

ДАНЬКО М.І., МОЙСЕЄНКО В.І., РАХМАТОВ В.З.,
ТРОЦЕНКО В.І., ЧЕПЦОВ М.М.

МІКРОПРОЦЕСОРНА ДИСПЕТЧЕРСЬКА
ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ “КАСКАД”

Навчальний посібник

Харків
2005

УДК 656.256

Д 17

ББК 39.275

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (лист 14/18.2-204 від 31.01.2005 р.)

Затверджено до друку рішенням Вченої Ради Донецького інституту залізничного транспорту (протокол № 1 від 19.10.2004)

Рецензенти:

Бойнік А.Б., д.т.н., проф., завідувач кафедри “Автоматика та комп’ютерне телекерування рухом поїздів” Української державної академії залізничного транспорту;

Стасюк М.І., д.т.н., проф., завідувач кафедри “Інформаційні системи на транспорті” Київського університету економіки і технологій транспорту.

Данько М.І. та ін.

Д 17 Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД” / М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов, В.І. Троценко, М.М. Чепцов: Навч. посібник. – Харків, 2005. – 176 с.

ISBN 5-7763-1190-X

ISBN 966-8707-00-1

Розглянуто програмно-апаратні засоби МСДЦ “КАСКАД”, обладнання центрального поста та лінійних пунктів, приведено характеристику та склад системи диспетчерського контролю “ДК КАСКАД”. Приведено опис роботи програмного забезпечення автоматизованих робочих місць персоналу, умовні позначення, які використовуються при відображенні інформації, розглянуто основні операції, які використовуються при управлінні пристроями СЦБ на станціях і перегонах, можливості роботи з програмою графіка руху поїздів і терміналом АСОУП. Посібник містить схеми узгодження апаратури МСДЦ “КАСКАД” з релейними системами централізації та блокування, приведено опис їх роботи. Розглянуто мережну взаємодію складових частин програмно-апаратного комплексу.

Навчальний посібник призначений для студентів навчальних закладів залізничного транспорту, бакалаврів, спеціалістів, магістрів, слухачів курсів по підвищенню кваліфікації, працівників підрозділів, підприємств і організацій залізничного транспорту.

ББК 39.275

ISBN 5-7763-1190-X

ISBN 966-8707-00-1

© М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов, В.І. Троценко, М.М. Чепцов, 2005

© Українська державна академія залізничного транспорту, 2005

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. Характеристика системи, структура та технічні засоби	7
1.1. Загальна характеристика і принципи побудови системи	7
1.2. Програмно-апаратний комплекс центрального поста “ЦП КАСКАД”	10
1.3. Програмно-апаратний комплекс лінійного пункту “ЛП КАСКАД”	16
1.3.1. Модуль телесигналізації “КАСКАД-ТС.2408”	20
1.3.2. Модуль телеуправління “КАСКАД-ТУ.2406”	21
1.3.3. Модуль телеуправління відповідних команд “КАСКАД ТВ.2612”	23
1.3.4. Модуль модема “КАСКАД-ММ.2602”	25
1.3.5. Модуль мікропроцесорного контролера “КАСКАД-МП.2616”	26
1.3.6. Модуль вторинного живлення “КАСКАД-ВЖ.2814”	27
1.3.7. Модуль електронного крейту “КАСКАД-КР.2204”	28
1.3.8. Технічне обслуговування комплексу “ЛП КАСКАД”	29
1.3.9. Системи захисту модулів	31
1.4. Система диспетчерського контролю “ДК КАСКАД”	32
Тестові питання до розділу 1	41
2. Організація робочих місць персоналу	47
2.1. Режими управління рухом поїздів	47
2.2. Умовні позначення при відображенні інформації	49
2.3. Управління станційними пристроями СЦБ	80
2.4. Управління перегінними пристроями СЦБ	95
2.5. Робота з програмою “График движения”	97
2.6. Робота з програмою “Терминал АСОУП”	104
Тестові питання до розділу 2	110

3. Схеми узгодження апаратури “КАСКАД” з релейними системами централізації та блокування.....	120
3.1. Загальні принципи побудови схем узгодження.....	120
3.2. Узгодження апаратури “ЛП КАСКАД” зі схемами електричної централізації проміжних станцій з маршрутним набором.....	122
3.3. Узгодження апаратури “ЛП КАСКАД” зі схемами електричної централізації проміжних станцій блочного типу з розподільним управлінням стрілками і сигналами.....	130
3.4. Узгодження апаратури “ЛП КАСКАД” зі схемами БМРЦ.....	139
3.5. Узгодження апаратури “ДК КАСКАД” з пристроями СЦБ на перегоні.....	147
Тестові питання до розділу 3.....	152
4. Організація мережної взаємодії комплексу МСДЦ “КАСКАД”.....	157
4.1. Мережі “DKnet” та “LPnet”.....	157
4.2. Мережі програмно-апаратного комплексу “ЦП КАСКАД”.....	159
4.3. Варіанти топологій локальних мереж.....	160
4.4. Вимоги до ліній зв’язку.....	168
Тестові питання до розділу 4.....	169
Список літератури.....	170
Додаток 1.....	171

ВСТУП

Згідно з інформацією, наданою Головним управлінням автоматики, телемеханіки та зв'язку, при загальній довжині залізничних ліній Укрзалізниці 22301 км пристроями диспетчерської централізації (ДЦ) обладнано 13491,6 км, диспетчерського контролю (ДК) – 10258,4 км. Більшість з них - системи застарілих типів: ПЧДЦ, ЧДЦ, «Нева», «Луч», «Минск», але вже з 90-х років у зв'язку з подальшим розвитком засобів обчислювальної техніки, значним зменшенням їх вартості почались інтенсивні роботи з розроблення вітчизняних систем мікропроцесорної диспетчерської централізації (МПДЦ), мікропроцесорного диспетчерського контролю (МПДК), мікропроцесорних систем кодового управління (МСКУ).

Перший досвід впровадження МПДК на Укрзалізниці з'явився після обладнання дільниці Київ – Фастів системою “ТЕМП”, розробки підприємства “ЦСМ АСУ УПП ЖТ”. Лінійні пункти (ЛП) цієї системи обладнані контролерами фірми “Schneider”, входи та виходи яких були підключеними до схем електричної централізації (ЕЦ), а інформаційний обмін з ПЕОМ здійснювався послідовним каналом. Програмне забезпечення ПЕОМ складалося з двох частин, які забезпечували функціонування АРМ ДСП та АРМ ШН. Інформація про стан об'єктів автоматики на лінійних пунктах надходила до центрального поста (ЦП) по лініях зв'язку. Програмне забезпечення ЦП складалося з автоматизованого робочого місця поїзного диспетчера (АРМ ДНЦ).

У МПДК “ТЕМП” впроваджено багато новітніх технологій, серед яких слід відзначити схеми узгодження з пристроями електричної централізації та методи, використані при розробленні прикладного програмного забезпечення. З другого боку, у процесі експлуатації виявились недоліки, але з ряду причин подальшого розвитку роботи над удосконаленням системи МПДК “ТЕМП” не набули.

Наступним кроком розвитку вітчизняної техніки стала система мікропроцесорного кодового управління МСКУ “Навігатор” розробки підприємства “АНТРОН”, яка почалась впроваджуватися з 1997 року. Використання цієї системи дозволило організувати дистанційне управління об'єктами автоматики малих станцій та віддалених районів великих станцій. До 2002 року цією системою на залізницях України обладнано понад 30 станцій.

Логічним продовженням цієї розробки стала мікропроцесорна система диспетчерської централізації “КАСКАД” (МСДЦ “КАСКАД”). У 2002 році систему впроваджено в дослідну, а з 2003 року – у постійну експлуатацію на дільниці Джанкой-Вадим Придніпровської залізниці. З 2003 року почалося впровадження МСДЦ “КАСКАД” на дільниці швидкісного руху поїздів Київ – Дніпропетровськ, і в цьому ж році обладнано дільницю Дніпропетровськ – П’ятихатки.

Перший досвід експлуатації МСДЦ “КАСКАД” показав, що система в достатній мірі технологічна і повністю задовольняє потреби робітників господарства перевезень. Крім цього, за свідченнями персоналу дистанцій сигналізації та зв’язку, система надійна і практично не потребує обслуговування.

У наш час системі “КАСКАД” немає альтернативи по впровадженню на Укрзалізниці, і цей навчальний посібник призначений для ознайомлення широкого кола фахівців з сучасним програмно-апаратним комплексом мікропроцесорної централізації, яким є МСДЦ “КАСКАД”.

У першому розділі посібника розглянуто загальну характеристику структури системи диспетчерського управління, програмно-апаратні засоби МСДЦ “КАСКАД”, обладнання центрального поста та лінійних пунктів, приведено характеристику та склад системи диспетчерського контролю “ДК КАСКАД”. Другий розділ містить детальний опис роботи програмного забезпечення автоматизованих робочих місць персоналу. Приведено умовні позначення, які використовуються при відображенні інформації, дано опис роботи АРМу при управлінні пристроями СЦБ на станціях і перегонах. Розглянуто можливості роботи з програмою графіка руху поїздів і терміналом АСО-УП. Третій розділ містить схеми узгодження апаратури МСДЦ “КАСКАД” з релейними системами централізації та блокування, приведено опис їх роботи. У четвертому розділі розглянуто мережну взаємодію складових частин комплексу.

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

1.1. Загальна характеристика і принципи побудови системи

Програмно-апаратний комплекс мікропроцесорної системи диспетчерської централізації МСДЦ “КАСКАД” впроваджується на дільницях залізничного транспорту з метою підвищення ефективності управління вантажними та пасажирськими перевезеннями за рахунок:

- автоматизації процесів збору та надання інформації про поїзне положення на регіоні управління;
- телеуправління пристроями електричної централізації лінійних станцій в автоматичному та напівавтоматичному режимах;
- підсилення контролю за станом об’єктів управління на підставі автоматично сформованої діагностичної інформації в реальному масштабі часу;
- автоматизації та максимального спрощення операцій по управлінню рухом поїздів;
- підвищення безпеки руху;
- зменшення впливу суб’єктивного фактора при прийнятті рішень;
- надання інформації користувачам різних рівнів та служб через локальну та глобальну мережі зв’язку;
- використання сучасних графічних інтерфейсів, єдиного інформаційного простору, оперативного об’єднання або роз’єднання диспетчерських дільниць.

Впровадження системи “КАСКАД” дозволяє комплексно вирішити проблеми, пов’язані з повним скороченням чергових по станціях, а саме: забезпечення надійного та високоякісного зв’язку, телеуправління роз’єднувачами енергопостачання, голосове сповіщення працівників та пасажирів, підключення систем пожежної та охоронної сигналізації, підключення систем осьових лічильників та інше.

МСДЦ “КАСКАД” спроектована з урахуванням таких загальних вимог:

- ієрархічної організації комплексу згідно з побудовою діючої структури управління перевезеннями;

Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД”

- застосування клієнт-серверної технології обміну інформацією на підставі організації мережної взаємодії з сервером бази даних;
- модульної побудови програмно-апаратних комплексів;
- наявності централізованих засобів мережного і системного адміністрування;
- протоколювання роботи комплексу в цілому та окремих його компонентів;
- високої надійності функціонування інформаційного середовища та програмно-апаратних засобів, достовірності і захищеності інформації від несанкціонованого доступу;
- еволюційної побудови комплексу з можливістю нарощування функціональних можливостей;
- цілодобового режиму роботи всіх компонентів комплексу;
- забезпечення гнучкої адаптації до зміни умов експлуатації та організаційної структури;
- уніфікації програмних та апаратних модулів;
- резервування апаратних засобів;
- відкритості та використання сучасних мережних протоколів.

Система "КАСКАД" побудована за модульним принципом, максимально уніфікована, розроблена з використанням сучасних технологій та мікроелектронних виробів, що дозволяє досягти найвищих показників надійності. Програмне забезпечення має високий ступінь супроводження та максимальну незалежність від апаратної платформи.

Структура МСДЦ “КАСКАД” побудована згідно з діючою ієрархічною системою управління перевезеннями і включає три рівні (рис. 1.1):

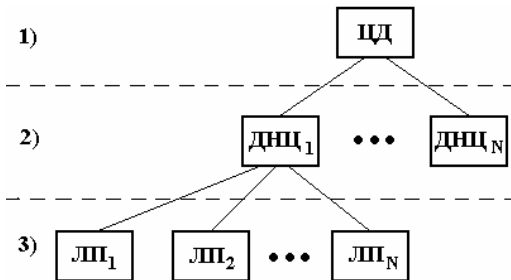


Рис. 1.1. Ієрархічна структура системи управління перевезеннями

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

- 1) Головне управління перевезень (ЦД);
- 2) диспетчерські центри управління залізниць (ДНЦ1 – ДНЦn);
- 3) лінійні підприємства (ЛП1 – ЛПn).

На першому рівні використовується стандартне програмне забезпечення, яке входить у пакет постачання операційної системи – Internet Explorer, Netscape Navigator, або інші. Другий рівень обладнаний комплексами центрального поста диспетчерської централізації “ЦП КАСКАД”, а третій – комплексами лінійного пункту “ЛП КАСКАД”. Лінійні пункти “ЛП КАСКАД” об’єднані з центром управління “ЦП КАСКАД” за допомогою кільцевих мереж зв’язку лінійних пунктів, які використовують виділені канали або фізичні лінії магістрального кабелю (рис. 1.2).

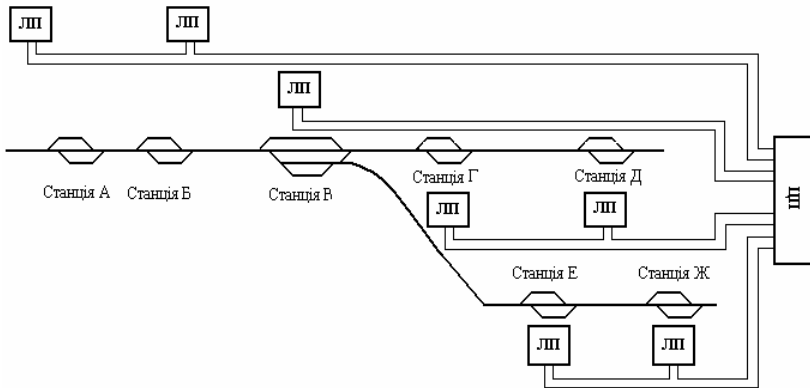


Рис. 1.2. Структурна схема локальної мережі зв’язку МСДЦ “КАСКАД”

Комплекс “ЦП КАСКАД” розташовується безпосередньо в центрі управління перевезеннями залізниць і складається з робочих станцій, автоматизованих робочих місць диспетчерського персоналу, об’єднаних локальною мережею, сервера, комунікаційного обладнання.

Комплекси “ЛП КАСКАД” географічно розташовуються на розподільних пунктах дільниці (станціях, блок-постах, роз’їздах) і складаються з мікропроцесорного контролера і комплексу уніфікованих модулів у відповідності зі складністю об’єкта автоматизації.

Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД”

Комплекс центрального поста “ЦП КАСКАД” об’єднується з комплексами лінійних пунктів “ЛП КАСКАД” через кільцеву локальну мережу зв’язку (рис. 1.2) в єдину комп’ютеризовану систему централізованого управління.

Дільниця диспетчерського управління, у залежності від географічного розміщення станцій та перегонів, кількості об’єктів управління, системи організації зв’язку, може складатися з одного або декількох сегментів. Так, наприклад, на дільниці (рис. 1.2) утворено чотири сегменти: до першого надходять станції А, Б; до другого – станція В; до третього – станції Г, Д; до четвертого – станції Е, Ж.

Характеристики комплексу, максимальні значення щодо обладнання дільниці, а саме: кількість сегментів, станцій, блок-постів, блок-дільниць на перегоні, та загальну чисельність об’єктів автоматизації наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1
Загальні характеристики МСДЦ “КАСКАД”

Найменування характеристики	Чисельне значення
Розмір сегмента диспетчерської дільниці	10-300 км
Кількість сегментів дільниці	1-10
Кількість станцій, роз’їздів, блок-постів сегмента дільниці	1-15
Кількість блок – дільниць на перегоні між станціями	1-20
Загальна чисельність станцій, роз’їздів, блок-постів дільниці	до 150
Пристрої контролю перегріву букс	не обмежено

1.2. Програмно-апаратний комплекс центрального поста “ЦП КАСКАД”

Програмно-апаратний комплекс “ЦП КАСКАД” виконує функції обробки, збереження, формування, захисту інформації, людино-

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

машинного інтерфейсу, підтримки глобальних та локальних мереж зв'язку.

До складу програмно-апаратного комплексу “ЦП КАСКАД”, розташованого в центрі управління перевезеннями (рис. 1.3), належать:

- автоматизоване робоче (АРМ) місце поїзного диспетчера;
- автоматизоване робоче місце енергодиспетчера;
- автоматизоване робоче місце інженера СЦБ і зв'язку;
- локальна мережа АРМ;
- резервований сервер бази даних з робочим місцем системного адміністратора;
- каналоутворювальна апаратура зв'язку;
- джерела безперебійного живлення;
- системне та прикладне програмне забезпечення.

Програмно-апаратний комплекс АРМ поїзного диспетчера забезпечує контроль перевізного процесу, який здійснюється на основі інформації, отриманої від пристроїв СЦБ.

Інформація відображається на екранах кольорових моніторів у режимі реального часу та за заданий період:

- кольорове відображення поїзної ситуації у вигляді мнемосхем з позначенням номера (назви) та стану об'єктів контролю;
- відображення рухомої одиниці (поїзда), його номера та напрямку руху (голови і хвоста поїзда) з автоматичною реєстрацією проходження на дільниці;
- автоматичне ведення системного журналу з реєстрацією сигналів телеуправління, телесигналізації, діагностики та дій поїзного диспетчера за масштабом часу;
- відображення за минулі періоди часу (до 30 діб) поїзної ситуації та стану об'єктів контролю на дільниці у вигляді комп'ютерної анімації (“фільму”) за будь-яким масштабом часу (реальним, прискореним, уповільненим, стоп, вперед/назад);
- інтерпретація процесу проходження поїздів на дільниці у вигляді графіка виконаного руху в режимі реального часу та за заданий період;
- відображення графіка прогнозного руху поїздів;
- відображення діагностичної інформації;

Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД”

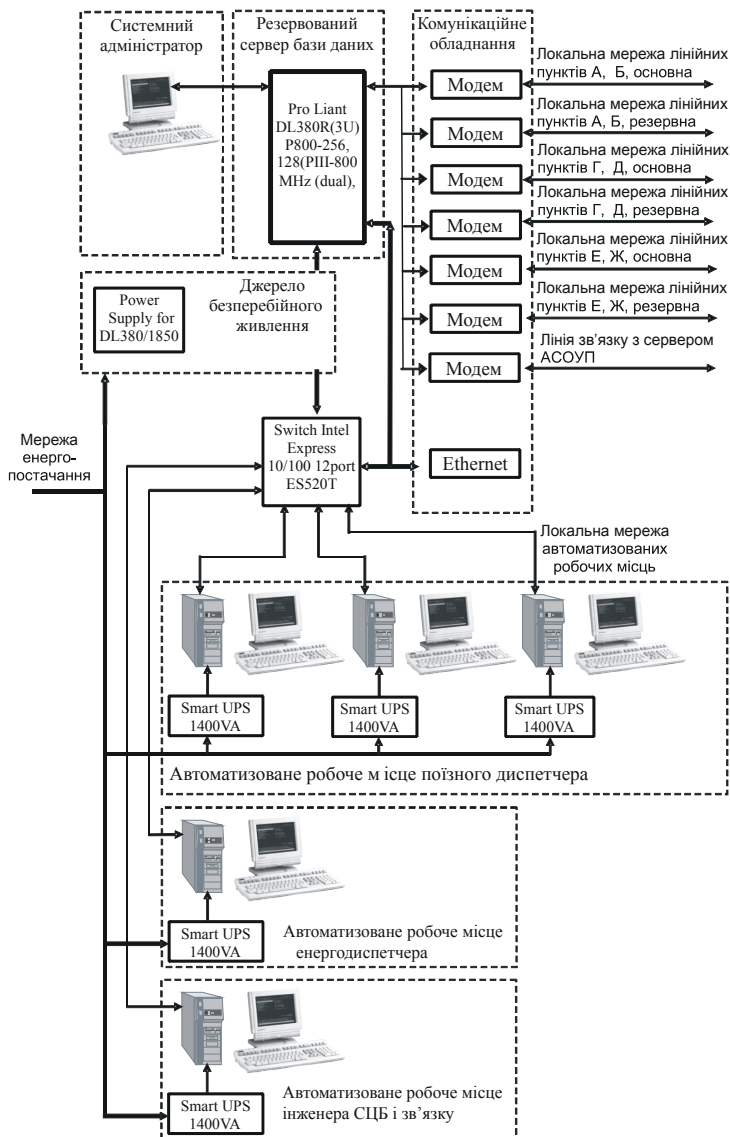


Рис. 1.3. Структурна схема програмно-апаратного комплексу “ЦП КАСКАД”

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

- аналіз стану перевізного процесу у будь-якому режимі часу з потрібним ступенем деталізації.

Розподіл інформації на кольорових моніторах виконується за умовами оптимального управління поїзним диспетчером перевізного процесу. Кількість моніторів вирішується на етапі проектування в залежності від кількості та складності станцій на дільниці, мінімально – три. Для цього забезпечується відображення:

- комплексного поїзного положення на дільниці;
- детальної мнемосхеми однієї зі станцій керованої дільниці;
- графіків руху, іншої інформації.

Управління перевізним процесом на дільниці здійснюється поїзним диспетчером дистанційно. Основні функції управління:

- приготування поїзних та маневрових маршрутів за принципом “маршрутного набору”;
- автоматична реалізація поїзних маршрутів на дільниці за номером поїзда;
- настанова маршрутів у режимі "наскрізного пропускання";
- відкриття та закриття світлофорів;
- переведення стрілок індивідуальне і маршрутне;
- відміна встановленого та невикористаного маршруту;
- зміна напрямку руху при вільних перегонах;
- включення штучного розімкнення секцій маршрутів;
- аварійна зміна напрямку руху при хибній зайнятості перегонів;
- автоматичне управління схрещенням і пропусканням поїздів на заданих станціях;
- перемикання режимів електроживлення світлофорів (день/ніч);
- управління закриттям переїздів;
- ввімкнення/вимкнення місцевого управління окремими об'єктами.

Автоматизоване робоче місце енергодиспетчера забезпечує контроль стану та управління пристроями енергопостачання на дільниці, кольорове відображення стану пристроїв енергопостачання у вигляді мнемосхем з позначенням номера (назви) та стану об'єктів контролю, телеуправління пристроями енергопостачання, автоматичне ведення системного журналу з реєстрацією наказів телеуправління, стану об'єктів телесигналізації, діагностики та дій енергодиспетчера за масштабом часу, відображення діагностичної інформації.

Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД”

Автоматизоване робоче місце інженера СЦБ і зв'язку забезпечує контроль стану пристроїв СЦБ та інших шляхом відображення перевізного процесу в режимі реального часу, минулих подій і необхідної довідкової інформації:

- відображення поїзної ситуації у вигляді мнемосхем та стану об'єктів контролю;
- автоматична реєстрація та накопичення з заданим інтервалом часу;
- відображення стану засобів зв'язку (міжстанційний зв'язок, голосове оповіщення, радіозв'язок);
- відображення стану пожежно-охоронної сигналізації;
- відображення діагностичної інформації.

Програмне забезпечення комплексу складається з операційної системи (ОС) – середовища виконання процесів – та комплексу прикладного програмного забезпечення (ПЗ), орієнтованого на виконання завдань управління процесом перевезення. В якості операційної системи в МСДЦ “КАСКАД” використовується ОС “LINUX”, яка пропонує розвинуті обчислювальні, мережні, графічні можливості для виконання прикладних процесів.

Прикладне програмне забезпечення “ЦП КАСКАД” побудоване за модульним принципом, максимально уніфіковане, розроблене з використанням сучасних інструментальних засобів, забезпечує високий рівень супроводження і максимальну незалежність від апаратної платформи.

Ключовим аспектом реалізації комплексу програмного забезпечення, призначеного для виконання прикладних задач, є використання клієнт-серверної технології та принципів розподіленої обробки даних.

Функціонально програмне забезпечення “ЦП КАСКАД” має такі складові частини:

- сервер віддалених станцій;
- сервер дільниці керування;
- сервер бази даних (“SQL-server”);
- WEB сервер (intranet) користувачів глобальної мережі, автоматизованих робочих місць поїзного диспетчера, енергодиспетчера, інженера СЦБ та інше.

У складі МСДЦ “ЦП КАСКАД” використовуються резервовані

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

комп'ютерні платформи, сервери, обладнання локальних мереж світових виробників комп'ютерного обладнання (наприклад, Compaq Computer Corporation):

- сервер бази даних складається з резервованого двопроцесорного сервера промислового виконання в такій комплектації: ProLiant DL380R(3U)P800-256, 128 (PIII-800 MHz (dual), 128-Mb (PC133/ECC), 256Kb, 9.1 GB Plug gable Ultra2 Universal Hard Drive (1"), Integrated Smart Array Controller, Ultra2/Ultra3 SCSI, FDD 1.44, CD, 10/100 TX);
- склад робочих станцій: Deskpro EX PIII 733 (PIII-733, i 815, 128Mb, 10Gb, Intel 3D Graphics, CD, SB), SMC9432TX/MP;
- монітори на основі TFT матриць: виробництва Samsung – SM800TFT, 18.1", SM570BTFT, 15";
- комунікаційне обладнання: Switch Intel Express 10/100 12 port ES520T, Modem ZYXSEL U-336RE, уніфіковані модулі (ТОВ "Анtron") "КАСКАД-МП2216", "КАСКАД-ВЖ2214", "КАСКАД-ММ2202", "КАСКАД-КР2204";
- джерела безперебійного живлення: Compaq Hot Plug Redundant P. Supply for DL380/1850, Smart UPS 1400VA (APC Back UPS 1400VA).

Складові частини сервера бази даних та комунікаційне обладнання конструктивно розміщені в шафі з 19 електронними крейтами (Eurocas). Обладнання резервовано і розраховано на цілодобову безперервну експлуатацію.

Застосування моніторів на основі TFT матриць дозволяє вирішити два важливих питання експлуатації комплексу: перше – висока якість відображення мнемосхем та іншої інформації, друге – низьке споживання енергії, що важливо при відключеннях енергопостачання.

Уніфіковані модулі, що надходять до складу комутаційного обладнання:

- мікропроцесорний "КАСКАД-МП2216";
- вторинного живлення "КАСКАД-ВЖ2814";
- модем "КАСКАД-ММ2602";
- електронний крейт "КАСКАД-КР2204",

використовуються як у складі центрального поста, так і в обладнанні лінійних пунктів. Опис, технічні характеристики, зовнішній вигляд цих модулів наведено нижче.

1.3. Програмно-апаратний комплекс лінійного пункту “ЛП КАСКАД”

Програмно-апаратний комплекс “ЛП КАСКАД” розроблений у відповідності до вимог, що пред’являються до систем промислового призначення високої надійності, забезпечує безперервний режим функціонування в умовах постів електричної централізації, резервування, діагностування обладнання. До складу комплексу “ЛП КАСКАД” входять уніфіковані модулі, кількість та їх типи визначаються на етапі технічного проекту в залежності від складності об’єкта автоматизації (стрілки, сигнали, колії, переїзди та інше). Конструктивно модулі монтується в електронні крейти, які відповідно змонтовані в пілозахисній шафі. Підключення до пристроїв СЦБ, зв’язку або інших виконується через кросове поле (монтажні колодки), яке розташоване на задній стінці пілозахисної шафи. Чисельність та склад модулів визначається на етапі технічного проекту на основі даних табл. 1.2.

Таблиця 1.2
Основні типи модулів, що входять до складу “ЛП КАСКАД”

№ п/п	Назва	Умовна назва	Порти введення/ виведення
1	Модуль телесигналізації	“КАСКАД-ТС”	48
2	Модуль телеуправління	“КАСКАД-ТУ”	32
3	Модуль телеуправління відповідальний	“КАСКАД-ТВ”	12
4	Модуль модема	“КАСКАД-ММ”	4
5	Модуль мікропроцесорного контролера	“КАСКАД-МП”	2
6	Модуль вторинного живлення	“КАСКАД-ВЖ”	-
7	Модуль електронного крейту	“КАСКАД-КР”	-

У таблиці наведені основні типи модулів, що входять до складу “ЛП КАСКАД”. Подальше розширення функціональних можливостей комплексу потребує розроблення нових типів уніфікованих модулів.

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

У цілому комплекс “ЛП КАСКАД” побудовано за принципом дво-каналної системи з незалежними каналами зв’язку (рис. 1.4).

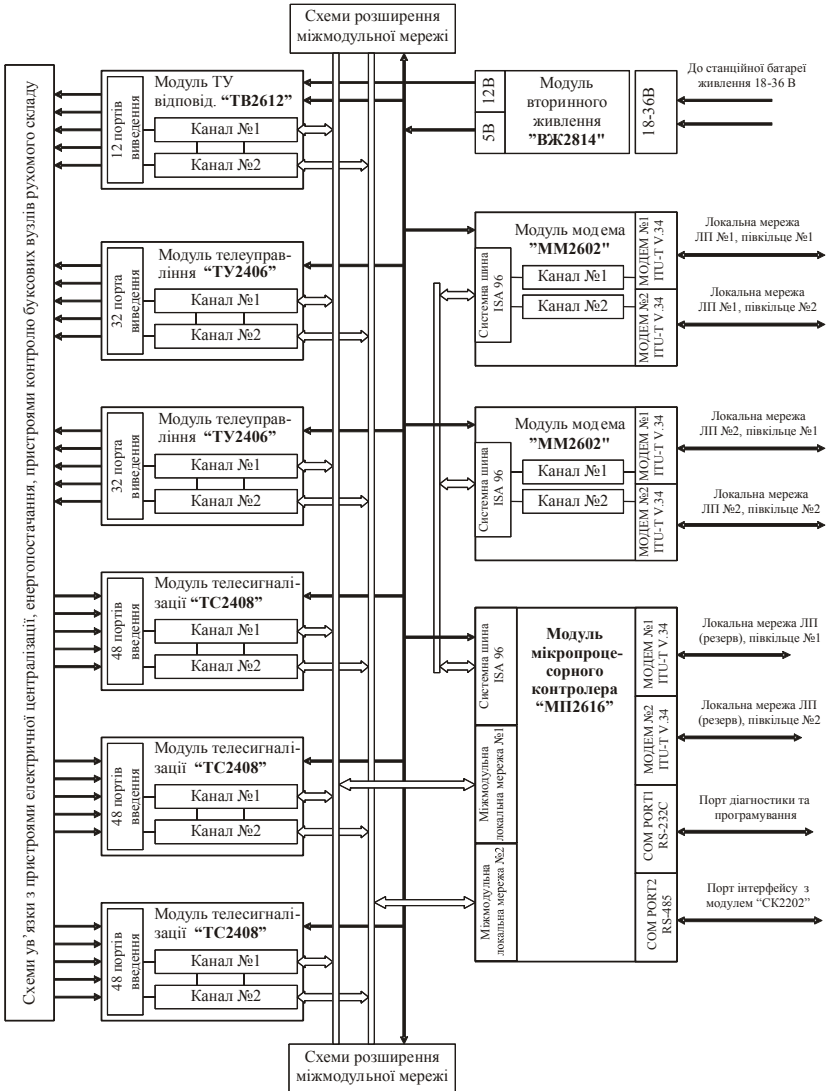


Рис. 1.4. Структурна схема лінійного пункту “ЛП КАСКАД”

Функціонально модулі поділяються на три категорії:

- модулі взаємодії з пристроями СЦБ (введення/виведення): “КАСКАД-ТС”, “КАСКАД-ТУ”, “КАСКАД-ТВ”;
- загальносистемні модулі: “КАСКАД-МП”, “КАСКАД-ММ”;
- модулі живлення та електронного крейту: “КАСКАД-ВЖ”, “КАСКАД-КР”.

Кожен з модулів першої категорії взаємодіє з мікропроцесорним контролером через міжмодульну послідовну локальну мережу. Локальна міжмодульна мережа забезпечує зв'язок між модулями взаємодії з пристроями СЦБ та модулем контролера міжмодульної мережі, який у свою чергу через системну шину (ISA96) взаємодіє з мікропроцесорним контролером.

Для забезпечення високої надійності та функціонування системи в різних режимах резервування в складі “ЛП КАСКАД” передбачено дві локальних міжмодульних мережі. Основний та резервний комплекти мають свою незалежну шину, джерело живлення, основну і резервну мережу. У свою чергу доступ до модулів (основного і резервного) може відбуватись з обох мереж. У разі пошкодження однієї з мереж або модуля, система продовжує функціонувати, при цьому діагностика стану пристроїв реєструє відповідну несправність.

Модулі живлення мають системи електронного захисту від перенапруг, перевищення допустимого струму та температур з двох напрямків: від первинного джерела та навантаження. У свою чергу кожен з модулів має свою систему захисту щодо струму та напруги. Для захисту по струму використовуються запобіжники “PolySwitch Resettable Fuses”, які при перевищенні допустимої межі струму відключають модуль від живлення та відновлюють свої властивості при зникненні перенавантаження. Захист по напрузі забезпечується паралельною схемою силового напівпровідникового приладу “Transil diodes”.

У такій системі багаторівневого захисту пошкодження одного з модулів по мережі живлення не призводить до відключення живлення основного або резервного комплектів.

Складовою частиною електронного крейту є печатні шестишарові плати, що виконують функції електричного з'єднання модулів відповідно до схеми, підключення роз'єднувачів взаємодії з пристроями СЦБ, захисту ліній локальних мереж від електромагнітних завад та несанкціонованого доступу. У складі модуля електронного крейту таких плат дві: одна для модулів першої категорії, друга для загальносистемних та модулів живлення.

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

Комплекс “ЛП КАСКАД” конструктивно побудований згідно з рекомендаціями міжнародного стандарту IEC 297 (DIN 41 494). У складі комплексу – шафа (штатив), в якій розташовані 19-ти дюймові крейти “Euroras” для розташування електронних модулів, та кросове поле для підключення кабелів ув’язки з пристроями автоматизації.

Функціональна схема програмно-апаратного комплексу “ЛП КАСКАД” підтримує такі основні режими:

- двоканальної системи з незалежними каналами проходження інформації, при цьому інформація дійсна тільки у випадку, коли вона співпадає по двох каналах (два з двох). Підтвердженням проходження інформації є наявність сигналів зворотного зв’язку від кінцевих модулів та об’єктів управління. У такому режимі система може діяти як захищена, відповідальна без зниження ступеня захисту;
- двоканальної системи з незалежними каналами проходження інформації, при цьому інформація дійсна тільки у випадку, коли вона співпадає по двох каналах (два з двох). При наявності відповідного наказу система в місці виникнення пошкодження використовує обхідні шляхи для продовження дії пристроїв, але ступінь захисту в окремих випадках може знижуватись;
- одноканальної системи з “гарячим” резервуванням всіх складових комплексу. У разі пошкодження в робочому каналі та при наявності відповідного наказу система переходить на резервний канал, а система діагностики дозволяє виявити та зафіксувати місце пошкодження в основному каналі (через резервний) до рівня модуля;
- одноканальної системи з “гарячим” резервуванням частини складових комплексу: модулів телеуправління, телесигналізації або інших. У разі пошкодження модулів введення/виведення в схемах узгодження з пристроями СЦБ (найбільш вірогідна ситуація) та при наявності відповідного наказу система переходить на резервні модулі, а система діагностики дозволяє виявити та зафіксувати місце пошкодження до рівня модуля;
- одноканальної системи без резервування складових комплексу. У разі пошкодження система частково може зберігати дію, але потребує невідкладного ремонту. Система діагностики дозволяє виявити та зафіксувати місце пошкодження до рівня модуля тільки у випадках справної дії основних модулів (модема, мікропроцесорного контролера та лінії зв’язку).

1.3.1. Модуль телесигналізації “КАСКАД-ТС.2408”

Модуль телесигналізації “КАСКАД-ТС.2408” (зовнішній вигляд наведено у додатку 1, рис. Д.1.1) забезпечує дискретну реєстрацію електричних сигналів, які вилучаються з пристроїв станційної автоматики. Кількість каналів в одному модулі – 48.

Для розмежування електричних кіл мікропроцесорних пристроїв та релейних схем централізації кожен канал має гальванічну ізоляцію, яка забезпечується за рахунок використання оптрона (рис. 1.5, а). Випромінювальна частина кожного оптрона складається з двох світлодіодів, що ввімкнені у протилежній полярності. Використання такого схемного рішення дозволяє фіксувати наявність напруги як постійного, так і змінного струму. Якщо значення напруги між входом ТС та загальним виводом перевищує 8 В (максимальне значення 36 В), то в каналі реєструється рівень логічної одиниці, у протилежному випадку – логічний нуль (електричні характеристики модуля наведено в табл. 1.3).

Схема, що складається з резисторів R4 – R12, необхідна для обмеження струму через світлодіоди оптрона, а також для протидії електромагнітним завадам, у першу чергу несиметричним.

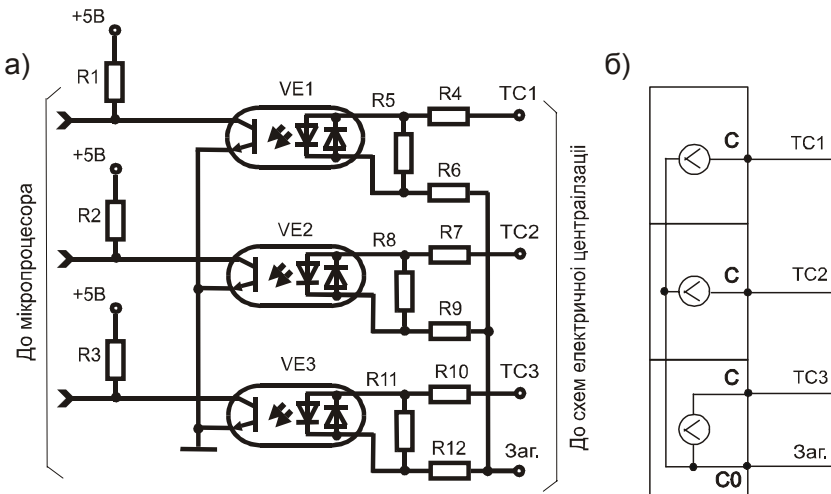


Рис. 1.5. Принципова схема та умовне позначення входних кіл каналів модуля телесигналізації

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

Таблиця 1.3
Основні електричні характеристики модуля “КАСКАД-ТС.2408”

Символ	Параметр	Тест випробувань	Мінімум	Типове	Максимум
V _{вх} "0"	Вхідна напруга контролю логічного "0" (В)		-	<7	<8
V _{вх} "1"	Вхідна напруга контролю логічної "1" (В)		>7	>8	>9
V _{вх} "м"	Вхідна напруга контролю				36
I _{вх}	Постійний струм (А)	Абат=27 V	0,008	0,01	0,012
V _{г.м.с}	Напруга гальванічної ізоляції (В)	R _{із} >1x10 ⁹ Ом, T=60 с	500	-	-
R _{із}	Опір ізоляції (Ом)	V _{г.м.с} =500 V, T=60 с	1x10 ⁹		
R _{вн}	Внутрішній опір (Ом)		2700	-	-

По загальному проводу канали модулів об'єднані по три, на схемах узгодження з пристроями СЦБ кожен канал модуля відображається окремо або об'єднано, як показано на рис. 1.5, б.

1.3.2. Модуль телеуправління “КАСКАД-ТУ.2406”

Модуль телеуправління, зовнішній вигляд якого зображено на рис. Д.1.2, забезпечує комутацію кіл електричної централізації. На принциповій схемі (рис. 1.6, а) зображено вихідні кола одного каналу модуля. На відміну від модуля телесигналізації модуль ТУ виконує функції нормально розімкненого (рис. 1.6, б) або нормально замкнутого (рис. 1.6, в) електронного контакту, а значить він повинен бути розрахований на значно більший струм. З цією метою у вихідних колах кожного каналу використовуються елементи гальванічної розв'язки (VA1), що складаються з двох паралельно підключених польових транзисторів з відкритим каналом. Захист від перевищення напруги виконано на елементах VD1 та VD2. Кількість каналів виведення в одному модулі – 32. Основні електричні характеристики модуля телеуправління наведено в табл. 1.4.

Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД”

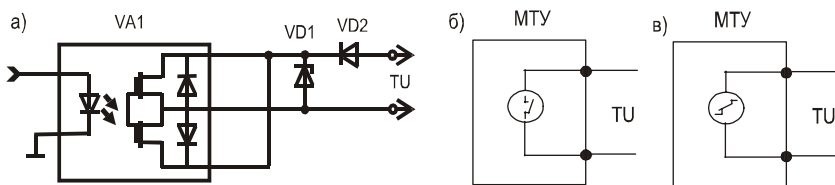


Рис. 1.6. Принципова схема вихідних кіл та умовні позначення каналу виведення дискретних сигналів

Таблиця 1.4
Основні електричні характеристики модуля телеуправління
“КАСКАД-ТУ.2406”

Сим-вол	Параметр	Тест випробувань	Мінімум	Типове	Максимум
Абат	Напруга станційної батареї (В)		-	27	36
Інз	Постійний струм замкнутого ключа (А)	Навантаження у вигляді активного опору R_n , $V_{бат}=36\text{ В}$	0	-	0,2
Інр	Постійний струм розімкненого ключа (А)	Навантаження у вигляді активного опору R_n , $V_{бат}=36\text{ В}$	-	-	10×10^{-6}
Іні	Імпульсний струм (А)	Навантаження у вигляді активного опору R_n , $T=1\text{ с}$, $V_{бат}=36\text{ В}$	0,7	1,0	1,3
Інкі	Імпульсний струм короткого замикання (А)	Навантаження у вигляді активного опору $R_n=0$, $T=0,02\text{ с}$, $V_{бат}=36\text{ В}$			4,0
Інкп	Постійний струм короткого замикання (А)	Навантаження у вигляді активного опору $R_n=0$, $T>1\text{ с}$, $V_{бат}=36\text{ В}$	0,025	0,03	0,035
$V_{г.м.с}$	Напруга гальванічної ізоляції (В)	$R_{із}>1 \times 10^9\text{ Ом}$, $T=60\text{ с}$	500	-	-
U_0	Напруга обмеження схеми захисту (В)	Навантаження у вигляді обмотки реле $V_{бат}=36\text{ В}$	62	68	75

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

Закінчення табл. 1.4

Сим-вол	Параметр	Тест випробувань	Мінімум	Типове	Максимум
Rіз	Опір ізоляції (Ом)	V _{r.m.s} =500 V, T=60 с	1x109		
R _{вн}	Внутрішній опір (Ом)	I _{нз.} = 0,2 А, A _{бат} =36 V	4	6	8
R _н	Опір навантаження (Ом)	Навантаження у вигляді активного опору обмотки реле V _{бат} =36 V	180	-	-

1.3.3. Модуль телеуправління відповідних команд “КАСКАД ТВ.2612”

Модуль телеуправління відповідних команд забезпечує подачу електричних сигналів на пристрої автоматики у вигляді напруги, сформованої внутрішніми схемами з гальванічною ізоляцією кожної напруги (канал виведення). У схемі реалізовано захист від коротких замикань та перевищення допустимої межі напруги. Кожний канал має зворотний контроль наявності вихідного сигналу з двома незалежними сигналами управління.

Вихідні напруги мають такі значення: ввімкнений стан – наявність напруги, вимкнений стан – відсутність напруги (електричні характеристики модуля наведено в табл. 1.5). Чисельність каналів (портів) виведення в одному модулі – 12. Зовнішній вигляд модуля наведено в додатку 1 на рис. Д.1.3, а функціональна схема та позначення на електричних схемах на рис. 1.7.

В основу проектування модуля виведення відповідних команд було покладено принцип забезпечення безпеки функціонування, а саме: відмова будь-якого елемента схеми не повинна приводити до небезпечної відмови. Для забезпечення цієї вимоги в кожному каналі модуля використовується DC/DC перетворювач DCP01B фірми Texas Instruments, функціональна схема якого зображена на рис. 1.7, а пунктирною лінією. Перетворювач має гальванічну розв'язку з мікропроцесором за рахунок використання оптронів, а зі схемами централізації – трансформатора.

На входи перетворювача по двох незалежних каналах з мікропроцесора подаються рівні логічного нуля або одиниці. Так, якщо на виході каналу необхідно сформувати напругу, то на вхід 2 (оптрон VE2) подається рівень логічної одиниці. Світлодіод оптрона випромінює

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

світло, що приводить до значного зменшення опору переходу польового транзистора, і через цей перехід починає протікати струм живлення (+U_ж) DC/DC перетворювача. Але вихідна напруга з'явиться тільки після подачі синхронізуючих імпульсів на вхід 1 (оптрон VE1).

При проходженні кожного імпульсу на резисторі R1 з'являється напруга, яка синхронізує роботу генератора частотою 800 кГц та вмикає таймер очікування (ОТ). Імпульси з генератора, поділені на 2, поступають на підсилювач потужності (ПП) і далі на трансформатор Tr1. Вторинна обмотка трансформатора підключена до діодів VD1 і VD2 (двопівперіодна схема випрямляча), і на виході каналу з'являється постійна напруга.

Контроль наявності вихідних імпульсів виконано на оптроні VE3, інформація з якого подається на мікропроцесор.

З точки зору надійності та безпеки, вихідні кола кожного каналу модуля відповідних команд являють собою пристрій з двома каналами резервування та періодичним контролем. Показники безпеки модуля достатньо високі і відповідають вимогам обладнання 1-го класу надійності.

1.3.4. Модуль модема “КАСКАД-ММ.2602”

Для забезпечення обміну даними через кільцеву локальну мережу зв'язку лінійних пунктів і центрального поста використовується модуль модема “КАСКАД-ММ.2602”, зовнішній вигляд якого зображено на рис. Д.1.4 додатка 1.

Модуль забезпечує:

- зв'язок по виділених фізичних парах у дводротовій схемі підключення;
- підтримку міжстанційного телефонного зв'язку;
- передачу голосових повідомлень з метою оповіщення пасажирів та інше.

Фізичний рівень модуля модема забезпечено стандартними протоколами обміну, швидкість зв'язку може динамічно змінюватися в залежності від характеристик каналу. Основні електричні характеристики наведено у табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Електричні характеристики модуля „КАСКАД –ММ. 2202”

Параметр	Тест випробувань	Мінімум	Типове	Максимум
Швидкість обміну (Бод)	ITU-T V.32 bis, V.32, V.22 bis, V.22, V.23, V.21	300	9600	14400
Рівень сигналу на передачу (dBm)	$Z_H=135 (600) \text{ Ом}$	-10	0	+1
Рівень сигналу приймача (dBm)	$Z_H=135 (600) \text{ Ом}$	-38	-20	-10
Займана смуга частот (кГц)		-	-	0,3..3,4
Допустима напруга гальванічної ізоляції (В)	$R_{i3}>1 \times 10^9 \text{ Ом}, T=60 \text{ с}$	500	-	-
Опір ізоляції (Ом)	$V_{DC}=500 \text{ V}, T=60 \text{ с}$	1×10^9	-	-

1.3.5. Модуль мікропроцесорного контролера “КАСКАД-МП.2616”

Як провідний процесорний модуль у складі системи використовується модуль контролера “КАСКАД-МП.2616” (зовнішній вигляд зображено на рис. Д.1.5 додатка 1). Він забезпечує функції взаємодії з модулями комплексу, підтримує протоколи мереж зв'язку лінійних пунктів, забезпечує синхронізацію процесів з сусіднім каналом системи, перевіряє достовірність інформації в каналах обміну, підтримує протоколи локальної міжмодульної мережі, протоколи інформаційного обміну по послідовних портах та обміну з пристроями на перегоні (контроль перегріву букс, диспетчерський контроль та інше). Крім цього, модуль контролера забезпечує внутрішню діагностику та резервування.

Модуль контролера побудовано на процесорі ZFх86, що має тактову частоту 66 мГц. Пам'ять модуля складається з SDRAM на 16 Мбайт,

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

Flash EPROM – 0,512Мбайт. Модуль комплектується твердотільним диском (DiskOnChip) об'ємом від 2 до 64Мбайт. Обмін інформацією між модулями забезпечується системною шиною ISA96 та за послідовним каналом RS232C. Напряга живлення модуля – 5V, споживання струму – до 0,7А.

1.3.6. Модуль вторинного живлення “КАСКАД-ВЖ.2814”

Модуль вторинного живлення “КАСКАД-ВЖ.2214” забезпечує постійними стабілізованими напругами живлення електронних модулів комплексу, має гальванічну ізоляцію між вхідними та вихідними напругами, захист від вхідної перенапруги, коротких замикань (електронний запобіжник), аварійну сигналізацію. Зовнішній вигляд модуля зображено на рис. Д.1.6 додатка 1, а основні електричні характеристики наведені у табл. 1.7.

Таблиця 1.7
Основні електричні характеристики “КАСКАД-ВЖ.2214”

Позначення	Параметр	Тест випробувань	Мінімум	Типове	Максимум
Абат	Вхідна напруга живлення (В)		18	27	36
Vвих1	Вихідна напруга живлення (В)	Iн1=8 А	4,95	5	5,01
Vвих2	Вихідна напруга живлення (В)	Iн2=1 А	11,4	12	12,6
Iн1	Вихідний струм навантаження (А)	Vвих1=5 V	0,5	6	8
Iн2	Вихідний струм навантаження (А)	Vвих2=12 V	0	0,6	1
Vп1	Пульсації на виході 1 (mV)	Iн1=8 А	-	-	20
Vп2	Пульсації на виході 2 (mV)	Iн1=1 А	-	-	100
Vіз	Напруга гальванічної ізоляції (В)	Rіз>1x109 Ом, T=60 с	500	-	-
Rіз	Опір ізоляції (Ом)	VDC=500 V, T=60 с	1x109	-	-

1.3.7. Модуль електронного крейту “КАСКАД-КР.2204”

Модуль електронного крейту забезпечує підключення уніфікованих модулів до джерел живлення, міжмодульної мережі, зовнішніх сигналів взаємодії з пристроями СЦБ. У своєму складі не має активних напівпровідникових приладів. Виконаний на шестишаровій печатній платі розміром 128x253 мм і має 12 роз’єднувачів по 34 контакти для підключення до зовнішніх сигналів, 12 роз’єднувачів по 96 контактів для підключення уніфікованих модулів.

Схема розташування модулів у крейті “КАСКАД-КР” наведена на рис. 1.8, а зовнішній вигляд крейту “КАСКАД-КР” на рис. Д.1.7 додатка 1.

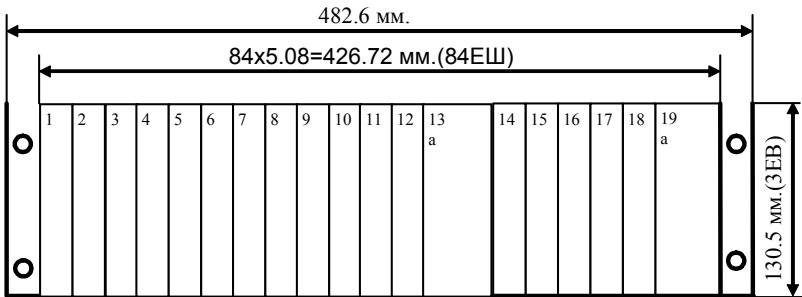


Рис. 1.8. Схема розташування модулів у крейті “КАСКАД-КР”

На задній стінці крейту розташовані дві шестишарові печатні плати з роз’єднувачами для підключення модулів та з’єднувальних шнурів з монтажними колодками.

Місця розташування від №1 до №12 призначені для модулів взаємодії з пристроями СЦБ – телеуправління “КАСКАД-ТУ”, телеуправління відповідних команд “КАСКАД-ТВ”, телесигналізації “КАСКАД-ТС”.

Модулі взаємодії з пристроями СЦБ розташовуються відповідно з технічним проектом по визначених місцях загальною кількістю не більше 12 шт. на один крейт. Розташовують модулі починаючи з місця №1, при цьому непарні номери (1, 3, 5, 6, 7, 9, 11) належать до основного комплекту, парні (2, 4, 6, 8, 10, 12) – до резервного комплекту. Спочатку розраховують кількість модулів телеуправління відповідних команд “КАСКАД-ТВ”: 1-основний; 2-резервний, потім модулів теле-

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

управління “КАСКАД-ТУ”, а в кінці – модулів телесигналізації “КАСКАД-ТС”.

Місце розташування №19 призначене для модуля вторинного живлення “КАСКАД-ВЖ”.

Місце розташування №14 призначене для модуля мікропроцесорного контролера “КАСКАД-МП”.

Місця розташування №18, №17, №16 та №15 призначені для модулів модема “КАСКАД-ММ”.

Установлення модулів взаємодії з пристроями СЦБ на місця 13..19 є недопустимим і блокується системою механічного захисту, та навпаки, недопустимо встановлювати загальносистемні модулі на місця № 1..12. Порухення системи механічного захисту або її розблокування приведе до пошкодження відповідного модуля. При зовнішній схожості модулів та їх роз’єднувачів вони мають різні схеми електричного з’єднання.

Таким чином, у межах одного крейту розташовуються шість резервованих модулів взаємодії з пристроями СЦБ та комплект загальносистемних модулів. Для систем двоканальних та повністю резервованих мінімальна кількість електронних крейтів – 2, відповідно кількість резервованих модулів взаємодії з пристроями СЦБ – 12. Система допускає подальше розширення шляхом нарощування кількості електронних крейтів (на одну шафу 3 крейти).

1.3.8. Технічне обслуговування комплексу “ЛП КАСКАД”

Програмно-апаратний комплекс “ЛП КАСКАД” розрахований на безперервний режим експлуатації. Конструктивно розташований у настінній шафі EL RITTAL, призначеної для розміщення 19-ти дюймового електронного обладнання. Шафа трисекційна стальна, дозорні двері обладнані захисним склом, має високий ступінь захисту (IP 55 по EN 60529/10.91). Шафа має доступ до обладнання односторонній: передній – до уніфікованих модулів, задній – до роз’єднувачів та монтажних колодок за рахунок трисекційної конструкції.

Контроль стану комплексу виконується такими методами:

- візуального контролю;
- контролю технічними засобами;
- діагностичного контролю програмно-технічними засобами.

Кожен з модулів комплексу має на передній панелі світлодіодну індикацію наявності живлення. Модулі взаємодії з пристроями СЦБ на кожний з сигналів ТУ, ТС мають окрему індикацію: зелений колір – наявність сигналу, погашене показання – його відсутність. Номери сигналів відповідають їх розташуванню на панелі модуля зверху-вниз, зліва-направо. Кожен з модулів має позначення його типу та номера відповідно з технічною документацією. Світлодіодна індикація основного та резервного модулів при справній дії комплексу співпадає.

Загальносистемні модулі мають відповідну світлодіодну індикацію наявності живлення, стану мереж зв'язку, режиму функціонування.

Метод візуального контролю не потребує будь-якого втручання в роботу комплексу, спостереження виконується через дозорні двері з захисним склом.

Метод контролю технічними засобами використовується при наявності пошкоджень, зареєстрованих системою діагностики “ЦП КАСКАД”, та неможливості достовірно встановити пошкодження візуальним контролем. Першочергово контролюється вимірювальними засобами наявність живлення в допустимих межах, наявність та справна дія каналів зв'язку. Перевірка наявності сигналів ТУ, ТС може бути встановлена перевіркою напруги на відповідних монтажних клемах. Для модулів телеуправління відповідними командами враховується напрямок надходження керівної напруги (не від станційної батареї, а від модуля, який сам є джерелом напруги). Монтажні колодки мають роз'єднувачі з плоским кабелем, що дозволяє оперативно відключати систему “ЛП КАСКАД” від схем СЦБ, при цьому дія комплексу буде припинена.

Метод діагностичного контролю програмно-технічними засобами використовується при пусконаладжувальних роботах та комплексній перевірці програмно-апаратних засобів. При справній дії каналів зв'язку контроль відбувається з центрального поста “ЦП КАСКАД”. На лінійному пункті такий контроль виконується за допомогою переносного комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням, який безпосередньо з'єднується через послідовний порт “СОМ1” модуля мікропроцесорного контролера “КАСКАД-МП” з комплексом “ЛП КАСКАД”.

Заміна модулів виконується у випадку однозначно визначеного пошкодження модуля системою діагностики або іншими методами. Для резервованих систем заміна модуля не призводить до зупинки комплексу та втрат інформації про поїзне положення на об'єкті управлін-

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

ня. Для нерезервованих систем у залежності від типу заміненого модуля та витрат часу на його заміну можлива втрата інформації.

Уніфіковані модулі програмно-апаратного комплексу “ЛП КАСКАД” не мають жорсткої прив’язки до конкретного об’єкта управління і можуть відповідно (ТС на ТС, ТУ на ТУ і так далі) мінятиись у межах крейтів, комплексів та з резервних комплектів. Винятком є модуль мікропроцесорного контролера “КАСКАД-МП”, який є уніфікованим в апаратному плані, а програмне забезпечення має жорстку прив’язку до конкретного об’єкта управління.

Для заміни модуля вимикають живлення відповідного комплексу, основного або резервного, вимикачем на передній панелі модуля живлення “КАСКАД-ВЖ”. Вмикання живлення приводить до автоматичної діагностики та тестування комплексу і подальшого функціонування.

1.3.9. Системи захисту модулів

Системи захисту модулів поділяються на механічну, електричну, програмну.

Система механічного захисту є конструктивною особливістю електронного крейту і захищає модулі від пошкоджень при спробі їх встановлення в місця, на те не призначені. Система механічного захисту розподіляє крейт на дві зони – перша для модулів взаємодії з пристроями СЦБ, друга для загальносистемних.

Система електричного захисту є складовою частиною апаратного забезпечення кожного з модулів і контролює наявність адресних сигналів з боку роз’єднувачів, розташованих на печатній платі електронного крейту. Підключення модуля до системи (при наявності живлення) відбувається тільки у випадку надійного електричного контакту з відповідними сигналами. Цей захист діє безперервно в процесі експлуатації і “жорстко” прив’язує модуль до адресації та програмного забезпечення комплексу.

Система захисту на рівні програмного забезпечення діє в межах комплексу та вибраного модуля. Кожний цикл обміну між процесором та вибраним модулем починається з перевірки адреси модуля та його типу на відповідність запрограмованим характеристикам. У разі невідповідності (наприклад, помилково замість модуля ТУ встановлений ТС або навпаки) реєструється невідповідність і модуль залишається ізолюваним від управління або контролю пристроїв СЦБ.

1.4. Система диспетчерського контролю “ДК КАСКАД”

З урахуванням недоліків функціонування системи ЧДК підприємством “АНТРОН” розроблено мікропроцесорну систему контролю стану пристроїв автоматики на перегоні – “ДК КАСКАД”.

Система призначена для надання інформації оперативному персоналу про стан пристроїв залізничної автоматики на перегоні. “ДК КАСКАД” є функціонально завершеною системою, яка може діяти автономно. У разі виникнення потреби системи МСДЦ “КАСКАД” та “ДК КАСКАД” об’єднуються, ввімкнення відбувається на рівні “ЛП КАСКАД” по внутрішньому інтерфейсу RS485, тобто “ДК КАСКАД” стає інформаційною підсистемою МСДЦ. У цьому випадку інформація про стан пристроїв автоматики на перегоні надається на два рівні управління – черговому по станції (ДСП) та поїзному диспетчеру (ДНЦ), або іншим користувачам локальної мережі диспетчерського центру управління перевезеннями.

Система складається з модулів станційного мікропроцесорного контролера “СК2202” та перегінних мікропроцесорних контролерів “ПК2202”. Модуль “ПК2202” забезпечує контроль стану та працездатності сигнальної установки кодового автоблокування (АБ або АБТ) за рахунок отримання дискретної інформації про стан контрольних реле:

- контролю живлення в основному та резервному фідерах;
- ДСН;
- контролю рейкових кіл блок-дільниці (для АБТ);
- контролю стану реле КВ (для АБТ);
- контролю показань прохідних світлофорів (сигнальні та вогневі реле);
- напрямку встановленого руху;
- контролю справності ланцюгів ламп прохідних світлофорів;
- контролю стану блок-дільниці;
- охоронної сигналізації.

Крім цього, модуль використовується для контролю стану та працездатності пристроїв переїзної сигналізації. У цьому випадку отримуються інформація про:

- наявність живлення в основному та резервному фідерах;
- стан реле ДСН;
- положення автошлагбаума;

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

- ввімкнення загороджувальної сигналізації;
- сигналізацію переїзних світлофорів;
- напрямок встановленого руху;
- справність ланцюгів ламп переїзних і загороджувальних світлофорів;
- стан кнопок на щитку управління;
- стан дільниць наближення (НИП, ЧИП);
- справність схеми реле мигання;
- стан охоронної сигналізації (відкриття релейних шаф через додатковий датчик).

Максимальна кількість об'єктів контролю, що підключаються до модуля, – 14, об'єктів управління – 2. Крім цього, модуль “ПК2202” може використовуватися для забезпечення управління, контролю стану та працездатності світлового показчика (СП), що використовується у складі системи технічної діагностики рухомого складу (ПОНАБ, ДИСК, АСДК-Б).

Модуль переїзного контролера “ПК2202” призначений для обробки інформації, отриманої від сигнальної установки або переїзної автоматики по сигнальних лініях ТС1..ТС14, управління реле ДСН, підтримки протоколів обміну по локальній мережі зв'язку, транспортування інформації від модулів сусідніх сигнальних установок до станційного контролера (рис. 1.9).

Мікропроцесорний контролер (рис. 1.10) DD1 (МК) на програмно-апаратному рівні забезпечує: сприйняття вхідних сигналів ТС та їх обробку, управління ключами ДСН (DA17, DA19), управління і контроль модемів локальної мережі, підтримку протоколу обміну по лінії зв'язку, світлодіодну індикацію стану живлення та ліній зв'язку.

Вхідний сигнал контролю ТС являє собою “сухий” контакт реле, який замикає струм 5-10 мА на схему оптоелектронної розв'язки (DA1..DA21). Вихідні сигнали цих схем у вигляді “лог. 0/1” поступають на вхід МК для обробки.

Вихідний сигнал управління “TU1a”, “TU1b” має гальванічну ізоляцію і являє собою “сухий” електронний контакт нормально розімкнений, захищений від перевантажень по напрузі і струму, призначений для комутації постійного або змінного струму до 0,1А.

Вихідний сигнал управління “TU2a”, “TU2b” має гальванічну ізоляцію і являє собою “сухий” електронний контакт нормально замкну-

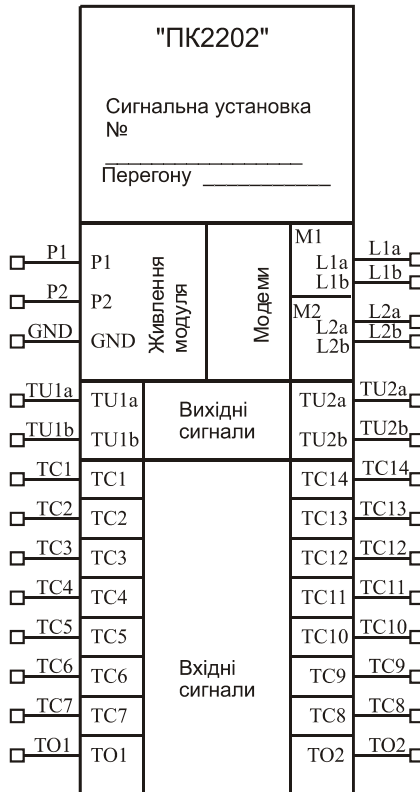


Рис. 1.9. Умовне позначення на електричних схемах модуля “ПК2202”

тий, захищений від перевантажень по напрузі і струму, призначений для комутації постійного або змінного струму до 0,1А.

Вихідні сигнали “TO1, TO2” – “обв’язка постійним струмом” – призначені для контролю стану “сухих” контактів реле телесигналізації.

Кожен з встановлених і підключених у мережу модулів повинен мати унікальну адресу, яка не повинна повторюватись в інших модулях включених до локальної мережі RS-232/485.

Кодування адреси модуля виконується за допомогою перемикача “SA1” за рахунок встановлення перемикача на модулі в положення “1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, A, B, D, E, F” (14 позицій). Мікропроцесорний контро-

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

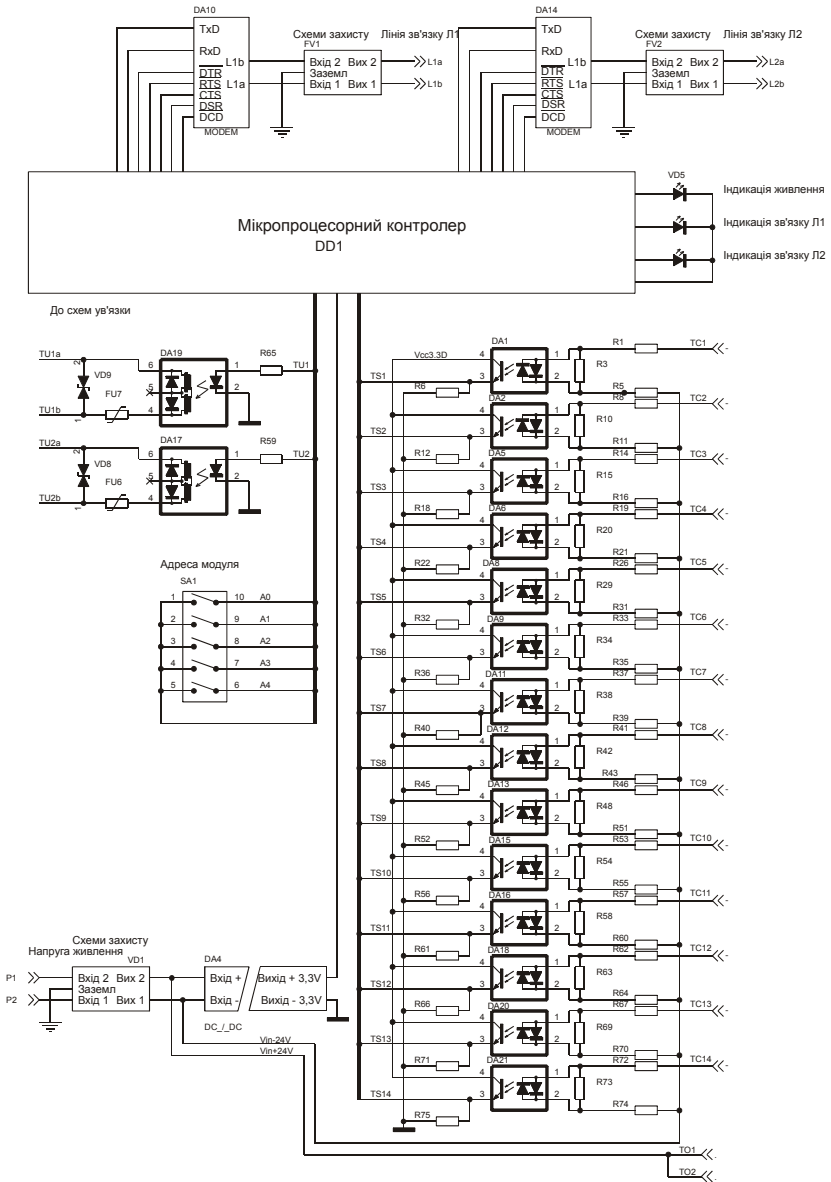


Рис. 1.10. Функціональна схема перегінного модуля “ПК 2202”

лер програмно контролює встановлений код і сприймає обмін у мережі тільки за умови співпадання логічної та фізичної адреси. У мережу допускається включення до 14 модулів. Кодові значення адрес модулів “0” та “С” не використовуються.

Живлення модуля ПК 2202 відбувається змінним струмом від трансформатора СУ. Контролер має внутрішні схеми (FV1) захисту від перевищення напруги по відношенню до “землі” – 500 В, вхідної напруги 30 В, а також схеми захисту від імпульсних завад.

На модулі DA4 реалізовано схему стабілізованого імпульсного перетворювача постійної напруги 12..36 В на вихідну 3,3 В, з гальванічною ізоляцією кіл.

Модеми, що використовуються у складі “ПК2202”, призначені для організації інформаційного обміну у різних топологіях локальної мережі “DKnet”. Вони мають дводровову схему підключення по виділеній лінії зв’язку.

Модеми побудовані на основі інтегральних мікросхем DA10, DA14, належать до класу аналогових (analog data modem) тонального спектра частот 0,3...3,4 кГц і відповідають вимогам міжнародного стандарту (специфікації) ITU-T V.22 bis, V.22, V.23 and V.21; Bell 212A and Bell 103.

Схеми захисту модемів (FV1, FV2) забезпечують захист від перевищення напруги в лінії зв’язку по відношенню до “землі” – 500 В.

Дальність передачі інформації між сигнальними точками автоблокування або іншими об’єктами контролю до 20 км.

Модуль станційного контролера “СК2202” (рис. 1.11) призначений для обробки інформації, отриманої від перегінних контролерів “ПК2202” по лініях зв’язку, та індикації оперативному персоналу станції про поїзне положення на перегоні, роботу переїздів та сигнальних світлових покажчиків. Додатково, у випадку використання сумісно з МСДЦ “КАСКАД”, інформація в повному обсязі надається відповідним користувачам.

Стан кожної з блок-дільниць перегону, які контролюються модулем “ПК2202”, відображається на пульті ДСП світлодіодним випромінювачем:

- погашений стан – блок-дільниця вільна, у справному стані, для переїзду – шлагбаум відкритий;

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

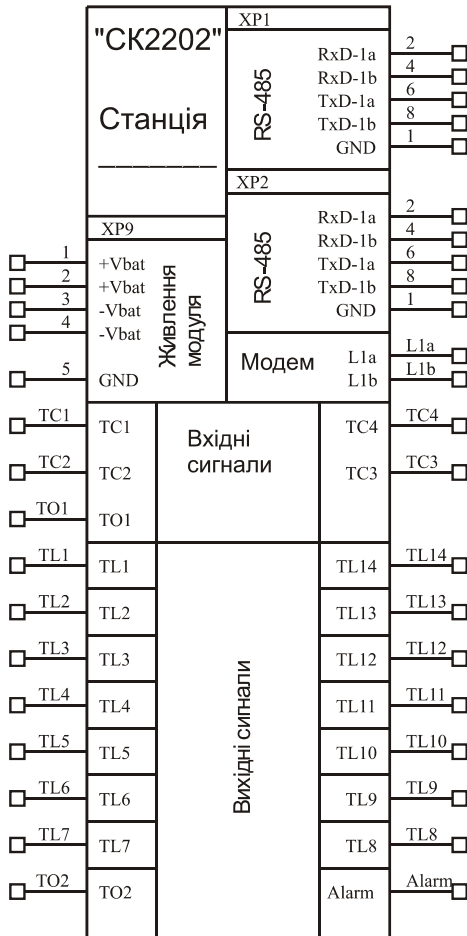


Рис. 1.11. Умовне позначення на електричних схемах модуля "ПК2202"

- випромінювання червоного кольору безперервне – блок-діляниця зайнята, у справному стані, для переїзду – шлагбаум закритий;
- випромінювання червоного кольору з миганням 1 раз за секунду – блок-діляниця вільна, наявність несправностей. Для переїзду – шлагбаум відкритий, наявність несправностей у пристроях переїздної сигналізації;

Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД”

- випромінювання червоного кольору з миганням 5 раз за секунду – блок-дільниця зайнята, наявність несправностей. Для переїзду – шлагбаум закритий, наявність несправностей у пристроях автоматики на переїзді.

Мікропроцесорний контролер DD1 (рис. 1.12) на програмно-апаратному рівні забезпечує:

- сприйняття вхідних сигналів ТС та їх обробку;
- управління світлодіодними індикаторами стану на табло пульта ДСП;
- управління і контроль модемів локальної мережі;
- підтримку протоколу обміну по лінії зв'язку;
- світлодіодну індикацію стану (живлення, лінії зв'язку).

Вхідний сигнал контролю ТС являє собою “сухий” контакт реле, який замикає струм 5-10 мА на схему оптоелектронної розв'язки (DA15, DA17, DA19, DA21). Вихідні сигнали цих схем у вигляді “лог. 0/1” поступають на вхід мікроконтролера.

Вихідні сигнали управління TL1..TL14 мають обмеження вихідного струму 7-10 мА і призначені для ввімкнення світлодіодних індикаторів стану на табло пульта ДСП. Вихідний сигнал управління “Alarm” – електронний контакт нормально розімкнений, захищений від перевантажень по струму, призначений для комутації постійного струму до 0,1 А (ввімкнення звукової сигналізації). Вихідний сигнал “TO1” (обв'язка постійним струмом) призначений для контролю стану “сухих” контактів реле телесигналізації. Вихідний сигнал “TO2” (обв'язка постійним струмом) призначений для живлення світлодіодних індикаторів табло пульта ДСП.

Станційний модуль “СК2202” допускає нарощування чисельності при включенні в системи вищого рівня (наприклад, МСДЦ “КАСКАД”), тому, як і в перегінних модулях, кожен модуль повинен мати унікальну адресу (адреса кодується перемикачем, який на схемі не показано).

Живлення модуля “СК2202” відбувається постійним струмом від станційної батареї поста ЕЦ. Схеми мають захист (FV1) від перевантажень по напрузі (по відношенню до “землі” – 500 В, вхідної напруги – 36 В) і схеми захисного фільтру від імпульсних завад.

Схема стабілізованого імпульсного перетворювача постійної на-

Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД”

пруги (з 18..36 В на 3,3 В) має гальванічну ізоляцію і реалізована на модулі DA10.

Модеми модуля “СК2202” побудовано на основі інтегральних мікросхем DA6, DA14, а схеми захисту на елементі FV1 (захист від перевищення напруги в лінії зв’язку по відношенню до “землі” – 500 В). Модеми “СК2202” відповідають таким же вимогам міжнародних стандартів, як і ті, що використовуються в перегінних модулях “ПК2202”.

Модуль “ПК2202” забезпечує управління та передачу інформації на лінійний пункт про стан пристроїв АБ, ПС та СП по виділеній лінії зв’язку. Одна пара лінії зв’язку обслуговує до 14 модулів “ПК2202” та 2 модулі “СК2202”. Кожен з модулів “ПК2202”, розташованих вздовж перегону, забезпечує обмін даними та ретрансляцію пакетів від сусідніх модулів у двох напрямках. Модуль “ПК2202” у своєму складі має два модеми, один з яких включається в лінію зв’язку в напрямок станції, другий – у напрямок перегону. Затримка в отриманні інформації до 3,2 с для 14 пристроїв на лінії.

На рис. 1.13 наведено приклад організації зв’язку системи “ДК КАСКАД” на двоколіїному перегоні ст. Щаслива – ст. Зелена Одеської залізниці.

Фізичні лінії симетричних кабелів зв’язку, які використовуються для роботи “ДК КАСКАД” у смузі тональних частот (300...3400 Гц), повинні відповідати таким вимогам:

- електричний опір ізоляції для кабелів типу ТП не менше ніж 5000 МОм/км, для кабелів типу ТЗ, МК не менше 10000 МОм/км;
- омчна асиметрія двох жил кабельної лінії не більше, Ом,

$$\frac{0,23}{d^2} \sqrt{l} ,$$

де l – довжина кабельної лінії, км;

d – діаметр жили, мм;

- затухання кабельної лінії на частоті 1000 Гц не більше ніж 30 дБ;
- невиважена напруга шумів у смузі частот 300-3400 Гц на виході лінії, навантаженої на активний опір 600 Ом, не більше 1,5 мВ для симетричних кабелів і не більше 10 мВ для несиметричних.

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

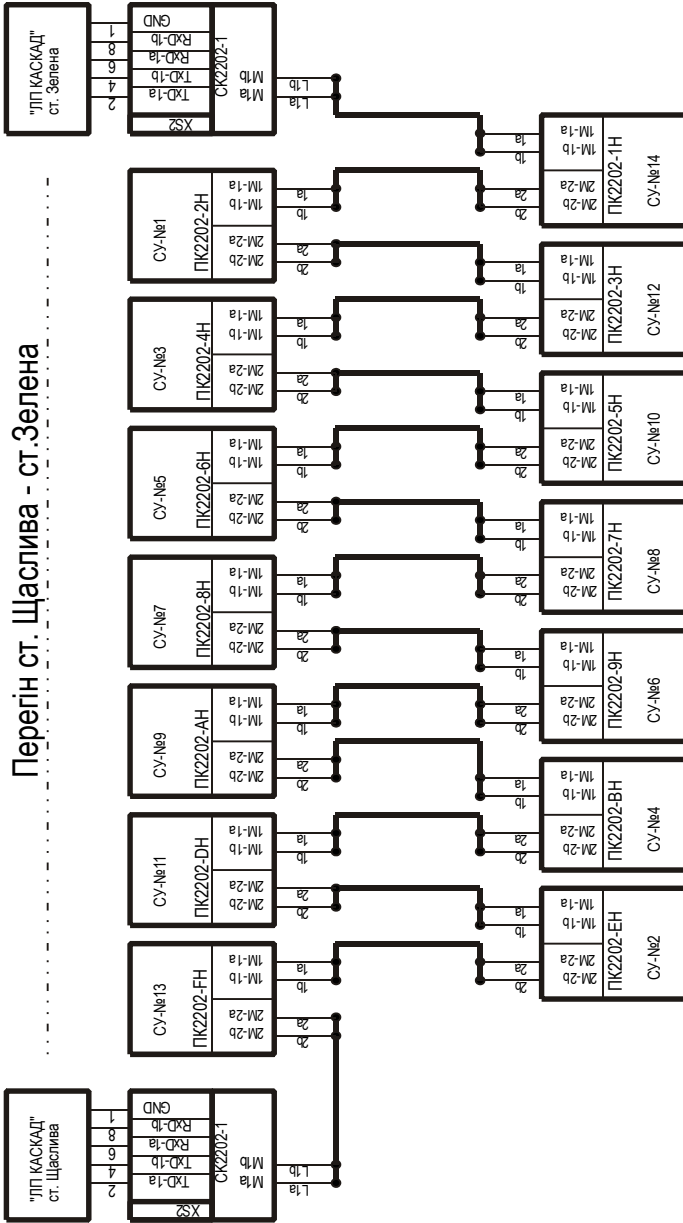


Рис. 1.13. Схема організації зв'язку системи “ДК КАСКАД” на двоколіїному перегоні

Тестові питання до розділу 1

1. Яке призначення має МСДЦ „КАСКАД”?
 - 1.1. Автоматизація диспетчерського управління рухом поїздів на дільницях залізниці.
 - 1.2. Скорочення штату чергових по станціях.
 - 1.3. Підвищення швидкості руху поїздів та зменшення потрібної кількості локомотивів.
 - 1.4. Зменшення нерационального використання вагонів.
 - 1.5. Автоматизація збору та передачі інформації про стан підлогового обладнання СЦБ.

2. Які завдання вирішуються при впровадженні МСДЦ?
 - 2.1. Поліпшується якість оперативного управління рухом поїздів, безпека руху, розширюються можливості управління.
 - 2.2. Автоматизація встановлення, замикання та розмикання маршрутів.
 - 2.3. Автоматизація контролю стану об’єктів залізничної автоматики.
 - 2.4. Забезпечення швидкісного зв’язку між черговими по станціях та диспетчером.
 - 2.5. Пункти 2.2, 2.3 та 2.4 разом.

3. Визначте напрямки інформаційних потоків управління та контролю.
 - 3.1. Управління: ДНЦ → ЛП.
Контроль: ЛП → ДНЦ → ЦД.
 - 3.2. Управління: ЦД → ДНЦ → ЛП.
Контроль: ЛП → ДНЦ → ЦД.
 - 3.3. Управління: ЛП → ДНЦ → ЦД.
Контроль: ДНЦ → ЛП.
 - 3.4. Управління: ЦД → ДНЦ → ЛП.
Контроль: ЛП → ЦД.

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

- 3.5. Управління: ЦД → ЛП.
Контроль: ЛП → ЦД.
4. Яке призначення має апаратура центрального поста?
 - 4.1. Формування команд управління, приймання та обробка команд телесигналізації, інформаційна взаємодія з оператором.
 - 4.2. Контроль стану об'єктів автоматики.
 - 4.3. Управління стрілками та сигналами.
 - 4.4. Управління уповільнювачами на проміжних станціях.
 - 4.5. Приймання та обробка команд телеуправління і телеконтролю, запис інформації про номер локомотивів у „чорну скриньку”.
5. Що дає сегментація мережі зв'язку МСДЦ?
 - 5.1. Можливість забезпечити інформаційний обмін між ЦП та ЛП при ушкодженнях лінії.
 - 5.2. Можливість підвищити швидкість інформаційного обміну між ЦП та ЛП.
 - 5.3. Можливість зменшити витрати на експлуатацію системи.
 - 5.4. Можливість зменшити кількість лінійних проводів між ЛП та ЦП.
 - 5.5. Пункти 5.2, 5.3 та 5.4 разом.
6. Які функціональні модулі забезпечують взаємодію з пристроями автоматики на станції?
 - 6.1. Модулі введення-виведення.
 - 6.2. Модуль живлення.
 - 6.3. Модуль мікропроцесорного контролера.
 - 6.4. Модуль електронного крейту.
 - 6.5. Пункти 6.1 та 6.2 разом.
7. Яке призначення має відповідний модуль телеуправління?
 - 7.1. Забезпечує ввімкнення об'єктів, які відповідають за безпеку.

Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД”

- 7.2. Перемикає систему на резервний комплект при ушкодженні основного.
 - 7.3. Забезпечує захист від електричних завод.
 - 7.4. Забезпечує діагностику системи.
 - 7.5. Забезпечує зв'язок між модулями крейту.
8. За рахунок чого забезпечується достовірність інформації?
- 8.1. За рахунок співпадання по двох незалежних каналах.
 - 8.2. За рахунок наявності резервування апаратури.
 - 8.3. За рахунок наявності системи діагностування.
 - 8.4. За рахунок співпадання інформації з трьох каналів.
 - 8.5. За рахунок незалежності каналів проходження інформації.
9. Яким чином підтверджується проходження інформації?
- 9.1. Сигналом зворотного зв'язку від модулів телесигналізації.
 - 9.2. Сигналом зворотного зв'язку від модулів телеуправління.
 - 9.3. Сегментацією мережі системи.
 - 9.4. Двома інформаційними каналами, по яких здійснюється зв'язок.
 - 9.5. Пункти 9.2, 9.3 та 9.4 разом.
10. Яка кількість модулів телесигналізації необхідна для контролю стану 50 фронтних контактів реле?
- 10.1. Два.
 - 10.2. Три.
 - 10.3. П'ятдесят.
 - 10.4. Один.
 - 10.5. Сорок вісім.
11. Яка кількість двопозиційних об'єктів може бути підключена до модуля телеуправління?
- 11.1. „32 шт.”
 - 11.2. „48 шт.”
 - 11.3. „126 шт.”

1. Характеристика системи, структура та технічні засоби

- 11.4. „8 шт.”
 - 11.5. Без обмежень.
12. Яка кількість реле може бути підключена до одного відповідного модуля телеуправління ?
- 12.1. „12 шт.”
 - 12.2. „32 шт.”
 - 12.3. 1 реле.
 - 12.4. 2 реле.
 - 12.5. „24 шт.”
13. У якому випадку функціонування МСДЦ „КАСКАД” стає неможливим?
- 13.1. Тільки при ушкодженні процесорного модуля.
 - 13.2. Тільки при ушкодженні модуля модема.
 - 13.3. Тільки при ушкодженні модуля виведення.
 - 13.4. Тільки при ушкодженні модуля введення.
 - 13.5. Пункти 13.1 – 13.4 разом.
14. Яка апаратура МСДЦ забезпечує контроль стану перегінних пристроїв?
- 14.1. Перегінних та станційного комплектів апаратури ЧДК, яка підключена до МСДЦ.
 - 14.2. Окремими пристроями, які передають інформацію від сигнальних точок на центральний пост.
 - 14.3. Перегінний контролер.
 - 14.4. Перегінні та станційні контролери.
 - 14.5. Тільки станційний контролер.
15. Яка кількість об’єктів управління та контролю може бути підключена до перегінного контролера?
- 15.1. 2 об’єкти контролю та 14 управління.
 - 15.2. 16 об’єктів контролю.
 - 15.3. 14 об’єктів контролю та 2 управління.

- 15.4. 24 об'єкти контролю.
- 15.5. 2 електронні мережі зв'язку.

- 16. Які функції виконує станційний контролер СК2202 ?
 - 16.1. Інформаційний обмін з апаратурою верхнього рівня.
 - 16.2. Збір та обробка інформації від регіонних контролерів.
 - 16.3. Індикація стану сигнальних установок перегону.
 - 16.4. Пункти 3.1 – 3.3 разом.
 - 16.5. Тільки пункти 3.1 та 3.2.

- 17. Які сигнали передаються модемами по лінії зв'язку з перегону на станцію?
 - 17.1. Дискретні.
 - 17.2. Сигнали змінного струму 220 В.
 - 17.3. Аналогові у спектрі 0,3 – 3,4 кГц.
 - 17.4. Аналогові у спектрі 0 – 50 Гц.
 - 17.5. Дискретні у спектрі 0,3 – 3,4 кГц.

2. Організація робочих місць персоналу

2.1. Режими управління рухом поїздів

Мікропроцесорна система диспетчерської централізації “КАСКАД” надає такі чотири режими управління об'єктами СЦБ:

1. Пряме управління об'єктами СЦБ, що передбачає передачу команд управління до об'єкта, поки натиснута кнопка управління. Тобто утримання кнопки прямого управління натиснутою рівноцінно утриманню кнопки на табло. Наприклад, при прямому управлінні стрілкою протягом усього часу утримання кнопки «+» або «-» натиснутою команда переведення стрілки буде посилатися до станції.

2. Управління з програмним спостереженням – це базовий режим роботи системи. При цьому виді управління система контролює правильність виконання команди, тобто, якщо команда була відправлена до об'єкта СЦБ, але не виконана, то система самостійно відправить команду для повернення об'єкта СЦБ у початковий безпечний стан. Наприклад, якщо диспетчер відправив команду зміни режиму живлення ламп світлофорів з «День» на «Ніч», а зміна не відбулася, то система відправить команду для повернення в режим «День».

3. Накопичення маршрутів – це встановлення маршрутів руху, але їх готування відкладене до виконання визначених умов руху поїздів або часу. Система постійно стежить за рухом поїздів, що знаходяться на контрольованій дільниці. Коли умови активізації накопиченого маршруту і всі умови безпеки руху будуть виконані, система самостійно “вибере” маршрут з накопичення, приготує його і простежить за реалізацією. Реалізований маршрут вилучається з черги накопичених маршрутів автоматично. Відображення черги приводиться у вигляді списку рядків, розташованих на панелі накопичених маршрутів. Редагування черги накопичених маршрутів відбувається з цієї ж панелі.

При формуванні накопиченого маршруту приймання/відправлення обов'язково вказується номер поїзда, для якого накопичується маршрут, а для маршруту відправлення можна вказати додаткові умови активізації:

- “прибуття поезда N”;

- “отправление поезда N”;
- “стоянка, мин.”.

Маршрут вибирається з накопиченого за дві блок-дільниці перед поїздом, що рухається, або по виконанню додаткових умов. Вихідний маршрут для пасажирських поїздів готується завчасно, ще до прибуття на приймально-відправну колію.

4. Прогнозне управління – це режим управління рухом поїздів, при якому система самостійно формує маршрути по прогнозних трасах і передає їх у список накопичених маршрутів станції, де вони очікують реалізації.

Система безупинно розраховує прогнозний графік, причому враховується категорія поїзда, спеціалізація і довжина приймально-відправних колій.

Для реалізації прогнозного управління станції спочатку переводяться на прогнозне управління, а після цього натискається кнопка «Прогнозное управление» у програмі «График движения». З цієї миті система буде формувати маршрути для поїздів відповідно до прогнозного графіка. Диспетчер може в будь-який момент часу скасувати прогнозне управління повторним натисканням кнопки «Прогнозное управление», але маршрути, що уже передані в список накопичення, вилучаються з нього не будуть.

Програма «Детальное управление» відображає детальний стан об'єктів СЦБ контрольованих станцій і перегонів у вигляді мнемосхем. Програма надає можливість як прямого управління об'єктами СЦБ, так і при накопиченні маршрутів. Якщо об'єкт передбачає управління, то поруч з ним розташована кнопка управління, натискання на яку викликає діалогове вікно управління.

Головне вікно програми містить панель вибору станції або перегону. На панелі вибору розташовані кнопки перемикання між станціями і перегонами. Диспетчер може натиснути кнопку вибору станції або перегону за допомогою миші чи клавіатури (кнопки вліво/вправо станції будуть мінятися по черзі).

Колір кнопки вибору станції чи перегону – зелений при відсутності несправностей. Якщо з'являється несправність об'єкта СЦБ, кнопка вибору станції або перегону починає мигати червоним кольором, залучаючи увагу диспетчера.