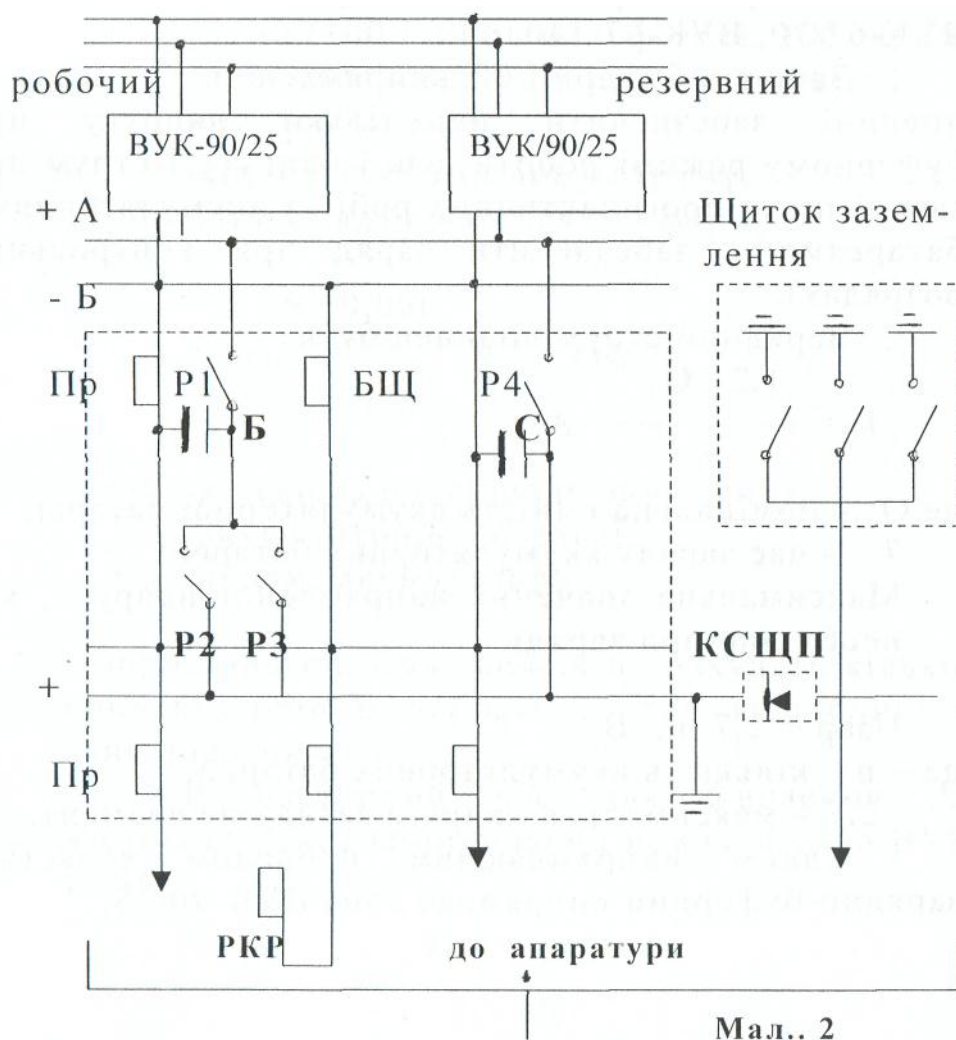
2,7 - максимальна напруга заряду на елемент.

Таким випрямляючим пристроєм являється зарядно-буферний випрямляч типу ВУК-90/25.

Для дотримування напруги на вході апаратури живлення в допустимих межах застосовують два методи:

а) в ланцюг напруги включають нелінійний елемент, на якому гаситься зайва напруга (див. рис.2);

б) батарея розподіляється на основну ОБ та додаткову ДБ.



В буферному режимі роботі приймає участь тільки ОБ, а ДБ відключається від основного випрямляючого пристрою та від шин навантаження (див. рис.3).

При переході від нормального режиму до аварійного режиму або вимикається опір гасіння, або до ОБ послідовно підключається ДБ. В елементах гасіння непродуктивно витрачається не менше 10-15% енергії, а при розділенні батареї на основну і додаткову ускладнюється схема пристроїв. При великих ємностях віддають перевагу розподілу батареї на ОБ та ДБ.

Зарядно-буферні випрямлячі типу ВСП розраховані на маленьку потужність та можуть забезпечувати не тільки напругу при буферному режимі, а також і заряд акумуляторних батарей. Випрямляючі пристрої типу ВСП 60/60 можуть забезпечити напругу до 90 В.

Всі зарядно-буферні випрямляючі пристрої типу ВСП мають основний випрямляч ОБ та додатковий випрямляч утримання ДБ, так як ВСП розраховані на роботу з батареєю, що розділена на ОБ та ДБ (рис.4).

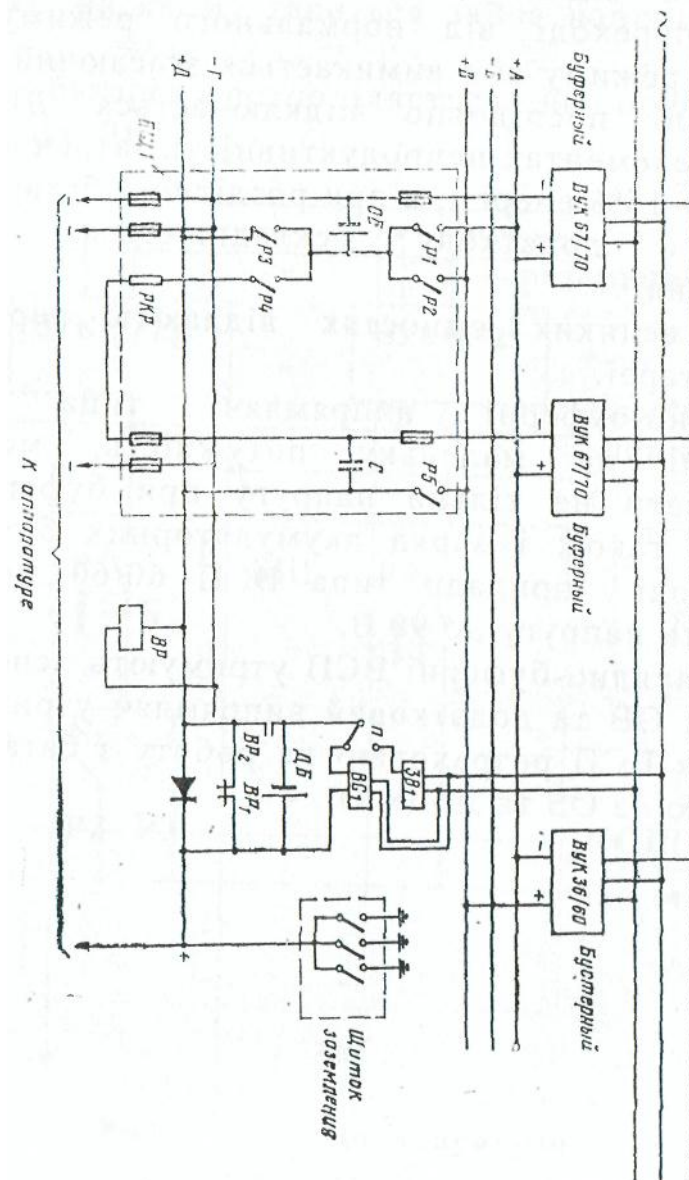


Рисунок 2

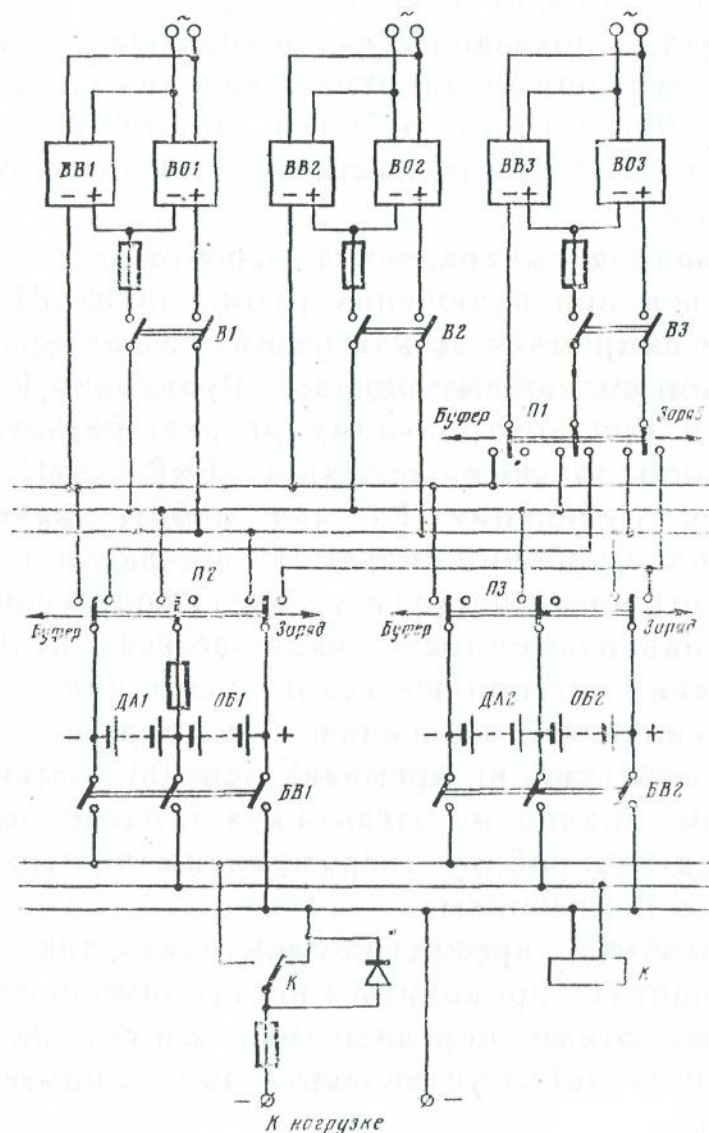


Рис. 4

Рисунок 3

Нижче розглядаємо ряд схем електроживлячих пристроїв для телефонних станцій з випрямляючими пристроями типу ВУК та ВСП.

На рис.2 показана електроживляча установка з 2 зарядно-буферними випрямлячами типу ВУК 90/25 (один робочий, другий резервний). Пристрої типу ВУК підключені паралельно до буферних шин А та Б.

Нормальна паралельна робота установки здійснюється при включених рубильниках Р1 та Р2. Резервний випрямляч відключений контакторами, які є на випрямлячі. Рубильник Р1 та Р3 включають при контрольному розряді

батареї через реостат контрольних розрядів РКР, при цьому включають рубильник Р4 для роботи резервного випрямляча, а робочий випрямляч відключають.

Для підтримання напруги в допустимих межах в ланцюг навантаження включається нелінійний елемент, який встановлюється за розрахунком.

В якості елементів гасіння зручно застосовувати силові кремнієві вентиля з металевим радіатором, значно не завантажуючи їх, тому що вони розраховані на роботу з примусовим повітряним та водяним охолодженням.

Розрахунок кремнієвих вентилів для гасіння лишньої напруги проводиться наступним методом:

1) знаходиться перевищення напруги на шинах електроживлячої установки над номінальною напругою:

$$\Delta U = 2,2n_{\text{акк}} - U_{\text{ном}} \text{ (В)},$$

де $n_{\text{акк}}$ - кількість акумуляторів;

$U_{\text{ном}}$ - номінальна напруга 60В.

2) розраховується кількість послідовно включених вентилів:

$$n_{\text{посл}} = \frac{\Delta U}{\delta U} \text{штук},$$

де δU - падіння напруги на потужному вентилі, $\delta U = 0,6 \text{ В}$.

При відсутності вентилів великої потужності, вентиля необхідно вмикати послідовно (розрахунок вище) та паралельно.

Паралельне включення визначається співвідношенням:

$$n_{\text{пар}} = \frac{3I_{\text{макс}}}{I_{\text{в}} * 0,9} (\text{штук}),$$

де 3 — коефіцієнт, що визначає можливість роботи кремнієвих вентилів без примусового охолодження;

$I_{\text{макс}}$ - максимальний струм електроживлячої установки, А;

$I_{\text{в}}$ - максимальний струм, допустимий для вентиля, А;

0,9 — коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу струму живлення по паралельних гілках.

Параметри потужних кремнієвих вентилів приведені в таблиці 11 додатку.

Вентилі підключаються за допомогою контакторних збірок типу КСЦП.

Дана електроживляча установка з зарядно-буферними випрямлячами типу ВУК 90/25 завдяки їх невеликій потужності застосовується для живлення АТС малої ємності (500 – 600 номерів).

До буферних шин А та Б паралельно підключені випрямлячі (буферні) один робочий, другий резервний. Шина В - зарядна. До неї підключений буферний випрямляч, напруга якого складається з напругою буферного ВУК при заряді акумуляторних батарей.

Рубильники Р1 та Р2, які встановлені на батарейних щитках, служать для підключення будь-якої з груп акумуляторних батарей до буферних або зарядних шин. Паралельна робота здійснюється при включених Р1 та Р3, при цьому відключені один з буферних випрямлячів.

Для заряду акумуляторної батареї вмикають рубильник Р2, відключають Р1, Р3 та Р4 підключають резервний та **бустерний** випрямлячі, які забезпечують сумарну зарядну напругу $67+36=103\text{В}$.

Для підтримання напруги на вході апаратури в допустимих межах, акумуляторна батарея розбивається на дві групи: основну (ОБ) та додаткову (ДБ).

Кількість акумуляторів в основній ОБ батареї та додатковій ДБ становить:

$$n_{об} = \frac{U_{cp}}{U_{\delta}} (шт.);$$
$$n^1 = n_{об} = n - n_{об} (шт.),$$

де U_{cp} — середня напруга на вході апаратури, для випрямлячів типу ВСП основна батарея ОБ розраховується на напрузі **$U_{л}$, мАкм**;

U_{δ} - напруга на елемент при буферній роботі;

n - кількість акумуляторів всього.

При припиненні подачі електричної енергії із мережі змінного струму основна батарея ОБ переходить в режим розряду і її напруга швидко зменшується. В цей час вольтметрове реле ВР приводить в дію контактор, який своїми контактами підключає до основної батареї ОБ додаткову батарею ДБ.

Після цього напруга живлення знову підвищується до потрібного значення. Діод Д, розрахований на максимальний струм напруги, запобігає перерві подачі струму на момент переключення контактора.

Для додаткової групи акумуляторів необхідно передбачити 2 випрямляча: випрямляч підтримання (ВС1) - для підзарядки акумуляторних батарей Б та зарядний випрямляч (ЗВ) - для заряду додаткової групи акумуляторних батарей після аварійного режиму.

Для додаткових акумуляторів можна передбачити селеновий випрямляч ВС-13,5/200/2, який має випрямляч підтримання і розрахований на заряд акумуляторної батареї.

На рисунку 4 показана схема електроживлячої установки з випрямлячем типу ВСП для двохгрупних батарей.

ВО1, ВО2, ВО3 - основні випрямлячі. ВВ1, ВВ2, ВВ3 - випрямлячі, які використовуються для утримання додаткових акумуляторів у режимі безперервного підзаряду. ОБ1, ОБ2 - основні батареї, ДА1 та ДА2 - додаткові акумулятори. К - реле та контактор, що вмикає додаткову групу акумуляторів при аварійному режимі.

Робота схеми докладно розглянута в підручнику Михайлова, стор.231-234.

Приклад. Зробити розрахунок електроживлячого пристрою, що працює в буферному режимі для АТС ємністю 700 номерів. В результаті розрахунку необхідно:

1. Визначити струм, що споживає апаратура.
2. Визначити номінальну ємність акумуляторів.
3. Вибрати тип стаціонарних акумуляторів.
4. Визначити кількість акумуляторів.
5. Виконати розрахунок потужності і вибір випрямлячів.

6 Для розрахованого електроживлячого пристрою скласти схему і коротко описати її роботу.

Розрахунок:

1. Визначаємо струм живлення станції в час найбільшого навантаження:

$$I_{\text{чнн}} = 5 \cdot 7 = 35 \text{ А},$$

де 5 - споживання струму на сотню абонентів;

7 - число сотень абонентів.

Враховуючи живлення додаткової апаратури (комплекти ДАТС, випробувально-вимірювальні столи), а також розвиток телефонної станції, збільшуємо $I_{\text{чнн}}$ на 25%.

$$I_{\text{чнн}} = 35 + 35 \cdot 0,25 = 43,75 \text{ А}.$$

2. Визначаємо номінальну ємність акумуляторів:

$$Q_n = \frac{I_{\text{чнн}} \times t_{\text{раз}} \times 100}{Pt / 1 + 0,008(T^0 - 25^0)/} = \frac{43,75 \times 1 \times 100}{51,4 \times / 1 + 0,008(15^0 - 25^0)/} = 92,52 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

де $I_{\text{чнн}}$ - сумарний струм, що споживається апаратурою в годину найбільшого навантаження;

$t_{\text{раз}}$ - час розряду в годинах (час резервного живлення в аварійному стані), $t_{\text{раз}} = 1$ година;

Pt - коефіцієнт інтенсивності розряду при одногодинному розряді для кислотно-свинцевих стаціонарних акумуляторів, $Pt = 51,4$;

t - мінімально допустима температура електроліту в $^{\circ}\text{C}$ (приймаємо 15°C).

3. Для того, щоб вибрати тип стаціонарних акумуляторів, розраховану ємність розділимо на 36. Отримане число визначить індекс акумулятора (Ca):

$$Ca = \frac{Q_n}{36} = \frac{92,52}{36} = 2,57.$$

Округливши в більшу сторону до цілого числа, отримуємо акумулятори типу СК-3 номінальною ємністю $108 \text{ А} \cdot \text{ч}$.

4. Розраховуємо кількість акумуляторів за формулою:

$$n = \frac{U_{\text{мін}} + \Delta U}{U_{\text{ак.мін}}} = \frac{58 + 1,5}{1,75} = 34_{\text{шт}},$$

де $U_{\text{мін}}$ - мінімально допустима напруга на затискачах апаратури живлення;

ΔU - максимальне падіння напруги в струморозподільній проводці (рекомендується брати не більше 3% від величини номінальної випрямляючої

напруги, $\Delta U + 0,025 \cdot 60 = 1,5 \text{ В}$);

$U_{\text{ак мін}}$ - мінімальна напруга розряду акумуляторної батареї.

Так як вузол зв'язку надійно забезпечений енергопостачанням, то приймаємо одну групу акумуляторних батарей, другу групу замінюємо батареєю конденсаторів. Напруга всієї батареї при буферній роботі становить:

$$U_6 = U_6 \cdot n = 2,15 \cdot 34 = 74,0 \text{ В.}$$

Розрахована напруга значно перевищує максимально допустиму напругу на затискачах споживача.

Для підтримання напруги на вході апаратури в допустимих межах, групу акумуляторних батарей розділяють на дві групи: на основну ОБ та додаткову ДБ.

Кількість акумуляторів в основній ОБ батареї та додатковій ДБ становить:

$$n_{об} = \frac{U_{cp}}{U_6} = \frac{61}{2,15} = 29 \text{ шт};$$
$$n_{доб} = n - n_{об} = 34 - 29 = 5 \text{ шт},$$

де U_{cp} - середня напруга на вході апаратури;

U_6 - напруга на елемент при буферній роботі.

5. Визначаємо потужність випрямляча за формулою:

$$P = \frac{(I_{\text{чин}} + I_n) U_6 \times n}{1000} = \frac{(43,75 + 0,00085 \times 92,52) \times 2,15 \times 29}{1000} = 2,73 \text{ кВт},$$

де I_n – струм підзаряду;

$$I_n = 0,00085 \cdot Q_n.$$

6. Вибираємо два буферних випрямляча однакової потужності типу ВУК 67/70 (один робочий + один резервний).

Перевіряємо, чи достатня потужність резервного випрямляча для заряду акумуляторної батареї протягом 7 годин:

$$P = \frac{1,2 Q_{ном} \times 2,75 \times n}{t_{зар} \times 1000} = \frac{1,2 \times 108 \times 2,75 \times 29}{7 \times 1000} = 1,48 \text{ кВт}.$$

Потужність випрямляча ВУК 67/70 становить 4,7 кВт, випрямляч задовольняє умовам, так як $1,48 < 4,7$ кВт.

Перевіряємо, чи достатній струм резервного випрямляча для заряду акумуляторної батареї:

$$I = \frac{1,2Q_{ном}}{T_{зар}} = \frac{1,2 \times 108}{7} = 18,51 A.$$

Перевіряємо, чи достатня напруга резервного випрямляча для заряду акумуляторної батареї:

$$U_{зар} = U_{зар} * n = 2,75 * 29 = 80 V.$$

Вибраний резервний ВУК розрахований на напругу 67 В, а струм - 70 А.

Резервний ВУК не забезпечує напругу для заряду акумуляторної батареї, тому необхідно передбачити ще один буферний випрямляч типу ВУК 36/60.

Для заряду та утримання групи додаткової батареї ДБ необхідно передбачити 2 випрямляча типу ВС3-13,5/200-2.

На **рис.1** зображено структурну схему ЕПУ, до складу якої входять наступні пристрої:

Основний буферний випрямляч ВУ1 та ВУ2 - резервний, зарядний випрямляч ЗВ1, випрямляч утримання ВС1 для підзарядки додаткової групи акумуляторів.

Основна акумуляторна батарея ОБ із однієї групи кислотних акумуляторів і батареї конденсаторів.

Група додаткових акумуляторів ДБ містить одну підгрупу із 3-х акумуляторів і підгрупу конденсаторів. Реле і контакти забезпечують автоматичну комутацію випрямлячів і батареї.

В нормальному буферному режимі група основної батареї та навантаження підключені до випрямляча ВУ1, рубильники В1 і В2 ввімкнені, В3 і В4 вимкнені. ВУ1 працює в режимі неперервного підзаряду і підтримує на вихідних затискачах напругу $2,2 * 29 = 63,8$ В. Основна батарея підзаряджується від ВУ1, додаткова - від випрямляча утримання ВС1. ВУ3 відімкнено на стороні змінного струму. В схемі є ще 3 вольтметрових реле РВ1, РВ2 і РВ3. Перші два контролюють напругу на навантаженні (мінімальну і максимальну), третє реле контролює напругу основної

батареї ОБ. Ці реле є основними керуючими елементами всієї установки. При відімкненні напруги мережі відпускає контакти реле Р1, яке контролює напругу мережі на випрямлячі утримання ВС1, вмикає контактор К1, який підключає до батареї ОБ групу додаткових акумуляторів. Напруга на навантаженні збільшується на 6 В.

При появі напруги в мережі ВУ1 і ВУ2 вмикаються одночасно в режим стабілізації струму для живлення навантаження і заряду акумуляторної батареї. Коли напруга основної батареї ОБ досягне 61,6В, спрацьовує ввімкнене на ОБ вольтметрове реле РВ3 і відмикає контактор К1. ДБ відмикається від навантаження і починає заряджатися від зарядного випрямляча ЗВ1, який в цей час буде ввімкнений на роботу схемою автоматики. Під час перемикавання контактора К1 струм заряду батареї ОБ і ДБ проходить через діод Д1. ВУ1 і ВУ2 продовжують заряджати батарею ОБ до напруги 66,7 (2,3В на 1 акумулятор). Після чого спрацьовує реле перемикавання режимів основного ВУК і переводять ВУ1 в режим стабілізації напруги 63,8 В, ВУ2 відмикається.

Зарядний випрямляч ЗВ1 заряджає додаткову ДБ групу більшим струмом в режимі стабілізації струму до напруги 2,3В на один акумулятор. А потім при послабленому струмі до напруги 2,35В, після чого зарядний випрямляч автоматично відмикається. Замість нього вмикається випрямляч утримання ВС1.

Електроживлення лінійно-апаратних залів

В лінійно-апаратних залізничних будинках зв'язку встановлюється апаратура ущільнення, тонального телеграфу, зв'язку освітлення, диспетчерського зв'язку.

Для живлення апаратури ЛАЗу необхідно два основних джерела електричної енергії постійного струму : а) напругою 24 В, від якого

здійснюється живлення апаратури на напівпровідникових приладах, реле і ланцюги сигналізації; позитивний полюс цього джерела заземлюється; б) напругою 220 В, від якого живляться анодні ланцюги; негативний полюс джерела заземлюється. Заземлення одного з полюсів кожного джерела електричної енергії постійного струму спрощує струморозподільну проводку в ЛАЗі; зменшує кількість проводів, що прокладаються від електроживлячої установки (три проводи замість чотирьох), зменшує кількість запобіжників і комутаційних елементів.

Крім основних джерел електроживлення, можуть бути потрібними і додаткові. Наприклад, для дистанційного живлення проміжних підсилювачів, для живлення ланцюгів виборчого зв'язку.

Для забезпечення достатньо стабільної напруги на вході апаратури живлення застосовують вугільні регулятори напруги (РУН), змонтовані на стійках автоматичного регулювання напруги (САРН). Стійки встановлюються безпосередньо в ЛАЗі. Застосування стійок САРН обґрунтоване тим, що багатоканальна апаратура ущільнення потребує плавного регулювання напруги. Точність стабілізації РУН складає приблизно 3%. Стійка САРН призначена для стабілізації напруги анодних ланцюгів апаратури дальнього зв'язку і ланцюгів дистанційного живлення.

Напруга на затискачах апаратури живлення дальнього зв'язку не повинна бути більше 220 -212 В в анодних ланцюгах.

Напруга на виході електроживлячих установок може значно відрізнятись від цих величин. Так, на шинах анодних буферних електроживлячих установок, що працюють в режимі безперервного підзаряду, діють напруги, відповідно рівні:

$U_{ш} = 2,15 \cdot 13 = 28 \text{ В}$ (при 13 акумуляторах в батареї), $U_{ш} = 2,15 \cdot 117 = 252 \text{ В}$ (при 117 акумуляторах в батареї). У випадку заряду батареї на шинах живлення апаратури ці напруги можуть зростати: в ланцюзі анода $U_{ш} = 2,75 \cdot 117 = 322 \text{ В}$.

При аварійному розряді напруга батареї може знизитись до $U_{ш}$

$=1,75 \cdot 117 = 205 \text{ В}$ в ланцюзі аноду.

Анодні регулятори (АР) забезпечують на виході регулятора напругу в межах 200 - 212 В (в середньому 206 В) при допустимій зміні вхідної напруги від 207 до 322 В, допускаючи завантаженість до 23 А.

Основні дані стійок САРН приведені в таблиці 14 додатку. Замінити стійки САРН з вугільними регуляторами напруги (РУН) можна стійками напівпровідникових стабілізаторів напруги СПСН, котрі характеризуються підвищеною надійністю і високою точністю стабілізації напруги.

Комутаторне обладнання міжміських станцій і ланцюги живлення апаратури виборчого зв'язку, передбачаючи стабілізацію $\pm 10\text{-}8\%$ отримують живлення від електроживлячої установки 24 В в обхід стійок САРН через протиелементи ПЕ (напівпровідникові вентиля, розрахунок яких був розглянутий раніше).

В електроживлячих пристроях ЛАЗу можуть бути використані зарядно-буферні випрямлячі типів: ВУК-320/7, ВУК 320/14 - для анодних ланцюгів. При надійному резервуванні енергопостачання одна група батарей може бути замінена конденсаторною батареєю.

В невеликих ЛАЗах найбільш раціональним слід враховувати комплексне електроживлення з комплектами КВСП 220/1.

В електроживлячу установку входить чотири зарядно-буферних випрямляча: для ланцюга накалу (робочий і резервний), для ланцюга аноду (робочий і резервний).

Перемикачі Р2,Р4,Р5,Р6 необхідні для підключення батареї до буферної шини, при цьому підключені робочі ВУКи.

При контрольному заряді і розряді акумуляторної батареї в роботі знаходяться резервні ВУКи з підключеними конденсаторними батареями рубильниками Р1, Р8.

Ланцюги живлення апаратури ущільнення заведені на анодні і нагальні вугільні регулятори стійки САРН. Ланцюги міжміських станцій і виборчого зв'язку йдуть в обхід стійок САРН через елементи гасіння.

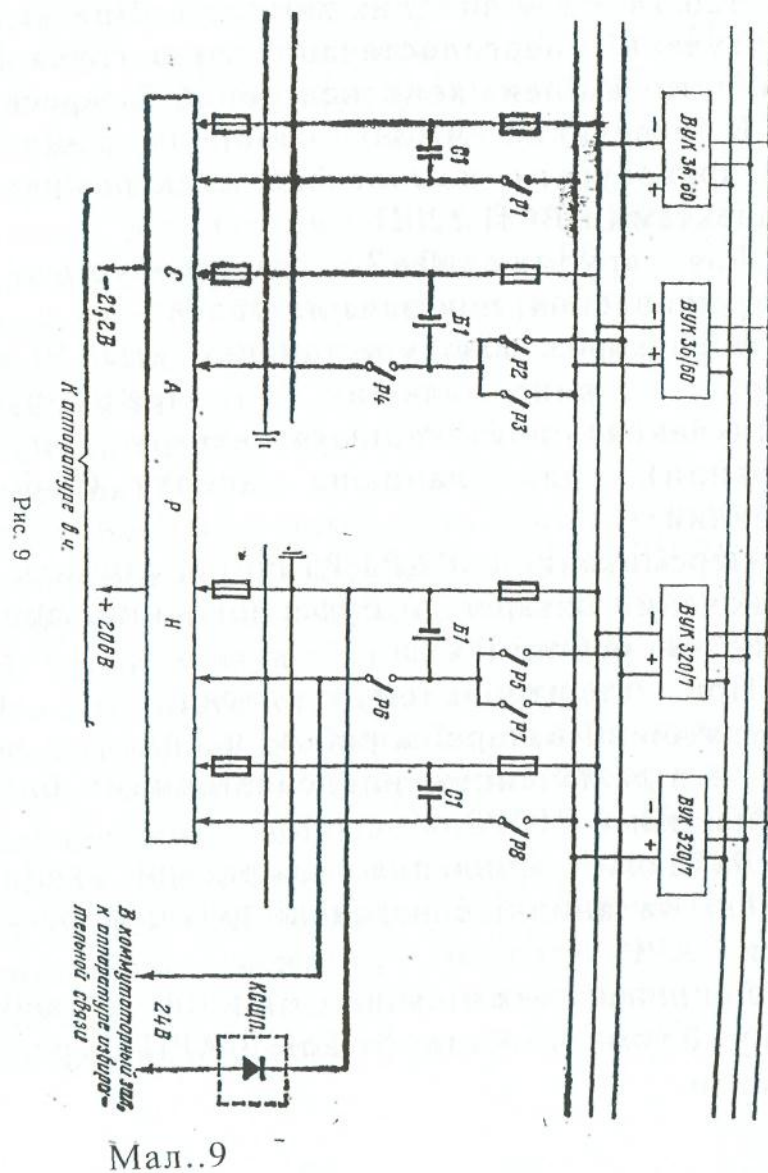


Рисунок 4

Приклад. Зробити розрахунок електроживлячої установки для живлення апаратури ЛАЗу при наступних споживаннях струму: ланцюг накали – 8,2А; ланцюги апаратури виборчого зв'язку і МТС – 5,2А. В ЛАЗі встановлена стійка автоматичного регулювання напруги.

В результаті розрахунку необхідно:

1. Визначити номінальну ємність акумуляторів і їх тип.
2. Визначити кількість акумуляторів.
3. Провести розрахунок потужності і вибір випрямлячів.

Розрахунок :

1. Визначаємо сумарний струм, що споживається від батареї напругою 24 В.

$$I_{\text{снн}} = 1,05(I_{\text{нл}} + I_{\text{вз}} + I_{\text{ем}}) = 1,05(8,2 + 5,2 + 0,7) = 14,805 \text{ А},$$

де 1,05-коефіцієнт, враховуючий струм, що споживається приладами сигналізації;

$I_{\text{нл}}$ - струм апаратури ущільнення, А;

$I_{\text{вз}}$ - струм, що споживається апаратурою виборчого зв'язку, А;

$I_{\text{ем}}$ - струм, що споживається електромагнітами вугільних регуляторів напруги, А.

Враховуючи розвиток ЛАЗу збільшуємо розрахунковий струм на 25%.

$$I_{\text{снн}} = 14,805 + 14,805 \cdot 0,25 = 18,5 \text{ А}.$$

2. Визначаємо номінальну ємність акумуляторної батареї:

$$Q_n = \frac{I_{\text{снн}} \times t_{\text{раз}} \times 100}{P_t / 1 + 0,008(T^0 - 25^0)} = \frac{18,5 \times 1 \times 100}{51,41 / 1 + 0,008(15 - 25)} = \frac{1850}{51,4 \times 0,92} = 39,12 \text{ А} \cdot \text{ч}.$$

3. Визначаємо індекс акумулятора:

$$Ca = \frac{39,12}{36} = 1,0866.$$

Округливши в більшу сторону, отримуємо акумулятори типу СК-2 номінальною ємністю 72 А*ч.

4. Визначаємо кількість акумуляторів:

$$n = \frac{U_{\text{мин}} + \Delta U + U_{\text{рун}}}{U_{\text{ак.мин}}} = \frac{20,6 + 0,03 \cdot 21,2 + 2,3}{1,75} = 13 \text{ шт.}$$

За умовою вузол зв'язку надійно забезпечений енергопостачанням, тому приймаємо одноступене живлення (одна група акумуляторних батарей, друга група замінена групою конденсаторів).

Допустимі межі коливань напруги на вході стійки становлять 22,7 - 36 В. На виході стійки напруга стабілізується в межах 20,6 - 21,8 В.

В нашому випадку напруга на вході стійки при нормальній буферній роботі становить:

$$U = 2,15 \cdot n - \Delta U = 2,15 \cdot 13 - 0,6 = 27,4 \text{ В}.$$

Вхідна напруга знаходиться в допустимих межах, отже, на виході стійки буде 20,6 - 21,8 В.

5. Визначаємо потужність випрямляча:

$$P = \frac{(I_{\text{нн}} + I_n) \times U_{\text{о}} \times n}{1000} = \frac{(18,5 + 0,00085 \times 39,12) \times 2,15 \times 13}{1000} = 0,518 \text{ кВт}.$$

Вибираємо два зарядно-буферних випрямляча (один робочий + один резервний) типу ВУК 36/60.

6. Перевіряємо, чи достатня потужність резервного випрямляча для заряду акумуляторної батареї протягом 7 годин:

$$P = \frac{1,2 Q_{\text{ном}} \times 2,7 \times n}{T_{\text{зар}} \times 1000} = \frac{1,2 \times 72 \times 2,7 \times 13}{7 \times 1000} = 0,43 \text{ кВт}.$$

Потужність випрямляча ВУК 36/60 становить 2,16 кВт. Отже, випрямляч задовольняє умовам, так як $0,43 < 2,16$ кВт.

7. Розраховуємо необхідний струм заряду:

$$I_{\text{зар}} = \frac{1,2 \times Q_{\text{ном}}}{T_{\text{зар}}} = \frac{1,2 \times 72}{7} = 12,34 \text{ А}.$$

8. Розраховуємо необхідну напругу для заряду акумуляторної батареї:

$$U_{\text{зар}} = 2,75 \times 13 = 35,6 \text{ В}.$$

Випрямляч типу ВУК 36/60 має випрямлену напругу 36В при значенні струму 60А. Отже, зарядно-буферний випрямляч ВУК 36/60 задовольняє умовам.

Список використаних джерел

1. Концепція модернізації оперативно-технологічного зв'язку залізничного транспорту України. – Київ 2000;
Правила технічної експлуатації залізниць України. – Укрзалізниця, 2003 -133 с.
Волков В.М., Зорько А.П., Прокофьев В.А. – Технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1990 – 294 с.
2. Блиндер И.Д., Лебединский А.К. – Варианты организации оперативно-технологической связи железных дорог на цифровой сети /Автоматика, связь, информатика, – 2000, №3 – с.15-29.
3. Кудряшов В.А., Моченов Л.Д. – Транспортная связь: Учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта / Под редакцией В.А Кудряшова – М.: Маршрут, 2005 – 294 с.
4. Юркин Ю.В., Лебединский А.К., Прокофьев В.А., Блиндер И.Д. – Оперативно-технологическая связь на железнодорожном транспорте: учебник для вузов железнодорожного транспорта / Под редакцией Ю.В. Юркина. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»; 2007 – 264 с.
5. Худов В.Н., Фельдман А.Б. –Избирательная телефонная связь на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1988 – 255с.
6. Косова В.В., – Оперативно-технологическая связь отделений железной дороги. Методы расчёта качества передачи. – М.: Транспорт, 1993 –144 с.
7. Лебединский А.К. – Оценка качества передачи речи в сети ОБТС. /Автоматика, связь, информатика, – 2012, №2 – с. 5-10.
8. Лебединский А.К., Мирсагдиев О.А. – Оценка качества передачи речи в сети ОБТС. /Автоматика, связь, информатика, – 2012, №7 – с. 5-9.
9. Лебединский А.К., Мирсагдиев О.А. – Оценка качества передачи речи в сети ОТС. / Автоматика, связь, информатика, – 2012, №10 – с. 2-5.

З ЗАХИСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

На відділенні за тиждень до офіційної дати захисту дипломного проекту проводиться попередній захист, на який студент представляє викладацькому складу відділення готову випускную роботу в твердій палітурці, розповідає про поставлене керівником завдання, методи і процедури її рішення, особлива увага при цьому приділяється особистому вкладу дипломника. За результатами попереднього захисту приймається рішення про допуск студента до захисту.

Перед захистом дипломного проекту студент готує доповідь і презентацію по матеріалах роботи. Доповідь і презентація мають бути взаємозв'язані між собою і розраховані на десятихвилинне представлення дипломного проекту. У презентації обов'язково мають бути присутніми наступні розділи:

1) Лист 1: Назва установи, назва роботи, П.І.Б. студента і керівника дипломного проекту.

2) Лист 2: Постановка завдання.

3) Лист 3: Результати огляду використовуваних методик для вирішення подібних задач.

4) Лист 4-9: Основна частина дипломної роботи. - опис вибраних систем, схема роботи, вимоги до проектованої системи, опрацювання питань безпеки і інтерфейсу.

5) Лист 10: Реалізація спроектованої системи.

6) Лист 11: Розрахунок економічної ефективності роботи системи і техніко-економічних показників.

7) Лист 12: Питання техніки безпеки та протипожежних заходів.

8) Лист 13: Укладення і можливі сфери застосування дипломної розробки.

Захист дипломного проекту є відкритим заходом, окрім членів комісії, директора, зав. відділенням, голови циклової комісії, з дозволу голови комісії можуть бути присутніми й інші зацікавлені особи.

Після представлення випускної кваліфікаційної роботи студент відповідає на питання членів Державної екзаменаційної комісії.

**Теми дипломного проектування для студентів за спеціалізацією 5.151.2
«Обслуговування пристроїв електрозв'язку»**

1. Проектування цифрової волоконно-оптичної мережі зв'язку.
2. Будівництво волоконно-оптичної лінії зв'язку.
3. Проектування первинної мережі електрозв'язку з використанням ВОЛЗ на ділянці залізниці.
4. Проектування первинної мережі електрозв'язку з використанням ЦСП на ділянці залізниці.
5. Проектування транспортної мережі SDH на N-ій залізниці.
6. Проектування оптичної мультисервісної транспортної мережі.
7. Реконструкція первинної мережі зв'язку на ділянці залізниці.
8. Організація цифрового оперативно-технологічного зв'язку в межах залізниці.
9. Реорганізація оперативно-технологічного зв'язку з використанням сучасної мережі цифрового зв'язку .
10. Проектування цифрової комутаційної станції МініКОМ DX-500ЖТ.
11. Організація радіорелейного зв'язку на ділянці залізниці.
12. Проектування цифрової системи комутації.
13. Організація зв'язку при будівництві нової залізниці.
14. Організація технологічного радіозв'язку на залізниці
15. Організація технологічного радіозв'язку в метрополітені.
16. Організація електроживлення будинків зв'язку залізниць.
17. Модернізація мережі міського телефонного зв'язку.
18. Проектування систем мобільно зв'язку стандарту GSM
19. Проектування систем мобільно зв'язку стандарту CDMA.

ДОДАТОК Б

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

Відділення Автоматики та електропостачання
Циклова комісія «Транспорту та електрозв'язку»

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

МОЛОДШОГО спеціаліста
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему _____

Виконав: студент (ка) __ курсу, групи __
спеціальності

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

20__ - 20__ року

ДОДАТОК В

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

Відділення _____

Циклова комісія _____

Освітньо-кваліфікаційний рівень _____

Галузь знань _____

(шифр і назва)

Спеціальність _____

(шифр і назва)

Спеціалізація _____

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії

—

—

"__" _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту _____

керівник проекту _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом технікуму від "__" _____ 20__ року N _____

2. Строк подання студентом проекту

3. Вихідні дані до проекту

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

Продовження додатку В

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

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

N з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Додаток Д

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Студента _____

Спеціальність	група
Інженер	1
Інженер	2
Інженер	3
Інженер	4
Інженер	5
Інженер	6
Інженер	7
Інженер	8
Інженер	9
Інженер	10
Інженер	11
Інженер	12
Інженер	13
Інженер	14
Інженер	15
Інженер	16
Інженер	17
Інженер	18
Інженер	19
Інженер	20
Інженер	21
Інженер	22
Інженер	23
Інженер	24
Інженер	25
Інженер	26
Інженер	27
Інженер	28
Інженер	29
Інженер	30
Інженер	31
Інженер	32
Інженер	33
Інженер	34
Інженер	35
Інженер	36
Інженер	37
Інженер	38
Інженер	39
Інженер	40
Інженер	41
Інженер	42
Інженер	43
Інженер	44
Інженер	45
Інженер	46
Інженер	47
Інженер	48
Інженер	49
Інженер	50
Інженер	51
Інженер	52
Інженер	53
Інженер	54
Інженер	55
Інженер	56
Інженер	57
Інженер	58
Інженер	59
Інженер	60
Інженер	61
Інженер	62
Інженер	63
Інженер	64
Інженер	65
Інженер	66
Інженер	67
Інженер	68
Інженер	69
Інженер	70
Інженер	71
Інженер	72
Інженер	73
Інженер	74
Інженер	75
Інженер	76
Інженер	77
Інженер	78
Інженер	79
Інженер	80
Інженер	81
Інженер	82
Інженер	83
Інженер	84
Інженер	85
Інженер	86
Інженер	87
Інженер	88
Інженер	89
Інженер	90
Інженер	91
Інженер	92
Інженер	93
Інженер	94
Інженер	95
Інженер	96
Інженер	97
Інженер	98
Інженер	99
Інженер	100

Тема:

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Проект заслуговує оцінки

Місце роботи і посада рецензента

Прізвище _____
 ” ” _____ 20__р. Підпис _____

Рецензія повинна вміщувати: а) висновок про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту дипломному завданню; б) характеристику виконання кожного розділу проекту і ступінь використання дипломантом останніх досягнень науки і техніки; в) оцінку якості виконання графічної частини проекту та пояснювальної записки; г) перелік позитивних рис проекту і його основних недоліків. Загальна оцінка проекту дається по п'ятибальній системі.

Додаток Е

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

ВІДГУК НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Студента _____
(прізвище, ім'я та по-батькові)

Спеціалізація _____ група _____

Тема: _____

Обсяг дипломного проекту:
пояснювальної записки _____ сторінок
креслень _____ аркушів

Висновок про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту дипломному завданню; характеристика виконання кожного розділу проекту і ступінь використання дипломником останніх досягнень науки і техніки; економічне обґрунтування проектних рішень: _____

Оцінка якості виконання графічної частини проекту та пояснювальної записки:

Загальна оцінка дипломного проекту _____

Керівник дипломного проекту _____