

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

Н. І. Кульбашна

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ МІСЬКОГО
ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
Книга 1**

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2022**

УДК 656.1:621.331]-049.5(075.8)

К90

Автор

Кульбашна Надія Іванівна, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри електричного транспорту Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рецензенти:

Далека Василь Хомич, доктор технічних наук, професор кафедри електричного транспорту Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова;

Запорожцева Олена Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри організації та безпеки дорожнього руху Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

*Рекомендовано до друку Вченою радою ХНУМГ ім. О. М. Бекетова,
протокол № 1 від 1 жовтня 2021 р.*

Кульбашна Н. І.

К90 **Забезпечення безпеки руху міського електротранспорту** : навч. посібник : у 2 кн. / Н. І. Кульбашна ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – Кн. 1. – 117 с.

У навчальному посібнику розглядається система управління безпекою руху на міському електротранспорті, основи теорії системної оцінки дорожньо-транспортних пригод, питання транспортних конфліктів та інженерного облаштування ліній міського електротранспорту.

Посібник рекомендовано для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка для використання під час підготовки до занять з дисциплін «Безпека руху та гальмівні системи» і «Організація експлуатації міського електротранспорту»також, а також усім, хто цікавиться питаннями забезпечення безпеки міського електротранспорту.

УДК 656.1:621.331]-049.5(075.8)

© Н. І. Кульбашна, 2022

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ.....	8
1.1 Підрозділи системи управління на різних стадіях забезпечення безпеки руху.....	8
1.2 Ієрархія підпорядкованості працівників безпеки руху та їхні обов'язки.....	9
1.3 Типове положення про Службу безпеки дорожнього руху підприємства міського електротранспорту.....	13
1.4 Планування роботи з безпеки руху на підприємствах міського електротранспорту.....	15
1.5 Контроль дотримання вимог безпеки руху на лінії.....	17
1.6 Облік порушення вимог безпеки руху, заподіяні водіями трамваїв і тролейбусів.....	19
1.7 Дії посадових осіб під час дорожньо-транспортних пригод.....	20
2 АНАЛІЗ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД НА ПІДПРИЄМСТВАХ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ.....	26
2.1 Види дорожньо-транспортних пригод.....	26
2.2 Причини дорожньо-транспортних пригод.....	28
2.3 Реєстрація та облік дорожньо-транспортних пригод.....	29
2.4 Аналіз статистичних даних дорожньо-транспортних пригод.....	31
3 ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМНОЇ ОЦІНКИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД.....	41
3.1 Система «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» в аналізі проблем безпеки руху.....	41
3.2 Шляхи підвищення надійності системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище».....	43
3.3 Особливості рухомого складу, що визначають надійність системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище».....	45
3.4 Особливості водія як головного керуючого елемента системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище».....	47
3.5 Особливості дороги і дорожнього середовища.....	51
3.6 Напрями підвищення надійності системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» за зв'язками.....	52

4 ОЦІНКА БЕЗПЕКИ РУХУ НА ПІДСТАВІ ТЕОРІЇ ТРАНСПОРТНИХ КОНФЛІКТІВ.....	54
4.1 Загальні відомості про транспортні конфлікти.....	54
4.2 Види транспортних конфліктів міського електротранспорту на перегонах маршрутів.....	59
4.3 Види транспортних конфліктів у зонах зупиночних пунктів міського електротранспорту.....	62
4.4 Врахування особливостей учасників руху у дорожніх конфліктах...	68
5 ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАШТУВАННЯ ЛІНІЙ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ.....	70
5.1 Безпека учасників перевізного процесу на кінцевих станціях тролейбуса і трамвая.....	70
5.2 Забезпечення безпеки руху трамвая на стрілочних переводах.....	76
5.3 Організація пріоритетного руху міського електротранспорту.....	88
5.4 Інженерне забезпечення перегонів міського електротранспорту.....	95
6 РОЗРАХУНОК ГАБАРИТНИХ РОЗМІРІВ ПОВОРОТІВ ТА КРИВИХ НА МАРШРУТАХ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ.....	101
6.1 Розрахунок габаритної смуги руху транспортного засобу.....	101
6.2 Розрахунок геометричних характеристик повороту рейкового шляху.....	105
6.3 Розрахунок і побудова стрілочного переводу.....	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	113

ВСТУП

Сьогодні в Україні багато фахівців працюють над вирішенням питань забезпечення безпеки пасажироперевезень, але загальна кількість дорожньо-транспортних пригод не зменшується, а це означає, що система дорожнього руху транспорту не стає безпечнішою, оскільки недостатньо проводиться аналіз соціальних, економічних, технічних, правових причин, що призводять до дорожньо-транспортних пригод, загибелі і травмування людей. Наявна статистика аварійності лише констатує невтішні факти, а проблема забезпечення безпеки дорожнього руху переростає в одну із найгостріших соціальних проблем сьогодення в країні.

Зниження рівня аварійності в різних країнах значною мірою обумовлюється створенням державних і суспільних органів управління у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху. Міжвідомчі державно-суспільні органи координують і планують діяльність із попередження дорожньо-транспортних пригод, із розробки правових норм, державних національних стандартів, рекомендацій, забезпечують цілеспрямоване проведення науково-дослідних робіт, статистичний аналіз і інформування всіх зацікавлених і причетних до проблеми забезпечення безпеки дорожнього руху установ і організацій.

Основними документами, що здійснюють правове регулювання у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху в Україні, є «Закон про транспорт», «Закон про дорожній рух». Ці Закони покликані забезпечити схоронність життя, здоров'я та майна громадян, захист їхніх прав і законних інтересів, захист інтересів суспільства і держави шляхом попередження дорожньо-транспортних пригод, зниження тяжкості їхніх наслідків. Закони передбачають удосконалення системи управління безпекою руху, регламентують основні права, обов'язки та відповідальність усіх учасників дорожнього руху, встановлюють цільове планування та управління забезпеченням безпеки руху. Вони містять головні вимоги щодо забезпечення безпеки водія, транспортного засобу, дороги і дорожнього середовища.

Важливу роль у регулюванні відносин у сфері перевезень міським електротранспортом відіграє «Закон про міський електричний транспорт». Головну групу нормативних документів складають Правила дорожнього руху, Державні стандарти, Галузеві нормативні документи, що встановлюють технічні вимоги щодо забезпечення безпеки руху, регламентують вимоги до дорожніх знаків і розмітки, технічних засобів організації дорожнього руху та автоматизованих систем управління. Будівельні норми і правила містять вимоги щодо забезпечення безпеки руху під час проєктування, будівництва, реконструкції та утримання доріг і шляхів.

Що стосується аналізу аварійності, то розроблені конкретні методики і способи обробки інформації, які дають змогу найефективніше вирішити

завдання обґрунтування заходів щодо попередження дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Очевидно, що прийнятий засіб оцінки аварійності залежить від рівня управлінської ланки, обсягу статистичних даних, змісту завдань, які розв'язуються тим або іншим органом в системі забезпечення безпеки дорожнього руху і низки інших чинників.

Один із шляхів раціонального вирішення проблем безпеки дорожнього руху та безпеки перевезень пасажирів полягає в її системному розгляді та оптимізації основних факторів цієї системи на основі розробки та ефективної реалізації організаційних, методичних, технічних і інформаційних засобів управління. Отже, для досягнення необхідної надійності можуть бути використані різні методи і засоби. Кожна система передбачає свій рівень допустимої надійності, оскільки наслідки відмов різних систем можуть значно відрізнитися. Зокрема, надійність системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» визначається станами компонентів цієї системи, а також надійністю міжелементних зв'язків. Для вирішення питань проблеми безпеки руху необхідно на всіх стадіях існування цієї системи враховувати в комплексі її елементи і взаємодію цих елементів. Водій є однією з найменш вивчених ланок цієї системи. Від його дій залежить безпека всіх учасників дорожнього руху та якість надання послуг щодо перевезення пасажирів.

Зростає енергонасиченість, динамічність транспортних засобів, для водія наростає складність орієнтації в дорожній обстановці, скорочується час прийняття рішення затребуваного маневру (перестановка, обгін, поворот, прискорення, уповільнення або гальмування до повної зупинки).

У трамвайно-тролейбусних підприємствах впроваджена система управління безпекою руху, яка здійснює контроль за роботою водіїв на лінії для виявлення факторів, що впливають на виникнення ДТП та вироблення заходів щодо їхнього усунення. Незважаючи на низку заходів (передрейсові огляди, професійний підбір, розробку психофізіологічних основ навчання керуванню транспортним засобом, вивченню причини помилкових дій водіїв), водії трамвая і тролейбусу не завжди строго виконують регламент Правил дорожнього руху, навмисно створюючи порушення.

Проектування, будівництво, реконструкція, ремонт, утримання доріг і шляхів повинні забезпечувати безпеку дорожнього руху. Технічний стан рухомого складу, система технічного обслуговування та ремонту, державний технічний контроль в сукупності повинні забезпечувати дотримання умов безпеки руху під час експлуатації транспортних засобів. До того ж забезпечення безпеки дорожнього руху полягає в обов'язковому медичному огляді кандидатів у водії та водіїв з метою виявлення протипоказань або обмежень до водійської діяльності.

Водночас під час експлуатації трамвая і тролейбуса виникає багато аварійних ситуацій, які пов'язані з незадовільними умовами руху. Більш

перспективним напрямом для вирішення цих питань є активне впровадження ергономічних підходів у розробці і формуванні дорожнього середовища, яке забезпечувало комфортні умови праці для водіїв тролейбуса і трамвая.

Пропускна здатність ліній міського електротранспорту в умовах щільних транспортних потоків регулюється різноманітними засобами організації дорожнього руху, планувальної структури вулично-дорожньої мережі, погодних умов, типу та стану дорожнього покриття, регулюванням на перехрестях, керуванням швидкістю транспортних потоків тощо.

Значна концентрація автомобільного транспорту в містах за останні роки створює не тільки проблему забезпечення безпеки дорожнього руху, але й стає причиною постійно зростаючого завантаження і транспортних затримок на підходах до перехресть міських вулиць, збільшення кількості зупинок і рушань маршрутного електротранспорту в транспортному потоці. Затори є наслідком як сформованої забудови міст, що спричиняє низьку пропускну здатність проїзної частини, так й організаційно-управлінських причин, однієї з яких є недосконалість систем світлофорної сигналізації і невідповідність її реальним умовам руху.

Оптимізація світлофорного регулювання є відносно дешевим способом збільшити безпеку дорожнього руху та пропускну здатність на перехрестях. У цей час проводяться заходи щодо впровадження найбільш сучасних засобів світлофорного регулювання.

Перелік питань із безпеки руху має містити профілактику назріваючих конфліктних ситуацій з безпеки руху на тролейбусних і трамвайних маршрутах. Найбільш небезпечними з погляду конфліктності стають зупиночні пункти, які є місцями конкуренції між рухомим складом міського електротранспорту і автоперевізниками. Потрібно проводити пошуки інженерно-планувальних та інженерно-технічних рішень, направлених на зменшення конфліктності в умовах міської території.

1 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ

1.1 Підрозділи системи управління на різних стадіях забезпечення безпеки руху

Забезпечення безпеки руху починається задовго до експлуатації рухомого складу на лінії і охоплює комплекс підготовчих стадій, на кожній із яких вирішуються певні завдання.

Початковою стадією забезпечення безпеки руху є стадія проєктування і розробки. Проєктуванню підлягають усі головні елементи системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище». Рухомий склад і дорожнє середовище проєктують за вимогами нормативної документації, підлягають нормуванню і умови праці водія. Тому успішність виконання завдань щодо забезпечення безпеки руху на стадії проєктування залежить від наявності попередньо розроблених нормативних документів, які мають всебічно охоплювати весь процес проєктування і розроблення. Технічне гарантування безпеки руху на стадії проєктування і розроблення полягає в узгодженні проєктних рішень з Державною інспекцією з містобудування і управлінням Національної поліції.

Наступною стадією системи забезпечення безпеки руху є стадія створення. Протягом цієї стадії ведеться будівництво та інженерне облаштування шляхів для руху міського електротранспорту, формування відповідної дорожньої інфраструктури, виготовлення рухомого складу та підготовка водіїв до водіння. Головними особами приймальної комісії на цій стадії є працівники відділу міського управління Національної поліції та начальник служби безпеки дорожнього руху підприємства.

На стадії експлуатації безпека руху залежить від контролюючих органів – відповідного відділу міського управління Національної поліції та служби безпеки дорожнього руху підприємства. Крім цього, за безпеку руху на цій стадії відповідають:

- депо, до функцій яких входить утримання, ремонт і обслуговування рухомого складу. Функцією депо є забезпечення безвідмовності рухомого складу, що гарантується системою планово-попереджувальних ремонтів і діагностуванням;

- служба організації і планування руху міського електротранспорту, яка організує рух по маршрутам. Завданням цієї служби є встановлення таких експлуатаційних характеристик маршрутів і розробки розкладів руху, які гарантували б найвищі показники перевезень за дотримання умов безпеки руху;

- диспетчерські служби, які створюють контроль виконання руху на маршрутах трамваю і тролейбусу, забезпечують оперативне керівництво у разі затримок руху;

- служба колії та дорожньо-експлуатаційне управління, які займаються утриманням, прибиранням, обслуговуванням і ремонтом трамвайних шляхів і дорожніх одеж;
- монтажні-експлуатаційні підприємства, до функцій яких входить забезпечення проїзних частин розміткою, дорожніми знаками, розміщенням, живленням, експлуатацією і ремонтом світлофорних об'єктів;
- служба організації дорожнього руху, яка займається розробкою режимів роботи світлофорних об'єктів і відеонаглядом за дорожнім рухом;
- енергослужба, що відповідає за утримання, обслуговування і ремонт контактної-кабельної мережі та забезпечує живлення цих мереж;
- управління водопроводу та каналізаційне господарство, які обслуговують приймачі дощових стоків;
- підприємство міського освітлення доріг, яке відповідає за стан опори й світильників.

Головними функціями системи управління безпекою руху є організація дієвого оперативного контролю за станом безпеки руху на трамвайних і тролейбусних маршрутах.

Оперативний контроль роботи водіїв є одним із найбільш ефективних заходів всього комплексу системи управління безпекою руху, що спрямовується на попередження ДТП і охоплює:

- контроль виконання водіями вимог Правил дорожнього руху, Правил технічної експлуатації, службової інструкції та інших документів щодо забезпечення безпеки руху;
- вивчення умов руху на маршрутах, виявлення небезпечних в аварійному відношенні ділянок і місць;
- розробку і впровадження пропозицій щодо поліпшення безпеки руху на трамвайних і тролейбусних маршрутах.

Система оперативного лінійного контролю є постійно діючою і є чотирьох ступеневою системою [4].

1.2 Ієрархія підпорядкованості працівників безпеки руху та їхні обов'язки

Для організації роботи з безпеки руху міського електротранспорту на всіх рівнях управління створені служби безпеки дорожнього руху.

Робота щодо забезпечення безпеки дорожнього руху проводиться у міністерствах, центральних органах державної виконавчої влади, на підприємствах, у їхніх об'єднаннях, установах і організаціях, які мають на балансі рухомий склад і які займаються його експлуатацією. Завданнями забезпечення безпеки руху на підприємстві займається структурний підрозділ – служба безпеки дорожнього руху або окремі фахівці з цих питань [1].

Служба безпеки дорожнього руху міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади підпорядковується безпосередньо їхнім керівникам або за рішенням керівника – одному з його заступників. Служба безпеки дорожнього руху підприємства, об'єднань підприємств, установи, організації підпорядковується безпосередньо їхнім керівникам.

Служба безпеки дорожнього руху прирівнюється до основних виробничо-технічних служб і у своїй діяльності взаємодіє з відповідними підрозділами Нацполіції та іншими органами, діяльність яких пов'язана з безпекою дорожнього руху.

Усі документи, що розробляються структурними підрозділами міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади, підприємств, їхніх об'єднань, установ і організацій погоджуються із службою безпеки дорожнього руху з питань її повноважень [1].

Кожне підприємство має певну структуру підпорядкованості працівників, які відповідають за безпеку руху. Порядок підлеглості, кількість рівнів керування залежить від розмірів підприємства та його цілей.

У випадку коли підприємство має у своєму складі об'єднання окремих підприємств, наприклад трамвайно-тролейбусне управління та трамвайні і троллейбусні депо, то головним у структурі безпеки руху є начальник (директор) трамвайно-тролейбусного управління. Йому підпорядковується начальник служби безпеки дорожнього руху управління (СБДР). Його підлеглими є інженери, технологи; змінні чергові ревізори; начальники маршрутів, водій-наставники. Начальник маршруту знаходиться у підпорядкуванні начальника СБДР.

Водій-наставник підпорядковується безпосередньо начальнику маршруту й оперативно центральному диспетчеру служби руху [5].

Структура підпорядкованості працівників, які відповідають за безпеку руху у разі об'єднання окремих підприємств, подана на рисунку 1.1.

Водій під час виконання службових обов'язків безпосередньо підпорядкований начальнику маршрутів. Під час випуску з депо він має виконувати розпорядження диспетчера депо. Роботу водія на лінії контролюють центральний та лінійний диспетчер автоматизованої системи керування, водій-наставник, контролер-ревізор, робітники відділів експлуатації і безпеки руху підприємства, працівники поліції.

Начальнику служби безпеки дорожнього руху оперативно підпорядковані начальники відділів безпеки трамвайних і троллейбусних депо та інженери з безпеки всіх транспортних засобів, що є на балансі підприємства.

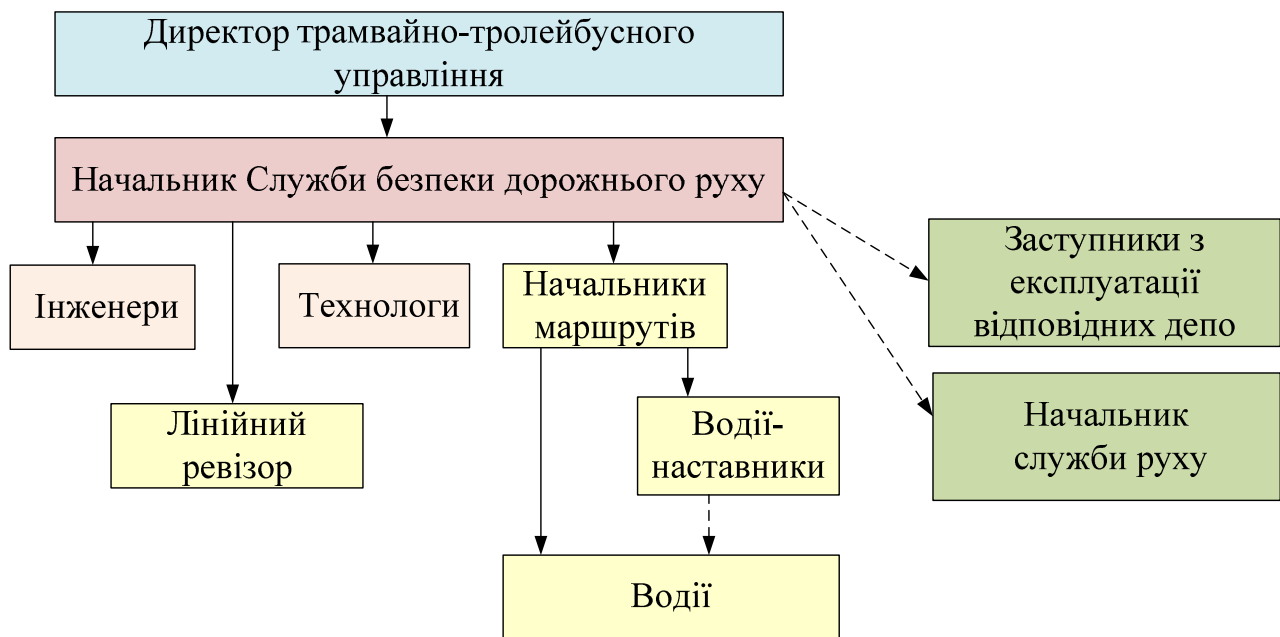


Рисунок 1.1 – Структура підпорядкованості працівників, які відповідають за безпеку руху у разі об'єднання окремих підприємств

Начальник СБДР очолює й координує роботу щодо забезпечення безпеки руху. Усі робітники СБДР, крім начальника, відповідають за один бік об'єзків. Начальник СБДР має заступника, що планує роботу інженерів СБДР на місяць.

До видів робіт інженерів служби безпеки дорожнього руху належать:

- оцінка під час оперативного контролю виконання водіями рухомого складу правил, інструкцій, наказів, інших керівних матеріалів щодо забезпечення безпеки руху;
- перевірка знання водіями правил дорожнього руху і правил технічної експлуатації трамваїв, тролейбусів;
- проведення інструктаж водіїв щодо особливостей роботи на лінії;
- перевірка якості підготовки рухомого складу перед випуском на лінію (у групі представників з інших депо);
- виїзд на місце аварії й дорожньо-транспортних пригод;
- участь у розслідуванні дорожньо-транспортних пригод та проведення їхнього аналізу і причин. Розробка заходів щодо їхнього усунення та запобігання;
- підтримка необхідного зв'язку з органами Нацполіції щодо питань безпеки руху;
- ведення відповідної документації: справи про ДТП, у яких знаходяться копії протоколів огляду, схеми ДТП, копії довідок (медичних, із депо про стан рухомого складу, довідки з гідрометеослужби і лікарні) і виписки з наказів про виконання за підсумками; оригінали актів перевірок, доповідних записок, копії наказів;

– участь у роботі атестаційної комісії, у комісії з проведення випробувань. Ведення обліку та аналізу аварій, а також випадків браку в роботі.

У разі, якщо депо є окремим структурним підрозділом, то співробітниками є заступник з експлуатації депо, начальники маршрутів, водій-наставник. Усіма питаннями безпеки руху на маршрутах депо займається начальник служби безпеки руху депо, у підпорядкуванні якого є інженер і технолог, лінійний ревізор із безпеки руху.

Начальник служби безпеки руху депо, на якого покладений обов'язок забезпечення безпеки руху рухомого складу депо, безпосередньо підлеглий директору депо, а оперативно начальнику служби руху.

Завданням депо є підготовка рухомого складу для роботи на лінії, яка забезпечувала би безпечні перевезення пасажирів. Цими питаннями в депо безпосередньо займається система випуску рухомого складу (рис. 1.2).

В основі системи випуску рухомого складу (рис. 1.2) перебувають: майстри виробничої бази депо, які відповідають за працездатний стан рухомого складу щоденного технічного обслуговування і ТО-1, майстер відділу технічного контролю, який засвідчує справність рухомого складу; черговий диспетчер випускаючий, який засвідчує готовність рухомого складу і водія до роботи; медичний робітник, який засвідчує працездатний стан водія; водій, на якого покладено завдання прийняти рухомий склад і стежити за його працездатністю під час руху по маршруту.

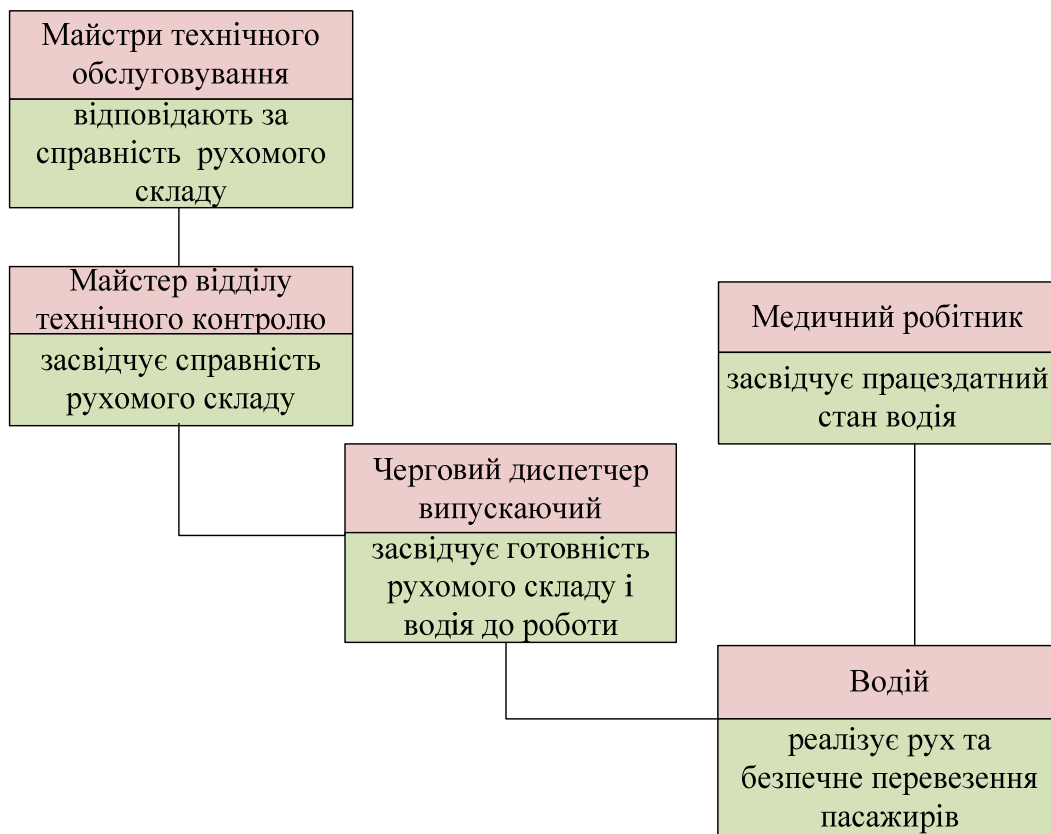


Рисунок 1.2 – Система випуску рухомого складу

Старшими стосовно служби безпеки дорожнього руху є органи Нацполіції. Працівники служби безпеки дорожнього руху мають виконувати всі їхні приписи. Функції працівників Нацполіції – здійснювати навчання, контроль і покарання. Навчання складається у підготовці курсантів під контролем реєстраційно-екзаменаційного відділу Нацполіції. Контроль за роботою міського електротранспорту щодо виконання Правил дорожнього руху виконує дорожньо-патрульна служба. У разі їхнього порушення начальник трамвайно-тролейбусного управління й начальник служби безпеки дорожнього руху караються адміністративно.

1.3 Типове положення про службу безпеки дорожнього руху підприємства міського електротранспорту

Положення про службу безпеки дорожнього руху підприємства міського електротранспорту має сприяти підвищенню ефективності лінійного контролю роботи водіїв на лінії та заходів щодо попередження транспортної дисципліни та ДТП, систематизації контролю на лінії, максимального та цілеспрямованого залучення до контролю всіх категорій працівників, наданням допомоги водіям в їхній роботі на лінії, покращенням якості звітності для обробки інформації з лінії та вироблення найбільш ефективних заходів щодо усунення виявлених недоліків та порушень. Система управління безпекою руху має здійснюватися відповідно і на підставі вимог усіх керівних документів щодо безпеки руху та Правил дорожнього руху.

Служба безпеки дорожнього руху створюється як структурний підрозділ підприємства міського електротранспорту з метою організації роботи з попередження дорожньо-транспортних пригод та підвищення ефективності використання рухомого складу.

Служба безпеки руху у своїй діяльності керується чинними законодавчими актами України, нормативними актами, що діють у сфері безпеки дорожнього руху.

Служба безпеки руху вирішує покладені на неї завдання в тісній взаємодії з іншими службами, підрозділами МВС України, дорожніми та комунальними організаціями, а також громадськими організаціями, діяльність яких пов'язана із забезпеченням безпеки дорожнього руху.

Головними завданнями та обов'язками служби безпеки руху є:

- розроблення та проведення заходів, спрямованих на забезпечення безпеки дорожнього руху, вивчення та поширення позитивного досвіду щодо забезпечення безпеки дорожнього руху;

- виховання у водійського складу та інших працівників почуття високої відповідальності за забезпечення безпеки перевезень, підвищення професійної майстерності водіїв;

- здійснення контролю за діяльністю інших служб і підрозділів, пов'язаних із вирішенням питань забезпечення безпеки дорожнього руху;
- аналіз стану аварійності та фактів порушення вимог із безпеки дорожнього руху, розроблення разом із відповідними структурними підрозділами заходів щодо запобігання їм і контролю за проведенням цих заходів;
- здійснення виїздів на всі ДТП, затримки руху трамвая і тролейбуса, проведення службового розслідування, встановлювання конкретних винуватців пригод;
- облік і подання в установленому порядку органам державної виконавчої влади звітної інформації про дорожньо-транспортні пригоди та їхні наслідки;
- розробка або участь у розробці наказів, вказівок, інструкцій та інших нормативних документів з питань забезпечення безпеки руху.

Служба безпеки дорожнього руху здійснює постійний контроль за:

- якістю підготовки, підвищенням кваліфікації та професійної майстерності водіїв, бере участь у роботі атестаційної комісії з підвищення кваліфікації водіїв;
- стажуванням водіїв, роботою водіїв-наставників та інструкторів із безпеки руху, а також за дотриманням порядку допуску водіїв до керування рухомим складом;
- організацією проведення інструктажів водіїв про особливості експлуатації трамвая і тролейбуса в різних умовах, дотримання режиму їхньої праці та відпочинку;
- організацією передрейсових медоглядів водіїв, дотриманням установчих термінів медичного переосвідчення.

Служба безпеки дорожнього руху систематично:

- здійснює звірку даних про ДТП із даними Нацполіції;
- бере участь у проведенні державних, обласних заходів, пов'язаних із забезпеченням безпеки дорожнього руху (огляди, конкурси та ін.);
- надає кваліфікацію водіям за класністю і стажувальні листи; веде картотеку водіїв пасажирського та спеціального електротранспорту підприємств управління.

Служба безпеки дорожнього руху має право:

- проводити перевірки роботи інших служб і підрозділів щодо виконання ними законодавчих та інших нормативних актів, які регламентують питання забезпечення безпеки дорожнього руху, вносити керівництву підприємства пропозиції щодо усунення виявлених порушень;
- давати обов'язкові для виконання приписи керівникам інших служб і підрозділів із питань забезпечення безпеки дорожнього руху та контролювати їхнє виконання;

– розглядати та давати висновки щодо проєктів документів, що стосуються забезпечення безпеки дорожнього руху, підготовлених іншими службами та підрозділами;

– забороняти випуск на лінію рухомого складу або повертати їх із лінії у разі виявлення технічних несправностей, що загрожують безпеці дорожнього руху;

– перевіряти у водіїв на лінії наявність книжки водія та посвідчень на право керування рухомим складом, талонів до них, шляхових листів. Робити записи в шляхових листах у разі виявлення порушень Правил дорожнього руху та інших нормативів із питань безпеки перевезень;

– відстороняти в установленому порядку від роботи водіїв рухомого складу, стан або дія яких загрожує безпеці дорожнього руху;

– вносити пропозицію адміністрації про заохочення працівників служб і підрозділів за досягнуті успіхи в роботі щодо забезпечення безпеки дорожнього руху, а також клопотати про притягнення до відповідальності осіб, які не виконують нормативних актів із питань забезпечення безпеки дорожнього руху.

1.4 Планування роботи з безпеки руху на підприємствах міського електротранспорту

Підприємство міського електротранспорту планує і виконує роботу з безпеки руху, яка передбачає розроблення і реалізацію заходів щодо усунення або зведення до мінімуму ризиків виникнення дорожньо-транспортних пригод [2, 3]. План заходів щодо забезпечення безпеки дорожнього руху трамвайно-тролейбусного підприємства має містити:

1) організацію проведення держтехоглядів згідно з затвердженими графіками і щорічним державним технічним оглядом об'єктів міського електричного транспорту (відповідальні – керівники підприємств міського електротранспорту);

2) організацію проведення на постійній основі інструктажів водіїв трамваїв і тролейбусів щодо надання послуг особам з обмеженими фізичними можливостями (відповідальні – керівники підприємств, начальники депо, начальники відділів (служб) безпеки руху, експлуатації підприємств міського електричного транспорту);

3) організацію проведення щомісячно, щоквартально, щорічно обліку та аналізу дорожньо-транспортних пригод відповідно до встановлених вимог з прийняттям заходів щодо їхнього попередження (відповідальні – начальники відділів (служб) безпеки руху підприємств міського електротранспорту);

4) забезпечення щомісячно, щоквартально виконання заходів річного і поточних планів підприємств міського електротранспорту з безпеки дорожнього руху (відповідальні – керівники підприємств, начальники депо,

начальники відділів (служб) безпеки руху підприємств міського електротранспорту);

5) забезпечення на постійній основі виконання вимог нормативно-правових актів, нормативно-технічних документів, стандартів щодо технічного обслуговування, ремонтів об'єктів міського електротранспорту та забезпечення безпеки пасажироперевезень (відповідальні – керівники підприємств, начальники депо, начальники відділів (служб) експлуатації підприємств міського електротранспорту);

6) організацію проведення щоквартальних перевірок експлуатаційних депо з питань забезпечення безпеки руху (відповідальні – начальники відділів (служб) безпеки руху підприємств міського електротранспорту);

7) організацію проведення на постійній основі оперативного контролю з безпеки руху відповідно до встановлених вимог (відповідальні – керівники підприємств, начальники депо, начальники відділів (служб) безпеки руху підприємств міського електротранспорту);

8) організацію проведення виробничих інструктажів з безпеки руху та стажування з водіями трамваїв і тролейбусів відповідно до встановлених вимог (відповідальні – керівники підприємств, начальники депо, начальники відділів (служб) безпеки руху підприємств міського електротранспорту);

9) забезпечення проведення передрейсового, міжрейсового та післярейсового медичних оглядів водіїв трамвайних вагонів і тролейбусів (відповідальні – начальники відділів (служб) безпеки руху підприємств міського електротранспорту);

10) забезпечення контролю за дотриманням вимог «Положення про робочий час і час відпочинку водіїв трамвая і тролейбуса» під час планування режиму праці і відпочинку водіїв трамвая та тролейбуса (відповідальні – керівники підприємств, начальники депо, начальники відділів (служб) експлуатації підприємств міського електротранспорту);

11) організацію проведення перевірок знань водіями та лінійно-технічними працівниками Правил дорожнього руху, Правил експлуатації трамвая та тролейбуса, Правил користування трамваем і тролейбусом в містах України, посадових інструкцій згідно з річним планом підприємств міського електротранспорту (відповідальні – начальники відділів (служб) безпеки руху підприємств міського електротранспорту);

12) організацію контролю за технічним станом рухомого складу (трамвай, тролейбус), трамвайної колії, контактної мережі (відповідальні – керівники підприємств, начальники депо, начальники відділів (служб) безпеки руху, служби колії, технічного контролю, енергогосподарства підприємств міського електротранспорту);

13) організацію контролю за дотриманням встановлених вимог щодо експлуатації трамвая та тролейбуса на маршрутах з важкими умовами руху

згідно з планом, затвердженим керівником підприємства міського електротранспорту (відповідальні – керівники підприємств, начальники депо, начальники відділів (служб) безпеки руху, експлуатації підприємств міського електротранспорту);

14) організацію проведення на постійній основі обстеження маршрутів міського електричного транспорту та здійснення аналізу аварійності, розробки заходів щодо удосконалення організації дорожнього руху на маршрутах міського електротранспорту (відповідальні – начальники відділів (служб) безпеки руху підприємств міського електротранспорту);

15) організація з підготовки об'єктів міського електричного транспорту до експлуатації в осінньо-зимовий період (відповідальні – керівники підприємств, начальники депо міського електротранспорту);

16) організація і проведення щотижня днів безпеки руху (відповідальні – керівники підприємств, начальники депо, начальники відділів (служб) безпеки руху підприємств міського електротранспорту).

1.5 Контроль дотримання вимог безпеки руху на лінії

Контроль за виконання водіями Правил дорожнього руху, Правил експлуатації трамвая і тролейбуса, посадової інструкції та інших нормативних документів здійснюють за планом інженери служби безпеки дорожнього руху (СБДР) [4]. Для проведення контролю начальник СБДР готує розпорядження, яке стосується інженера СБДР і заступника начальника відділу експлуатації депо. Для проведення контролю залучають начальників маршрутів, водіїв-наставників, водіїв депо, які не пов'язані із ділянками і маршрутами, що підлягають контролю. Інженер СБДР збирає залучених до контролю осіб та відповідно інструктує їх.

Контроль може бути суцільним, який охоплює усі маршрути, задля виявлення порушень і оцінки дотримання правил безпеки серед усіх водіїв підприємства, та вибірково. Вибірковий контроль проводять для того, щоб оцінити роботу окремих водіїв, які претендують на підвищення класу кваліфікації, його підтвердження або відновлення, та тих водіїв, які мали певні порушення або були учасниками дорожньо-транспортної пригоди тощо.

Якість керування рухомим складом контролюючі особи оцінюють шляхом співставлення фактичних дій водія з вимогами нормативних документів [8, 11] для конкретних ситуацій на маршруті.

Особи, які здійснюють контроль, можуть перебувати [4]:

– у кабіні рухомого складу у випадках, що передбачені [8], та у салоні рухомого складу (контролююча особа в цьому випадку спостерігає за виконанням контрольних-показових поїздок водіїв);

– поблизу рухомого складу на місці відстою;

- на зупиночному пункті;
- на тротуарах та пішохідних доріжках, поблизу місць розташування спецчастин контактної мережі та колії, на поворотах, біля світлофорних об'єктів та пішохідних переходів, на ділянках із небезпечними умовами руху.

Бригада залучених осіб оцінює дотримання вимог безпеки руху за такими видами:

1) контроль безпеки руху під час заїзду до зупиночного пункту, що полягає у спостереженні за швидкістю і уповільненням рухомого складу, правильністю розташування його стосовно знаку зупинки, своєчасністю відкриття дверей та оголошення зупинки;

2) контроль безпеки руху під час відправлення з зупиночного пункту полягає в оцінці своєчасного закриття дверей, контролю водієм трамвая правого боку, контролю водієм тролейбуса лівого боку, вибору початкового прискорення, своєчасного увімкнення водієм тролейбусу сигналу повороту у разі виїзду з «кишені»;

3) контроль безпеки руху під час виконання лівих і правих поворотів полягає в оцінці своєчасного увімкнення сигналів повороту і правильного перестроювання у разі виконання лівого повороту тролейбуса, слідування сигналам світлофорів, наближення до тротуару, вибору режиму й швидкості руху для перетинання перехрестя і пішохідних переходів;

4) контроль безпеки руху під час проїзду світлофорів і знаків обмеження полягає у фіксуванні обраних режиму й швидкості руху; вибору уповільнення (плавності руху); розташування рухомого складу під час зупинки стосовно стоп-лінії;

5) контроль безпеки руху на вільних ділянках маршрутів оцінює вибір режиму руху; відповідність швидкості стану дорожнього покриття та трамвайного шляху;

6) контроль безпечного проїзду зтяжних ухилів полягає в оцінці дій водія, а саме обов'язковість зупинки перед ухилом та перевірки справності гальмівної системи;

7) контроль безпеки руху під час проїзду трамвая по стрілочним переводам оцінює вибір швидкості руху, порядок наближення наступного вагону та порядок роз'їзду зустрічних вагонів у кривій трамвайного шляху.

Усі порушення, які були виявлені на лінії контролюючою бригадою, фіксують у журналі проведення оперативного контролю за єдиною думкою. У журнал записують інвентарний номер рухомого складу, номер маршруту, визначають класифікацію порушень. За виявленими порушеннями начальник СБДР підготовлює припис, який передають начальникові депо, на якого покладається контроль за виконанням прийнятих рішень.

Крім організованих рейдів безпеки руху, кожного дня також проводять контроль за роботою водіїв лінійні ревізори безпеки руху, начальники

маршрутів, водії-наставники і, за наявності, диспетчера кінцевих і проміжних пунктів.

1.6 Облік порушення вимог безпеки руху, заподіяні водіями трамваїв і тролейбусів

Облік порушення правил дорожнього руху виконує інженер з безпеки руху підприємства або СБДР. Виявлені недоліки він реєструє в спеціальному журналі, в якому записані усі порушення Правил дорожнього руху, Правил експлуатації рухомого складу, а також його дрібні поломки і допущені при цьому легкі травми людей.

Крім цього, на кожного водія заводять особисту картку встановленої форми. До неї заносять усі допущені водієм порушення правил дорожнього руху, скоєні ним дорожньо-транспортні пригоди, а також вжиті стосовно цих ДТП заходи органами внутрішніх справ, адміністрацією і громадськими організаціями підприємства. В особисту картку записують також виконаний водієм пробіг за кожен рік роботи. Підставою до заповнення особистої картки послугують записи в журналі обліку дорожньо-транспортних пригод і обліку порушень правил руху.

Особисті картки є документом, за якими оцінюють дисциплінованість водіїв, за відомостями з них закріплюють новий рухомий склад за водіями, та розподіляють водіїв за маршрутами (на маршрутах з тяжкими умовами руху дозволяється працювати більш кваліфікованим і відповідальним водіям).

Матеріали обліку ДТП теж дають можливість аналізувати стан дисципліни водіїв під час підведення підсумків роботи підприємства та розробляти напрямки проведення виховної роботи з водіями.

За аналізом дорожньо-транспортних пригод встановлюють причини і чинники, що сприяли їхньому виникненню. У висновках за результатами проведеного аналізу вказують, які встановлені норми і правила порушені водієм або іншим учасником руху, які недоліки в роботі підприємства або інших організацій сприяли виникненню пригоди, надаються пропозиції щодо їхнього усунення.

Отже, акт службового розслідування, у якому встановлені причини пригоди, зроблені висновки і подані пропозиції є повним аналізом цієї пригоди. Результати аналізу обговорюються на зборах підприємства, а запропоновані заходи вносяться в квартальний план роботи служби безпеки руху і оголошуються наказом.

Проте для встановлення причин аварійності на підприємстві необхідно проводити аналіз усіх дорожньо-транспортних пригод, що виникли за встановлений звітністю період часу – за місяць, квартал, рік. Аналіз за звітний період часу дає можливість встановити зміни у кількості пригод, постраждалих

людей і розміри матеріального збитку за порівнянний період минулого року, а також узагальнити причини, що викликали ці пригоди. Необхідні дані для аналізу пригод за вказаними напрямками беруться з журналу обліку пригод, актів службового розслідування і журналу обліку порушень правил дорожнього руху. Вони заносяться до журналу аналізу дорожньо-транспортних пригод.

1.7 Дії посадових осіб під час дорожньо-транспортних пригод

Дії посадових осіб під час дорожньо-транспортних пригод умовно поділяють на чотири фази.

Перша фаза – це фаза оповіщення і обмін інформацією про пригоду. Інформація про дорожньо-транспортну пригоду може надійти у відповідні служби від будь-якої особи. Завданнями служб є доведення інформації до інших служб, використовуючи прямі канали зв'язку. Посадові особи під час дорожньо-транспортної пригоди мають діяти спільно і надавати одна одній необхідну інформацію.

Отже, інформація про ДТП може надійти від водія рухомого складу – учасника пригоди, якщо він не постраждав. Відповідно до Посадової інструкції водія, він має повідомити про пригоду в органи внутрішніх справ, швидку допомогу та сповістити представників свого підприємства: довести інформацію до центрального диспетчера, зв'язатися з фахівцем служби безпеки дорожнього руху або, в разі його відсутності в штаті підприємства, зі своїм безпосереднім керівником. Для цього водій має скористатися усіма можливими засобами зв'язку: радіозв'язком, телефоном, попросити передати повідомлення водієві зустрічного рухомого складу, перехожих тощо [8].

Робітники швидкої допомоги у разі надходження до них повідомлення про ДТП під час розмови телефоном уточнюють, яка пригода сталася (зіткнення, наїзд тощо), місце аварії (адреса, можливі під'їзди до місця), кількість постраждалих, тяжкість їхнього ураження, записують номер телефону та прізвище особи, яка викликає швидку допомогу. Диспетчер швидкої допомоги повинен за отриманою інформацією оцінити наслідки пригоди, а саме за кількістю постраждалих і загиблих визначити потрібну кількість бригад та необхідне екіпірування машин швидкої допомоги.

Якщо пригода є тяжкою аварією, диспетчери швидкої допомоги розподіляють між собою обов'язки: один починає оповіщення і здійснює взаємодію між службами, другий продовжує управління бригадами і приймає всі повідомлення, що мають відношення до поточної пригоди. Починається оповіщення прямим телефоном чергового диспетчера МВС, який має обмінюватися інформацією про наслідки ДТП з диспетчером швидкої допомоги. Якщо черговий диспетчер МВС перший приймає повідомлення про

ДТП, тоді він повинен викликати на місце пригоди швидку медичну допомогу, направити до місця пригоди найближчий наряд патрульної поліції.

Звістка про ДТП до органів поліції може надійти від служби організації і регулювання дорожнім рухом, робітники якої стежать за допомогою відеокамер або відеодетекторів за станом транспортних потоків, а також від громадян, які стали очевидцями або учасниками пригоди.

Інформацію про ДТП може отримати диспетчер автоматизованої системи диспетчерського керування, який визначає можливість ДТП, за зупинкою руху і зв'язується з водієм каналом зв'язку (для визначення причини зупинки). Він має передати отриману інформацію центральному диспетчеру.

Центральний диспетчер, отримавши інформацію про ДТП повинен у найкоротший термін організувати виїзд на місце ДТП технічної, медичної та іншої допомоги та проводити радіопереговори і консультації про стан учасників пригоди.

Центральний диспетчер, зі свого боку, має уточнити достовірність отриманої інформації і передати її черговим диспетчерам МВС і швидкої допомоги. Крім того, центральний диспетчер має з'ясувати чи не має загоряння рухомого складу, обриву контактного проводу, наявних пошкоджень дороги або трамвайного шляху і, у разі необхідності, має зв'язатися з відповідальними службами та здійснювати контроль за виїздом чергових бригад та груп посадових осіб трамвайно-тролейбусного управління. Він сповіщає:

- керівництво рухом (головного інженера трамвайно-тролейбусного управління, який виїздить на місце ДТП);

- начальника служби безпеки дорожнього руху, який разом з інженером своєї служби організує виїзд на місце ДТП;

- заступника з оперативного керівництва, начальника службу руху, які виїжджають на місце ДТП;

- начальника або головного інженера службу рухомого складу – вони організують виїзд;

- представників відповідного депо: начальника депо або його заступника з експлуатації, фахівця з безпеки руху – вони організують виїзд на місце пригоди;

- представник служби електропостачання – він виїздить до місця ДТП у разі обриву контактного проводу;

- представники служби шляху, служби експлуатації доріг – вони організують виїзд у разі виникнення ДТП, впливовий фактор якого належить до сфери їхньої компетенції.

Друга фаза дій посадових осіб під час ДТП – це уточнення й організація початку робіт на місці ДТП і в структурних підрозділах підприємства. На підставі уточненої інформації про обставини ДТП відповідними службами підприємства організовується збір документів:

– у депо на рухомий склад (довідка про стан рухомого складу: строк його експлуатації, виконаний пробіг, види й кількість ремонтів, режим роботи випуску на цей день, виписка із книги заявок);

– у відділі кадрів збирають дані на водія (термін роботи, класність, які були порушення, які здійснені ДТП, періодичність проходження інструктажів тощо);

– у службі шляху і в служби електропостачання – технічні паспорти ділянки з довідками про термін обслуговування та ремонту шляху і контактної кабельної мережі;

– у службі експлуатації доріг – технічний паспорт ділянки з довідками про термін обслуговування та ремонту.

Водій тролейбусної машини (трамвайного вагону), знаходячись на місці ДТП, не повинен порушувати розташування рухомого складу, переміщати предмети, що мають відношення до пригоди. Він повинен включити аварійну світлову сигналізацію, встановити знак аварійної зупинки і забезпечити вихід пасажирів із салону через одні двері, а під час надзвичайної ситуації (пожежі, перекидання) він має допомогти пасажирам покинути салон [8].

Незважаючи на наслідки пригоди, робітники поліції, прибувши на місце ДТП, мають швидко оцінити обстановку з тим, щоб подати попередню інформацію про пригоду до чергової частини підрозділу МВС для направлення на місце ДТП чергової патрульної машини з інспектором та слідчим МВС (для встановлення ознак злочину).

На місці пригоди представники поліції мають забезпечити власну безпеку шляхом увімкнення пробліскових маячків, аварійної світової сигналізації, виставлення знаку аварійної зупинки, огороження місця ДТП фішками та спеціальною стрічкою. З метою збереження слідів й інших об'єктів на місці ДТП необхідно виключити можливість порушення обстановки місця пригоди до її огляду і забезпечити її фіксацію. Для цього організується охорона місця пригоди, а в необхідних випадках обмежують або змінюють рух транспорту. Охорона місць ДТП належить до головних і складних завдань поліцейських, тому що зона цих пригод може підпадати під вплив навколишнього середовища, кліматичних факторів, дій в результаті проведення аварійно-рятувальних робіт, привернення уваги великої кількості людей, які можуть знищити або зіпсувати сліди своїми необережними діями, що призводить до суттєвого змінювання обстановки та втрати речових доказів [17].

Завданням робітників МВС на місці ДТП є встановлення осіб-учасників та отримання від них документів (посвідчення водія, свідоцтва про реєстрацію транспортного засобу, договору обов'язкового страхування власників наземних транспортних засобів); від водія трамвая (тролейбуса) – посвідчення на водіння, технічного журналу на рухомий склад, шляхового листа. Після цього представники поліції здійснюють необхідні заміри, складають схему ДТП,

оформлюють інші матеріали, за необхідністю проводять оцінку стану сп'яніння та видають учасникам ДТП належні документи про пригоду [18].

У разі, якщо в місці ДТП рух транспорту обмежується, а рух електричного транспорту стає неможливим, центральний диспетчер має організувати об'їзд місця ДТП іншими вулицями згідно з розробленими на підприємстві маршрутами обхідного руху. Це розпорядження доводиться до диспетчерів автоматизованої системи диспетчерського керування, а за її відсутності – до диспетчерів кінцевих станцій та проміжних пунктів. Рухомий склад, який неможливо направити об'їзним шляхом і розвернути, залишають на місці до тих пір, поки не будуть проведені усі слідчі дії на місці ДТП і відновиться рух.

Якщо фіксація місця дорожньо-транспортної пригоди загрожує життю або здоров'ю потерпілих, то за розпорядженням лікаря швидкої допомоги обстановка місця ДТП може бути змінена. У цьому випадку перший прибулий з представників посадових осіб має записати, як і за якою причиною була порушена фіксація обстановки ДТП, а лікар швидкої допомоги має надати свідчення після надання допомоги потерпілому або після доставки його до лікарняного заходу у відділку поліції.

До обов'язку інженерів служби безпеки дорожнього руху входить проведення особистих слідчих дій на місці ДТП: вони мають узяти інформацію в першій прибулої особи, записати прізвища, імена, адреси та інші дані свідків. Паралельно з оперативним працівником МВС інженер служби безпеки дорожнього руху складає протокол огляду місця ДТП, беручи участь у цьому як понятий. Після прибуття до свого управління інженер служби безпеки дорожнього руху складає рапорт, у якому вказує усі обставини ДТП, заносить відомості до журналу ДТП та в установлений термін сповіщає найвищі органи про обставини ДТП [1].

Третя фаза дій посадових осіб на місці ДТП полягає в ліквідації наслідків пригоди. На цій стадії закінчуються роботи на місці дорожньо-транспортної пригоди.

Працівник МВС дає дозвіл на рух транспорту. Загальне керівництво за рухом трамвая або тролейбуса покладається на головного інженера управління. Свої розпорядження він дає керівникам підрозділів. Центральний диспетчер, отримавши таку команду, організовує заходи щодо відновлення порушеного руху. На диспетчерів керування рухом покладається завдання поновити рух на маршруті за існуючим розкладом. Ті рухомі одиниці, які були направлені обхідним рухом, мають бути повернуті на маршрут, а відправлення рухомого складу з кінцевих пунктів має бути організовано з рівними інтервалами.

Водія рухомого складу, якщо він не поранений, відправляють на медсудекспертизу, а пошкоджений рухомий склад – до депо. Якщо рухомим складом через ушкодження не може самостійно створювати рух, центральний

диспетчер викликає аварійну бригаду для його буксирування або техніку для повернення трамвайного вагону до колії. Начальник депо має забезпечити охорону рухомого складу, що потрапив у ДТП, на певному майданчику. Охорона цього рухомого складу має передаватися по змінах під підпис до тих пір, поки не закінчиться проведення експертизи.

Відомості про ДТП, виникненню яких сприяли незадовільні дорожні умови, передають дорожнім і комунальним організаціям.

Працівники технічних служб мають забезпечити відновлення місця ДТП: прибрані усі уламки, сліди, встановлені пошкоджені опори, стійки, контактна мережа та прийняті усі заходи із забезпечення екологічної безпеки.

На четвертій стадії дій посадових осіб проводиться узагальнення й розробка заходів щодо попередження наслідків ДТП. Цю роботу виконує служба безпеки дорожнього руху.

Інформацію про ДТП підприємство має надати Головній держтехінспекції протягом однієї робочої доби і надіслати поштою на її адресу за встановленою формою всі обставини пригоди протягом тижня від дати дня її скоєння.

Матеріали дорожньо-транспортної пригоди надходять до відділу по ДТП в патрульній поліції, де вони перебувають 10 днів і далі їх надсилають до суду.

Працівники служби безпеки дорожнього руху, використовуючи усі зібрані документи із відповідних підрозділів, вивчають їх для встановлення причини ДТП.

Інженер служби безпеки дорожнього руху організовує зустрічі з підозрюваними, бере пояснювальні записки, які можуть бути противагою обвинувачення.

Проводять розслідування на підприємстві або в його структурному підрозділі (депо), до якого належить рухомий склад – учасник пригоди. Експертизу дорожньо-транспортних пригод за участю трамвайних вагонів і тролейбусів на підприємствах міського електротранспорту проводять згідно з Положенням про порядок службового розслідування дорожньо-транспортних пригод на міському електротранспорті і Правил дорожнього руху [9, 11].

Інженер служби безпеки дорожнього руху приймає участь у комісії підприємства, яка має оцінити можливу причетність незадовільного стану рухомого складу в пригоді. Якщо з відділу дізнання до підприємства надходить телеграма про необхідність проведення товарознавчої експертизи, то експерти разом з головним інженером депо, майстром відділу технічного контролю, начальником служби безпеки дорожнього руху оглядають рухомий склад та складають акт огляду трамвая або тролейбуса, у якому визнають виявлені ушкодження та матеріальний збиток.

Інженер служби безпеки дорожнього руху обмінюється інформацією зі службою МВС та бере участь у процесі слідства як представник юридичної особи.

Суд має протягом двох місяців винести постанову про порушення карної справи, якщо є потерпілі (травмовані, загиблі) у ДТП і встановлена вина водія рухомого складу. Якщо немає потерпілих у ДТП після закінчення строку і, з боку учасників ДТП не має заперечень, суд виносить постанову про відмову в порушенні карної справи. Якщо винесена відмова в порушенні кримінальної справи, тоді копію постанови передають до районного суду для вжиття заходів адміністративного впливу. Копію постанови направляють прокуророві – про ухвалене рішення повідомляють зацікавленим особам.

Після закінчення слідства начальник служби безпеки дорожнього руху випрошує у представника МВС копію обвинувального висновку для пред'явлення регресного позову винного у ДТП водія щодо компенсації витрат на ремонт. Про всі обставини ДТП сповіщають Головну держтехінспекцію міського електротранспорту [1].

Закінчується слідство узагальненим проектом наказу по підприємству (депо). У проекті наказу коротко викладаються обставини ДТП, безпосередню причину, наслідком чого стала ця причина, оформлюють змістовну частину (покарання й вимоги). Ця інформація доводиться до водія під підпис. Служба безпеки дорожнього руху організує контроль за ходом виконання обговорених у наказі строків.

2 АНАЛІЗ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД НА ПІДПРИЄМСТВАХ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

2.1 Види дорожньо-транспортних пригод

Дорожньо-транспортною пригородою називають подію, що сталася під час руху транспортного засобу та призвела до загибелі чи поранення людей або до матеріального збитку.

Розрізняють декілька видів дорожньо-транспортних пригод, тому існує потреба в їхній певній систематизації. Під час проведення слідчої й експертної практики використовують загальну класифікацію дорожньо-транспортних пригод за видами [14–16].

Класифікація дорожньо-транспортних пригод на міському електротранспорті має деякі відмінності від загальної класифікації і представлена такими видами:

- *зіткнення;*
- *наїзди;*
- *падіння;*
- *схід вагонів;*
- *перекидання;*
- *обрив контактного проводу.*

Зіткненням називають ДТП, у якому беруть участь щонайменше двоє рухомих транспортних засобів. Зіткнення рухомого складу з іншим (або декількома) рухомими транспортними засобами бувають попутними, зустрічними, створювані під певним кутом та дотичні.

Зіткнення є найпоширенішим видом ДТП, а зустрічні є найнебезпечнішими. Частіше вони трапляються на перехрестях доріг та на перегонах через виїзд на зустрічну смугу руху тролейбуса або неконтрольованого заїзду на смугу руху тролейбуса зустрічних транспортних засобів. Зіткнення трамвайних вагонів із транспортними засобами частіше трапляється на трамвайних шляхах, що прокладені на одному рівні з проїзною частиною.

У попутному зіткненні може брати участь декілька транспортних засобів. Головною причиною таких зіткнень вважають недотримання дистанції.

Створювані під певним кутом (бічні) зіткнення вважають менш небезпечними, але вони трапляються дуже часто. Зазвичай такі зіткнення трапляються на перегонах під час маневрування або на перехрестях через недотримання правил пріоритетного руху.

Дотичні зіткнення є найменш небезпечними і трапляються під час перестроювання до інших смуг руху.

Наїзди відрізняються від зіткнень тим, що в наїзді бере участь один рухомий транспортний засіб. *Наїзди* поділяють на наїзд на пішохода, наїзд на стоячий транспортний засіб та наїзд на нерухому перешкоду.

Наїзди трапляються через неухважність як водіїв, так і пішоходів і велосипедистів. Сприяє створенню наїздів погане забезпечення видимості.

Наїзд на нерухому перешкоду – це випадок, під час якого рухомий склад вдаряється у дорожній стовп, пішохідне огороження, дерево, світлофорну колонку, бордюр, тимчасове ремонтне спорудження на дорозі тощо.

Транспортні засоби створюють наїзди на людей, які не є учасниками руху – пасажирів, які очікують транспорт на зупиночному пункті, пішоходів, які рухаються тротуаром. Причиною таких наїздів є несправність гальмівних систем рухомого складу, рульового керування, або втрачання керованості рухомим складом через несправність ходових частин і поганого зчеплення з поверхнею дороги.

До *падінь* належать *падіння* пасажира в салоні під час руху, падіння під час входу та виходу пасажира з рухомого складу, падіння пасажира із салону на проїзну частину та падіння голівки струмоприймача (штанги) тролейбуса.

Причиною падіння пасажира в салоні під час руху є різке гальмування, яке виконує водій рухомого складу, щоб запобігти зіткненню або наїзду. Перш ніж запобігти зіткненню або наїзду, водій має прийняти одне із рішень: запобігти наїзду або зберегти пасажирів у салоні. Часто постраждалими у таких ДТП є кондуктори рухомого складу, які пересуваючись салоном під час продажу квитків не мають неможливості постійно триматися за поручні.

Трапляються падіння, які супроводжуються потраплянням пасажира під рухомий склад після незавершеної висадки або на початку посадки. Такі ситуації спостерігають у періоди, коли проїзна частина є слизькою, а пасажир недостатньо міцно тримається за поручень і, потрапивши під рухомий склад знаходиться не в полі зору водія, який, не помітивши небезпеки, передчасно закриває двері і починає рух.

Падіння пасажира із салону на проїзну частину стається через мимовільне відкриття дверей під час руху, що є причиною несправності систем керування дверима і їхньої механічної поломки.

Падіння голівки струмоприймача (штанги) тролейбуса стається під час проїзду тролейбусом спецчастин контактної мережі і трапляється дуже рідко, але може бути причиною травмування та загибелі випадкових перехожих. До падінь зараховують раптове падіння вантажу попереду трамваю або тролейбусу з іншого транспортного засобу.

Схід вагонів із рейок розрізняють на прямих ділянках шляху, на повороті або стрілочному переводі. Головною причиною таких сходів є недотримання водієм трамваю швидкості і режиму руху, незадовільний стан системи керування (блокування) стрілочних переводів, поганий стан трамвайної колії.

Схід трамвайних вагонів супроводжується тривалими затримками в русі, тому що витрачається багато часу, щоб повернути трамвайний вагон на колію. Крім цього, схід вагону може супроводжуватися його перекиданням, що має дуже тяжкі наслідки.

Отже, *перекидання* властиво трамвайному вагону в наслідок його сходу з рейок. Перекидання тролейбусу в умовах міста неможливо, тому що перекидання виникає під час руху з великою швидкістю. Можливі випадки на міжміських маршрутах, коли тролейбус втрачає керованість на прямій ділянці дороги або на повороті, що супроводжується з'їздом з траси і, в подальшому, перекиданням.

Обрив контактного проводу мережі електричного транспорту прираховують до ДТП тому, що цьому випадку притаманні усі наслідки, що визначенні поняттям «дорожньо-транспортна пригода» [4]: воно стається під час руху, має матеріальні збитки, пов'язані з відновленням контактної мережі і затримок під час руху і може привести до загибелі і пораненню людей.

Не належить до ДТП пожежа на рухомому складі – її прираховують до надзвичайної ситуації. Якщо будь-яка пригода трапляється на території депо, то її класифікують як нещасний випадок на виробництві.

Необхідно зазначити, що кожний вид ДТП може бути наслідком іншого, що утруднює їхній облік.

2.2 Причини дорожньо-транспортних пригод

Для того щоб вживати дієві заходи з попередження дорожньо-транспортних пригод, необхідно знати причини, що сприяють їхньому виникненню.

Класифікація дорожньо-транспортних пригод послуговує елементом з'ясування причини ДТП. Вона дає змогу явно вказати ступінь провини учасників, правильно врахувати ступінь матеріального збитку, є підставою у разі класифікації ступеня винності (адміністративної, кримінальної) в залежності від завданої потерпілим шкоди.

З'ясування причин ДТП – дуже важка справа. У середньому на кожні 100 пригод припадає близько 250 причин і факторів [16]. Тому використовують систематизацію причин виникнення дорожньо-транспортних пригод, яка в аналізі ДТП вказує провину окремого учасника руху або недоліків технічних об'єктів. Отже, ДТП трапляються:

- із вини водіїв;
- із вини пішоходів (пасажирів);
- через технічну несправність рухомого складу;
- через незадовільні дорожні умови;
- інші причини.

Дорожньо-транспортні пригоди, що виникли з *вини водіїв*, відбуваються внаслідок: не слідування сигналам світлофорів і дорожніх знаків; перевищення встановленої швидкості, особливо на перехрестях, на поворотах і на ухилах; порушення правил руху в зонах зупиночних пунктів; недотримання пріоритетного права проїзду або встановлених правил обгону; виїзду на лінію на несправному рухомому складі; необережного водіння особливо у разі поганої погоди і слизького покриття дороги; недотримання дистанції і бічного інтервалу між транспортними засобами; порушення правил маневрування; керування транспортним засобом у нетверезому або хворому стані.

Вину пішоходів встановлюють за такими порушеннями: перехід дороги на червоний сигнал світлофора або у забороненому місці, ходіння по проїзній частині і її перетинання у нетверезому, неадекватному, хворобливому стані.

До *вини пасажирів* належать такі порушення: вхід до рухомого складу й вихід із нього під час закриття дверей, підбігання до трамвайного вагону, двері якого закриваються; проїзд на виступаючих частинах і сходінках рухомого складу; очікування рухомого складу на зупиночному пункті близько до бордюру або на проїзній частині.

Технічна несправність рухомого складу стається через: недосконалу або несправну гальмівну систему та рульове керування; незадовільний стан ходових частин; погану зовнішню освітленість рухомого складу та світлову сигналізацію; несправність пристроїв для автоматичного закривання дверей; відсутність сучасних приладів і пристроїв, що сигналізують про перевищення припустимої швидкості руху і цілий ряд інших.

До факторів незадовільних *дорожніх умов* належать: невідповідність світлофорного регулювання розмірам дорожнього руху, неправильністю розташування дорожніх знаків та відсутність розмітки; недостатня освітленість; поганий стан проїзної частини і рейкової колії; відсутність тротуарів та пішохідних огорожень; велика кількість інформаційних засобів, особливо в зоні перехресть; велика інтенсивність руху транспортного потоку; погані погодні умови (туман, дощ, ожеледиця) тощо.

2.3 Реєстрація та облік дорожньо-транспортних пригод

Реєстрацію і облік ДТП здійснюють з метою вивчення і подальшого усунення причин їхнього виникнення, а також умов, що сприяють їхньому розвитку.

В Україні організовують та здійснюють облік дорожньо-транспортних пригод у межах своєї компетенції Міністерство внутрішніх справ, Міністерство інфраструктури, Міністерство охорони здоров'я, Національна поліція, Укртрансбезпека, Укравтодор.

Ці уповноважені органи на підставі єдиної інформаційної системи Міністерства внутрішніх справ створюють реєстрацію та облік дорожньо-транспортних пригод згідно з Правилами ведення обліку дорожньо-транспортних пригод, затверджених Кабміном України у травні 2019 року. Ці правила були прийняті з метою вдосконалення системи обліку та обробки даних про ДТП для запровадження нової картки обліку на основі Європейської системи даних CADAs.

Формування та ведення інформаційних ресурсів інформаційної підсистеми «Дорожньо-транспортна пригода» здійснюють за допомогою технічних і програмних засобів системи «Інформаційний портал Національної поліції України». У цій системі органи Нацполіції фіксують ДТП за встановленою формою, реєструють факти та причини, що сприяють або обумовлюють їхнє виникнення, вказують місце пригоди, умови, стан транспортних засобів, інші подробиці. Цю інформацію складають на підставі первинних документів (протоколу або довідки про ДТП, схеми ДТП, фото-, відеофіксації ДТП, протоколу огляду транспортного засобу, протоколу огляду місця ДТП, пояснення водіїв, показання свідків).

Інформацію про ДТП до системи вносить уповноважена посадова особа органу (підрозділу) поліції до інформаційної підсистеми «ДТП» за допомогою планшетного комп'ютера (мобільного терміналу) невідкладно, але не пізніше однієї доби з моменту реєстрації ДТП. У разі відсутності технічної можливості невідкладного внесення інформації про ДТП інформацію вносять протягом трьох діб на підставі матеріалів про ДТП, оформлених відповідно до встановлених вимог Інструкцією з оформлення поліцейськими матеріалів про адміністративні правопорушення у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху, що зафіксовані не в автоматичному режимі [19].

Підприємства міського електротранспорту додатково ведуть внутрішній облік ДТП з метою виявлення матеріальних збитків, ступеня провини самого транспортного підприємства і розробки заходів щодо запобігання ДТП.

Облік пригод на підприємстві виконує інженер служби безпеки дорожнього руху або інша особа, яка призначена наказом керівника підприємства. Враховують усі дорожньо-транспортні і інші пригоди, пов'язані з рухом трамваїв і тролейбусів, незалежно від їхніх причин, тяжкості тілесних ушкоджень і розмірів збитку. Відомості про пригоди реєструються в журналі обліку дорожньо-транспортних пригод (Форма 1) [7, 12], які періодично звіряються з даними органів внутрішніх справ.

Форма журналу встановлена Правилами ведення обліку дорожньо-транспортних пригод [7]. Листи журналів нумеруються, прошнуровуються і скріплюються. Записи в журналі виконують не пізніше двох днів із моменту пригоди. Після проведення службового розслідування запису в журналі уточнюються і доповнюються.

Статистичні дані ДТП подають за спеціальною формою до вищих організацій влади відповідно до встановленого положення [7, 9, 10]. Органи внутрішніх справ не рідше за один раз в місяць надають можливість звіряти дані про ДТП працівникам служби безпеки дорожнього руху трамвайно-тролейбусних підприємств за показниками, передбаченими формою звітності, і завіряють правильність цих даних.

Усі документи, що зібрані за певним ДТП: акти перевірок рухомого складу, колії, контактної мережі, пояснювальні записки водіїв зберігаються на підприємстві.

На міському електротранспорті всі дорожньо-транспортні пригоди об'єднані у дві великі групи:

- пригоди що виникають із вини підприємства електротранспорту;
- пригоди, що відбуваються не з вини підприємства електротранспорту, але трапилися на лініях його маршрутів.

Остання група пригод не належить до переліку ДТП, але входить до аналізу витрат, пов'язаних з простоем рухомого складу на лінії. Пригоди, які відбулися з вини підприємства електротранспорту, зі свого боку, поділяють (залежно від причин їхнього виникнення) на такі групи:

- 1) пригоди, що виникли в результаті порушення водієм правил технічної експлуатації;
- 2) пригоди, що виникли через незадовільний стан дорожнього покриття;
- 3) пригоди, що виникли через несправності рухомого складу.

Такий розподіл на підприємствах міського електротранспорту пов'язаний з існуючою системою заохочення та покарання робітників та службовців.

2.4 Аналіз статистичних даних дорожньо-транспортних пригод

На транспортних підприємствах розрізняють такі види аналізу [20]:

- а) за абсолютними показниками аварійності;
- б) за відносними показниками аварійності;
- в) за питомими показниками аварійності.

Аналіз аварійності завжди будувався на абсолютних показниках. Абсолютні показники дають змогу достатньо повно охарактеризувати стан аварійності в будь-який період часу, кількісно оцінити розміри витрат, які має підприємство від дорожньо-транспортних пригод, та за їх значенням виконують розрахунки питомих і відносних показників.

На рисунку 2.1 подана діаграма змінювання кількості ДТП за роками підприємства міського електротранспорту.

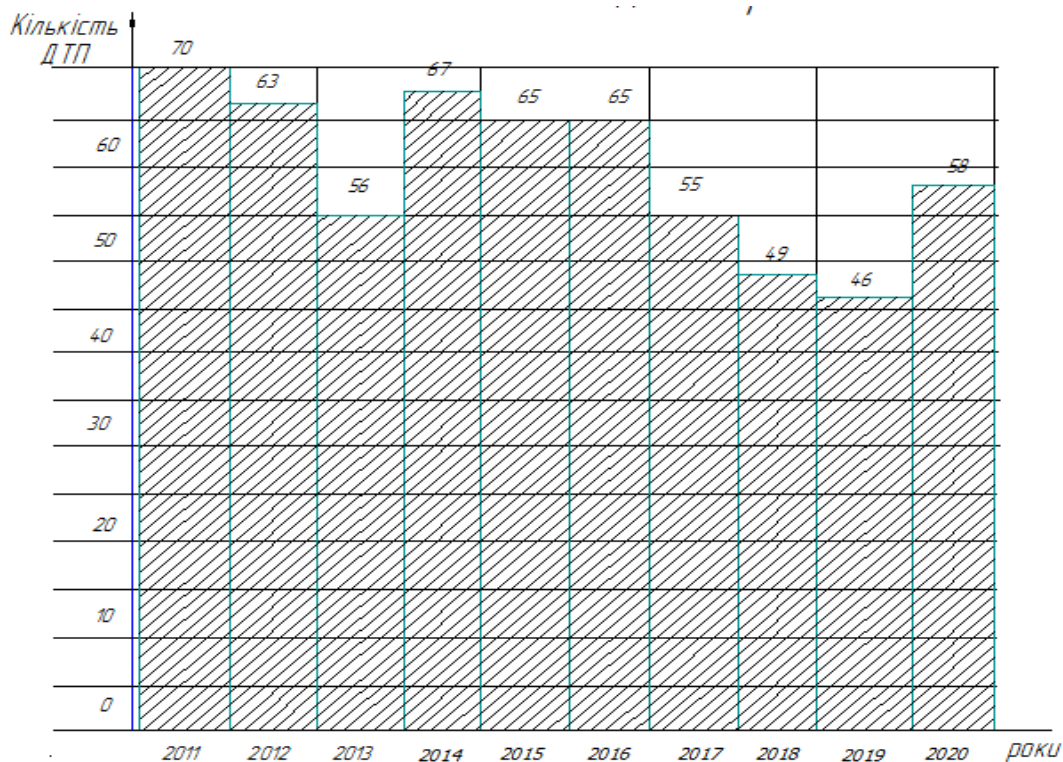


Рисунок 2.1 – Розподіл кількості ДТП за роками

Відносні показники обчислюються діленням одного абсолютного показника на інший. Відносні показники дозволяють об'єктивніше проводити зіставлення різних підприємств міського електротранспорту, оскільки під час розрахунку цих показників можна врахувати дію найбільш важливих чинників, що характеризують умови діяльності з забезпечення безпеки дорожнього руху. Дійсно, те, що, наприклад, в одному підприємстві міста здійснюється в два рази більше дорожньо-транспортних пригод, ніж в іншому, ще не говорить про те, що там гірше поставлена робота з попередження ДТП, оскільки не враховуються масштаби і рівень розвитку міста. Якщо ж розраховують кількість ДТП, що приходить на одиницю рухомого складу, то порівняння підприємств за цим відносним показником буде вже набагато об'єктивнішим, оскільки враховують один з найбільш істотних чинників, що характеризують умови діяльності із забезпечення безпеки руху – чисельність рухомого складу.

У практиці аналітичної роботи і порівняльного аналізу використовують відносні показники, що характеризують процес зростання кількості рухомого складу – це кількість рухомого складу та кількість одиниць рухомого складу з розрахунку на протяжність маршрутів міського електротранспорту.

Відносні показники, що характеризують рівень аварійності відносно до кількості рухомого складу, обчислюють діленням кількості дорожньо-транспортних пригод, загиблих і поранених на кількість рухомого складу.

Питомі показники є часткою одного абсолютного показника від іншого – їх виражають, зазвичай, у відсотках. Тому можна говорити, що в аналітичній діяльності питомі показники застосовують для кількісного опису структури аварійності.

Під час аналізу аварійності звичайно використовують не один, а цілу групу питомих показників. За аналогією з абсолютними показниками можна виділити питомі показники, які характеризують структуру підприємства міського електротранспорту, трамвайні шляхи і контактну-кабельну мережу, аварійність з вини водіїв, окремих категорій рухомого складу й тощо.

Для оцінки роботи, яку проводять для підвищення безпеки руху в транспортних підприємствах, використовують метод порівняння статистичних даних про дорожньо-транспортні пригоди. Водночас потрібно мати на увазі, що загальні кількісні показники – кількість усіх пригод за певний період часу – не дають порівнянних результатів, оскільки вони прив'язані до певних конкретних умов (чисельності населення і парку рухомого складу, системи обліку пригод).

Проте кількість пригод, віднесена до парку рухомого складу, дає помилковий стан справ, оскільки тут не враховують ступінь використання рухомого складу. У разі обліку цього показника стан справ може бути такий, що підприємства, у яких значна частина рухомого складу не працює з різних причин, знаходяться за показником аварійності в кращому положенні порівняно з іншими, що мають і таку ж чисельність парку, але більш ефективно використовувану.

На рисунку 2.2 подані статистичні дані підприємства міського електротранспорту, а саме діаграми змінювання (динаміки) абсолютних показників кількості рухомого складу і відносних показників ДТП стосовно цієї кількості.

Найбільш об'єктивним показником, що достовірно характеризує загальний рівень безпеки руху в певному транспортному господарстві, є кількість пригод, віднесеної до загальної роботи рухомого складу, вираженої в машино-кілометрах (пробігу). Цей показник повсюдно застосовують під час статистичної обробки даних обліку дорожньо-транспортних пригод. Значення відносної кількості пригод відносно пробігу дає можливість об'єктивно порівнювати різні підприємства-перевізники за аварійністю і травматизмом.

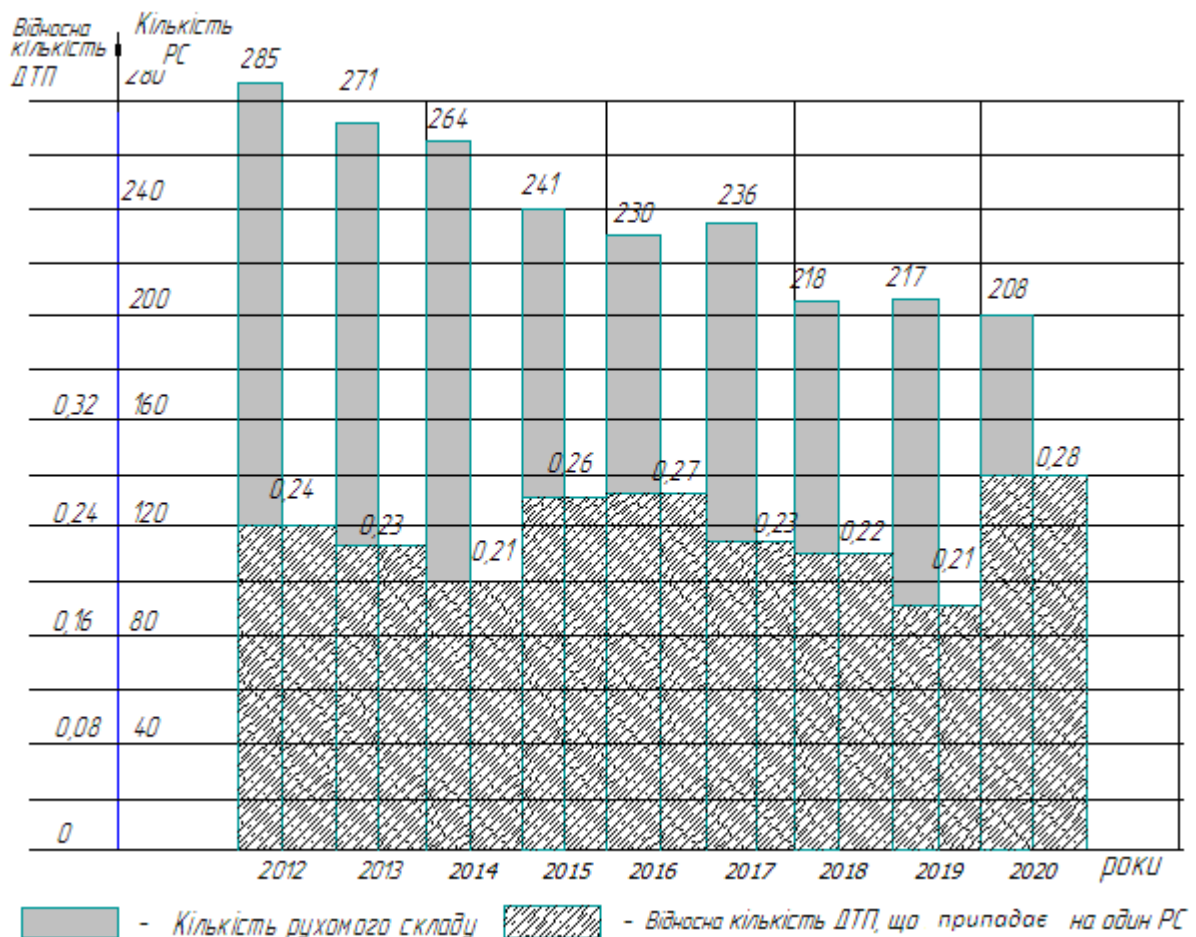


Рисунок 2.2 – Змінювання кількості рухомого складу і відповідної відносної кількості ДТП за роками

У багатьох дослідженнях доводиться, що для характеристики ризику потрапляння в дорожньо-транспортну пригоду краще використовувати такий показник, як кількість ДТП із розрахунку на одиницю пробігу рухомого складу, а не кількість рухомого складу, тим паче, що на підприємствах міського електротранспорту передбачений збір відомостей про сумарний пробіг рухомого складу за окремими маршрутами або депо. На рисунку 2.3 подані діаграми змінювання абсолютних показників пробігу рухомого складу і відносних показників ДТП стосовно значень пробігу.

Вивчення і зіставлення динаміки зміни показників аварійності є найбільш поширеним методом аналізу як абсолютних показників, так і будь-яких питомих або відносних показників. Можна зіставляти інші показники багаторічних даних, наприклад проводити аналіз динаміки ДТП, в яких встановлена вина водія (рис. 2.4).

Трамвайно-тролейбусні підприємства проводять аналіз ДТП по маршрутам. Через те, що маршрути міського електротранспорту мають різну довжину, то розраховують відносні показники аварійності, встановлюючи кількість ДТП, що припадає на один кілометр довжини маршруту (рис. 2.5).

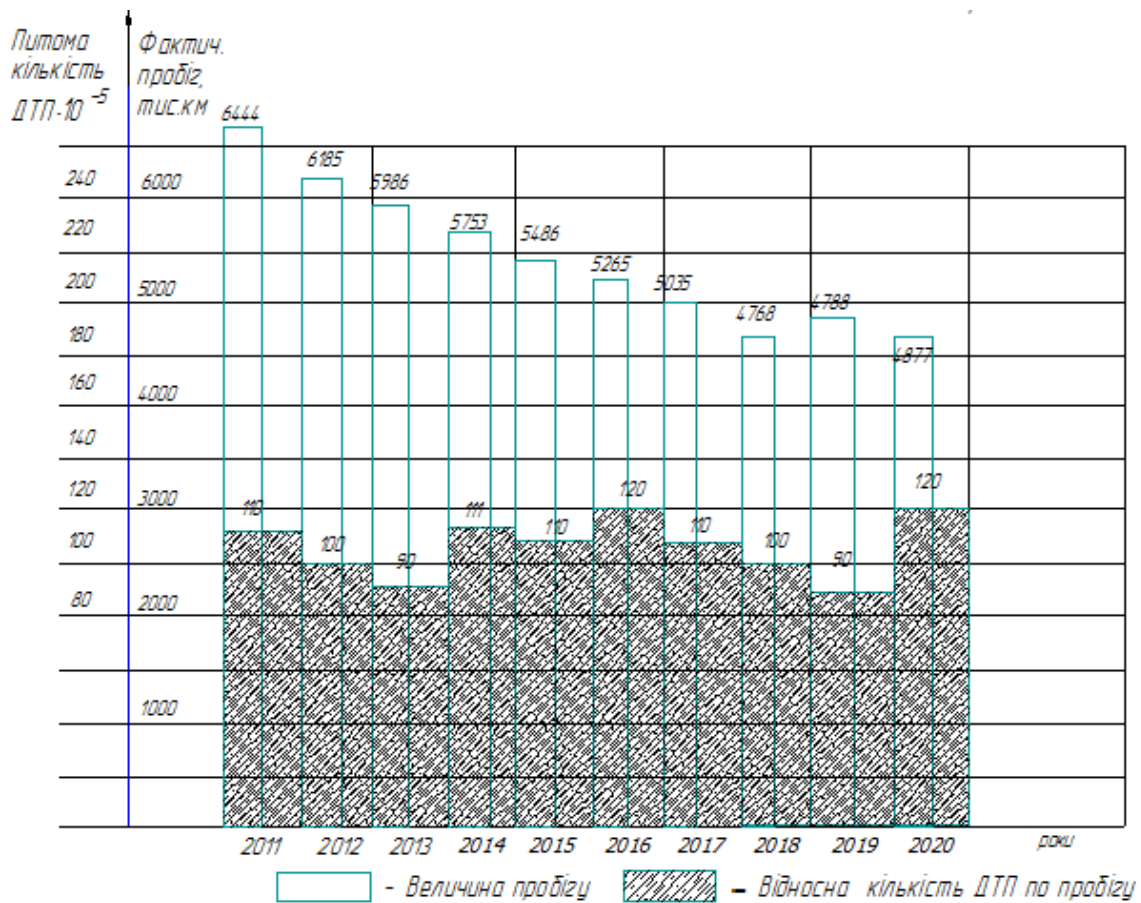


Рисунок 2.3 – Змінювання пробігу рухомого складу і відповідної відносної кількості ДТП за роками

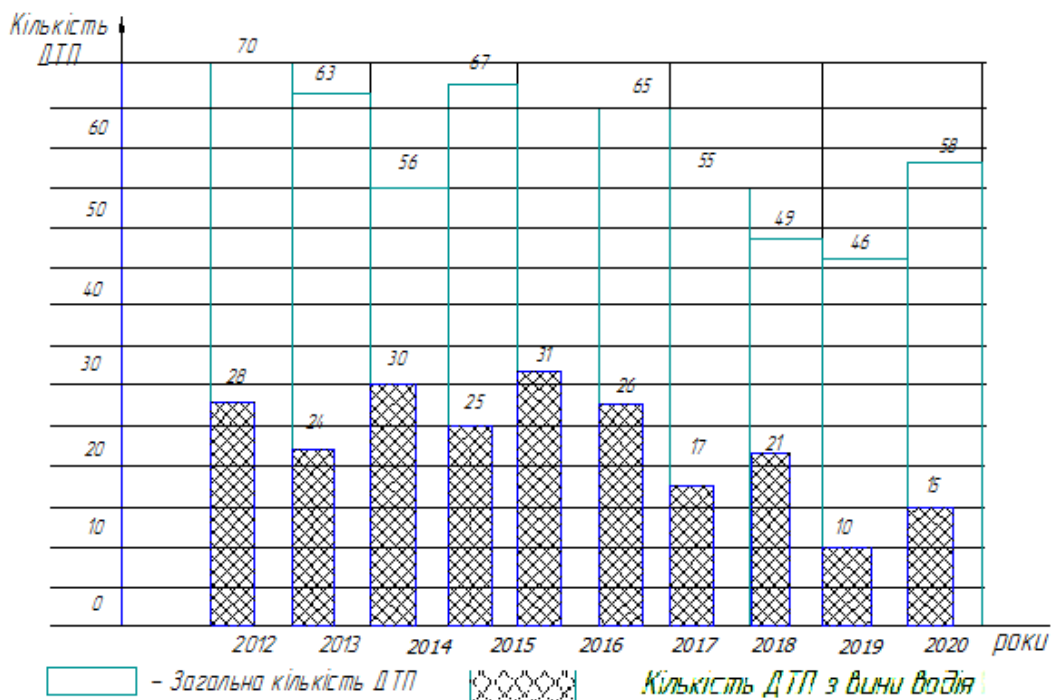


Рисунок 2.4 – Розподіл загальної кількості ДТП і кількості ДТП, що заподіяна водіями підприємства

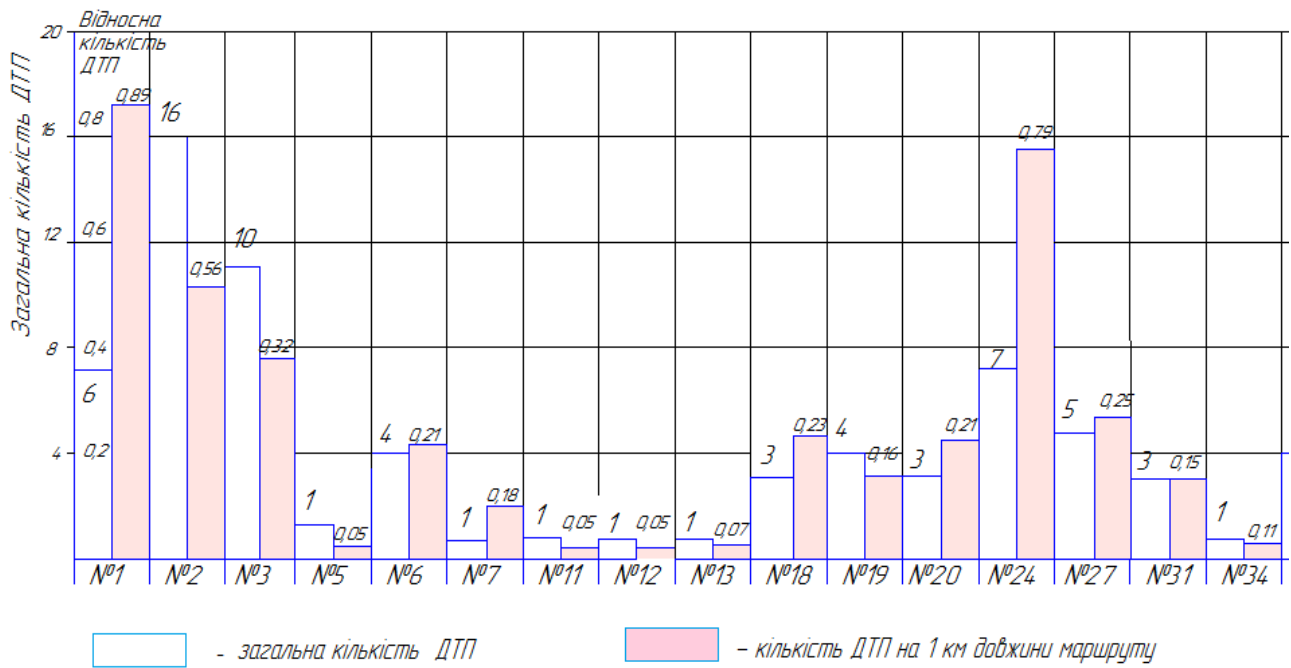


Рисунок 2.5 – Розподіл кількості ДТП по маршрутам

Під час проведення аналізу ДТП досліджують як кількісний, так і якісний бік явищ. Кількісному дослідженню піддаються матеріали, що прийняті у системі статистичного обліку [3]. Результати аналізу оформляються графіками, діаграмами, схемами й тощо, що дає наочне уявлення про дорожньо-транспортні пригоди на підприємстві і виховних дій на водіїв. Аналіз ДТП містить вивчення розподілу кількості ДТП за видами (рис. 2.6).

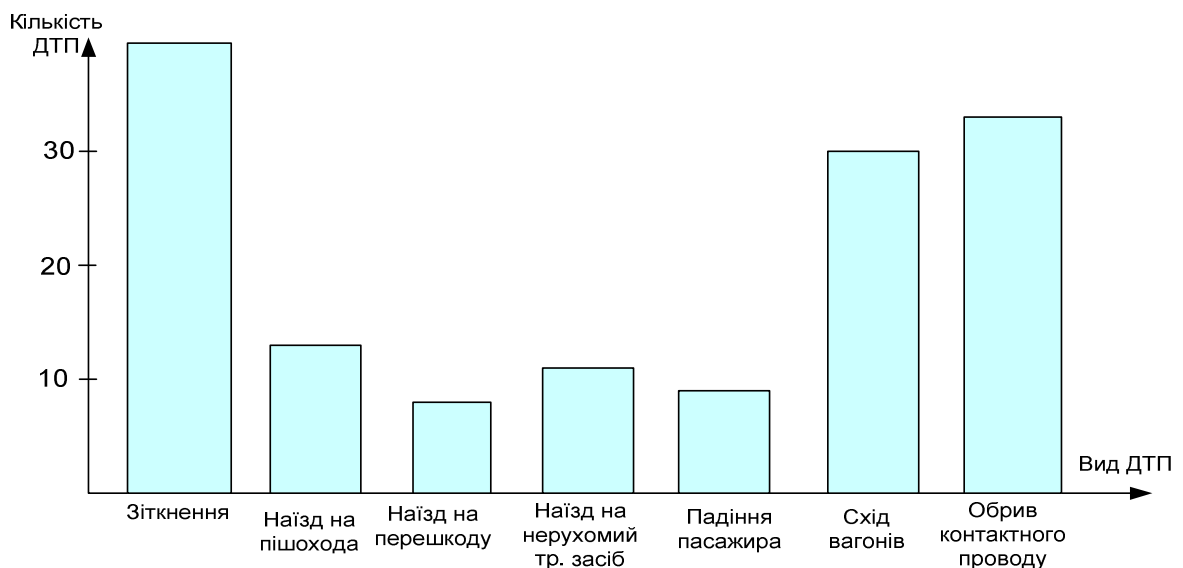


Рисунок 2.6 – Розподіл кількості ДТП за видами

Під час аналізу ДТП визначають їхню кількість за місяцями (рис. 2.7).

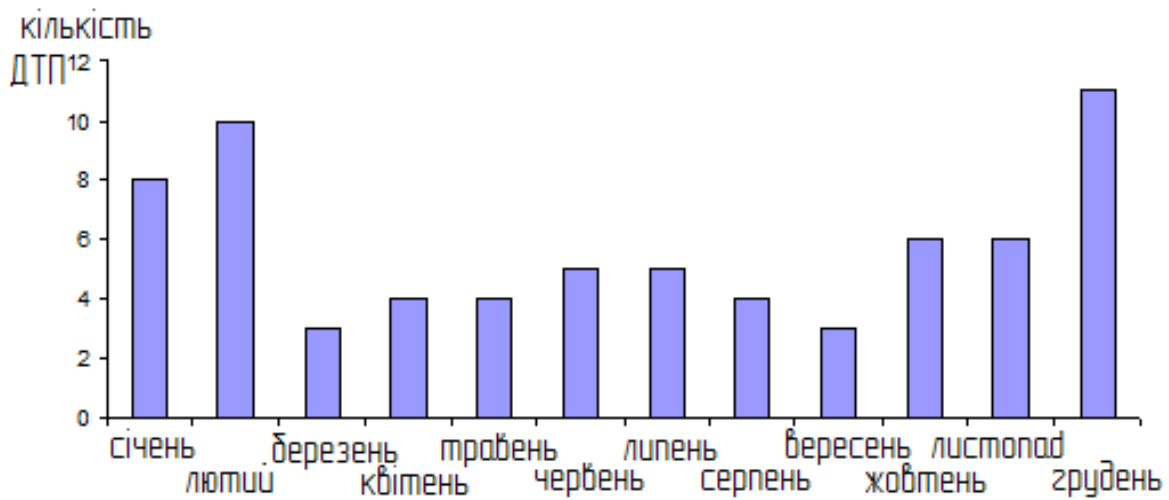


Рисунок 2.7 – Розподіл кількості ДТП за місяцями

Дорожньо-транспортні пригоди розподіляють також за причинами виникнення (перевищення швидкості, недотримання безпечних інтервалів і дистанцій, технічні несправності і конструктивні недоліки та ін.). Разом з тим не можна їх змішувати або ототожнювати з причинами, що сприяли порушенню руху з наступним виникненням пригод (сп'яніння, перевтома, неуважність).

За аналізом ДТП визначають склад водіїв, учасників пригод за кваліфікацією, загальним стажем роботи на цьому підприємстві (рис. 2.8).

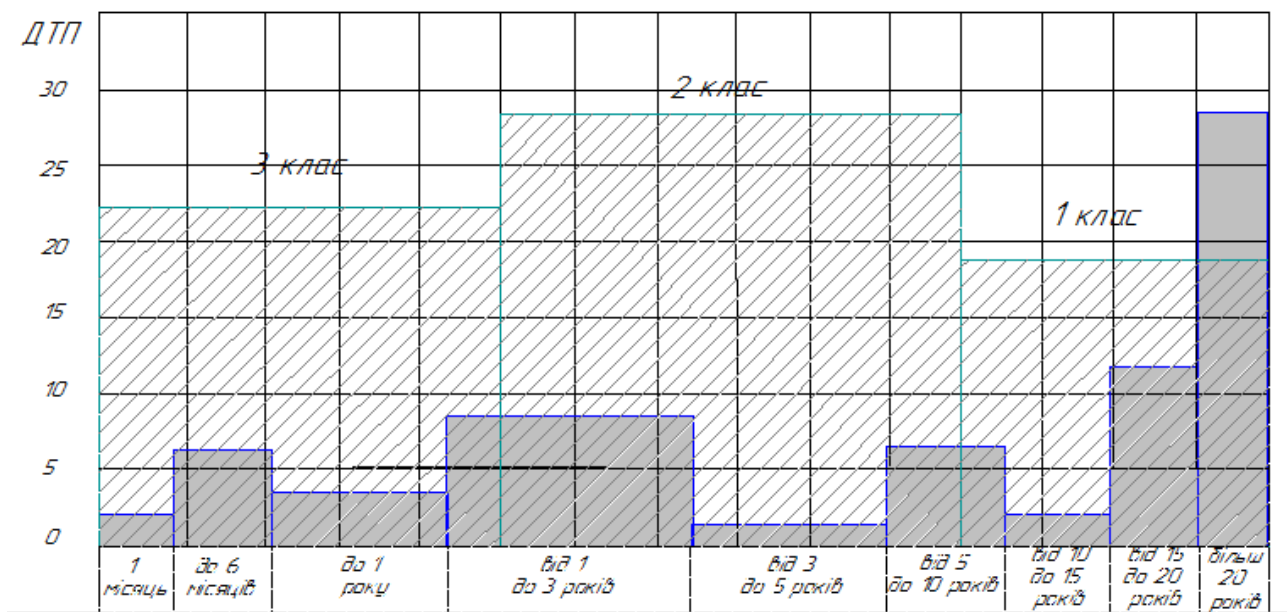


Рисунок 2.8 – Розподіл кількості ДТП за класністю водіїв

Вивчають розподіл дорожньо-транспортних пригод за днями тижня і годинами доби (рис. 2.9 і 2.10).

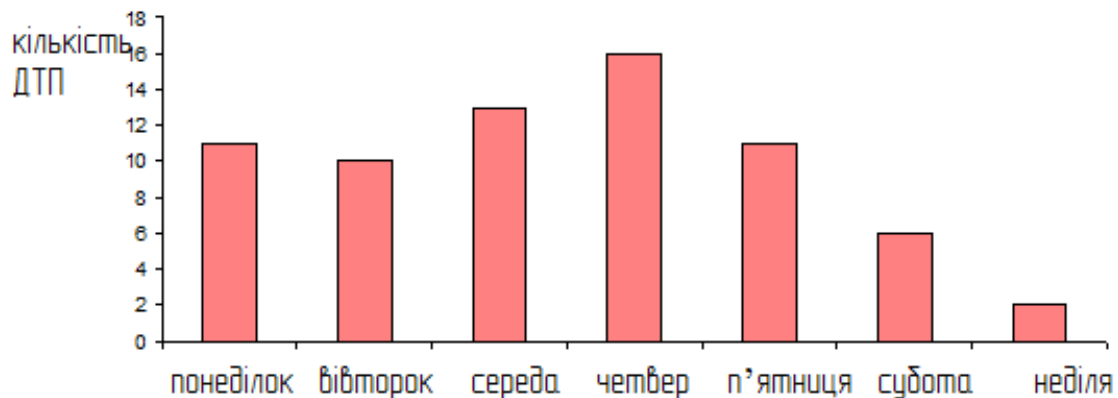


Рисунок 2.9 – Розподіл кількості ДТП за днями тижня

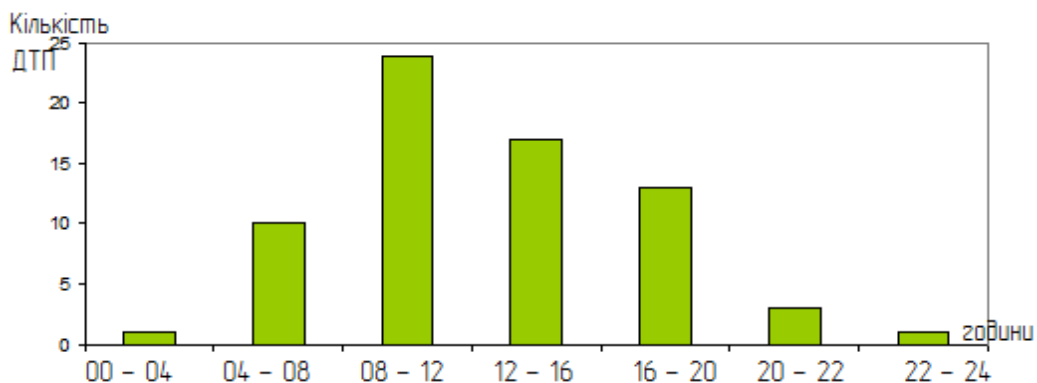


Рисунок 2.10 – Розподіл кількості ДТП за годинами доби

Зіставлення кількісних показників для різних депо або транспортних підприємств дає можливість встановити найбільш аварійний серед них. Подальший аналіз дає змогу встановити, що необхідно зробити в першу чергу для зменшення аварійності. Показники розподілу пригод із причин їхнього виникнення дозволяють встановити, у якому напрямі необхідно вести роботу з аварійністю і травматизмом, тоді як суто кількісний аналіз пригод за їх видами не дає для цього достатніх підстав.

Крім цього, на підприємствах міського електротранспорту проводять аналіз динаміки ДТП відносно аналогічного попереднього періоду часу. Цей метод використовують у разі оперативного управління, реагування на зміну обстановки з аварійністю. Метод порівняння показників за два аналогічні періоди часу дає однозначний критерій досягнення поставленої мети: відбулося зниження абсолютних показників – досягнення мети забезпечено, не відбулося – не забезпечено. Проте ця ж простота аналізу є причиною основного недоліку цього методу – неоднозначність висновків.

Проводячи аналіз статистичних матеріалів, деякі фахівці намагаються встановити закономірність зростання кількості дорожньо-транспортних пригод і на цій підставі робити прогнозування і визначати збиток від ДТП. Проте необхідно відзначити, що енергійні заходи боротьби з аварійністю можуть порушити виявлені закономірності і істотно понизити темпи зростання кількості нещасних випадків у міру збільшення парку рухомого складу. Цей метод вивчення багаторічних тенденцій дає змогу зробити правильні висновки тільки у тому випадку, коли тенденції змінювання показника аварійності є стійкими.

Підсумкові оброблені дані можуть бути представлені в графічній формі у вигляді карт дорожньо-транспортних пригод. Такий аналіз ДТП прийнято називати топографічним аналізом. Топографічний аналіз може бути проведений на схемі маршруту, перегону, міста, частини транспортної мережі міста тощо. Кожній вид ДТП позначають умовним знаком і розміщують на схемах у місцях скоєних ДТП (рис. 2.11).

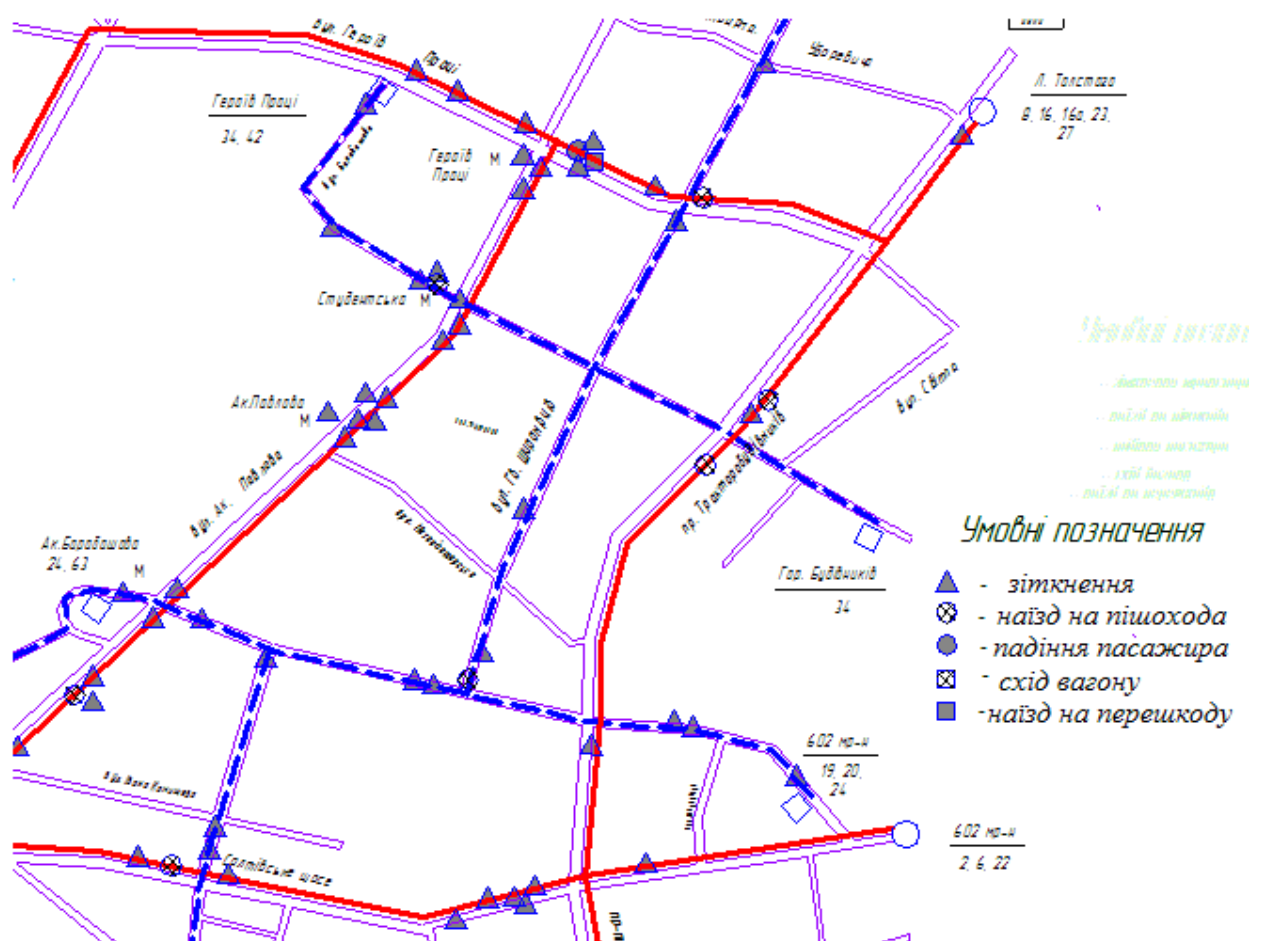


Рисунок 2.11 – Топографічний аналіз ДТП на транспортній мережі міста

Топографічний аналіз дає змогу виявити небезпечні ділянки, а іноді й причини виникнення ДТП. Для проведення достовірного топографічного аналізу використовують статистичні дані, які збирають протягом двох-трьох років [20].

Для того щоб простежити деякі тенденції концентрації або зниження пригод після здійснення будь-яких заходів, на кожну нову карту наносять скоєні ДТП за один рік. При зіставленні річних карт з'ясовують кількість ДТП, що сталися вулицях протягом декілька років.

Іноді карти дорожньо-транспортних пригод використовують транспортні підприємства. У більшості великих міст трамвайно-тролейбусні підприємства ведуть карти обліку дорожньо-транспортних пригод на схемі транспортної мережі. Додатково до такої карти оформлюють альбом, у якому на плані вулиць у масштабі наносять ситуацію на вулицях, дорожньо-сигнальні знаки, смуги регулювання руху, зупиночні пункти, опори контактної мережі тощо. Загальний план у альбомі розбивають на райони. Такий метод обліку дає можливість у багатьох випадках чітко визначати причини пригод, які залежать від місцевих умов, і вживати заходів до їхнього усунення.

Якщо на карті міста пригороду показують умовно, то на плані вулиць в альбомі абсолютно точно вказують, де і якого виду відбулася ДТП, за яким напрямком руху та інші дані. Крім того, окремі додаткові відомості можна приводити в таблицях, які прикладені до цих планів вулиць. Таке ведення обліку дорожньо-транспортних пригод дає можливість повніше аналізувати їх причини і виявляти планувальні недоліки на окремих ділянках транспортних магістралей.

На масовому пасажирському транспорті, окрім цього, доцільно вести обробку і за таким показником, як кількість пригод з травмами пасажирів, що доводиться на 100 тис. перевезених пасажирів. Цей показник дає можливість робити висновки про рівень безпеки руху, досягнутий на певному виді транспорту [20].

3 ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМНОЇ ОЦІНКИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

3.1 Системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» в аналізі проблем безпеки руху

Перебіг дорожньо-транспортних пригод та їхніх наслідки виникають у разі взаємодії головних елементів: рухомого складу, водія, дорожньої обстановки, до яких входять перешкоди і пішоходи.

Виявлення факторів і причин, що впливають на ДТП, дозволяє виконати всебічний аналіз зв'язку представлених вище елементів [21]. Виходячи з цього ДТП потрібно розглядати з системної точки зору, а фактори, що визначають причину ДТП або супутні пригоди, класифікувати відповідно до комплексних властивостей системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» (далі – ВРСДС).

Поняття «система» трактують, як об'єднання безлічі елементів, що знаходяться у відносинах і зв'язках один з одним і утворюють певну цілісність і єдність. Для аналізу проблеми безпеки руху досліджують систему ВРСДС, тобто окремі її елементи у зв'язку.

Застосування системи ВРСДС під час розслідування дорожньо-транспортних пригод необхідне для того, щоб з'ясувати, чи відповідав вимогам безпеки руху стан окремих елементів зазначеної системи. Це дає змогу виявити такі недоліки, які не тільки сприяють вчиненню дорожньо-транспортної пригоди, а й впливають на правову оцінку ДТП і кваліфікацію злочину під час розслідування.

Функціонування системи ВРСДС розглядають у динаміці, коли в процесі керування водієм рухомим складом проявляється взаємодія окремих елементів системи ВРСДС. Розглядувальна система є складною, незважаючи на те, що на рисунку 3.1 вона виглядає простою. Складність пояснюється тим, що системою ВРСДС керують прямі й зворотні зв'язки, і всі її компоненти об'єднані між собою причинно-наслідковими зв'язками, а взаємодія між компонентами визначає її цілісність.

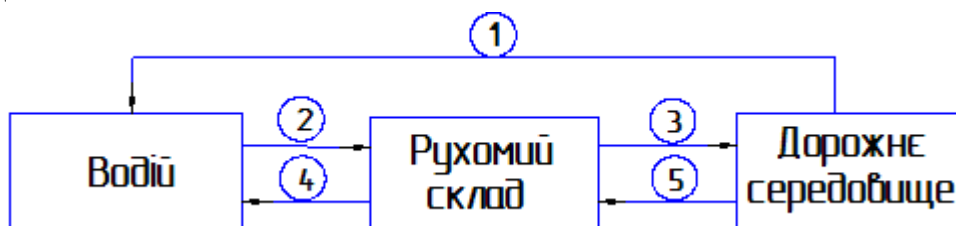


Рисунок 3.1 – Спрощена схема системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»

Розглянемо, як працює система ВРСДС. Під час руху водій більшу частину інформації (приблизно 70 %) отримує від дорожнього середовища за зв'язком 1 (рис. 3.1). До складу дорожнього середовища входить *дорога та об'єкти дорожнього середовища*, які за сукупністю формують *ситуацію руху*. Дорожнє середовище має певний набір елементів інженерного забезпечення, певний план і профіль.

У разі змінювання обстановки водій, орієнтуючись ситуацією на дорозі, виконує керуючі впливи, тобто виконує програму руху свого транспортного засобу за зв'язком 2 «Водій – рухомий склад» (рис. 3.1).

У згаданому вище ланцюзі водія розглядають як керуючу ланку. Керуючі дії водія змінюють траєкторію і швидкість руху тролейбусу та швидкість руху трамваю. Керуючі впливи від водія передаються через органи керування, і надходять до ходової частини шляхом повороту рульового колеса та натисканням на педалі робочої гальмівної системи. Такий вплив характеризують кутом повороту рульового колеса, положенням педалей, а також зусиллями, що прикладені до рульового колеса і до педалей. Таким чином, водій впливає на ходову частину трамваю і тролейбусу, змінюючи швидкість обертання коліс, а також і кут повороту тролейбуса. Ці параметри є вихідними характеристиками для руху.

Оцінка зв'язку 3 у ланцюгу «Рухомий склад – дорожнє середовище» пояснює вплив ходової частини на дорожнє середовище. Результатом цього впливу є перетворення дорожнього середовища, зміна просторових координат розташування рухомого складу у поздовжньому і поперечному напрямках. Наприклад, зміна кута повороту керованих коліс тролейбусу призводить до зміни його положення щодо об'єктів середовища в поперечному перерізі дороги.

За дією зв'язку 5 (рис. 3.1) оцінюють негативний вплив стану дороги і трамвайного шляху на рухомий склад. Певні нерівності дороги, стики трамвайної колії, їх пошкодження і руйнування діють на ходові частини рухомого складу. Через гнучку систему підвісок коливання і вібрації передаються до кабіни рухомого складу.

Зі свого боку, водій одержує коливання від рухомого складу (зв'язок 4). Цей зв'язок ураховує вплив переміщень кузова, поперечного й поздовжнього ухилів дороги, вібрації на зміну траєкторії й швидкості руху. Для водія як людини, що випробовує коливання і тряску, ці зв'язки є головними критеріями щодо вибору режиму і швидкості руху. Згладжування цих коливань також є важливим для якісного перевезення пасажирів, що перебувають у салоні рухомого складу.

Водій рухомого складу не тільки повинен враховувати дорожню ситуацію і стан поверхні для руху, стежити за роботою органів і приладів на панелі керування, а ще спостерігати за пасажирами в салоні під час руху перегонами, гальмувати на зупиночних пунктах для створення посадки і висадки.

За зв'язком 4 у підсистемі «Рухомий склад – водій» потрібно окремо відзначити вплив мікроклімату у відділені водія. Якщо температура вологість і стан повітря не відповідають вимогам нормального мікроклімату, то водій, знаходячись довгий час в неналежних умовах, може помилитися у своїх діях під час руху, що, зазвичай, призводить до аварійних ситуацій.

3.2 Шляхи підвищення надійності системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»

Отже, безпека руху обумовлена надійністю елементів системи ВРСДС (див. рис. 3.1). Набагато простіше і зручніше досліджувати і використовувати для аналізу ДТП один із елементів цієї системи, поза його зв'язками з іншими елементами [21]. Наприклад, водія як одного з винуватців ДТП, розглядають як головну керуючу ланку, що володіє певними психофізіологічними характеристиками і професійними здібностями.

Надійність рухомого складу як елемента системи ВРСДС оцінюють з різних позицій. Рухомий склад розглядають як об'єкт конструкторської розробки, як об'єкт експлуатації з оцінкою його відмов, як об'єкт технічного обслуговування і ремонтів та як об'єкт, який має певні властивості, що впливають на його активну безпеку.

Окрему оцінку надають дорожньому середовищу, яке характеризують багатьма показниками. Такі якості дороги, як рівність і зчіпні властивості дорожнього покриття, ширина проїжджої частини, наявність поворотів і ухилів, засобів регулювання тощо безпосередньо впливають на безпеку руху.

Отже, оцінка окремих елементів системи ВРСДС на сьогодні є вже достатньо вивченим шляхом для пошуку варіантів підвищення безпеки руху, і є потреба застосовувати інші.

Надійність системи ВРСДС в цілому відрізняється від сукупної надійності її елементів через вплив прямих і зворотних зв'язків, які можуть бути не тільки міжелементними, але і внутрішньоелементними і міжсистемними [21]. Урахування впливу одного елементу на інший за зв'язками, зокрема за міжелементними, створює додаткові можливості підвищення надійності системи в цілому (рис. 3.2).

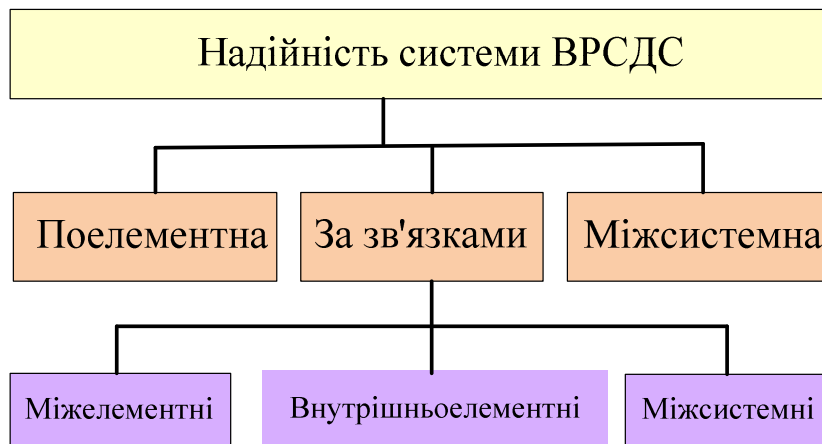


Рисунок 3.2 – Шляхи підвищення надійності системи ВРСДС

Деякі зв'язки можуть бути оцінені кількісно, інші – враховані тільки якісно, існування третіх можна тільки припускати. Звідси виникає необхідність вивчати і вдосконалювати методи підвищення надійності і безпеку руху системи ВРСДС [21].

До того ж одинична система ВРСДС є найдрібнішим елементом усього транспортного потоку, тому більшого значення набувають міжсистемні зв'язки. Тому розглядають взаємодію рухомого складу з іншими транспортними засобами в аспекті дотримання безпечної дистанції, яка забезпечує необхідний гальмівний шлях.

Гальмівний шлях є конструктивною характеристикою якості гальмівної системи рухомого складу. Оцінка гальмування транспортного засобу не буде повною, якщо не брати до уваги можливість потрібним чином реалізувати це гальмування через зчеплення. Для проведення такого аналізу підлягає оцінці зв'язок 5 у ланцюгу «Дорожнє середовище – рухомий склад» (див. рис. 3.1) у підсистемі «ходові частини – поверхня котіння».

Визначення *надійності*, наприклад, технічного об'єкта (рухомого складу, дорожнього середовища), показує його властивість виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам використання, технологічного обслуговування, ремонту, зберігання й транспортування.

Надійність об'єкта – це складна властивість, що складається з більш простих: безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності та інших.

Безвідмовність – це властивість об'єкта безупинно зберігати працездатний стан протягом деякого часу (наробітку).

Довговічність – це властивість об'єкта зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування й ремонту.

Ремонтпридатність – це властивість об'єкта, що полягає в його пристосованості до попередження й виявлення причин виникнення відмов, до ремонту й технічного обслуговування.

Що стосується надійності водія як біологічного об'єкта, то для її оцінки можуть бути використані усі перераховані вище показники. Безвідмовність притаманна людині, яка може деякий час безупинно працювати, зберігати працездатний стан завдяки перервам на відпочинок, діагностуванню фізичного стану його організму, профілактики здоров'я і лікування.

Закономірним є питання ефективності і працездатності сукупності окремих систем ВРСДС. Підвищення надійності усього транспортного потоку можливо завдяки правильній організації руху, використанню сучасних засобів моніторингу і регулювання.

3.3 Особливості рухомого складу, що визначають надійність системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»

Загальну оцінку надійності рухомого складу, як складного об'єкту, виконують за показниками надійності його окремих агрегатів, систем, вузлів і деталей.

Рухомий склад (далі – РС) як елемент може перебувати в наступних станах:

- 1) справності (несправності);
- 2) працездатності (непрацездатності);
- 3) у граничному стані.

Рухомий склад є справним, якщо він відповідає пропонованим до нього вимогам. У разі порушення хоча б одного з них він вважається несправним.

Поняття «справний» і «працездатний» потрібно розрізняти. Стукіт двигуна або ушкоджений кузов – це несправності РС. Різниця в значенні цих двох несправностей величезна: РС із ушкодженим кузовом зберігає всі свої головні властивості (об'єкт продовжує функціонувати), а відмова двигуна призводить до відмови РС.

Тому від широких понять «справний» і «несправний» стан об'єкта переходять до більше вузького: «працездатний – непрацездатний» стан. Працездатним вважають такий стан об'єкта, за якого він здатний виконувати задані функції із установленими нормативно-технічною документацією параметрами, а непрацездатним – стан, коли значення хоча б одного

параметра не відповідає встановленим вимогам до виконання заданих функцій.

Стан об'єкта стає граничним, коли його подальша експлуатація має бути припинена за певними причинами: вимогами безпеки, непереборному зниженню ефективності, необхідності в капітальному ремонті або списанні й тощо. Перехід об'єкта із граничного стану в справний вважають ремонтом, з непрацездатного в справний – відновленням.

Певні особливості рухомого складу сприяють забезпеченню надійності, другі – обумовлюють підвищення до неї вимог, або їхній вплив не є однозначним. Нижче зазначені особливості, що полегшують забезпечення надійності рухомого складу, а саме [21]:

1) він є пристроєм масового використання. Тому відмова окремих транспортних засобів у загальному транспортному потоці зазвичай не призведе до відмови транспортного процесу;

2) його можна ремонтувати і відновлювати за агрегатами, вузлами або деталями у різних умовах – від ремонтних майстерень до спеціалізованих заводів;

3) його проектування створюється, зазвичай, за прототипами і й досвідом конструювання, випробуваннями і дослідницькими роботами;

4) він належить транспортному підприємству й тому включається до системи планово-попереджувальних ремонтів і обслуговування. Це уможливорює накопичування достовірної й різнобічної інформації про його експлуатаційну надійність у різних умовах експлуатації;

5) його випускають на лінію після проходження обов'язкової процедури обслуговування, ремонту і перевірки під час випуску на лінію, екіпірують відповідними засобами захисту водія і пасажирів;

Особливості рухомого складу, що не забезпечують його надійності, полягає у такому:

1) він є складним пристроєм, що нараховує тисячі деталей не тільки механічних, але й гідравлічних, пневматичних і електричних систем;

2) його робота супроводжується динамічними процесами, що призводить до значних механічних, теплових, електричних навантажень на деталі і робочі поверхні;

3) в його виготовленні бере участь велика кількість заводів – суміжних підприємств;

4) його умови експлуатації різноманітні. Коливання пасажиропотоків змінює його наповненість, а дорожні умови призводять до частого змінювання швидкостей і режимів руху;

5) змінюваність навантаження і режимів руху не однозначно впливає на ступінь зношеності різних агрегатів і систем, тому термін експлуатації рухомого складу, його окремих систем і агрегатів, вузлів і деталей є величиною непередбачуваною і випадковою.

Отже, надійність рухомого складу залежить від багатьох фахівців із різними професійними якостями: тих, які його проєктують, виготовлюють, експлуатують, відновлюють і обслуговують.

3.4 Особливості водія як головного керуючого елемента системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»

Надійність водія залежить від його стану здоров'я, розумового і фізичного розвитку, від організації його праці та відпочинку. На водія впливають вік і багато факторів, пов'язаних із фізичною та інтелектуальною зрілістю особистості, а також зі станом у період керування транспортним засобом. Головним для водія рухомого складу є його підготовленість і професійна майстерність.

Водій рухомого складу є головною ланкою в системі ВРСДС і виконує пріоритетні функції. Водій може в будь-який момент втрутитися в роботу системи керування, здійснити корегувальні дії за своїм розсудом. Саме від нього залежать усі наслідки водіння рухомого складу.

Розглянемо фактори, які сприяють підвищенню надійності водія трамвая і тролейбуса:

1) якщо водієм автомобіля може стати будь-яка людина середніх здібностей із практично задовільним здоров'ям, то до водіїв масового пасажирського транспорту висувають окремі вимоги стосовно їхнього стану здоров'я;

2) для підготовки нових водіїв організують навчання на спеціальних курсах і школах, а після проходження іспитів обов'язковим є певний період стажування на маршрутах. Для водіїв, що відпрацювали певний термін на діючих маршрутах організують підвищення професійної майстерності;

3) водії, які є працівниками трамвайно-тролейбусного депо, проходять систему інструктажів, що створює своєрідну систему дисциплінування;

4) на підприємствах професіоналізм водія визначають виходячи з трьох рівнів класності. Існує система заохочення і підвищення (у деяких випадках і пониження) класності. Для роботи на маршрутах із тяжкими умовами руху допускаються водії вищого класу;

5) перед виїздом на лінію водій обов'язково проходить передрейсовий медичний огляд. Однак протягом роботи на лінії його стан може змінитися,

тому одним із заходів підвищення надійності водія є оцінка його поточного стану за допомогою спеціальних бортових пристроїв;

б) дії водія під час роботи на маршруті контролюють лінійні робітники: начальники маршрутів, водії-наставники і інші посадові особи;

7) до відома водіїв під підпис доводяться усі виявлені порушення з метою подальшого їхнього уникнення, та проводиться загальна виховна і навчальна робота;

Водіям трамвая і тролейбуса притаманні наступні особливості:

1) коли водій, особливо початківець, сідає за керування рухомим складом, він потрапляє в умови, що генетично не властиві людині. Головним фактором небезпеки з початком керування і руху є збільшення швидкості в декілька разів. У цьому випадку «сенсорний вхід» водія має швидше сприймати і переробляти інформацію, яка надходить із дорожнього середовища, а його подальші «моторні» дії створювати керуючий вплив на органи керування для реалізації прийнятого рішення;

2) периметр рухомого складу в десятки разів перевищує розміри тіла водія, що для водіїв-початківців створює певні труднощі у зберіганні дистанції і бічного інтервалу. Отримання необхідних здібностей утворюється з часом зростання професіоналізму;

3) організація руху для масового пасажирського транспорту передбачає створення окремих смуг для тролейбусу і відособленого полотна для трамвая. Коли не можливо створити такі умови, рух створюється у загальному транспортному потоці. У цих умовах водій змушений діяти в нав'язаному йому темпі, без можливостей зупинитися, і прийняти правильне рішення. Особливо небезпечним є виконання лівих поворотів, через які рухомому складу, щоб переїхати на інший напрямок, потрібно перетинати перехрестя, наражаючись на конфлікт з іншими транспортними потоками;

4) специфіка умов водіння полягає в тому, що керування рухомим складом відбувається в непередбачуваній дорожній обстановці. Водієві не відомі завдання й наміри інших учасників руху, він практично позбавлений спілкування з оточуючими учасниками руху, для нього стерті індивідуальні особливості інших водіїв, які, до речі, мають різні здібності і рівень професіоналізму. Для певного «спілкування» між учасниками руху на транспортних засобах передбачені сигнальні пристрої: стоп-сигнали, сигнали повороту, звукові сигнали і відображення з дзеркал заднього вигляду;

5) характеристика особистісних якостей керуючих дій водія не може бути в точності передбачуваною, – це належить й до сукупності водіїв. У процесі руху беруть участь різні водії з різним суб'єктивним сприйняттям дорожньої обстановки, тому неоднакові й створювані ними прогностичні моделі щодо

подальшої дорожньо-транспортної ситуації (модель, створювана у свідомості водія динамічна);

б) на маршрутах працюють водії різного типу характеру і темпераменту, що позначається на різниці поведінки на дорозі. Для транспортних підприємств впровадження психологічного відбору водіїв надає більш достовірну оцінку якостей водія з наданням прогнозу його надійності. Крім цього, існує розбіжність у гендерній поведінці. Серед водіїв громадського електротранспорту питома вага жінок достатньо велика. Зокрема, серед водіїв тролейбусів приблизно 25 %, а серед водіїв трамваїв – 70 % становлять жінки. Жінки-водії значно менш схильні до лихацтва, грубого та іншого порушення правил дорожнього руху;

7) водії трамвая і тролейбуса працюють в умовах підвищеної інтенсивності руху в постійно змінюваній дорожній обстановці, тому вони перебувають у режимі високої пильності. Очікування аварійної ситуації упродовж тривалого робочого дня призводить до сильного нервового стомлення, а одноманітні дії під час праці викликають психологічну інерцію;

8) великий обсяг інформації, що надходить із дорожнього середовища, завантажує «сенсорний вхід» водія, що негативно впливає на якість обробки необхідної інформації;

9) відомостей про надійність водія накопичено менше, ніж про надійність рухомого складу. Кількісна оцінка надійності водія – це важке завдання, тому що моделювання керуючих властивостей водія супроводжується низкою застережень і припущень й можливо поки лише для окремих випадків. Тому надійність водія – це властивість зберігати параметри функціонування в межах, що забезпечують безпеку руху і відповідають режимам руху та умовам використання рухомого складу;

10) водій як оператор здійснює одночасне керування декількома контурами й зворотними зв'язками: керує траєкторією, швидкістю й дистанцією, стежить за приладами на панелі керування, спостерігає за дорожньою обстановкою й пасажирами усередині рухомого складу. Робочі операції, які виконує водій, керуючи трамваем чи тролейбусом, відрізняються від діяльності операторів інших складних систем (наприклад, чергового пульта керування енергосистемою). Функції операторів полягають у прийомі й переробці інформації, що надходить із пульта керування, прийнятті відповідних рішень, впровадженням керуючих дій та подальшим моніторингом за сигнальними пристроями на пульті. Діяльність водія є набагато складнішою від діяльності оператора. Характер і обсяг одержуваної водієм інформації в процесі руху безупинно змінюються. Головну частину інформації водій одержує шляхом безпосереднього спостереження за дорожньою обстановкою. Інформація від

приладів у процесі керування рухомим складом для нього має другорядне значення;

11) подані водієві вказівки, включаючи й обов'язкові, будуть прийняті й виконані з імовірністю менше одиниці. За будь-яких причин водій не завжди виконує усі висунуті до нього вимоги. Спостерігається статистично стійке порушення одних і тих самих правил. Для водія властиві свої, характерні для нього помилки. Якщо розглядати чотири випадки помилок і неправильних дій водія від моменту оцінки небезпеки до ухвалення рішення і його реалізації, то на кожному з них можуть траплятися такі наслідки:

– перший випадок: водій вчасно не оцінив виниклу небезпеку через особисту неуважність;

– другий випадок: водій вчасно помітив і правильно оцінив ступінь небезпеки, але разом з цим прийняв неправильне рішення. Наприклад, для того, щоб запобігти наїзду на пішохода, потрібно було його об'їхати (змінити траєкторію) або подати йому звуковий сигнал замість різкого гальмування;

– третій випадок: водій своєчасно оцінив небезпеку, прийняв вірне рішення, але не правильно виконав потрібні дії. Наприклад, було прийняте правильне рішення – об'їхати перешкоду, але рульове колесо водій повернув на недостатній кут, що призвело до зіткнення або наїзду;

– четвертий випадок: водій прийняв усі правильні рішення і виконав правильні дії, але через певну несправність рухомого складу не зміг їх реалізувати;

12) складна дорожня обстановка, погодні умови, години доби, мікроклімат у кабіні й інші фактори впливають на психіку водія. Кількість помилок середнього за своїми психофізіологічними можливостями водія під час змінювання температури в кабіні рухомого складу від +20 °С до +38 °С збільшується від 5 до 1 000 за годину. Відповідно до досліджень, найбільш сприятливою температурою в кабіні з погляду найменшої кількості чинених водієм помилок керування є +20 °С;

13) водій під час керування рухомим складом намагається дотримуватися встановленої швидкості руху й гарантувати безпеку перевезення. Разом з цим він і сам потребує підтримки і допомоги в керуванні рухомим складом. Це питання вирішується шляхом застосування пристроїв допомоги водієві, які активно впроваджуються на сучасних транспортних засобах і все більше знаходять своє використання на рухомому складі.

3.5 Особливості дороги і дорожнього середовища

Під дорожнім середовищем розуміють увесь комплекс факторів, що впливають на режими руху. До складу цього комплексу включають дорогу, дорожні знаки, світлофори, огороження, автомобілі транспортних потоків зустрічного й попутного напрямку, пішоходів, будинки й спорудження, погодні фактори й тощо.

Визначимо, як певні особливості дороги і дорожнього середовища впливають на забезпечення надійності усієї системи ВРСДС:

1) забезпечення надійності дорожнього середовища організують за багатьма напрямками. Безвідмовність дорожнього середовища забезпечується впровадженням як коштовних і трудомістких робіт, так і менш коштовних заходів з організації руху;

2) дорога – це достатньо коштовне спорудження. виправлення її недоліків складне, а іноді неможливе. На міських дорогах не усюди можна організувати перехрестя в різних рівнях, розширити проїзну частину, виділити окрему смугу руху для тролейбуса та полотна для трамвая через брак місця між лініями забудови;

3) підвищення якості дорожнього руху на певних ділянках транспортної мережі не створює певних труднощів. Однак практика показує, якщо на більш аварійній ділянці впроваджуються заходи з безпеки руху, то це супроводжується виникненням аварійних ділянок в інших місцях. Тому потрібно створювати системну реконструкцію магістралей;

4) різні ділянки транспортної мережі навантажені по-різному, тому потрібно більше уваги приділяти посиленню дорожніх одеж у місцях, де частіше створюється режими розгону і гальмування: перед перехрестями, зупиночними пунктами;

5) у системі ВРСДС дорога є єдиним елементом, що цілодобово й цілорічно випробовує усі види впливів, обумовлені дією середовища: добові, погодні, кліматичні, сезонні. Від цього створюється її руйнування та зниження якості дороги;

6) підвищення надійності дороги, трамвайного полотна і дорожнього середовища забезпечується системою планових ремонтів і обслуговування, використанням заходів підвищення зчеплення у весняно-зимовий період, періодичним прибиранням;

7) дорогу створюють для руху транспортних засобів, з огляду на їхні габаритні особливості. Розроблені нормативні вимоги до ширини смуг руху, розподільних смуг, радіусів поворотів тощо;

8) дорожнє середовище має бути розроблене з урахуванням особливостей водіїв. Безпеку взаємодії водіїв із дорожнім середовищем розглядають як таку властивість, яка виражається в здатності пристосовуватися до умов руху й уникати небезпеки. Головне завдання полягає у виявленні й усуненні конкретних соціально-психологічних, психологічних, психофізіологічних і фізіологічних причин, які породжують і провокують помилкові дії водія, що призводять до дорожньо-транспортних пригод. Тому середовище руху повинно мати такі характеристики (швидкість, надійність, безпеку), які забезпечували б оптимальний рівень протікання психічних і інших процесів діяльності людини. Дорожні умови мають бути пристосовані для водіїв, а не водіям потрібно пристосовуватися до них. Ці питання вирішує ергономічне проектування доріг, у якому враховують «людський фактор». Функцією дорожнього середовища є забезпечення зручного, безпечного руху транспортних засобів з розрахунковими швидкостями;

9) оскільки узагальненою характеристикою стану системи ВРСДС є результат взаємодії водія з дорожнім середовищем, то до його складу мають включатися тільки ті об'єкти, які сприймаються водієм. Звідси витікає завдання розробки певних оцінок і вдосконалення різних методик безпеки дорожнього руху. Ці методи мають базуватися на теорії взаємодії водія з дорожнім середовищем і містити комплексну оцінку впливу на нього усіх факторів дорожнього середовища.

3.6 Напрями підвищення надійності системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» за зв'язками

Отже, вище були розглянуті особливості і можливі напрямки підвищення надійності системи ВРСДС за окремими елементами. Розглянемо, як може бути гарантована надійність системи ВРСДС за міжелементними зв'язками.

Зв'язок 1 (див. рис. 3.1) дає підстави підвищувати надійність за особливостями взаємодії водія з дорожнім середовищем. Для організації безпечної дорожньої інфраструктури потрібно не тільки розміщувати потрібні засоби для регулювання рухом із позицій технічних вимог, а й враховувати процес сприйняття водієм цих засобів у сукупності з іншими. Необхідно створювати зручне і комфортне дорожнє середовище з погляду психологічних особливостей водіїв, так щоб воно не викликало збурювання їхньої емоційної напруги і не створювало побічних негативних психологічних впливів.

Зв'язок 2 (див. рис. 3.1) характеризує вплив водія на органи керування, які повинні мати зручне для водія розташування, тому проектування кабіни водія має створюватися за ергономічними критеріями. Органи керування також

мають бути справними і не вимагати від водія прикладання більших зусиль, ніж це потрібно.

Для розробки заходів із підвищення надійності системи ВРСДС з використанням ланцюга «рухомий склад – дорожнє середовище» (зв'язок 3 рисунку 3.1) потрібно оцінити, як змінювання координат рухомого складу під час руху впливає на дорожню обстановку, і які з цим пов'язані ризики. Головним напрямом є створення автономного руху для тролейбуса за допомогою розмітки і окремих смуг, а також відособленого трамвайного шляху. До того ж для збереження якості дорожніх одеж і шляхів потрібно впроваджувати усі можливі заходи для запобігання надмірних навантажень з боку рухомого складу.

Робота усіх систем і механізмів рухомого складу має знаходитися у належному стані і не відволікати водія від виконання свого професійного завдання. Тому підлягає вивченню зв'язок 4 (рис. 3.1).

За зв'язком 5 (див. рис. 3.1), що характеризує вплив дорожнього покриття на ходові частин рухомого складу, необхідно забезпечувати належне зчеплення коліс із поверхнею котіння шляхом вдосконалення пристроїв для запобігання юзу і буксування.

Створення справного дорожнього і шляхового полотна запобігає виникненню додаткових коливань і збурень на підвісках ходових частин та руйнування інших систем рухомого складу. З цього приладу (за зв'язком 5 рисунку 3.1) конструкція рухомого складу має бути такою, щоб забезпечувати максимальне гасіння усіх коливань, які відчуває водій і пасажери.

Підвищення надійності за міжсистемними зв'язками, коли у транспортному потоці взаємодіють різні системи ВРСДС, покладається на впровадження і вдосконалення автоматизованих пристроїв керування швидкістю, які допомагають водієві в її регулюванні у разі перешкоди, дотримувати дистанцію і бічний інтервал між іншими транспортними засобами.

Дія внутрішньоелементних зв'язків дає підстави знаходити додаткові резерви підвищення надійності системи ВРСДС. Для цього вже кожний елемент розглядають як систему зі своєю структурою і причинно-наслідковими зв'язками.

4 ОЦІНКА БЕЗПЕКИ РУХУ НА ПІДСТАВІ ТЕОРІЇ ТРАНСПОРТНИХ КОНФЛІКТІВ

4.1 Загальні відомості про транспортні конфлікти

Під час розслідування ДТП головна увага приділяється вивченню причини їхнього виникнення у взаємозв'язку з супроводжуваними обставинами. Значну роль у цьому відіграє аналіз транспортних конфліктів. Транспортний конфлікт не завжди призводить до дорожньо-транспортної пригоди, але він теж може бути оцінкою аварійності [22, 25]. Між рівнем транспортних конфліктів на певній ділянці транспортної мережі й кількістю зареєстрованих ДТП існує прямий зв'язок.

Вченими вивчалися методи конфліктних ситуацій для різних завдань: оцінки безпеки руху на перетинах міських вулиць [22]; підвищення безпеки руху пішоходів на автомобільних дорогах [23]; встановлення соціально-психологічних передумов попередження конфліктів [26, 27].

Небезпека дорожнього руху не обмежується лише аварійною ситуацією. Часто на дорогах відбуваються конфліктні ситуації між учасниками дорожнього руху, причинами яких можуть бути різні поведінкові реакції: стрес, агресивне поведіння, провокації, і, як наслідок, втрата контролю. Найбільша кількість транспортних конфліктів відбувається у великих містах, де спостерігається щільний дорожній рух.

Іноді конфлікт визначають як дорожньо-транспортну ситуацію, тому їх називають ситуаційними транспортними конфліктами. Такий підхід дає змогу використовувати транспортні конфлікти для визначення небезпечних зон, рівня обслуговування, оцінки планувального рішення. Виявлення місць утворення транспортних конфліктів внаслідок порушення правил вуличного руху дає підстави для розробки відповідних заходів щодо їхнього усунення.

За результатами спостереження і оцінки інтенсивності транспортних конфліктів будують лінійні графіки розподілу по ділянках транспортної мережі – це дає змогу визначити потенціальну аварійність, виходячи з дорожньо-транспортних ситуацій. Тому лінійні графіки транспортних конфліктів, як і топографічний аналіз ДТП, використовують для виявлення ділянок транспортної мережі з підвищеною аварійністю. Далі за аналізом видів і інтенсивності конфліктів встановлюють причини виникнення ДТП. Перевага оцінки транспортних конфліктів перед топографічним аналізом полягає в тому, що для оцінки транспортних конфліктів використовують менше часу (можливо зібрати необхідну інформацію протягом декілька днів), а збирання даних для топографічного аналізу ДТП триває протягом двох-трьох років.

Отже, конфліктні ситуації не завжди супроводжуються дорожньо-транспортними пригодами. Проте здебільшого випадків, як конфлікти, так і ДТП викликають ті самі причини. Попередником конфліктної ситуації є контакт, який відбувається у разі небезпечного зближення рухомого складу з пішоходом або з іншим транспортним засобом. Одним із методів фіксування транспортних конфліктів є метод стаціонарного спостерігача.

Завданням спостерігача є виявлення певної взаємодії між учасниками руху, які, намагаючись уникнути ДТП, здійснюють необхідні маневри, а саме змінюють траєкторію руху та швидкість гальмування. Такі дії часто супроводжуються порушенням Правил дорожнього руху.

Тому під *транспортним конфліктом* розуміють таку взаємодію учасників дорожнього руху, яка може призвести до ДТП, якщо не буде застосовано додаткових заходів – зниження швидкості руху або змінювання траєкторії, тобто розвиваний конфлікт може завершитися дорожньо-транспортною пригодою.

Транспортний конфлікт у певній точці транспортної мережі оцінюють імовірністю. Будь-який транспортний конфлікт із ймовірністю $P_2(f)$ може припинитися або з ймовірністю $P_1(f)$ може перетворитися у ДТП.

Комплекс ознак, параметрів і усіх характеристик дорожнього середовища, учасників руху (транспортних засобів, водіїв) описується функцією дорожнього середовища і учасників руху f . Функцію f представляють у вигляді вектора стовпця, до якого вносять фактори, які необхідно врахувати, наприклад:

$$f = \begin{pmatrix} \text{ширина проїзної частини} \\ \text{кількість смуг руху} \\ \text{наявність освітлення} \\ \text{радіуси кривих} \\ \text{коефіцієнт зчеплення} \\ \text{інтенсивність руху} \\ \text{світлофорне регулювання} \\ \text{швидкість транспортного потоку} \\ \text{щільність транспортного потоку} \\ \text{вік водіїв} \\ \text{стаж водіїв} \\ \text{тип рухомого складу} \\ \dots \end{pmatrix} \quad (4.1)$$

Функція f має бути єдиною за кількістю змінних для усіх учасників і ділянок транспортної мережі. Ті змінні, які в цьому місці відсутні, замінюють нулями. Якщо значення функції велике, то це означає, що більша частина транспортних конфліктів закінчиться ДТП. Отже, між рівнем транспортних конфліктів на визначеній ділянці й кількістю зареєстрованих ДТП існує прямий зв'язок, тобто $ДТП = \varphi(J)$, де J – інтенсивність конфлікту.

Наприклад, є набір функцій $f_1, f_2, f_3 \dots f_n$ на ділянках транспортної мережі 1, 2, 3 ... n (крім того, положення функції f не має значення) (рис. 4.1).

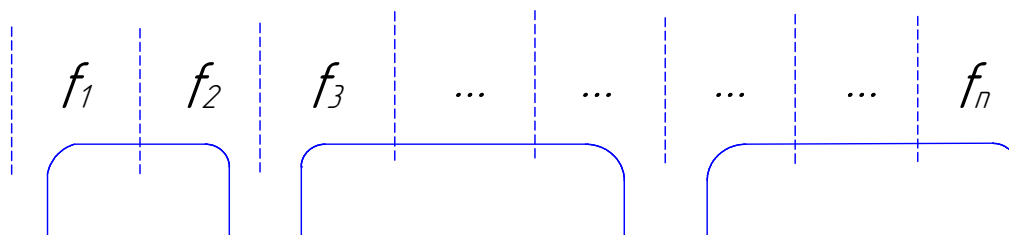


Рисунок 4.1 – Набір функцій f на ділянках транспортної мережі

Якщо знайдено для кожної функції відповідний підсумковий коефіцієнт інтенсивності транспортного конфлікту, тоді можна скласти систему матричних рівнянь вигляду $J_i = F(f_i)$, де f_i – елемент вектора або конкретний елемент стовпця. Таким чином, встановлюється залежність J від модуля f_i , тобто зв'язок між конфліктністю й модулем вектора стовпця.

У результаті утворюється система регресійних рівнянь, що описують залежність видів конфліктів від модуля вектора f . Маючи ці дані, є можливість визначити, які фактори зі стовпця f впливають на конфлікт певного виду. Наприклад, у разі конфлікту між транспортними засобами, що рухаються з різними швидкостями, найбільший вплив має ширина проїзної частини – чим ширша проїжджа частина, тим менша конфліктність.

Дослідження транспортних конфліктів виконують на окремих магістралях, які умовно поділяють на відрізки (ділянки) довжиною максимального гальмівного шляху. Обирають для обстеження період найбільшої інтенсивності руху, а оцінку транспортних конфліктів виконують за п'ятибальною системою:

1 бал – малопомітний, потребує незначного змінення траєкторії і швидкості. У разі неприйняття належних заходів ДТП не відбудеться;

2 бали – помітний, відчутний (без небезпечного зближення), тобто якщо учасники не вживуть заходів, ДТП можливо наприкінці ділянки;

3 бали – різкий (з небезпечним зближенням) – вимагає істотної зміни траєкторії. У разі неприйняття заходів учасниками руху, ДТП відбудеться не далі середини ділянки;

4 бали – небезпечний (зближення, але не зіткнення);

5 балів – неможливість припинити ДТП, тому що відстань менше гальмівного шляху.

Для кожного виду транспортного конфлікту визначають його сумарну інтенсивність за формулою:

$$J = \sum_{i=1}^N k_i n_i, \quad (4.2)$$

де J – інтенсивність транспортного конфлікту, ТК/год;

k_i – інтенсивність (визначається за кількістю балів);

n_i – кількість транспортних конфліктів визначеного виду.

Методика визначення інтенсивності транспортних конфліктів полягає у такому. Намічаються відрізки на ділянці мережі й пости спостереження згідно зі схемою (рис. 4.2).

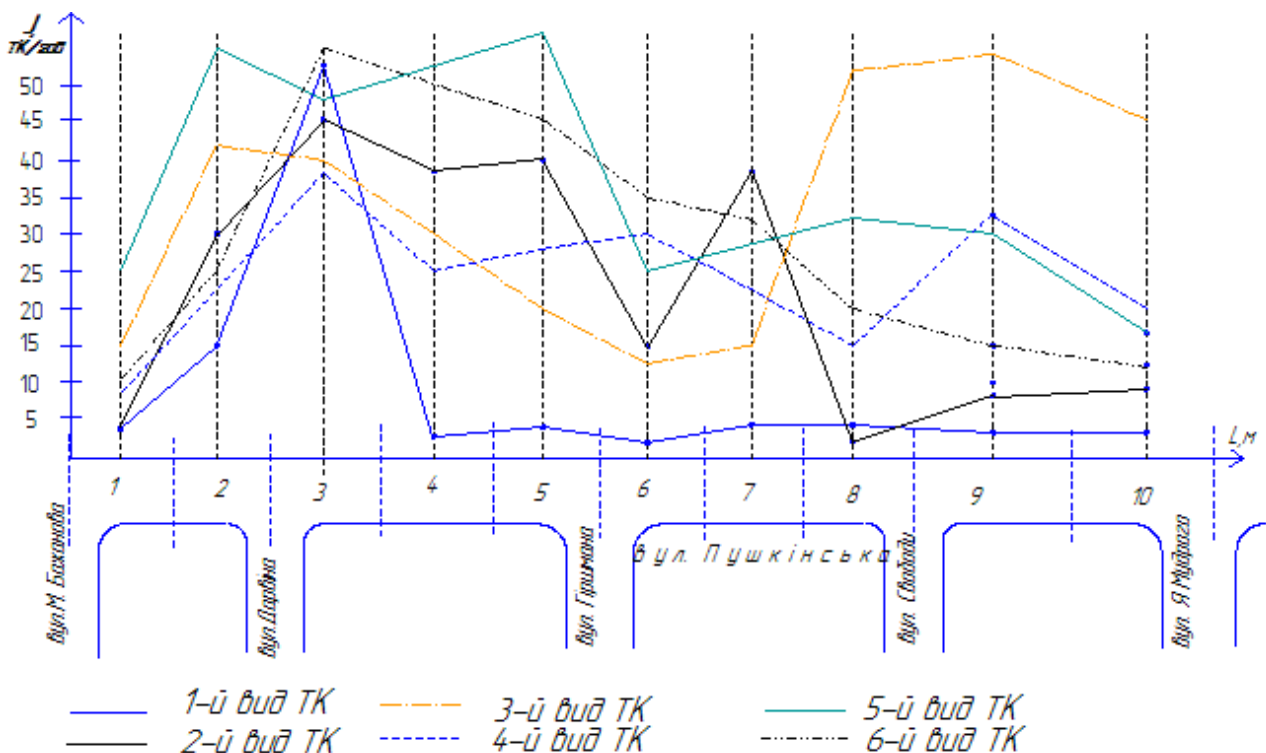


Рисунок 4.2 – Лінійний графік розподілу транспортних конфліктів

Спостерігачі кожного посту мають особистий бланк спостереження, до якого заносять зафіксований («впізнаний») ними певний вид транспортного конфлікту. Фіксують цей конфлікт позначкою, одночасно оцінюючі його

інтенсивність за п'ятибальною шкалою. Для прикладу виконана оцінка таких конфліктів:

1-й – транспортного засобу з тихохідним транспортним засобом;

2-й – транспортного засобу з іншим, якщо швидкість одного з них досягає нуля, тобто він зупиняється;

3-й – транспортного засобу з іншим, що виїхав з бічної вулиці;

4-й – одного транспортного засобу з іншим, що стоїть на узбіччі або зупинці;

5-й – транспортного засобу з пішоходом;

6-й – транспортного засобу з іншим зустрічного напрямку.

Наприклад, на першому відрізку ділянки спостерігачі зафіксували транспортні конфлікти і оцінили за балами їхню інтенсивність (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Оцінка транспортних конфліктів на посту № 1

Оцінка інтенсивності за балами	Вид транспортного конфлікту					
	1	2	3	4	5	6
1 бал	****	***	****	**	*****	
2 бали	**	*	**		***	*
3 бали	*	**		*	*****	
4 бали	*		*		***	**
5 балів		*				
Загальна інтенсивність, ТК/год	15	16	9	5	40	10

Далі за формулою (4.2) визначають інтенсивність конфлікту.

Наприклад, перший вид (конфлікт транспортного засобу з тихохідним транспортним засобом) має таке значення інтенсивності:

$$J = 1 \times 4 + 2 \times 2 + 3 \times 1 + 4 \times 1 = 15 \text{ ТК/год.}$$

Далі визначають інтенсивність другого виду конфлікту й так далі. Наносять точками на лінійний графік інтенсивність усіх конфліктів першої ділянки у масштабі. Спостерігачі інших ділянок визначають аналогічно інтенсивність різновидів транспортних конфліктів і наносять їх на цей лінійний графік. Після зведення усіх даних спостереження точки за кожним видом конфлікту з'єднують однією лінією. Таким чином, отримують лінійний графік розподілу інтенсивності транспортних конфліктів на ділянці транспортної мережі (рис. 4.2).

Після побудування проводять аналіз, за яким встановлюють, який вид конфлікту переважає на протязі усієї ділянки транспортної мережі, а який на певному відрізку. Далі встановлюють причину виникнення конфлікту за аналізом усіх факторів модуля стовпця f (формула (4.1)) і обирають серед них найбільш впливові. На підставі такого аналізу проводять розробку заходів із безпеки руху.

4.2 Види транспортних конфліктів міського електротранспорту на перегонах маршрутів

Рух транспортних засобів на вулично-дорожній мережі створюється траєкторіями, які перехрещуються через потребу учасників дорожнього руху виконувати обгони, перестроювання, повороти і розвороти.

Згідно з правилами дорожнього руху перед початком руху, перестроюванням або будь-якою зміною напрямку руху водій має переконатися, що це буде безпечним і не створить перешкод або небезпеки іншим учасникам руху. Саме перед водієм, який виконує дії зі змінювання траєкторії, стоїть повна відповідальність за безпеку дорожнього руху від початку і до закінчення маневру.

Під перестроюванням розуміють зміну в процесі руху положення транспортного засобу в межах поперечного профілю проїжджої частини, пов'язаного зі зміною смуги руху. Поперечне зміщення транспортного засобу в межах займаної смуги не є перестроюванням, однак такий рух теж може наражати на небезпеку. Небезпечними можуть бути будь-які маневри, пов'язані хоча б з незначною зміною напрямку руху відносно поздовжньої осі проїжджої частини. Під час перестроювання водій повинен надати дорогу транспортним засобам, що рухаються в попутному напрямку тією смугою, до якої він має намір переміститися. У разі одночасного перестроювання транспортних засобів, що рухаються одним напрямком, водій, який знаходиться зліва, має дати дорогу транспортному засобу, що знаходиться праворуч.

Виконання перестроювання умовно поділяють на два етапи: подачу попереджувального сигналу і виконання самого маневру. Однак подача попереджувального сигналу ніяких переваг у русі не дає, а тільки інформує інших учасників дорожнього руху про намір виконати маневр. Починаючи перестроювання, необхідно переконатися, що не буде створена небезпека для руху тим транспортним засобам при перестроюванні, на смугу руху яких водій буде переміщуватися. Залежно від обстановки в одних випадках варто почекати з перестроюванням, в інших – прискорити виконання маневру. Перестроювання необхідно виконувати так, щоб не змушувати інших водіїв змінювати напрямок і швидкість руху.

За наявності трамвайної колії посередині проїжджої частини водій нерейкового транспортного засобу, що виконує поворот ліворуч або розворот поза перехрестям, повинен дати дорогу трамваю. Вимога до водіїв транспортних засобів виконувати поворот або розворот з крайнього положення поширюється як на перехрестя, так і на ділянку дороги поза ним.

Якщо посеред проїжджої частини є трамвайні колії в одному рівні з проїжджою частиною дороги, то водіям інших транспортних засобів дозволяється (у разі відсутності заборонених знаків) виїзд на рейки попутного напрямку для виконання лівого повороту (розвороту). Однак заборонено рухатися зустрічною трамвайною колією для обгону трамваю.

Перед поворотом направо, наліво або розворотом водій повинен завчасно зайняти відповідне крайнє положення на проїжджій частині, призначеної для руху в цьому напрямку. Рухатися прямо, повертати ліворуч і розвертатися можна з крайньої лівої смуги проїжджої частини для нерейкових транспортних засобів, якщо це не заборонено дорожніми знаками. Разом із тим водії нерейкових транспортних засобів, які здійснюють лівий поворот (розворот), мають пропускати рейкові транспортні засоби незалежно від їхнього напрямку руху. Вимога пропуску трамваю має виконуватися, якщо транспортний засіб рухається прямо, а трамвай створює поворот із правого боку, на якому трамвайний шлях розташований відособлено.

Недотримання вимог вище перелічених вимог безпеки руху утворює загрозу виникнення певних транспортних конфліктів міського електричного транспорту з іншими учасниками під час руху перегонами, серед яких виділено п'ять видів транспортних конфліктів, які часто зустрічаються на дорогах вулично-дорожньої мережі. Їх можна класифікувати за такими видами (рис. 4.3):

– 1-й вид – конфлікт тролейбусу з транспортним засобом, що зупиняється на смузі руху тролейбуса. Цей вид конфлікту не пов'язаний зі змінюванням траєкторій руху, але він створює загрозу попутного зіткнення;

– 2-й вид – конфлікт тролейбуса під час завершення об'їзду транспортного засобу, який у цей час починає рух. Цей конфлікт є небезпечним через можливість поперечного зіткнення;

– 3-й вид – конфлікт, що виникає під час об'їзду тролейбусом транспортного засобу, що стоїть. У цьому випадку тролейбус наражається на ризик зіткнення з транспортним засобом, що рухається сусідньою смугою руху;

– 4-й вид – конфлікт, що виникає на трисмуговій дорозі під час перестроювання тролейбуса до крайньої лівої смуги руху для подальшого виконання лівого повороту. Цей конфлікт є небезпечним через ймовірність зіткнення з транспортними засобами, що рухаються другою і третьою смугою;

– 5-й вид – конфлікт тролейбуса з транспортними засобами у разі заторової ситуації. Цей конфлікт, незважаючи на незначну швидкість руху транспортного

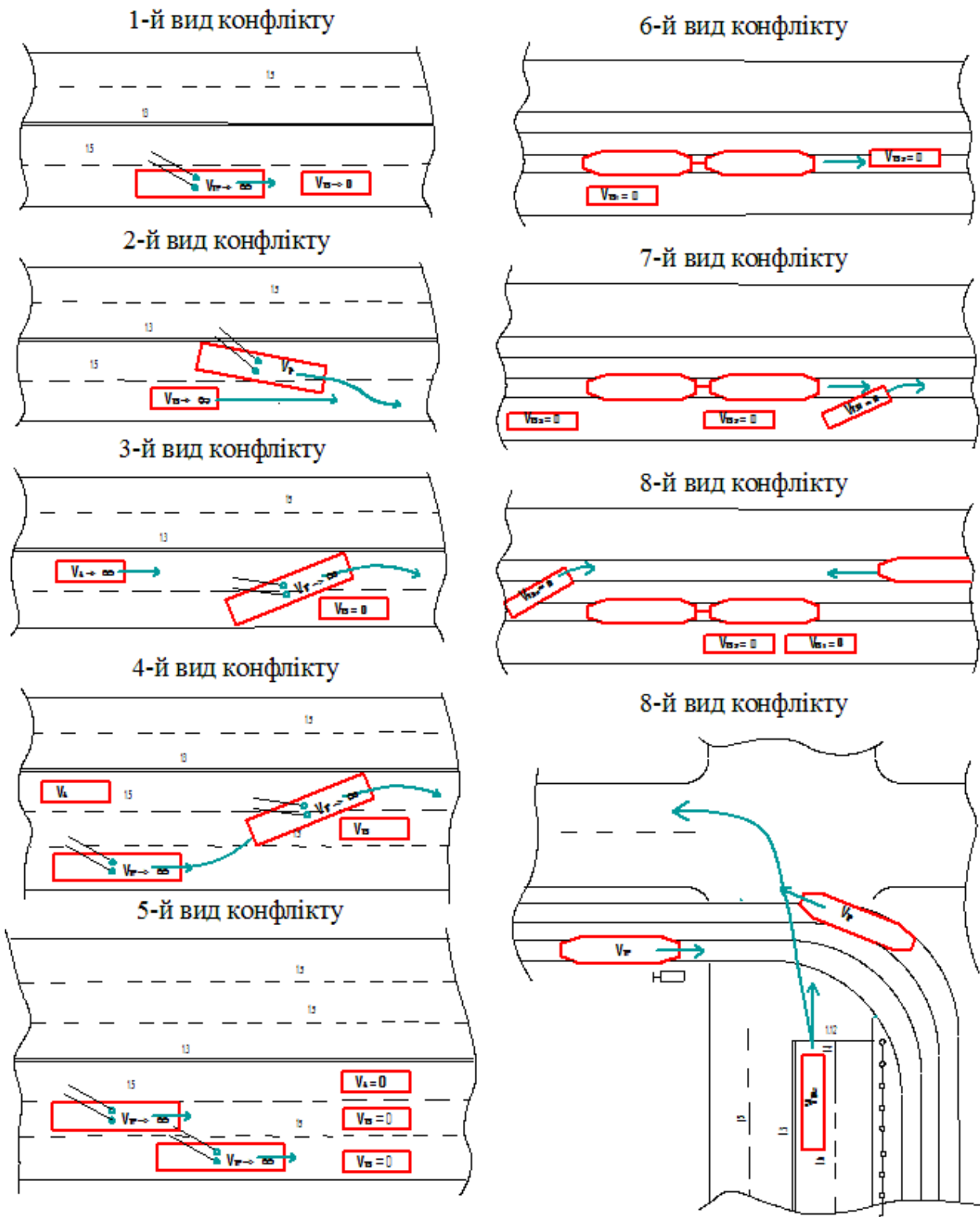


Рисунок 4.3 – Схеми транспортних конфліктів на перегонах маршрутів трамвая і тролейбуса

поток, може супроводжуватися попутними зіткненнями та під певним кутом, якщо у водія тролейбуса буде виникати можливість виконувати маневр;

– 6-й вид – конфлікт трамвая з транспортним засобом, що рухається попереду трамвая, шлях якого проходить в одному рівні з проїзною частиною. Цей вид конфлікту, як і перший вид конфлікту, не пов'язаний зі змінюванням траєкторій руху, але він створює загрозу попутного зіткнення у разі раптового гальмування транспортного засобу;

– 7-й вид – конфлікт трамвая з транспортним засобом, який для виконання маневру намагається в'їхати на колію попереду трамваю, шлях якого проходить в одному рівні з проїзною частиною. Цей вид конфлікту створює загрозу поперечного зіткнення транспортного засобу з трамваем;

– 8-й вид – конфлікт трамвая з транспортним засобом, який намагається об'їхати трамвай з лівого боку та наражається на зіткнення з трамвайним вагоном зустрічного напрямку;

– 9-й вид – конфлікт трамвая з транспортним засобом, який має наміри рухатися прямо, або виконати лівий поворот, в ситуації, коли трамвайний шлях з одного відособленого полотна переїжджає до іншого, змінюючи напрямок руху. Цей вид конфлікту може завершитися прямокутним зіткненням.

4.3 Види транспортних конфліктів у зонах зупиночних пунктів міського електротранспорту

Головна причина виникнення конфліктів на зупиночних пунктах міського електротранспорту пояснюється конкуренцією за свого пасажирів з автоперевізниками у разі дублювання маршрутів на одній лінії [25]. Дуже часто водії маршрутних автотранспортних засобів порушують Правила дорожнього руху, зупиняють свій рухомий склад у місцях зупинки електротранспорту, перешкоджають вільному заїзду і виїзду тролейбуса та руху трамвая, наражають на небезпеку пасажирів, які здійснюють посадку і висадку. З метою оцінки небезпек на зупиночному пункті потрібно виявляти, аналізувати конфліктні ситуації і на підставі отриманої інформації вирішувати завдання щодо підвищення безпеки руху на зупиночних пунктах.

У роботі [22] запропоновано дванадцять видів транспортних конфліктів, які утворюються на перегонах, перехрестях і зупиночних пунктах. Транспортний конфлікт на зупиночному пункті був представлений як окремий вид конфлікту. Подальші дослідження в зонах зупиночних пунктів та вивчення схем ДТП за даними протоколів [25] дали змогу виявити такі ситуації, які компонувалися в певні види транспортних конфліктів. Таким чином, проаналізовано низку транспортних конфліктів за участю рухомого складу трамвая і тролейбуса, схеми яких подано на рисунках 4.3–4.5.

Розглянемо конфлікти в зонах зупиночних пунктів у разі розташування трамвайного шляху в одному рівні з проїзною частиною (рис. 4.4):

– 1-й вид – конфлікт трамвая, що наближається до зупиночного пункту, з автобусами та іншими автомобілями, що стоять перед стоп-лінією на світлофорі. Такий конфлікт виникає з моменту увімкнення забороненого сигналу світлофора, через що транспортні засоби утворюють чергу в зоні зупиночного пункту, що перешкоджає створенню безпечної посадки-висадки пасажирів трамвая. Такий конфлікт може закінчитися наїздом на пасажирів;

– 2-й вид – конфлікт пасажирів трамвая під час посадки-висадки із зупиненим транспортним засобом під час увімкнення забороненого сигналу світлофора. Конфлікт виникає у випадку, коли трамвай знаходиться в зоні зупиночного пункту в момент увімкнення забороненого сигналу світлофора, а транспортний засіб, що не встиг під'їхати до стоп-лінії, зупиняється між двома вагонами. У результаті пасажирів не в змозі створити безпечну посадку-висадку через перекриття видимості транспортним засобом;

– 3-й вид – конфлікт пасажирів трамвая під час посадки-висадки з іншими транспортними засобами. Виникає цей конфлікт, коли трамвай стоїть на зупиночному пункті, розташованого біля стоп-лінії. Така ситуація зобов'язує водіїв інших транспортних засобів, відповідно до Правил дорожнього руху, зупинитися і не рухатися до того моменту, поки не будуть зачинені двері трамвая. Водій трамвая має до моменту відкриття дверей остаточно впевнитися, що транспортні засоби зупинилися, а потім закрити двері, впевнившись, що немає пасажирів, які наближаються до трамвая для посадки.

Розташування трамвайного шляху відособлено від проїзної частини вважають найбільш безпечним як для руху трамвая так і для підходу, посадки і висадки пасажирів. У разі такого розташування рух трамвайного маршруту організовано автономно (за винятком перехресть) і не може створювати «конкуренцію» з маршрутними автоперевізниками. Однак аналіз конфліктів показав протилежний результат, за яким були встановлені такі види конфліктів (рис. 4.5).



Рисунок 4.4 – Схеми транспортних конфліктів на зупиночних пунктах трамвая у разі розташування трамвайного шляху на одному рівні з проїзною частиною

Розглянемо конфлікти:

– 4-й вид – конфлікт трамвая, що відправляється з зупиночного пункту з автобусами, що під'їжджають на зупинку з пересічної вулиці. У результаті цієї ситуації автобус загороджує трамвайний шлях і перешкоджає трамваю вільно рухатися. Посилює інтенсивність конфліктної ситуації значна частота руху маршрутного транспорту;

– 5-й вид – конфлікт пасажирів трамвая та пасажирів автобуса на суміжному зупиночному пункті. Сприяє виникненню цього виду конфлікту ситуація, у якій за вимогами розташування зупиночних пунктів трамвая (до перехрестя) та автобуса (за 20 м після перехрестя), посадкові зони перехрещуються, створюючи загальний зупиночний пункт. Під час одночасної посадки-висадки з трамвая та автобуса пасажирі перешкоджають один одному, що є негативним фактором якості обслуговування пасажирів.

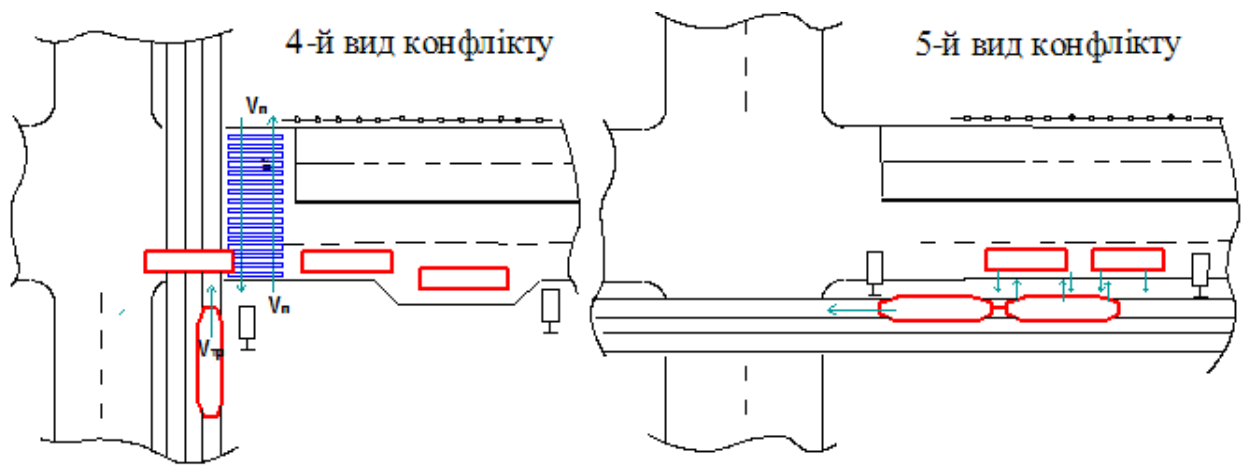


Рисунок 4.5 – Схеми транспортних конфліктів на зупиночних пунктах трамвая у разі розташування трамвайного шляху відособлено

Спостереження за транспортними конфліктами на зупиночних пунктах тролейбуса дали змогу виявити одинадцять видів конфліктів за участю тролейбуса (рис. 4.6):

– 1-й вид – конфлікт тролейбуса під час виїзду з «кишені» з автобусом, який об'їжджає тролейбус, тому що зупиночний пункт зайнятий іншими транспортними. Ця ситуація вимушує водія автобусу для здійснення висадки створювати зупинку поза зоною зупиночного пункту, конфліктуючи з тролейбусом. Ця ситуація небезпечна, оскільки можливе кутове зіткнення з автобусом;

– 2-й вид – конфлікт між зупиненими автобусами, що зайняли зону зупиночного пункту, із тролейбусом, водій якого вимушений зупинити свій рухомий склад у другий ряд. У результаті такої конфліктної ситуації пасажир не можуть безпечно створювати посадку та висадку. Через перекриття видимості під час підходу пасажир до тролейбуса можливий наїзд на пасажир;

– 3-й вид – конфлікт пішоходів на пішохідному переході з автобусами, що під'їжджають до зайнятого тролейбусом зупиночного пункту. Такий конфлікт можливий, якщо зона посадки й висадки зайнята тролейбусом, а пасажир виходячи з тролейбуса або заходячи до нього, наражаються на ризик наїзду другим автобусом;

– 4-й вид – конфлікт пішоходів із тролейбусом, що під'їжджає до зайнятого автобусами зупиночного пункту. У результаті тролейбус перегороджує пішохідний перехід, перекриває видимість пішоходам і перешкоджає переходити пішоходам проїзну частину. У результаті перекриття видимості можливий наїзд на пішохода через перекриття видимості;

– 5-й вид – конфлікт тролейбуса з транспортними засобами другої смуги руху під час виїзду з «кишені» та 6 вид – конфлікт тролейбуса під час виїзду з «кишені» з автобусом, що стоїть попереду. П'ятий та шостий вид транспортного конфлікту об'єднанні однією транспортною ситуацією. Транспортні засоби перешкоджають вільному виїзду тролейбусу, що може супроводжуватися ДТП між тролейбусом і автомобілями транспортного потоку, що рухаються другою смугою та ДТП між тролейбусом і автобусом, що стоїть;

– 7-й вид – конфлікт тролейбуса з автобусом, що різко гальмує попереду та 8-й вид – конфлікт тролейбуса з автобусом, що слідкує позаду. Такий подвійний конфлікт утворюється, коли перший транспортний засіб і тролейбус під'їжджають до зупиночного пункту, а слідом за тролейбусом слідкує другий транспортний засіб зі швидкістю, яка перевищує швидкість тролейбуса. Ця ситуація є небезпечною, оскільки під час гальмування першого транспортного засобу водій тролейбуса повинен виконати екстрене гальмування, що може призвести до зіткнення з другим транспортним засобом, що слідує позаду;

– 9-й вид – конфлікт тролейбуса, що виконує лівий поворот та зупинився на перехресті, з іншими транспортними засобами, які рухаються поперечним потоком. Цей конфлікт утворюється, коли автобуси повністю займають зону зупиночного пункту, тому тролейбус з іншого напрямку не може вільно під'їхати до нього. У результаті тролейбус зупиняється посеред перехрестя, тим самим він перекриває шлях для руху інших транспортних засобів. Результатом цього конфлікту є кутове зіткнення тролейбуса з автомобілями;

– 10-й вид – конфлікт пішоходів із тролейбусом, що затримується перед пішохідним переходом через зайнятість автобусами зони зупиночного пункту та 11-й вид – конфлікт тролейбуса з автомобілем бучної вулиці, яка перекрита тролейбусом через зайнятість зони зупиночного пункту автобусами. Десятий та одинадцятий вид конфлікту об'єднанні однією дорожньо-транспортною ситуацією. Причиною конфліктів є зайнятість зони зупиночного пункту автобусами, що створюють посадку-висадку, а тролейбус не може «дістатися» зони зупиночного пункту, через необхідність пропуску пішоходів. Отже тролейбус утворює перешкоду для руху транспортних засобів, що рухаються через перехрестя. Ці види конфліктів можуть призвести до зіткнення транспортних засобів під прямим кутом у разі екстреного гальмування тролейбуса та до наїзду на пішохода.

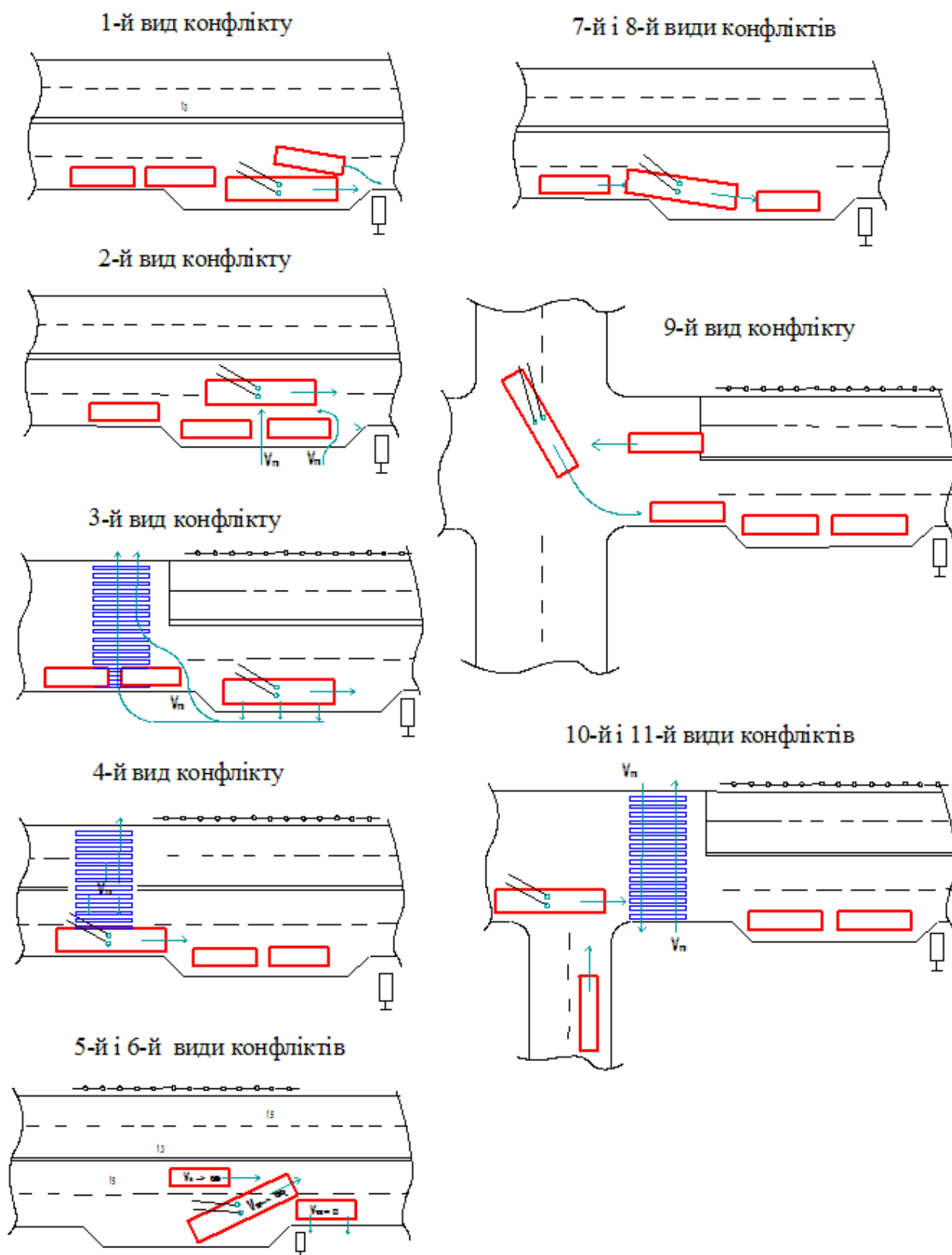


Рисунок 4.6 – Схеми транспортних конфліктів у зонах зупиночних пунктів тролейбусу

Транспортні конфлікти не тільки визначають аварійність, але і впливають на час затримки рухомого складу на зупиночних пунктах, що знижує пропускну

спроможність транспортної мережі, що, зі свого боку, негативно впливає на показники роботи трамвайно-тролейбусного підприємства.

Для зниження транспортної конфліктності в зонах зупиночних пунктів можна запропонувати такі заходи:

– зменшення кількості паралельно працюючих маршрутів. Для цього роз'єднують шляхи слідування маршрутів міського електричного транспорту і автоперевізників, направляючи їхні маршрути іншими лініями транспортної мережі;

– у разі неможливості зменшення кількості маршрутів організують рознесення зон зупиночних пунктів і створюють декілька. З кожного з них планують відправлення маршрутів, які далі слідкують одним напрямком (прямо, або наліво, або направо). Така організація зупиночних пунктів, зі свого боку, забезпечує зручну посадку для пасажирів, які рухаються певним напрямком (рис. 4.7);

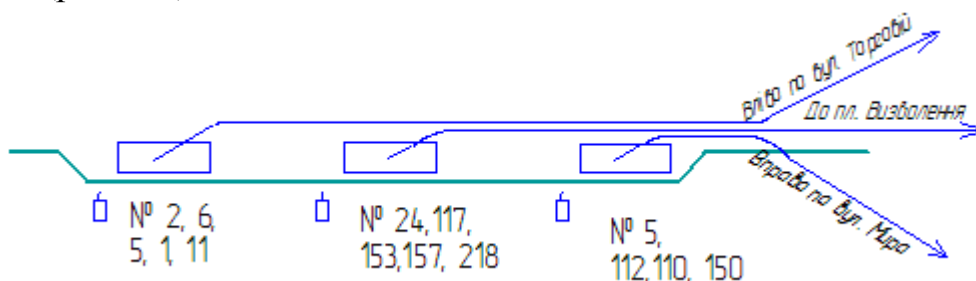


Рисунок 4.7 – Приклад рознесення зон зупиночних пунктів

– зменшення кількості рухомого складу, які одночасно перебувають на зупиночному пункті. З цією метою впроваджують раціональні режими роботи зупиночних пунктів: тимчасові, тимчасові у певний період доби або організують експресні маршрути;

– зменшення загального часу перебування рухомого складу на зупиночному пункті. Для цього потрібно рівномірно розміщувати об'єкти тяжіння пасажирів уздовж маршрутів і відповідно формувати дорожню інфраструктуру.

4.4 Врахування особливостей учасників руху у дорожніх конфліктах

Причиною транспортних конфліктів є не тільки дорожні умови. У векторі стовбці (4.1) показано, до чинників транспортних конфліктів належать особисті характеристики учасників руху. Кожен з учасників конфлікту володіє певними психофізіологічними якостями і властивостями, біологічними характеристиками, нормами поведінки і рівнем компетенції в сфері безпеки дорожнього руху.

Отже, між учасниками дорожнього руху [26] відбувається перетин інтересів, мотивів і потреб. Наявність протиріч (розбіжності інтересів) у поведінці учасників дорожнього руху призводить до несанкціонованих дій одного або декількох учасників і порушення ними правил дорожнього руху. Серед головних дорожніх конфліктогенів [26] виступають: некоректна поведінка; помилкове тлумачення правил дорожнього руху; нонконформізм; нерішучість і невмілість; неправильне передбачення дій один одного; недисциплінованість; тяжіння до ризику і гострих відчуттів; агресивність; схильність до конкуренції; низький рівень комунікативної компетентності та дисципліни.

Отже, методи роботи з профілактики ДТП мають бути спрямовані не тільки на виявлення і усунення порушень Правил дорожнього руху, а й на виявлення і усунення джерел виникнення ДТП, тобто мотивів, які змушують учасника дорожнього руху вчиняти несанкціоновані дії і порушувати ці правила.

Робота зі зменшення дорожніх конфліктів з урахуванням особливостей учасників руху має містити такі головні етапи [27]:

- 1) вивчення індивідуально-психологічних особливостей учасників дорожнього руху;
- 2) визначення мотивів поведінки учасників дорожнього руху залежно від типу дорожнього конфлікту;
- 3) навчання учасників дорожнього руху методам комунікативного спілкування.

5 ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАШТУВАННЯ ЛІНІЙ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

5.1 Безпека учасників перевізного процесу на кінцевих станціях тролейбуса і трамвая

Кінцева станція – це одне із найскладніших і великих споруджень лінійного обладнання мережі міського пасажирського транспорту.

До неї входять посадкові площадки для пасажирів, відстійно-зворотня площадка, службове приміщення, необхідне розгалуження контактної мережі і рейкових шляхів трамвая. На відміну від звичайного кінцевого пункту маршруту на кінцевій станції рухомий склад здійснює не тільки розворот, а й відстій у період надання перерви водіям і дрібний ремонт.

Організація роботи кінцевої станції і кінцевого пункту має забезпечувати безпеку пасажирів, водіїв, обслуговуючого персоналу і перехожих. Тому станційну територію розміщують на окремій горизонтальній ділянці на відстані 15...50 м від міської забудови [28, 29].

До службових приміщень кінцевих станцій входить диспетчерська, кімната відпочинку для водіїв, буфет або кімната для прийняття їжі, кімната начальника маршруту, приміщення для лінійних слюсарів і побутові приміщення (санвузол). Загальна площа приміщення має становити не менше 100 м². Із вікон диспетчерської має бути гарний огляд шляхів прийому, відстою і відправлення поїздів, а з кімнати відпочинку водіїв – площадки для відстою рухомого складу. Диспетчерські кінцевих станцій обладнують необхідними системами зв'язку і сигналізації, що полегшує керування рухомим складом під час пересування станцією.

Якщо в місті для керування маршрутним транспортом впровадженні автоматизовані системи диспетчерського керування, то в цьому випадку стає нерациональним утримання приміщень диспетчерської. Тому кількість кінцевих станцій скорочують, переводячи їх у режим роботи кінцевого пункту. Підприємство залишає працювати тільки ті станції, які є кінцевими пунктами значної кількості маршрутів або тих маршрутів, які мають велику частоту руху, а площа станційної площадки за розмірами забезпечує відстій рухомого складу цих маршрутів. На таких станціях залишають приміщення для слюсарів, які виконують дрібний ремонт, та кімнати для водіїв.

У зв'язку з тим, що на кінцевих станціях передбачено відстій рухомого складу під час обідніх перерв водіїв, то для цього має бути організовано спеціальне місце. Для трамвайних кінцевих станцій у загальному шляховому розвитку мають бути враховані додаткові трамвайні колії. Кількість необхідних кіл на відстійному шляху визначають із розрахунку максимальної кількості вагонів, що одночасно перебувають на відстої під час обідніх перерв, періоду

обідніх перерв, їхньої загальної кількості і тривалості однієї обідньої перерви в середньому. Тоді кількість відстійних шляхів можна визначити за формулою:

$$K = \frac{П}{T \cdot k}, \quad (5.1)$$

де K – кількість відстійних шляхів;

$П$ – загальна кількість перерв;

T – загальний період обідніх перерв;

k – кількість кінцевих станцій.

Розрахуємо, скільки необхідно організувати відстійних шляхів на кінцевій станції, яких на маршруті дві, враховуючи тривалість перерви 1 годину, загальний період обідніх перерв 3 години. Максимальна кількість вагонів, що водночас будуть відстоюватися на кінцевій станції під час обідньої перерви становить 17 вагонів. Тоді на кінцевій станції має бути організовано

$$K = \frac{17}{3 \times 2} = 2,83 \approx 3 \text{ відстійних шляхи.}$$

Кінцеві станції трамвая влаштовують у формі петлі або кільця з більшим шляховим розвитком. Найбільш простий спосіб трасування – це є одноколійна зворотна петля, що не містить у собі стрілочних вузлів. Для трасування обирають таке чергування прямих і кривих ділянок шляху, які на наявній площі забезпечують поворот напрямку руху на 180° з урахуванням встановлених вимог і обмежень.

Однак такі прості рішення застосовуються рідко. Кінцеві станції трамвая повинні мати шляховий розвиток, тобто кілька шляхів або груп шляхів, що мають різне технологічне призначення. Це можуть бути хордові, обгінні, відстійні й ремонтні шляхи. Їхня кількість залежить від кількості маршрутів, що проходять через станцію, інтервалу руху, а також від прийнятого режиму обідніх перерв для водіїв. Крім того, на вибір кількості шляхів побічно впливає їхня можлива місткість, обумовлена розмірами відведеної площі й довжиною трамвайних вагонів, які виконують розворот.

На кінцевих станціях і кінцевих пунктах трамвая оборотні петлі улаштовують радіусом 20...50 метрів. При декількох маршрутах, особливо з різними інтервалами руху, петлі виконуються багатоколійними. Це забезпечує незалежне відправлення в рейс трамвайних вагонів кожного з маршрутів. Коли за планувальними умовами неможливо спорудити петлю, використовують трикутник, недоліком якого є необхідність руху вагонів заднім ходом під час маневрування. У виняткових випадках кінцеві пункти виконують тупиковими. Однак організація трикутників і тупиків на станціях можлива лише у разі використання рухомого складу з двома кабінами водія й наявності пасажирських дверей по обидва боки трамвайного вагону. Тупики також улаштовують на додаток до петель для відстою трамвайних вагонів або створення оглядових канав.

Для кінцевих станцій і пунктів тролейбуса площу зворотного кола визначають виходячи з габаритних смуг руху. Розворотно-відстійний майданчик для тролейбуса повинен мати вільну смугу для руху шириною не менше 7 м (для можливості обгону), відстійний майданчик для розстановки тролейбусів на період обіду водіїв і відстою машин на станції. Оглядова канава для обслуговування рухомого складу має знаходитися поодаль від руху пішоходів і пасажирів і має огорожуватися, а посадку та висадку пасажирів на кінцевих станціях трамвая або тролейбуса потрібно передбачати на окремих майданчиках.

Необхідно відмітити, що будівництво окремо розташованих кінцевих станцій в умовах міста з року в рік стає все більш складною проблемою у зв'язку з ущільненням забудови міських територій під час одночасного підвищення санітарно-гігієнічних вимог. Вирішення проблеми можливо у разі організації обороту рухомого складу навколо забудови, а службові приміщення кінцевої станції створюють у будинках комунально-побутового призначення.

На маршрутах також створюють зворотні кола, призначені для безпечного змінювання напрямку руху рухомого складу по маршруту в зворотному напрямку, зазвичай, без міжрейсового відстою. Для трамвайних ліній зворотні кільця, крім кінцевої точки маршруту, варто передбачати кожні 6...8 км. Це забезпечує підвищення надійності транспортного обслуговування у разі ДТП або несправності ділянки шляху.

Структура шляхового господарства кінцевих станцій може забезпечувати розворот рухомого складу з двох боків, що забезпечує розвертання рухомого складу різних маршрутів, шлях яких проходить протилежними напрямками. Такі станції у разі порушення руху можуть використовуватися як зворотні кола.

З погляду на розташування кінцевих станцій стосовно центра міста їх можна поділити за місцем розташування на транспортній мережі на центральні, місцеві та периферійні.

Кінцеві станції, що розташовані на околиці міста, є периферійними. Такі станції знаходяться на кінцях маршрутів трамвая або тролейбуса і послугують для звороту тільки за одним напрямком. За формою шляхове господарство має, зазвичай, вигляд петлі або тупика.

Кінцеві станції, що розташовані між околицею і центром міста, є місцевими. Характерною особливістю таких станцій є забезпечення проїзду повз них інших маршрутів, що не створюють звороту. Тому за способом використання їх можна назвати «прохідними». Такі станції побудовані у вигляді петлі або кільця з відповідним розгалуженням колії. «Прохідні» станції за призначенням можуть використовуватися як зворотні кола. Місцеві кінцеві станції бувають також із кінцевим зворотом (тупикові), а також у формі кільця.

У центрі міста розташовуються так звані «центральні» кінцеві станції, які також можуть бути «прохідними», «з кінцевим оборотом» або «двох

зворотними». Оскільки в центральній частині міста важко знайти площадку необхідних розмірів для розташування кінцевої станції, виконують її у формі тупика чи трикутника, а також організують зворот рухомого складу навколо міської забудови. Загальна класифікація кінцевих станцій подана на рисунку 5.1.

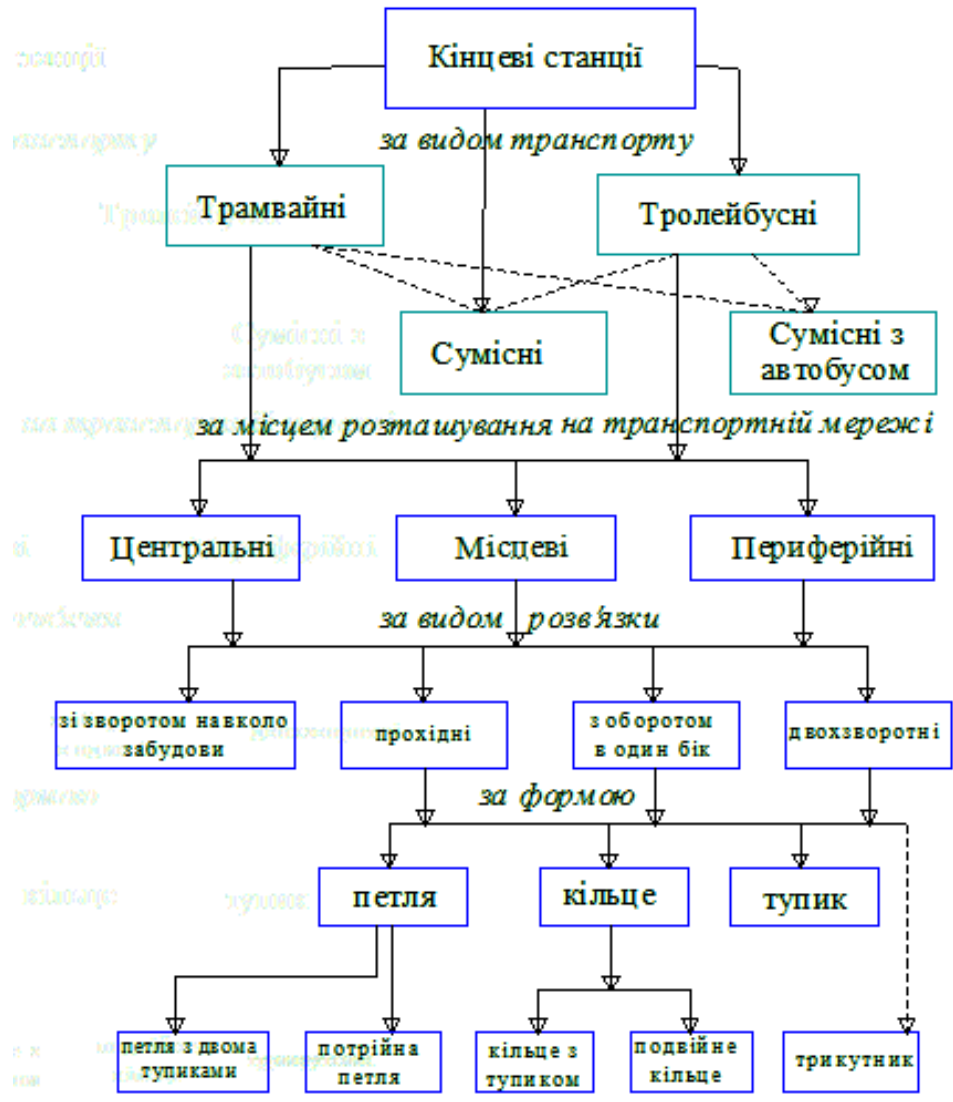


Рисунок 5.1 – Класифікація кінцевих станцій

Кінцеві станції організують не тільки окремими для трамваїв і тролейбусів, а й роблять їх «сумісними» для декількох видів транспорту. Вважається, що за такої організації зростає ефективність використання кінцевої станції. У разі суміщення трамвайних та автобусних кінцевих станцій для скорочення площі кінцевої станції організують майданчик відстою автобусів всередині або зовні трамвайного кільця. У разі суміщення тролейбусних та автобусних маршрутів майданчик для руху автобусів може бути загальним із тролейбусом. У середині кільця кінцевих станцій трамвая допускається розміщення майданчиків для стоянки легкових автомобілів, мотоциклів і велосипедів.

Але суміщення кінцевих станцій призведе до підвищення конфліктності між перевізниками і створює загрози для безпеки рухомого складу міського електротранспорту і пасажирів. За статистикою на кінцевих станціях теж трапляються дорожньо-транспортні пригоди. Розглянемо, які конфліктні ситуації можуть виникнути на кінцевих станціях (рис. 5.2).

Перший транспортний конфлікт (рис. 5.2, а) виникає між тролейбусом та автобусом, який перебуває на зворотному кільці. Габаритні розміри кінцевої станції, зазвичай, розроблені тільки для відстою тролейбусів і на ній не має спеціально пристосованого місця для перебування автобусів. Під час руху тролейбуса по зворотному колу для висадки-посадки пасажирів його габаритна смуга руху може перетинається з габаритною смугою автобуса. У разі несприятливого перебігу подій можливий наїзд тролейбуса на автобус.

Другий транспортний конфлікт між тролейбусом та автобусом (рис. 5.2, б) виникає у разі одночасного руху цих транспортних засобів по колу до місць висадки-посадки пасажирів, які рознесені у просторі. Під час маневрів тролейбуса і автобуса в стиснених умовах виникає перехрещення траєкторій руху, що може призвести до попутного або дотичного зіткнення. Для запобігання такого конфлікту необхідно чітко дотримуватись правил організації місць висадки-посадки різних видів транспорту, розширювати зону кінцевої станції, а, якщо це не можливо, забороняти розвертання автобусів на кінцевих станціях і кінцевих пунктах електричного транспорту.

Наступний третій транспортний конфлікт (рис. 5.2 в) виникає між тролейбусом, який пересувається колом, та пасажирами, які бажаючи сісти на автобус, рухаються проїзною смугою. Наслідком такого конфлікту, може бути наїзд на пішохода. Щоб його запобігти, необхідно чітко позначати зону руху транспортних засобів, обмежуючі її бордюром каменем і встановлюючи пішохідні огороження.

Четвертий вид транспортного конфлікту виникає у разі організації пішохідного переходу для руху потенційних пасажирів тролейбуса на посадку-висадку (рис. 5.2, г). Такий конфлікт виникає між пасажирами під час прибуття тролейбуса на посадку або після висадки пасажирів та одночасного руху автобусів колом. Наслідком такого конфлікту може бути наїзд на пішохода.

П'ятий транспортний конфлікт виникає, коли тролейбус виїздить із зворотного кола, з автобусом, зупиночний пункт якого знаходиться поблизу кінцевої станції (рис. 5.2, д). У разі несприятливого перебігу подій можливе прямокутне чи дотичне зіткнення тролейбуса з автобусом. Для запобігання цього конфлікту необхідно впроваджувати пріоритетний виїзд тролейбуса з введенням світлофорної сигналізації та забезпечити пріоритетність руху тролейбусів перед іншими транспортними засобами, що рухаються проїзною частиною.

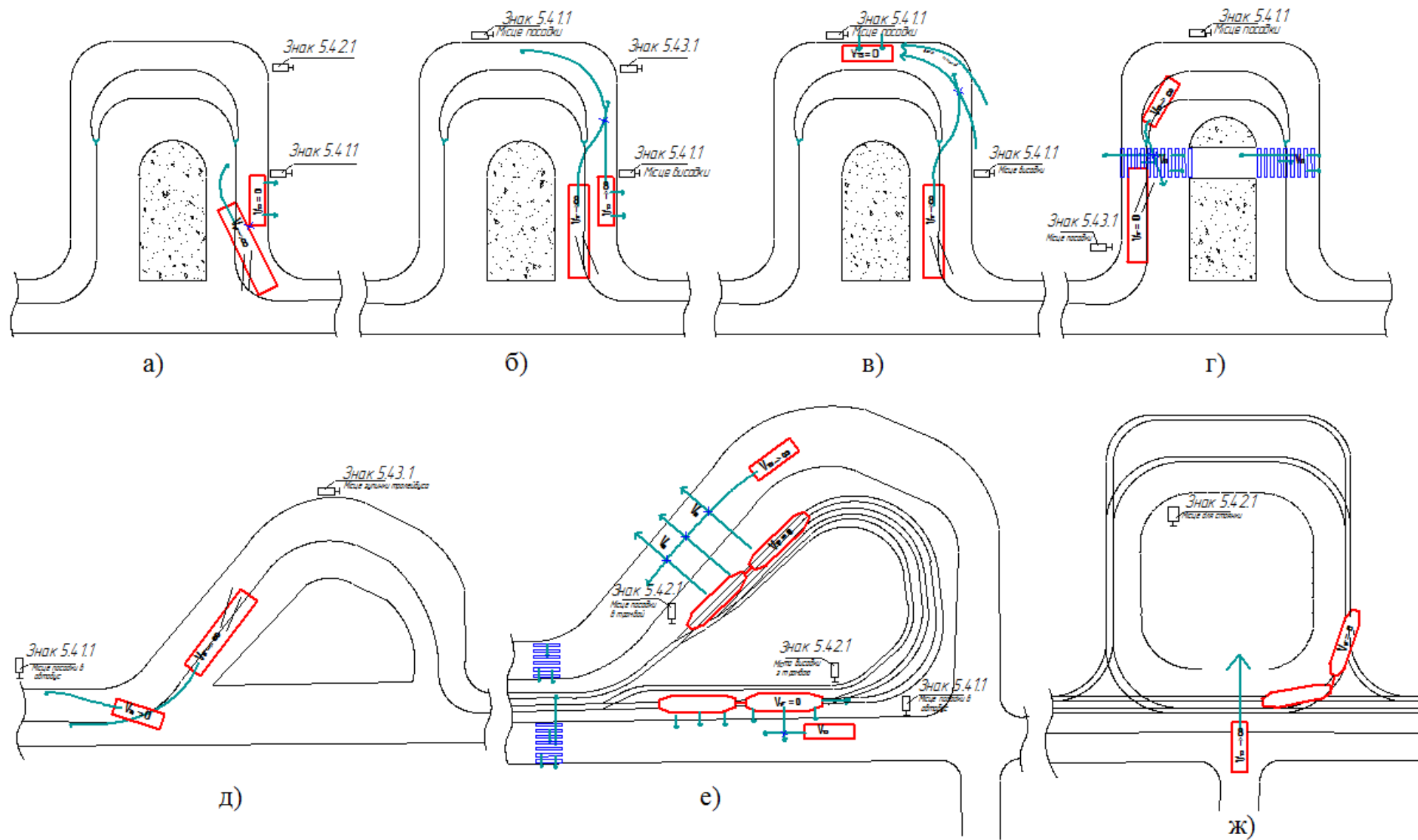


Рисунок 5.2 – Види транспортних конфліктів на сумісних кінцевих станціях

Шостий вид конфлікту спостерігають у зонах сумісних кінцевих станцій трамвая і автобуса. Транспортний конфлікт виникає між автобусом та пасажирями, які бажають створити посадку-висадку на трамвай у зоні кінцевої станції (рис. 5.2, е) під час одночасного підходу пасажирів для посадки-висадки та руху автобуса по колу. Крім цього, через неправильну організацію місць висадки пасажирів з трамвая і зупиночного пункту транзитних автобусів, який організований після місця в'їзду до кола, їхні зони зупиночних пунктів співпадають. Наслідком такого конфлікту, може бути наїзд на пішохода, а для його запобігання потрібно під час організації зупиночних і кінцевих пунктів автобусів дотримуватися вимог щодо їхнього розташування.

Наступний, сьомий, транспортний конфлікт трамвая виникає у разі розташування у середині трамвайного кільця стоянки для автобусів або інших транспортних засобів (рис. 5.2, ж). Під час виїзду-заїзду цих транспортних засобів зі стоянки вони перетинають трамвайний шлях і у разі несприятливого перебігу подій можливе прямокутне чи дотичне зіткнення трамваю з автотранспортом. Для запобігання такого конфлікту потрібно впроваджувати засоби пріоритетного пропуску трамвая із уведенням відповідної сигналізації і забезпечувати пріоритетність руху трамвая зі зворотного кола перед іншими транспортними засобами, що рухаються проїзною частиною.

5.2 Забезпечення безпеки руху трамвая на стрілочних переводах

Стрілочний перевід є невід'ємною частиною трамвайної колії. За конструкцією його вважають більш складною її частиною, і тому більш небезпечною. Тому експлуатація стрілочних переводів має бути під увагою водіїв і обслуговуючого персоналу.

Трамвайні стрілочні переводи складають із певних спецчастин, які утворюються через злиття, розгалуження або перетинання трамвайних ліній. Більш простим стрілочним переводом є відгалуження однієї колії від іншої. Такий перевід містить: дві стрілки, що складаються з двох пір'їв із з'єднувальними тягами і перевідного механізму (приводу) та двох рамних рейок; хрестовину з двома контррельсами із з'єднувальними коліями між стрілкою та хрестовиною (рис. 5.3, а). Двоколійні стрілочні переводи, коли один внутрішній поворотний шлях перетинає прямий шлях зворотного напрямку, мають трамвайне перетинання (рис. 5.3 б). Коли до стрілочного переводу під'єднують ще один перевід, то утворюється стрілочний трикутник (рис. 5.3, в). На перехрестях двоколійних трамвайних колій з відгалуженнями в декількох напрямках утворюються складні трамвайні вузли (рис. 5.3, г).

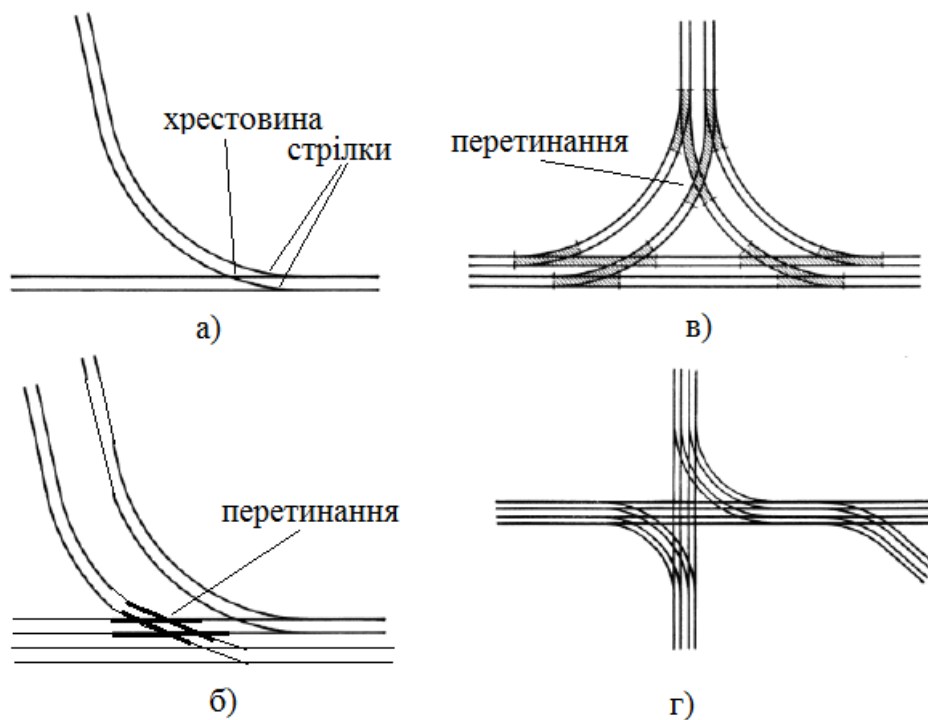


Рисунок 5.3 – Трамвайні стрілочні переводи і їхні спецчастини

Порядок розміщення стрілочних переводів, експлуатація, утримання, технічне обслуговування, вимоги до габаритів спецчастин за типами та марками хрестовин визначені нормативними документами [8, 28].

Стрілочні переводи бувають з відхиленням вправо або вліво. Залежно від положення стрілки (до рамної рейки притискається праве або ліве перо) стрілкою можна рухатись прямо або з відхиленням у бік.

Для забезпечення безпечного проїзду Правилами експлуатації трамвая і тролейбуса України [8] обмежується швидкість руху в зоні стрілочних переводів. У разі проїзду протишерстної стрілки швидкість обмежують до 5 км/год, пошерстної – 15 км/год. Це призводить до зниження експлуатаційної швидкості на маршрутах, виникнення витрат часу на пересування, погіршення якості обслуговування пасажирів, нераціональних додаткових гальмувань та пусків, що супроводжується матеріальними та енергетичними витратами ресурсів. Тому одним із актуальних завдань трамвайного господарства є використання більш сучасних конструкцій стрілочних переводів, підвищення їхньої експлуатаційної надійності.

За способом переводу розрізняють стрілки ручні та автоматичні.

Вручну стрілки переводяться за допомогою спеціального ломика, яким обов'язково екіпірують кожний трамвайний вагон, який виїжджає на лінію. Водій встановлює ломик між рамною рейкою і пером стрілки, або між контррейкою і пером стрілки, і прикладає до нього силу в напрямку «від себе» або «на себе». Вручну стрілки переводять через такі причини:

- 1) відсутня система автоматичного переведення стрілки;

- 2) привід автоматичної стрілки несправний;
- 3) відбулося неправильне (хибне) спрацювання стрілки;
- 4) погодні умови знижують ефективність спрацювання стрілки.

Вважають, що ручне перемикання стрілок менш ефективно, ніж автоматичне. Впровадження автоматичних стрілочних переводів зменшує час перебування вагонів на ньому. Проте перевід стрілки вручну можна вважати надійнішим через те, що водій під час перемикання стрілки може забезпечити потрібне прилягання пера до рамної рейки. А керовані стрілки є найбільш відповідальними пристроями з погляду безпеки, тому що вони можуть спрацювати не повною мірою.

Практика показує, що здебільшого аварії і дорожньо-транспортні пригоди на стрілках відбуваються через порушення Правил експлуатації. Крім цього, корисно знати, що відмови в електроприводах переважно відбуваються через порушення контакту автоперемикача (53 %), несправності електродвигуна (30 %), механічної передачі (8 %), порушення контакту блокувального пристрою (4 %), заклинювання пера (3 %) та інше.

За способом автоматичного керування стрілочні переводи поділяють на три групи (рис. 5.4): керовані водієм із кабіни вагона; керовані з поста централізованого керування; програмно-керовані стрілки.

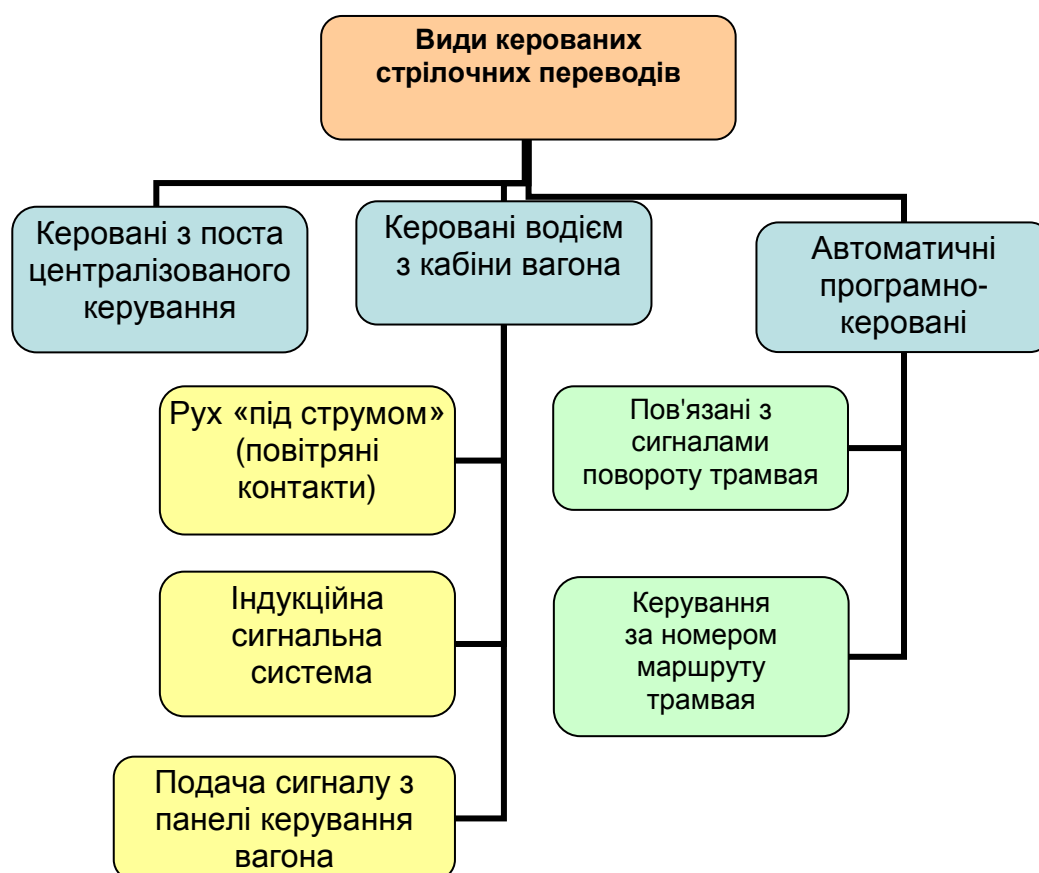


Рисунок 5.4 – Види автоматизованих стрілочних переводів

Стрілочні переводи, керовані водієм із кабіни вагона, поділяють на: керування «під струмом», керування за допомогою індукційної сигнальної системи і ті, що спрацьовують під час подачі сигналу з панелі керування вагону.

Перший спосіб (рух «під струмом») реалізує водій, який має увімкнути двигун для руху в режимі розгону. Такий перевід стрілок має електрифіковану систему керування з електромагнітним приводом. У стрілочній коробці знаходяться два соленоїда. Вони мають подвійний сердечник, з'єднаний з тягою, яка, зі свого боку, з'єднана з пір'ям стрілки. Система керування стрілкою працює від контактної мережі трамвая напругою 600 В. На контактній підвісі у місця розміщення стрілки встановлюють серієсний (вхідний) контакт. Завдяки появі сигналу з повітряного контакту, який взаємодіє з пантографом, створюється подача на соленоїд стрілочного приводу електричного струму. У нормальному положенні стрілка розташована у напрямку направо. Якщо потрібно трамваю рухатися наліво, то шляхом увімкнення тягового електродвигуна замикається ланцюг «соленоїд – повітряний контакт – двигун – рейка», і стрілка за допомогою соленоїда перекладається наліво. Коли стрілка знаходиться на лівому напрямку, трамвай проходить зону стрілочного перевodu і за допомогою струмознімача замикає шунтовий (вихідний) контакт, і стрілка переводиться соленоїдом у нормальне положення. Таким чином, спеціальні парні клини, так звані пера стрілки, віджимають реборди коліс, направляючи їх вліво або вправо. Якщо трамваю потрібно рухатися праворуч, водій вимикає електродвигун і на швидкості, що не перевищує 5 км/год, здійснює поворот. Отже, під час руху лівим напрямком, коли стрілка знаходиться у нормальному положенні, електродвигун не має працювати, а стрілочний перевід трамвайний вагон має проходити в режимі вибігу.

На рисунку 5.5 подано план розташування обладнання стрілочного перевodu на трамвайному вузлі.

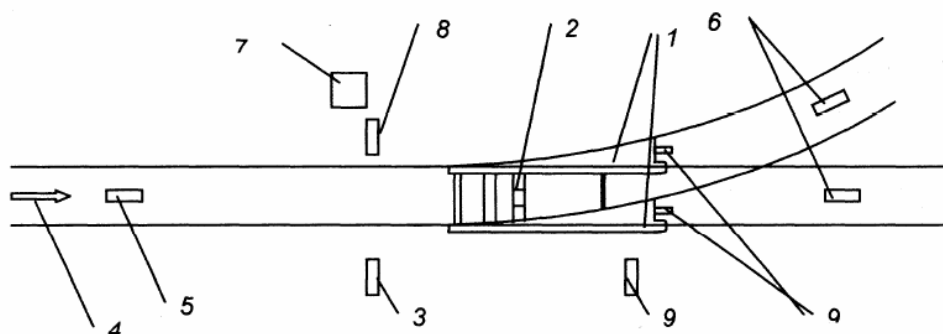


Рисунок 5.5 – Розташування обладнання на трамвайному вузлі [30]:

- 1 – стрілка; 2 – електромагнітний привод; 3 – шафа управління електромагнітним приводом; 4 – повітряний керуючий контакт; 5 – блокувальний розмикаючий контакт; 6 – блокувальні замикаючі контакти; 7 – шафа сигналізації; 8 – показчик стрілочний; 9 – пристрій обігріву стрілок

Залежно від технологічних потреб в експлуатаційних умовах використовують увесь комплекс обладнання, що входить до стрілочного переводу на рисунку 5.5, або застосовують деякі, наприклад, пристрій обігріву стрілок використовують узимку.

Принцип спрацювання стрілки під час керування «під струмом» розглянемо на прикладі рисунку 5.5. На ньому стрілка «лежить» у правому положенні, що відповідає прямому напрямку руху. Під час взаємодії пантографа трамвая з керуючим контактом 4 відповідний сигнал через шафу керування 3 передається на електромагнітний привод 2, який переводить перо стрілки 1 в положення необхідного напрямку руху вліво. У разі переводу і щільного прилягання пера стрілки до рамної рейки і контррейки спрацьовує відповідний кінцевий вимикач, і сигнал через шафу сигналізації 7 передається на покажчик 8. Під час взаємодії пантографа трамвая з блокувальним контактом 5 зона стрілки блокується і переведення стрілки під вагоном, що знаходяться в зоні стрілки, стає неможливим. Після проходження трамваєм зони стрілки його пантографом і взаємодії з одним із блокувальних контактів 6 відбувається розблокування зони стрілки. У зимовий період для проведення експлуатації вмикається пристрій обігріву стрілок, що складається з шафи 9 і нагрівачів, змонтованих на зовнішньому і внутрішньому тілах стрілочного переводу (рис. 5.5).

Для збільшення пропускної здатності та підвищення безпеки руху в зоні стрілки, стрілочний перевід може бути обладнаний пристроєм сигналізації положення пера. Пристрій сигналізації 7 містить блок сигналізації з кінцевими вимикачами, механічно з'єднаними із стрілочною тягою, шафи керування пристроєм і світловим покажчиком 8. На передній панелі покажчика розташовані дві сигнальні стрілки і світильник із круглим розсіювачем світла.

Якщо зона стрілки вільна, на покажчику висвічується круг, який сигналізує про справний стан пристрою. Від дії струмоприймача на повітряний керуючий контакт стрілка переводиться в потрібному напрямку, спрацьовує відповідний кінцевий вимикач блоку сигналізації або на покажчику висвічується стрілка, що вказує положення гостряка стрілки, зайнятість зони стрілки і блокування електромагнітного приводу. Разом з тим лампа в колі гасне. Після проїзду вагона зони стрілки сигналізація покажчика приходить у вихідне положення.

На сучасному вітчизняному трамваї переважають автоматизовані стрілочні переводи, керовані «під струмом». Особливості утримання електрифікованих стрілочних переводів визначаються тим, що колійні рейки виконують роль рейкових ланцюгів і слугують зворотним проводом для тягового струму. Нормальна робота пристроїв автоблокування істотно залежить від справного стану рейкових кіл. Гарна провідність рейкових ланцюгів знижує втрати електроенергії та забезпечує стійку роботу пристроїв.

Незатягнуті стикові болти або несправні стикові з'єднувачі значно знижують електричну провідність у стиках, погіршуючи нормальну роботу автоблокування. Робітникам поточного утримання необхідно систематично підтягувати болти і стежити за щільним контактом з рейками штепсельних стикових з'єднувачів, за надійністю зварювання мідних з'єднувачів.

Найважливішим в утриманні таких ділянок є забезпечення роботи кожної рейкової нитки ізольовано одна від іншої, тобто не можна допускати довільного шунтування двох рейкових ниток. Довільне шунтування рейкових ниток призводить до подачі помилкових сигналів.

Через вологий баласт, і особливо забруднений солями, хімікатами, рудним металевим концентратом, сміттям та іншими електропровідними засорювачами, трамвайний шлях стає струмонепровідним і погіршує нормальну роботу автоблокування. Враховуючи ці умови, потрібно систематично проводити прибирання засмічувачів, виконувати підрізування баластного шару під подошвою рейки.

Рейкові кола на залізобетонних шпалах з кріпленнями КБ і ЖБ у раз гарного їхнього утримання працюють стабільно, якщо всі елементи проміжних скріплень надійно ізольовані від шпал. Під час утримання таких ланцюгів головним є постійне спостереження за справністю ізоляції в кріпленнях. Нормальна робота рейкових ланцюгів порушується також через несправність стикових з'єднувачів. Несправності стрілочного переводу зазвичай пов'язані з його неякісним обслуговуванням працівниками колії. Сюди насамперед належить брудний стан стрілки, несвоєчасне очищення її від снігу, провисання пір'їв стрілки, наявність накату на рамних рейках, невідповідність розмірів нормам утримання й ін.

На обслуговування стрілочних пристроїв йдуть значні витрати ручної праці та часу, разом з цим немає можливості своєчасно попередити відмову стрілки. Крім цього, виявлення будь-якої відмови обслуговуючий персонал фіксує візуально, що не дає необхідної точності та достовірності. Ремонт повітряних контактів стрілочних переводів пов'язаний з роботою на висоті і в зоні високої напруги.

До недоліків керування стрілочного переводу «під струмом» є те, що відстань від серієсних і шунтових контактів може становити 40 метрів, що впливає на пропускну здатність цієї ділянки транспортної мережі.

Розрахунок місця розташування вхідного серієсного контакту для переведення стрілки і вихідного шунтового – для повернення стрілки у вихідне положення виконують у такий спосіб.

Відстань від серієсного контакту до стрілки має враховувати час спрацьовування приводу й різні варіанти складу трамвайних составів, місце розміщення струмоприймача на вагоні та видимість водієм положення стрілки. Розрахунок пояснюється рисунком 5.6.

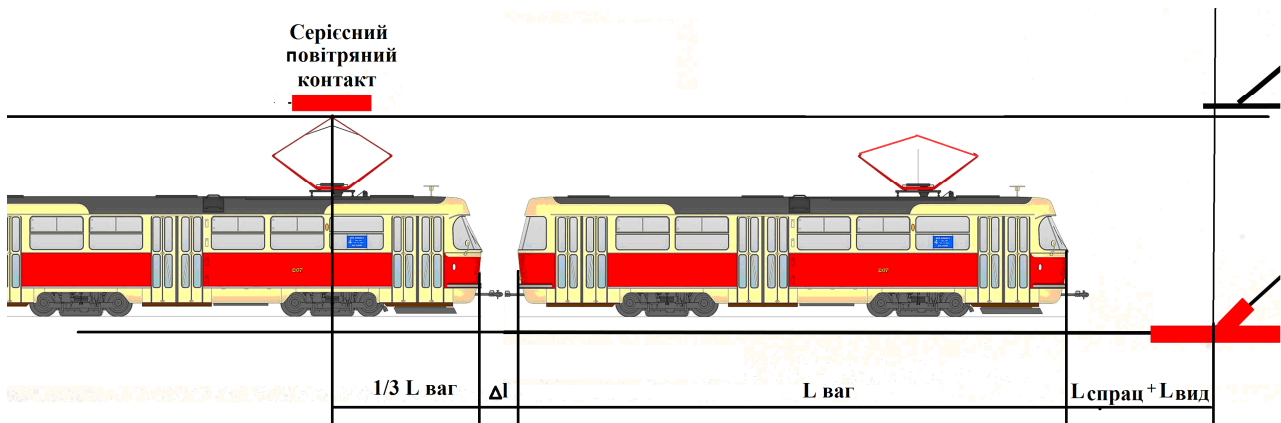


Рисунок 5.6 – Розрахункова схема оцінки відстані від серієсного контакту до стрілки

Швидкість руху в зоні стрілочного перевалу має становити 5 км/год (1,39 м/с). Час перебування вставки струмоприймача на серієсному контакті довжина якого становить 1 метр складає $1/1,39 = 0,72$ с. Цього часу достатньо для спрацювання приводу. Видимість пера стрілки з кабіни водія забезпечується на відстані 3 метри. Виконаємо розрахунки у разі розташування струмоприймача на другому вагоні (рис. 5.6).

У цьому разі відстань від стрілки до серієсного контакту буде становити

$$L_{\text{вх}} = \frac{1}{3}l_{\text{ваг}} + l_{\text{ваг}} + \Delta l + l_{\text{вид}} + l_{\text{спрац}}, \quad (5.2)$$

де $L_{\text{вх}}$ – відстань від стрілки до серієсного контакту, м;

$l_{\text{ваг}}$ – довжина трамвайного вагону, м;

Δl – відстань між зчепленими вагонами (≈ 1 м), м;

$l_{\text{вид}}$ – відстань видимості, м;

$l_{\text{спрац}}$ – відстань, яку проходить вагон під час спрацювання приводу трамвайної стрілки, м.

$$L_{\text{вх}} = \frac{1}{3}14 + 14 + 1 + 3 + 1 = 23,6.$$

Далі розраховують відстань від стрілочного перевалу до шунтового (вихідного) контакту, що залежить від часу спрацювання приводу, базу вагону та довжину візка (рис. 5.7).

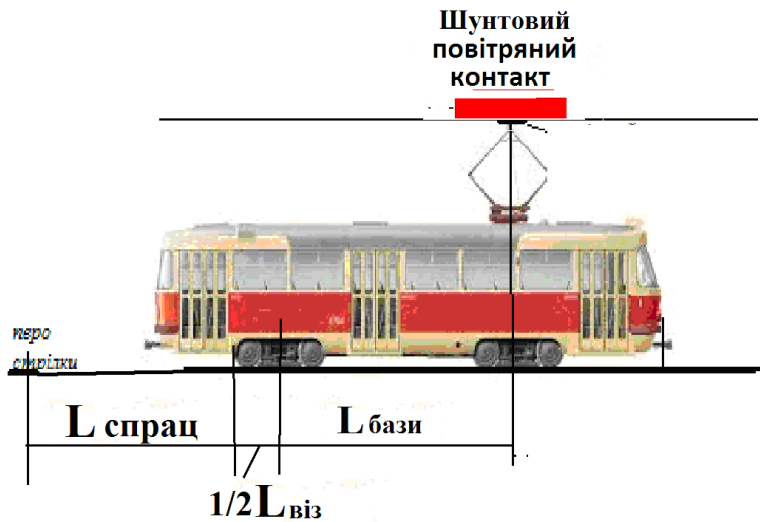


Рисунок 5.7 – Розрахункова схема для визначення відстані від стрілочного переходу до шунтового контакту

Отже, формула для розрахунку буде такою:

$$L_{вих} = l_{бази} + \frac{1}{2}l_{віз} + l_{спрац}, \quad (5.3)$$

де $L_{вих}$ – відстань від стрілки до шунтового контакту, м;

$l_{бази}$ – довжина бази трамвайного вагону, м;

$l_{спрац}$ – відстань, що проходить вагон під час спрацювання приводу трамвайної стрілки, м.

$$L_{вих} = 6,5 + \frac{1}{2}1,95 + 3 = 10,5 \text{ м.}$$

Якщо стрілочні переходи мають складне розгалуження, наприклад шляхове господарство кінцевих станцій або на двокільній трамвайній колії з вітками в декількох напрямках, впроваджують централізоване керування стрілками із стаціонарного поста. Перевід стрілки в цій системі створює диспетчер, який знаходиться на спеціально відведеному пості керування. Пости централізованого керування стрілками розташовують у місці видимості стрілочного вузла і трамвайних вагонів на підходах до переходу. Розташування централізованого поста має забезпечувати безпеку перебування диспетчера і не перешкоджати руху іншого транспорту та пішоходів.

Усі централізовані системи, що забезпечують керування з поста, обладнуються системою автоматичного блокування, яка запобігає переходу стрілки під вагоном. Пости диспетчерів обладнують пультами і контрольними сигнальними табло.

Пости централізованої системи керування, що розташовані в місцях обмеженої видимості стрілок, наприклад на території кінцевої станції, обладнують пультами керування з контрольними сигналами, що фіксують

дійсне положення пiр'їв стрiлок i роботу системи автоматичного блокування (рис. 5.8). Усi керованi електрифiкованi стрiлки мають бути обладнанi освiтленням.

Принцип роботи системи централiзованого керування такий. У разi пiд'їзду трамвайного вагону до серiєсного контакту електросигнали надходять на пульт керування проводами повітряної пiдвіски. Як тiльки в зоні стрiлки з'являється трамвай, оператор візуально визначає напрямок його руху й ставить перемикач у праве або лiве положення, тим самим пiдготовлюючи електричний ланцюг для правого або лiвого соленоїда C_n i C_l . Пiсля установки перемикача в одне з положень, оператор натискає кнопку керування. Через замкнутий контактор K живлення надходить на правий або лiвий соленоїд, здiйснюється переведення стрiлки й вагони проїжджають стрiлку.

Вставкаю струмоприймача подається потенціал на вхiдний повітряний контакт i вмикається котушка блокувального реле, у наслiдок чого замикається контакт блокувального реле i вмикається сигнальнi лампи $ЛК$, якi свiдчать про зайнятiсть стрiлки.

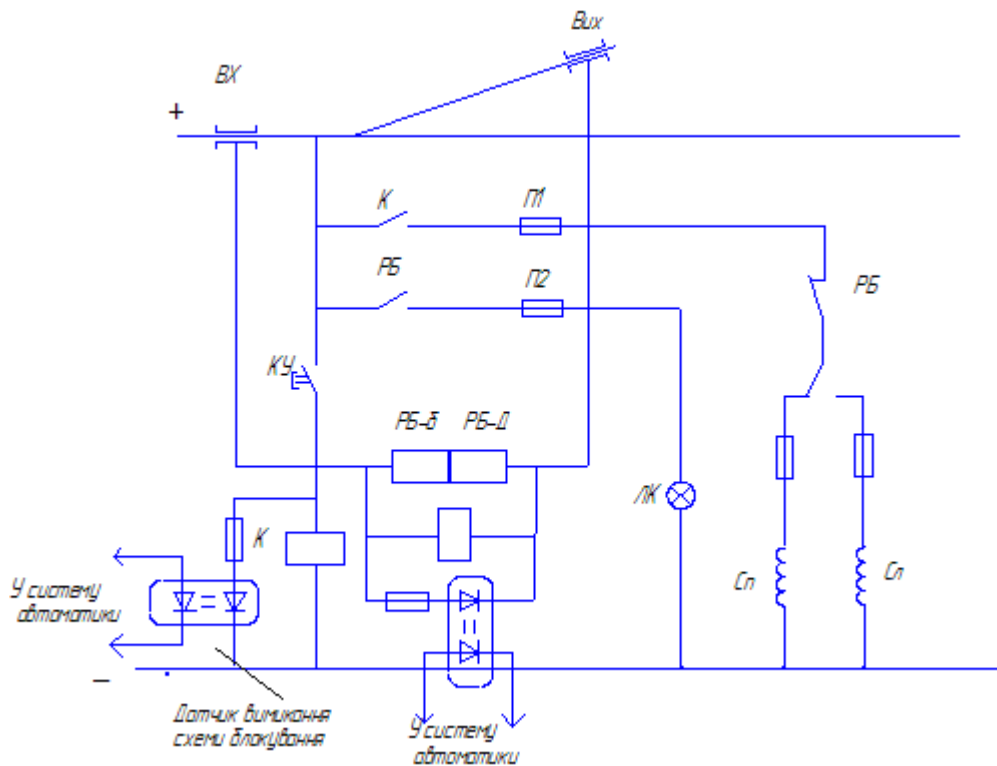


Рисунок 5.8 – Схема керування стрiлочним переводом з централiзованого поста:

K – контактор; C_n , C_l – лiвий i правий соленоїди; $КУ$ – кнопка керування; $ЛК$ – контрольнi лампи; $РБ-Б$ – котушка блокувальна; $РБ-Д$ – котушка де блокувальна

Розмикальним контактором $РБ$ блокувального реле переривається ланцюг соленоїдiв (рис. 5.8) так, що диспетчер не може їх задiяти. Блокування

зніметься тільки тоді, коли вагон вставкою струмоприймача подає напругу на один із вихідних контактів. Через вихідний контакт одержує живлення деблокуюча котушка *РБ-Д*, що супроводжується спрацьовуванням реле. Блокувальне реле вмикається й схема знову готова до пропуску наступного вагона. Якщо в зоні стрілки не має трамвайного вагона, то блокувальне реле перебуває у вимкненому стані й сигнальні лампи погашені.

Стрілочні переводи кінцевих станцій розташовують один за одним, тому відстань між повітряними контактами розраховують іншим чином. Спочатку розраховують відстань між вхідним (серієсним) контактом, що включає відстань видимості положення стрілки, тобто водій має переконатися в переводі стрілки. Найменша відстань видимості в умовах кінцевої станції – 1,5 м; час спрацьовування приводу становить 1 секунду. Виходячи з того, що швидкість проїзду 5 км/год (1,4 м/с), отримуємо відстань: $1 \text{ с} \times 1,4 \text{ м/с} = 1,5 \text{ м}$. Тоді загальна відстань від серієсного контакту до стрілки буде становити $S_{\text{вх}} = 1,5 + 1,5 = 3 \text{ м}$.

Далі розраховують відстань від приводу стрілочного переводу до вихідного контакту, що залежить від часу спрацьовування приводу, складеності поїзда і розташування струмоприймача: $S_{\text{вих}} = 1,4 + 7 = 8,4 \text{ м}$.

В індукційній системі керування стрілочні переводи обладнані реверсивними мотор-редукторами [30]. Керування мотор-редуктором створюється за допомогою індукційної сигнальної системи. На вагонах встановлені генератори електричних коливань із частотою 11 кГц та індукційні котушки, розташовані перед першою колісною парою. Перед стрілочним переводом у ґрунті між рейками закопують петлю з дроту. Коли водій вмикає генератор під час знаходження вагона в зоні стрілочного переводу в петлі виникає індукційний струм, який обробляється автоматикою стрілки і вмикає мотор-редуктор для переведення пів'я на інший напрямок. Стрілка зберігає своє положення за останнім вагоном, що проходить, і (незалежно від поточного стану) переводиться наліво під час проходу трамваєм вхідних контактів під струмом і направо – при проходженні вибігом (з вимкненим двигуном). У схемі передбачена система блокування, що не дає змогу наступному вагону виконати переведення стрілки під вагоном, який її проходить. Таке керування потребує уваги з боку водія під час приближення до трамвайної стрілки.

В інших системах керування стрілочним переключенням передача сигналу від трамваю може застосовуватися радіоканал або інфрачервоне випромінювання. У цьому випадку в схемі керування трамвайною стрілкою застосовують датчики, які розташовують попереду і позаду стрілки.

Принцип дії інфрачервоного стрілочного переводу заснований на використанні випромінювання ІЧ-сигналів, що переводять стрілки трамваїв. Під час увімкнення водієм кнопки переведення «вліво» чи «вправо», виконавчий пристрій передає кодовий інформаційний інфрачервоний сигнал на

пристрій керування, де він декодується, забезпечуючи вироблення відповідних сигналів на рушій стрілки. Під час руху вагона стрілки блокуються, після проходження блокування автоматично знімається.

Існують радіокеровані стрілки. Їхня привабливість полягає в простому і зручному механізмі переведення стрілок, незважаючи на відносно високу вартість. Ці радіокеровані стрілки й інші конструкції стрілок не накладають обмежень на режим руху на під'їзді до стрілки.

Принцип дії такий. У разі необхідності переведення стрілок водій, перебуваючи в кабіні трамвая, натисканням кнопки активує передавач системи, що спонукає генерацію керуючого сигналу з певною частотою. Цей сигнал радіоканалом надходить на обробку в станцію, і на електропривод видається один із двох сигналів запуску двигуна стрілки в той або інший бік. Із використанням цієї системи скорочується час, необхідний для переведення і проїзду трамвая. Порівняно з переведенням стрілок, заснованому на електромагнітах та ІЧ-випромінювання, ця система значно спростила дорожні роботи. Застосовувані в цих пристроях датчики відрізняються універсальністю і можуть бути використані, наприклад, для керування трамвайним рухом, пов'язуючи датчики зі світлофорами.

У багатьох країнах використовується пристрій для приведення у дію трамвайної стрілки з поїзда, що випускається німецькою фірмою «Banning & Kahl» [31]. Цей пристрій містить логічний каскад, силовий комутатор, з'єднаний із контактним проводом і електроприводом трамвайної стрілки. Між рейками трамвайного шляху розміщують приймач сигналу повороту трамвая та датчик виявлення ходових візків трамвая. Для виявлення рейкових рухомих одиниць використовують датчик рейкового ланцюга і датчик локаційного ланцюга. Датчик рейкового ланцюга є передавальним і приймально-передавальним пристроєм – він реагує на появу трамвая у разі короткого замикання ділянки рейкового ланцюга колісною парою візка. Датчик локаційної ланцюга містить котушку з резонансним контуром, який реагує на масу ходових візків трамвая і забезпечує блокування трамвайної стрілки після вимкнення рейкового ланцюга. Електричне блокування управління стрілкою зберігається до тих пір, поки задня частина рухомого складу не покине зону дії котушки датчика локаційного ланцюга.

Недоліком пристрою «Banning & Kahl» вважають те, що він передбачає використання рейкового ланцюга, поперечні шляхові тяги, шпунтуючи рейки трамвайної колії, знижують рівень сигналу на вході приймача датчика рейкової ланцюга, нормальна робота датчиків рейкового ланцюга не забезпечується через не високу надійність контактів із рейками, а для рейкового і локаційного ланцюгів потрібно використання датчиків, заснованих на різних принципах роботи, що ускладнює пристрій і обмежує його уніфікацію.

У патенті [32] запропоновано вдосконалення такої системи керування трамвайною стрілкою, що працює за допомогою індукційних датчиків реєстрації ходових візків трамвая, що розташовані послідовно по ходу руху трамвая між рейками трамвайної колії не вище головки рейки (рис. 5.9). Перед першим датчиком розташований приймач сигналу повороту трамвая. Другий датчик розташований по ходу руху трамвая після електроприводу трамвайної стрілки, що знаходиться між рейками трамвайного шляху для кожного з можливих напрямків руху трамвая. Відстань між датчиками більше, ніж відстань між ходовими візками трамвая. Силовий комутатор відповідно з'єднаний з контактним проводом і електроприводом трамвайної стрілки.

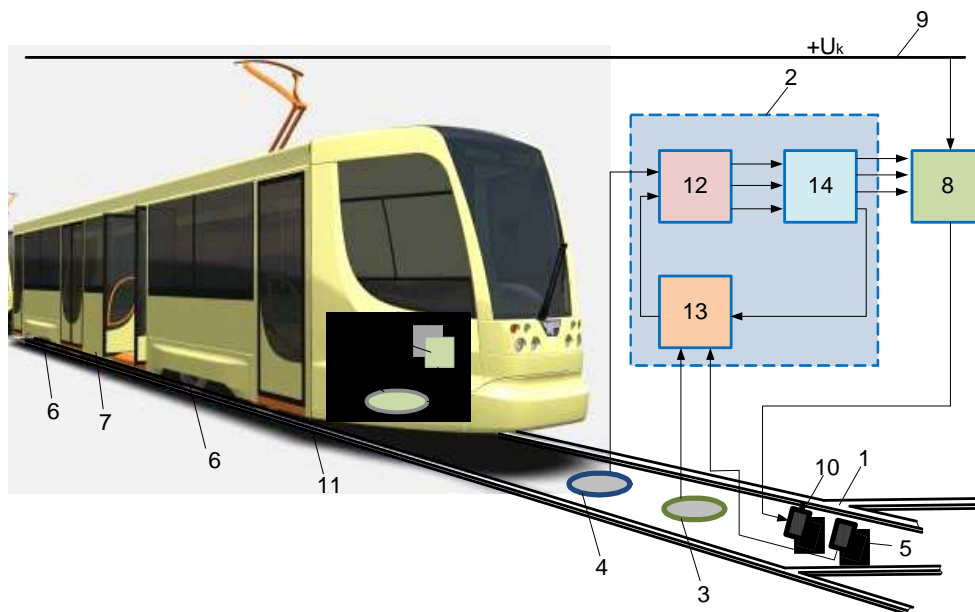


Рисунок 5.9 – Загальна блок-схема розташування окремих елементів стрілочного переходу за патентом [32]:

1 – трамвайна стрілка; 2 – логічний каскад; 3 – приймач сигналу повороту трамвая;
 4, 5 – датчики реєстрації ходових візків; 6 – ходовий візок; 7 – трамвай; 8 – силовий комутатор; 9 – контактний провід; 10 – електропривод трамвайної стрілки; 11 – рейки трамвайної колії; 12 – блок логічної обробки сигналу повороту; 13 – блок заборони переходу трамвайної стрілки; 14 – блок формування сигналу керування

У разі наближення трамвая до стрілки водій засобом передавача покажчика повороту подає сигнал про напрямок руху («прямо» або «направо»). У розташованій під днищем трамвая антени утворюється модульований код, який приймає приймачем сигналу повороту. Пороговий пристрій відсікає інші сигнали перешкоди. Після спрацьовування оптодіода силового комутатора відбувається подача напруги на електропривод трамвайної стрілки і здійснюється її переведення, яке триває до тих пір, поки не будуть розблоковані перші входи декодерів блоку логічної обробки сигналу повороту. Таким чином,

уможлиблюється перемикання трамвайної стрілки за командою водія поїзда, що йде безпосередньо за цим. Отже, ця система керування стрілочним переключенням дає змогу відмовитися від використання рейкового ланцюга, підвищити надійність інформації про вільність зони стрілочного переводу, забезпечує надійне блокування електроприводу трамвайної стрілки та можливість використання датчиків, заснованих на одному і тому самому принципі роботи, що спрощує пристрій і підвищує ступінь його уніфікації [32].

За джерелом сигналу стрілочні переводи можуть бути напівавтоматичними – це ті, які розташовані на борту трамвая і потребують уваги з боку водія під час наближення до трамвайної стрілки, та автоматичні. Автоматичні вбудовані в трамвайну електричну систему і пов'язані з сигналами повороту трамвая або працюють незалежно від трамвая за визначеною програмою, що забезпечують переведення стрілки за номером маршруту трамвая.

Система керування стрілками за номером маршруту містить безконтактні високочастотні механізми, що розроблені компанією «Signaltechnik-Elektronik AG». До виїзду з депо водій записує на спеціальний пристрій, що знаходиться на вагоні, номер маршруту. У вагоні також встановлюють передавач, що безперервно випромінює сигнал. Стрілочні переводи обладнують приймачами (антенами) і мікропроцесорами. Мікропроцесори визначають необхідний напрямок руху і у разі наближення трамвая стрілка автоматично переміщується в потрібне положення.

5.3 Організація пріоритетного руху міського електротранспорту

Пріоритетний рух міського електротранспорту організують не тільки для зменшення його затримок, а й для підвищення його безпеки руху.

Для автономного руху тролейбусу, як для громадського транспорту, створюють окремі смуги руху, початок яких позначають розміткою 1.24 та відмежовують від загального транспортного потоку розміткою 1.1. Також, у разі наявності вільного місця між будівлями, впроваджують окремі дороги, які розташовують паралельно з головною магістраллю і відмежовують від неї розподільною смугою. Для руху трамвая організують відокремлене полотно з боку проїзної частини або на широкій розподільній смузі руху.

Організація пріоритетного пропуску трамвая і тролейбусу через перехрестя має певні особливості. Способи пріоритетного пропуску міського пасажирського транспорту через регульовані перехрестя поділяють на ті, що не мають прямого впливу від рухомого складу на роботу світлофорного об'єкта і ті, що мають (рис. 5.10).



Рисунок 5.10 – Способи організації пріоритетного руху міського електротранспорту

Одним з ефективних способів пріоритетного пропуску тролейбусу без прямого впливу на світлофорний об'єкт є організація смуг для обходу черги перед стоп-лінією, коли тролейбусу потрібно виконати правий поворот (рис. 5.11).

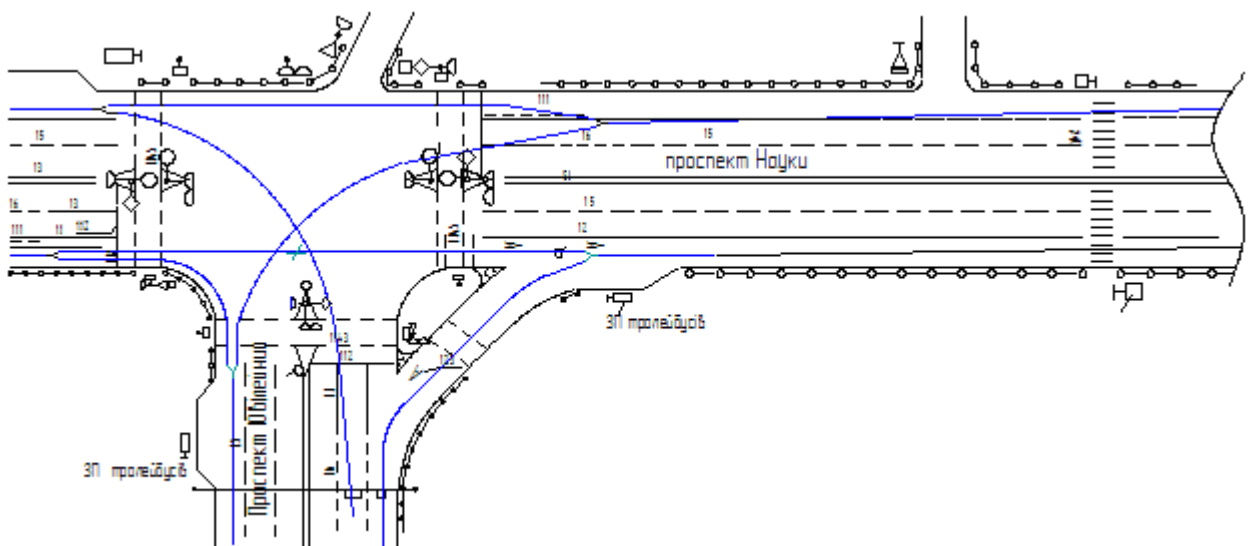


Рисунок 5.11 – Регульоване перехрестя з ділянкою смуги «обходу черги»

Як смугу «обходу черги» використовують коротку ділянку проїзної частини на підході до регульованого перехрестя, за допомогою якої рухомий

склад минає чергу інших транспортних засобів, не займає місце перед стоп-лінією, рухається безупинно на повороті і в'їжджає до зупиночного пункту. Для реалізації такого способу, зазвичай, розширюють проїзну частину на підході до перехрестя, контури розподільного острівця відмежовують бордюром або розміткою 1.1, а для розділення напрямків руху наносять розмітку 1.16.1 – 1.16.3 [11].

Для забезпечення безупинного руху маршрутних транспортних засобів через регульовані перехрестя використовують режим координованого регулювання («зеленої хвилі»). Його організують шляхом використання спеціальних параметрів регулювання, які розраховують в залежності від значень швидкості руху між сусідніми перехрестями. У разі змінювання швидкості руху або за інших позаштатних ситуацій час руху між перехрестями може бути відкоректований у програмі координованого руху. Але координований рух організують для загального транспортного потоку, швидкість якого, зазвичай, вище швидкості міського електротранспорту. Тому застосування такого способу пріоритетного пропуску для трамвая і тролейбуса не завжди є доцільним [33].

До способів пріоритетного пропуску, не пов'язаних зі світлофорним регулюванням, належать також алгоритми онлайн-методів – це використання керованих знаків і табло.

Способи пріоритетного пропуску, які забезпечують спрацювання світлофорного об'єкта під впливом з боку рухомого складу, пов'язані з ідентифікацією трамвая і тролейбуса під час наближення до регульованого перехрестя (рис. 5.10). Для реалізації цього способу світлофорний об'єкт обладнують спеціальними датчиками з детекторами, що ідентифікують транспорт загального користування [34]. Поширеним прикладом є використання індуктивного контуру (петлі), який розташовують під дорожнім покриттям на певній відстані від стоп-лінії. Під днищем трамвая і тролейбуса також розміщують індуктивний контур. Індуктивний контур зв'язку забезпечує надійне виявлення тільки трамваїв й тролейбусів і виключає вплив інших транспортних засобів на світлофорний об'єкт.

Можуть використовуватися також інші детектори, наприклад, детектори випромінювання, до яких належать фотоелектричні, ультразвукові, інфрачервоні, радарні та відеодетектори. Найбільше поширені детектори останніх двох груп [34]. Для ідентифікації рухомого складу на ньому розташовують певні мітки або транспондери (приймально-передавальні пристрої). Схема забезпечення пріоритетного пропуску з використанням детекторів подана на рисунку 5.12.

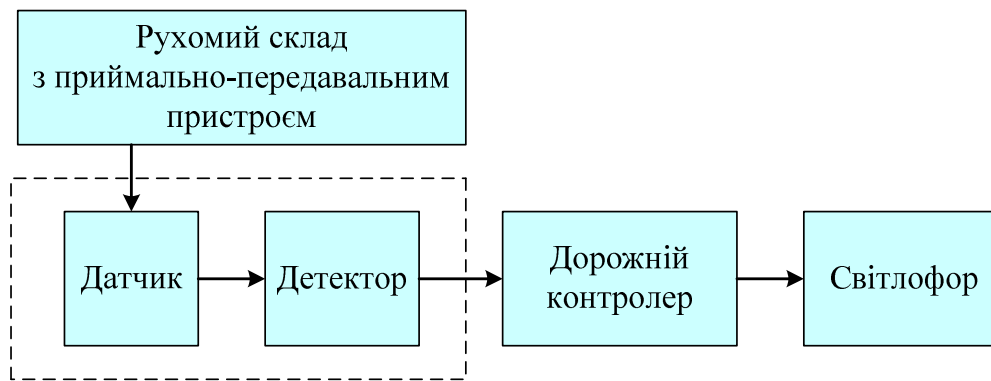


Рисунок 5.12 – Схема забезпечення пріоритетного пропуску з використанням детекторів

У роботу дорожнього контролеру закладено алгоритм, відповідно до якого загоряння зеленого сигналу створюється не миттєво, а через певні проміжки часу. Коли рухомий склад, який з'являється в зоні датчика (тим самим «засвідчує потребу» в зеленому сигналі), наближається до світлофору з червоним або жовтим сигналом, то ця вимога зберігається в контролері, який обслуговує дозволені етапи в циклічному порядку. Як тільки з'явиться зелений сигнал, його тривалість може бути подовжена появою рухомого складу зустрічного напрямку, який теж має потребу в пріоритетному пропуску. Якщо транспортні засоби будуть продовжувати з'являтися в зоні перехрестя і, тим самим продовжувати тривалість зеленого сигналу, то після закінчення максимально можливого періоду горіння зеленого сигналу відбудеться його перемикання на жовтий і червоний. Після закінчення останнього продовження і за відсутності нового рухомого складу контролер відповість на запит про інший етап горіння зеленого сигналу.

Розглянемо розрахунок параметрів адаптивного регулювання та місця розміщення датчиків для пріоритетного пропуску тролейбуса через перехрестя.

Головними параметрами керування, яке використовують у межах адаптивного алгоритму світлофорної сигналізації, є: мінімальна тривалість основного такту t_3^{\min} , максимальна тривалість основного такту t_3^{\max} , екіпажний час $t_{ек}$ (інтервал, що визначає розрив у транспортному потоці). На підходах до перехрестя на смугах, якими створюється рух тролейбусів, встановлені детектори транспорту. Для визначення розриву у транспортному потоці використаний детектор транспорту прохідний, а як чутливі елементи встановлюють дві індуктивні рамки. Довжина однієї індуктивної рамки 1...2 м. Відстань між індуктивними рамками для місцевих доріг становить 6 м.

Першу рамку розташовують до стоп-лінії на відстані, яка залежить від швидкості й уповільнення рухомого складу (рис. 5.13).

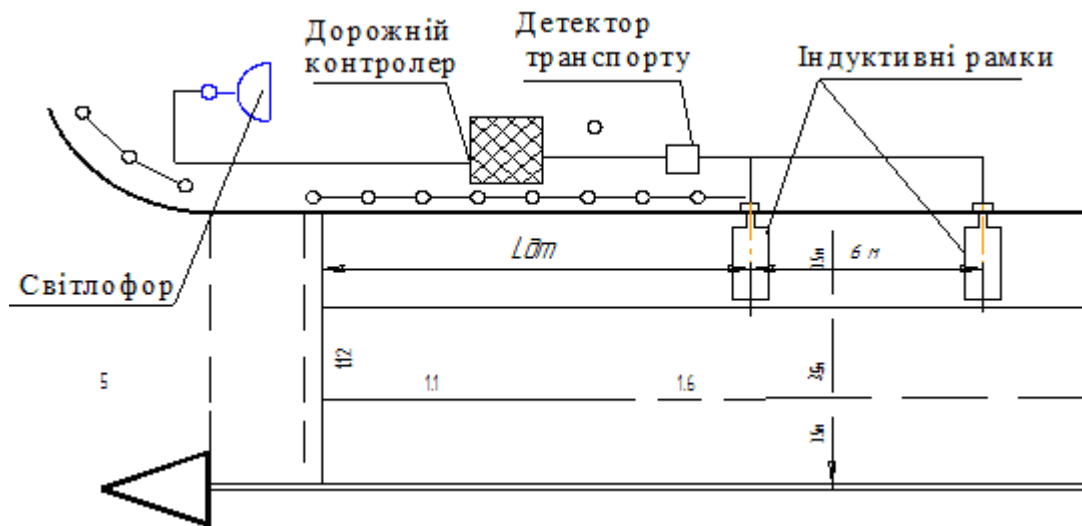


Рисунок 5.13 – Схема розташування засобів пріоритетного пропуску тролейбуса

Відстань між стоп-лінією та першою рамкою індуктивного контуру визначають за формулою:

$$l_{om} = \frac{V_{T3} \cdot t_p}{3,6} + \frac{V_{T3}}{26 \cdot v_t}, \quad (5.4)$$

де l_{om} – відстань між стоп-лінією та першою рамкою індуктивного контуру, м;

V_{T3} – швидкість рухомого складу, км/год;

t_p – час реакції водія, с;

v_t – уповільнення рухомого складу, м/с².

$$l_{om} = \frac{40 \times 1}{3,6} + \frac{40}{26 \times 1,3} = 12,3.$$

Екіпажний час визначають за формулою:

$$t_{ек} = \frac{3,6 \cdot l_{om}}{V_{T3}}, \quad (5.5)$$

де V_{T3} – середня швидкість рухомого складу під час підходу до перехрестя без гальмування, км/год.

$$t_{ек} = \frac{3,6 \times 12,3}{40} = 1,1.$$

Мінімальну тривалість основного такту t_3^{\min} визначають за формулою:

$$t_3^{\min} = \frac{3600 \cdot n_o}{I_n}, \quad (5.6)$$

де n_0 – кількість транспортних засобів, що стоять між детектором і стоп-лінією в очікуванні сигналу, який дозволить рух;

I_n – потік насичення для транспортних засобів, авт/год.

Відношення $\frac{3600}{I_n}$ у середньому приймають 2 с. Тоді мінімальна

тривалість основного такту буде складати:

$$t_3^{\min} = 2 \times 2 = 4.$$

Наприклад, тривалість основних тактів у разі трьох фазного регулювання складає відповідно: $t_{oc1} = 24$; $t_{oc2} = 30$; $t_{oc3} = 25$.

Максимальну тривалість основного такту визначають за формулою:

$$t_3^{\max} = (1,2 \dots 1,3) \cdot t_{oci}, \quad (5.7)$$

де t_{oci} – тривалість основного такту визначеної фази регулювання, с.

Підставивши значення, отримуємо:

$$t_{31}^{\max} = 1,2 \times 24 = 29;$$

$$t_{32}^{\max} = 1,2 \times 30 = 36;$$

$$t_{33}^{\max} = 1,2 \times 25 = 30.$$

Отже, розраховано параметри для гнучкого регулювання рухом тролейбуса на перехресті.

Для увімкнення дозволеного руху сигналу світлофора використовують умовний і безумовний пропуск.

У разі безумовного пропуску зелений сигнал світлофора вмикається з розрахунком забезпечити безупинний рух громадського транспорту незалежно від ситуації на інших примикаючих вулицях перехрестя. Таке регулювання є адаптивним (гнучким), і керування створюється за чітко встановленим алгоритмом «ідентифікація рухомого складу – увімкнення дозволеного сигналу».

Умовний пропуск передбачає оцінку ситуації на всіх напрямках і пошук найближчого часу увімкнення зеленого сигналу світлофора без створення перешкод або з мінімальними перешкодами іншим учасникам руху. Для здійснення такого регулювання можуть бути використані сучасні інтелектуальні системи керування, до складу яких входять контролери з нечіткою логікою або нейроконтролери [36, 37].

Якщо світлофорний цикл не «справляється» з насиченим транспортним потоком, організовують ручне керування. У цьому разі на перехресті знаходиться регулювальник, який перемикає сигнали світлофора зі стаціонарного або переносного пульта керування.

Під час оперативного керування, коли потрібно оновити порушений рух (наприклад, після довгої затримки через ДТП) і якнайшвидше забезпечити пропуск через перехрестя значної кількості рухомого складу, можна

застосовувати примусовий вплив на роботу світлофорного об'єкта від диспетчера автоматизованої системи керування маршрутним транспортом (див. рис. 5.10). Для керування світлофорним об'єктом диспетчер використовує відеозображення з камер спостережень, які розташовані на вулично-дорожній мережі. Але не всі автоматизовані системи диспетчерського керування рухом мають програмне забезпечення, яке дає змогу створити такий вплив на роботу світлофорного об'єкта.

Керування світлофорним об'єктом може бути організовано за певними програмами. Дозволений рух для трамвая і тролейбуса має включатися залежно від ситуації на вулично-дорожній мережі. У цьому випадку в обладнанні системи пріоритетного пропуску громадського транспорту має бути бортове навігаційне обладнання, спеціальне та серверне програмне забезпечення. Організацію двостороннього обміну даними створюють через GSM / GPRS / UTMS / LTE, Wi-Fi (рис. 5.14).

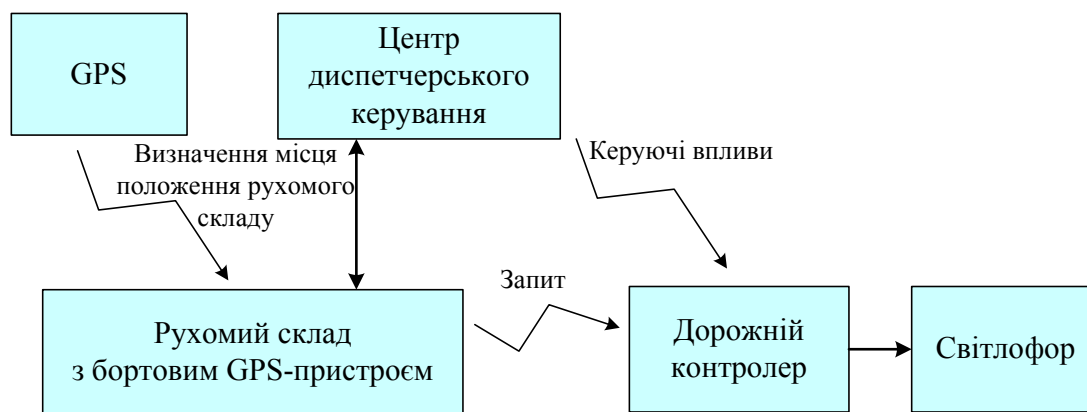


Рисунок 5.14 – Схема пріоритету громадського транспорту на світлофорах з використанням GPS-навігації

Супутникові GPS-технології виявляють транспортні засоби в точках, запрограмованих бортовим комп'ютером (також відомих як «віртуальні петлі»). Проходження через кожну таку петлю, відповідно до передбаченого GPS місцем розташування рухомого складу, запускає зв'язок від нього до центру керування. Ця технологія вимагає радіозв'язку між рухомим складом і нижчезрозташованим сигнальним контролером або центром керування для запити пріоритету.

Такі системи впливу на світлофорний об'єкт для організації пріоритетного пропуску міського пасажирського транспорту мають певні модифікації в Європейських державах, а в Україні лише розвиваються, тому широко не використовується.

5.4 Інженерне забезпечення перегонів міського електротранспорту

Тролейбусні лінії проходять проїзною частиною в загальному транспортному потоці. За вимогами проектування троллейбусної лінії ширина проїзної частини для троллейбусу має складати 7 метрів в одному напрямку, що відповідає двом смугам руху (одна смуга руху може становити 3,5...3,75 м). [7, 8]. Тролейбус, зазвичай, рухається крайньою правою смугою руху, а друга ліва смуга потрібна для виконання об'їзду троллейбусом тихохідних або нерухомих транспортних засобів. Першу смугу руху будують ширшою на 0,5 метрів з урахуванням місця для розташування лівнезбірників.

Тролейбусні лінії забезпечують контактною мережею, кабельною сіткою та тяговими підстанціями [28]. Відстань від найближчого контактного проводу троллейбусної лінії до бордюрного каменю приймають від 1,75 до 4,0 метрів залежно від ширини проїзної частини, від інтенсивності руху автомобільного транспорту та кліматичних умов. Закруглення троллейбусної контактної мережі в межах вулиці приймають радіусом не менше 70 метрів (у стислих умовах не менше 40 м) та проектують у вигляді плавної кривої або ломаної лінії. Відстань початкових та кінцевих точок підвіски контактного проводу на кривих, незалежно від радіуса кривої – у разі правого повороту не менше 1,5 м, лівого – від 4 м до 6 м та в середині правого повороту – від 0,25 м до 1,5 м [28]. Біля зупиночних пунктів контактні проводи проектують на відстані не більше 4 м від початку тротуару.

Габарит наближення троллейбусної лінії до трамвайної або до другої троллейбусної лінії визначають відстанню зближення трамвайних та троллейбусних ліній між собою. Наприклад, відстань до найближчої рейки трамвая від крайнього контактного проводу у разі паралельного руху приймають від 2 до 3,5 м, а у разі зустрічного – від 2,5 м до 4 м. Відстань до найближчого контактного проводу троллейбусу у разі паралельного руху – від 1,5 м до 3,0 м, зустрічного – від 2,0 до 3,5 м (в стиснених умовах можлива відстань до сусідніх ліній троллейбусу зменшити до 1,25 м). Покриття проїзної частини вулиць повинно бути обов'язково в гарному стані, побудованого з асфальту або бетону.

Трамвайні лінії здебільшого проектують двоколійними. Відносно проїжджої частини вулиці трамвайні колії розташовують у загальному з нею рівні, на відокремленому або на власному полотні. У першому випадку головки рейок знаходяться на рівні з дорожнім покриттям і трамвайне полотно становить як би єдине ціле з проїжджою частиною. Це дає можливість автотранспорту використовувати трамвайне полотно у разі обгонів, об'їзду перешкод та ін. У разі влаштування відокремленого трамвайного полотна його ізолюють від проїжджої частини бортовим каменем, що виключає його використання іншими видами транспорту. Застосування відокремленого трамвайного полотна можливо на вулицях шириною не менше 35 м. На нових

магістральних вулицях трамвайні лінії повинні проектуватися тільки на відокремленому полотні. Ширина трамвайної колії на відособленому полотні складає 9 метрів, в одному рівні з проїзною частиною – 7 метрів.

Переваги відокремленого розташування трамвайного шляху полягають у такому: примусовій фіксації пішохідних переходів шляхом використання огорожень; більш високому рівні безпеки руху; більш високій швидкості руху трамвайного транспорту внаслідок повної ізоляції трамвайного полотна від інших видів транспорту і пішоходів; менших витратах електроенергії трамвайним транспортом у результаті більш плавного руху трамвайних поїздів, меншої кількості уповільнень і прискорень, кращого використання вибігу; менших капіталовкладеннях під час влаштування трамвайних колій за завдяки застосуванню більш дешевих залізничних рейок, а також відсутності укладання дорожнього покриття в трамвайній полотнині; простоті і дешевизні виконання колійних ремонтних робіт через відсутність необхідності розбирання і подальшого відновлення дорожнього одягу.

Розміщення зупиночних пунктів визначають оптимальною довжиною перегонів, особливостями планування вулиць, вимогами безпеки і розташуванням об'єктів тяжіння. Оптимальна довжина перегону наземного маршрутного транспорту знаходиться в межах 400...600 м, крім того, у центральній частині міста перегони коротше, ніж на окраїнах. Для швидкісних маршрутів довжина перегону може становити 800...1 200 м [38].

З погляду зручності пересадки зупиночні пункти розміщують навпроти один одного по обидва боки вулиці, а коли це неможливо забезпечують максимально взаємне наближення зупиночних пунктів прямого і зворотного напрямку.

Зупиночні пункти розташовують поблизу перехресть, що забезпечує збільшення зони тяжіння. На підставі вимог безпеки зупиночні пункти тролейбуса рекомендується розміщати по ходу руху за перехрестями і пішохідними переходами, відстань від посадочної площадки до пішохідного переходу має бути не більше 5...10 м, а від краю перехрестя 20 метрів. В окремих випадках у разі наявності потужного об'єкта тяжіння, може виявитися доцільним розміщення зупиночного пункту тролейбуса до перехрестя. У цьому випадку відстань від зупиночного пункту до перехрестя має бути не менше 100 метрів.

Для трамвая характерним є розміщення зупиночних пунктів перед перехрестями. Відстань від місця установки дорожнього знака, що позначає зупинку електричного транспорту, до пішохідного переходу має бути не менше 5 м. У разі великих відстаней між перехрестями зупиночний пункт трамваю може бути розміщений між ними. У цих випадках варто забезпечити можливість обходу трамвайного вагону попереду, тоді посадочна площадка розміщується на відстані 2...3 м від пішохідного переходу. Відстань між

взаємним розташуванням зупиночних пунктів прямого і зворотного напрямку не має бути меншою 8 м. Ширина посадкових площадок трамвая у разі відособленого розташування становить 1,5...2,0 метри.

Зону зупиночного пункту тролейбуса облаштовують «кишенею» глибиною 3,5...4 метри для того, щоб зупинений для посадки-висадки тролейбус не заважав руху іншим транспортним засобам. Не обов'язково створення «кишені», якщо проїзна частина має три і більше смуги руху або виділена окрема смуга для тролейбуса. Довжина «кишені», як і усього зупиночного пункту, залежить від типу маршрутних транспортних засобів і їхньої кількості, що одночасно можуть здійснювати висадку і посадку пасажирів. Отже, довжина посадкового майданчика може становити 20...45 м [28].

Зручність і швидкість посадки-висадки пасажирів підвищуються, якщо різниця висоти підніжки тролейбуса, трамвая і посадкового майданчика мінімальна. Тому висадка і посадка пасажирів мають здійснюватися або безпосередньо з тротуару, або зі спеціальної посадкової площадки, піднесеної над рівнем проїжджої частини на 0,2...0,3 м. Ширина майданчика має бути в межах 1,5...3,0 м.

Зони зупинок маршрутного транспорту позначають знаками: трамвая – 5.42.1, тролейбуса – 5.43.1 та розміткою 1.17 (зигзагоподібною лінією жовтого кольору) [11].

Зупиночні пункти трамвая і тролейбуса обладнують павільйонами для очікування [28]. Вибір конструкції павільйону залежить від кліматичних умов району розміщення зупинки. Розмір павільйону визначають з урахуванням кількості пасажирів, які одночасно знаходяться в годину пік на зупиночному пункті з розрахунку 4 люд./м². У павільйоні має розташовуватися інформація про маршрути, які проходять через зупинку (траса, розклад руху), візуальні засоби відображення інформації, вони можуть бути обладнані автоматами з продажу проїзних документів, засобами відеоспостереження тощо.

Важливим заходом забезпечення безпеки є організація руху пішоходів. Згідно з Правилами дорожнього руху перехід проїзної частини пішоходами має відбуватися в спеціально призначених місцях. Пішохідні переходи можуть бути ізольованими (підземні і надземні) і наземні.

Ізольовані переходи влаштовують на швидкісних магістралях шириною більше 14 м. Розташування ізольованих пішохідних переходів визначають з урахуванням розміщення об'єктів тяжіння пішоходів і зупиночних пунктів маршрутного транспорту. Відстань між ізольованими пішохідними переходами має бути не більше 600 м, але не менше 400 м. Відстань між ізольованими переходами і наземними пішохідними переходами рекомендується приймати від 150 м до 300 м залежно від взаємного розташування об'єктів тяжіння пішоходів і зупиночних пунктів.

Ширина пішохідного переходу на поверхні приймається рівною 4 м для вулиць з інтенсивністю пішохідного потоку не більше 2 000 люд./год. Такий пішохідний перехід позначається розміткою 1.14.1. На магістральних вулицях з інтенсивністю дорожнього руху понад 600 авт/год і на усіх вулицях з інтенсивністю пішохідного потоку більше 2000 люд./год ширину переходу встановлюють 6 м і наносять стрілки, що вказують напрямок руху пішоходів під час переходу проїзної частини. Нерегульований пішохідний перехід у місцях із підвищеною небезпекою скоєння ДТП позначають розміткою 1.14.3. Регульований пішохідний перехід позначають розміткою 1.14.2.

Зони наземних пішохідних переходів позначають дорожніми знаками 5.35.1, 5.35.2 «Пішохідний перехід», та ізолюваних: 5.36.1, 5.36.2 «Підземний пішохідний перехід», 5.37.1, 5.37.2 «Наземний пішохідний перехід» – їх встановлюють зображенням назустріч головному пішохідному потоку.

Якщо ширина дороги 14 м і більше, облаштовують острівцеві безпеки, який позначають розміткою 1.16.4. З обох боків його огорожують острівцями з бордюром, який позначають вертикальною розміткою 2.7, горизонтальною розміткою 1.16.1 для розділення транспортних потоків різних напрямків і наказовим знаком 4.7 «Об'їзд перешкоди з правого боку» для зазначення напрямку його об'їзду, а на колонку знаку наносять розмітку 2.3.

Регульовані пішохідні переходи обладнують пішохідним світлофором, а іноді світлофорами виклику. Для запобігання виходу пішоходів на проїзну частину в невстановленому місці встановлюють пішохідні огороження довжиною не менш 50 м. Їх розташовують на тротуарі на відстані 0,3 м від бордюру або по середині розподільної смуги руху проїзної частини.

Тротуари для руху пішоходів є обов'язковим елементом міської вулиці. Їх розміщують по обидва боки проїзної частини. Тротуари відокремлюють від забудови смугою зелених насаджень. Ширину тротуарів і пішохідних доріжок встановлюють залежно від категорії і значення вулиці та інтенсивності пішохідного руху. У промислових районах найменша ширина тротуарів 1,5 м, житлових районів – 2,25 м. Ширина зелених зон не нормується і визначається залишком території.

Для забезпечення безпеки руху трамваїв і тролейбусів використовують маршрутні знаки. Знаки 1.1 і 1.2 «Автоматична стрілка» встановлюють перед місцем розташування автоматичних повітряних стрілок. Знак 4 «Зона розвороту тролейбуса» встановлюють перед ділянкою, де організовано розворот тролейбуса. Знаки 7.1 і 7.2 «Обмеження максимальної швидкості на кривій» застосовують для заборони руху електротранспорту з більшою швидкістю, ніж зазначено на знаках. Наприкінці ділянки обмеження максимальної швидкості розташовують знаки 9.1 і 9.2. Для виділення відособленої смуги руху тролейбуса застосовують знак 5.11 [11, 39].

Регульовані перехрестя і пішохідні переходи обладнують світлофорами, які встановлюють на колонках, кронштейнах, на спеціальних консольних опорах і тросах-розтяжках, їх прикріплюють до існуючих опор і стін будинків. Існують такі види світлофорів: трисекційні світлофори, які застосовують для регулювання рухом транспортних засобів; трисекційні з додатковою секцією, що призначені для регулювання руху транспортних засобів за визначеним напрямком; пішохідні світлофори; реверсивні світлофори для регулювання руху транспортних засобів по смугах проїзної частини, напрямком руху яких може змінюватися на протилежний; світлофор з чотирма сигналами біло-місячного кольору для регулювання руху трамваїв; світлофори для регулювання руху через залізничний переїзд [34, 35].

Світлофори розміщують так, щоб забезпечити найкращу видимість учасникам руху. З цією метою, крім головних, застосовують світлофори дублери, які розміщують на іншому протилежному боці проїзної частини. Якщо проїзна частина має більше двох смуг руху в одному напрямку, світлофори розташовують на розподільній смузі або на острівці безпеки. Найкраща видимість сигналів світлофора досягається у разі їхнього встановлення над проїзною частиною на висоті 5...6 м або збоку на висоті 2...3 м.

Транспортні світлофори встановлюють за стоп-лінією. Відстань від неї до світлофора не має бути меншою за 10 м, якщо світлофор розташований над проїзною частиною, і 3 м – у разі його встановлення збоку. Зменшує цю відстань відповідно до 5 і 1 метрів використання світлофорів-дублерів. Пішохідні світлофори встановлюють по обох боках пішохідного переходу – вони не мають знаходитися більш ніж на 1 м від його найближчої межі.

Для визначення пріоритету використовують дорожні знаки 2.3 «Головна дорога» і 2.1 «Уступіть дорогу», які розташовують безпосередньо перед перехрестям і сповіщають водіїв про першочерговість проїзду. У разі змінювання напрямку головної дороги передбачається застосування знака 2.3 з табличками 7.3.1, 7.3.2. Безпосередньо за перехрестям встановлюють знаки, що інформують про напрямок руху по смугах (5.16–5.19). Також на підходах до перехрестя встановлюють наказові знаки (4.1–4.10). Знаки, що забороняють рух (3.1, 3.21, 3.29, 3.34, 3.35), встановлюють безпосередньо перед ділянками доріг, на яких змінюється порядок руху та вводяться обмеження [11].

Для регулювання рухом маршрутного транспорту і усього транспортного потоку використовують дорожню горизонтальну розмітку. Для позначення стоп-лінії головної дороги використовують розмітку 1.12, другорядної дороги – 1.13. Розподіляють потоки різних напрямків у разі дво- або трисмугового руху в кожному напрямку подвійною суцільною лінією 1.3. Потоки одного напрямку поділяють переривчастою лінією 1.5. Через заборону перестроювання в зоні перехрестя з однієї смуги до іншої потоки одного напрямку розділяють суцільною лінією розмітки 1.1, довжина цієї лінії у такому випадку має

становити 20 метрів. Потоки одного напрямку розділяють розміткою 1.5. Для того, що сповістити водіїв про те, що розмітка 1.5 переходить в лінію 1.1, використовують переривчасту лінію 1.6 з меншими штрихами [11].

Якщо на перехрещуваних дорогах є тільки одна смуга руху в кожному напрямку, тоді розмітку 1.1 використовують перед стоп-лінією для розподілу потоків різного напрямку, а попереджає про наближення до неї розмітка 1.6.

Розмітку 1.1 також застосовують: на заокругленнях вулиць, наприкінці підйому або на початку спуску для заборони виконання маневрів через обмеження видимості та виокремлюють нею смугу руху для маршрутного транспорту. У разі необхідності перетину тролейбусом лінії 1.1 наносять розмітку 1.11, яка дозволяє маневр тільки з одного боку.

Розмітка має бути погоджена з розміщенням спецчастин контактної мережі тролейбуса: повітряні стрілки розташовуються не ближче ніж за 20 метрів до суцільної лінії 1.1 розподілу транспортних потоків. Повітряні перетинання, протишерстні та пошерстні стрілки не мають розташовуватися над острівцями безпеки і над пішохідними переходами.

Проїзна частина і дорожні знаки в темний час доби мають стаціонарну систему освітлення. Схеми розташування світильників визначають шириною вулиці. Якщо вона становить 14 м і більше ефективним вважається розташування їх з обох боків у шаховому порядку або у прямокутному розташуванні. Залежно від потужності світильників і висоти їхньої установки відстань між освітлювальними опорами знаходиться в межах 30..45 м. Освітлювальні опори висотою 11 м розташовують на відстані не менше 0,6 м від краю проїзної частини. На заокругленнях і з'їздах опори розташовують не ближче 1,5 м від початку кривої. З метою економії опори для світильників й підвісу контактної мережі трамвая і тролейбуса суміщають – з цією метою застосовують опори висотою 9 м.

6 РОЗРАХУНОК ГАБАРИТНИХ РОЗМІРІВ ПОВОРОТІВ ТА КРИВИХ НА МАРШРУТАХ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

6.1 Розрахунок габаритної смуги руху транспортного засобу

Розрахунок габаритної смуги руху транспортного засобу на повороті виконують графоаналітичним методом. На підставі розрахунку створюють побудовання габаритної смуги руху. Зовнішня межа габаритної смуги руху послуговує оцінкою безпеки транспортного засобу відносно інших транспортних засобів, що рухаються сусідніми смугами руху. Внутрішню межу габаритної смуги руху використовують для побудовання заокруглення кромки проїзної частини, що визначає необхідний радіус повороту дороги. Розрахунок виконують для найбільш великогабаритного транспортного засобу, що експлуатується на ділянці, де потрібно виконати побудовання. Розглянемо побудовання габаритної смуги руху тролейбуса.

Спочатку виконують розрахунок і побудову траєкторії руху. За розрахункову точку траєкторії руху тролейбуса B_i приймають середину заднього ведучого моста.

Розрахунок траєкторії розбивають на режими. Перший режим – це повертання рульового колеса у бік повороту, другий режим – це рух круговою кривою без повертання рульового колеса і третій режим – це обертання рульового колеса в протилежний бік для вирівнювання траєкторії руху. Кожний режим може мати декілька кроків, тривалість яких, зазвичай, приймають 1 секунду. За кожною тривалістю кроку розраховують переміщення точки траєкторії B_i по осі X в прямому напрямку і по осі Y вправо на величину кута повороту α .

Починають розрахунок із визначення координати точки траєкторії під час повертання рульового колеса у бік повороту. Значення координат розрахункової точки для першого режиму визначають за формулами:

$$X_1 = V \cdot t; \quad Y_1 = \frac{V^2 \cdot w}{6L} t^3; \quad \alpha_1 = \frac{V \cdot w \cdot t^2}{2L}, \quad (6.1)$$

де X_1 – координата переміщення точки по осі X , м;

Y_1 – координата переміщення точки по осі Y , м;

α_1 – збільшення кута повороту, рад;

V – швидкість руху на повороті, м/с;

t – час руху в певному режимі (приймають $t = 1$ секунду);

w – кутова швидкість обертання рульового колеса, $w = 0,3$ рад/с;

L – довжина бази рухомого складу, $L = 6,1$ м.

З урахуванням вимог [8] середня швидкість повороту тролейбусу становить 15...20 км/год (4,17...5,56 м/с). Виконаємо відповідні розрахунки за формулами (6.1):

$$\begin{aligned} X_1 &= 4,17 \times 1 = 4,17 \text{ м}; \\ Y_1 &= \frac{4,17^2 \times 0,3}{6 \times 6,1} \times 1^3 = 1 \text{ м}; \\ \alpha_1 &= \frac{4,17 \times 0,3 \times 1^2}{2 \times 6,1} = 0,103 \text{ рад} = 7^\circ. \end{aligned}$$

Наприкінці розрахунку може статися так, що за 1 секунду у першому режимі колеса будуть повернені на недостатній кут (це визначається графічно і шляхом сумування усіх кутів повороту наприкінці загального розрахунку). Тому за вже проведеними розрахунками встановлено, що потрібно повертати рульове колесо протягом ще 1,2 секунд. Для цієї тривалості кроку отримані такі розрахунки:

$$\begin{aligned} X_1 &= 4,17 \times 1,2 = 5 \text{ м}; \\ Y_1 &= \frac{4,17^2 \times 0,3}{6 \times 6,1} \times 1,2^3 = 1,65 \text{ м}; \\ \alpha_1 &= \frac{4,17 \times 0,3 \times 1,2^2}{2 \times 6,1} = 0,502 \text{ рад} = 32^\circ. \end{aligned}$$

Другий режим розрахунку – це рух круговою кривою. У цьому режимі транспортний засіб рухається мінімум 1 секунди (це час, необхідний для перехоплення керма водієм). Розрахунки координат і кутів виконують за такими формулами:

$$X_{II} = V \cdot t; \quad Y_{II} = \frac{V^2 \cdot Q \cdot t^2}{2L}; \quad \alpha_{II} = \frac{V \cdot Q \cdot t}{L}, \quad (6.2)$$

де Q – кут установки керованих коліс між центральною і вертикальною площиною, що проходить через подовжню вісь тролейбуса і площиною кочення керованого колеса, рад.

Кут установки керованих коліс визначають за формулою:

$$Q = \omega \cdot t, \quad (6.3)$$

де t – час повороту керованих коліс у попередньому режимі, с.

$$Q = 0,3 \times 2,2 = 0,66.$$

Виконаємо розрахунки координат і кутів за формулами (6.2):

$$X_{II} = 4,17 \times 1 = 4,17 \text{ м};$$

$$Y_{II} = \frac{4,17^2 \times 0,66 \times 1^2}{2 \times 6,1} = 0,94 \text{ м};$$

$$\alpha_{II} = \frac{4,17 \times 0,66 \times 1}{6,1} = 0,455 \text{ рад} = 29^\circ.$$

Закінчують розрахунок визначенням координат третього режиму, який визначають обертанням рульового колеса в зворотний бік. Для цього використовують такі формули:

$$X_{III} = V \cdot t; \quad Y_{III} = \frac{V^2}{L} \cdot [Q_0 \cdot t^2 / 2 - \omega \cdot t^3 / 6]; \quad \alpha_{III} = \frac{V}{L} [Q_0 \cdot t - \omega \cdot t^2 / 2], \quad (6.4)$$

де Q_0 – початковий кут установки керованих коліс, рад.

Виконаємо розрахунки за формулою (6.4):

$$X_{III} = 4,17 \times 1 = 4,17 \text{ м};$$

$$Y_{III} = \frac{4,17^2}{6,1} \times [0,66 \times 1^2 / 2 - 0,3 \times 1^3 / 6] = 0,88 \text{ м};$$

$$\alpha_{III} = \frac{4,17}{6,1} \times [0,66 \times 1 - 0,3 \times 1^2 / 2] = 0,345 \text{ рад} = 22^\circ.$$

За сумою кутів повороту за кожним режимом визначають сумарний кут повороту

$$\alpha = \alpha_I + \alpha_{II} + \alpha_{III} \quad (6.5)$$

і порівнюють його з потрібним.

Якщо значення не збігаються, тоді виконують коректування часу t у першому режимі і далі перераховують координати і кути в інших режимах.

У нашому випадку загальний кут повороту становить: $\alpha = (7 + 32) + 29 + 22 = 90^\circ$, що відповідає куту повороту.

Після розрахунків переходять до побудови траєкторії руху розрахункових точок B_i (рис. 6.1, а). З початкової точки B_1 відкладають значення координати X_I . Від отриманої точки під кутом α відкладають відстань X_I – одержуємо другу точку траєкторії B_2 . Від точки B_2 в тому ж напрямку відкладають значення X_{II} , потім під кутом α відкладають Y_{II} . Отже, одержують третю точку траєкторії B_3 .

Після побудування траєкторії переходять до накреслення габаритів транспортного засобу (у цьому прикладі – тролейбуса). За кожним кроком від точок траєкторії руху B_i відкладають габаритні розміри тролейбуса,

враховуючи кут повороту (рис. 6.1, а). У нашому випадку використовуємо габарити тролейбуса: $a = 2,68$ м – передній звис, $b = 3,0$ м – задній звис тролейбуса, $L = 6,1$ м – база і $c = 2,5$ м ширина тролейбуса. Таким чином, отримуємо схему позиціонування тролейбуса в певні моменти повороту.

Далі обводять контури за крайніми виступними точками з двох боків креслення, тобто будують внутрішню і зовнішню межі габаритної смуги руху (рис. 6.1, б). Завершують процес побудуванням контуру повороту проїзної частини. Для цього від внутрішньої межі габаритної смуги руху відкладають 0,5 м і проводять лінію заокруглення (рис. 6.1, б).

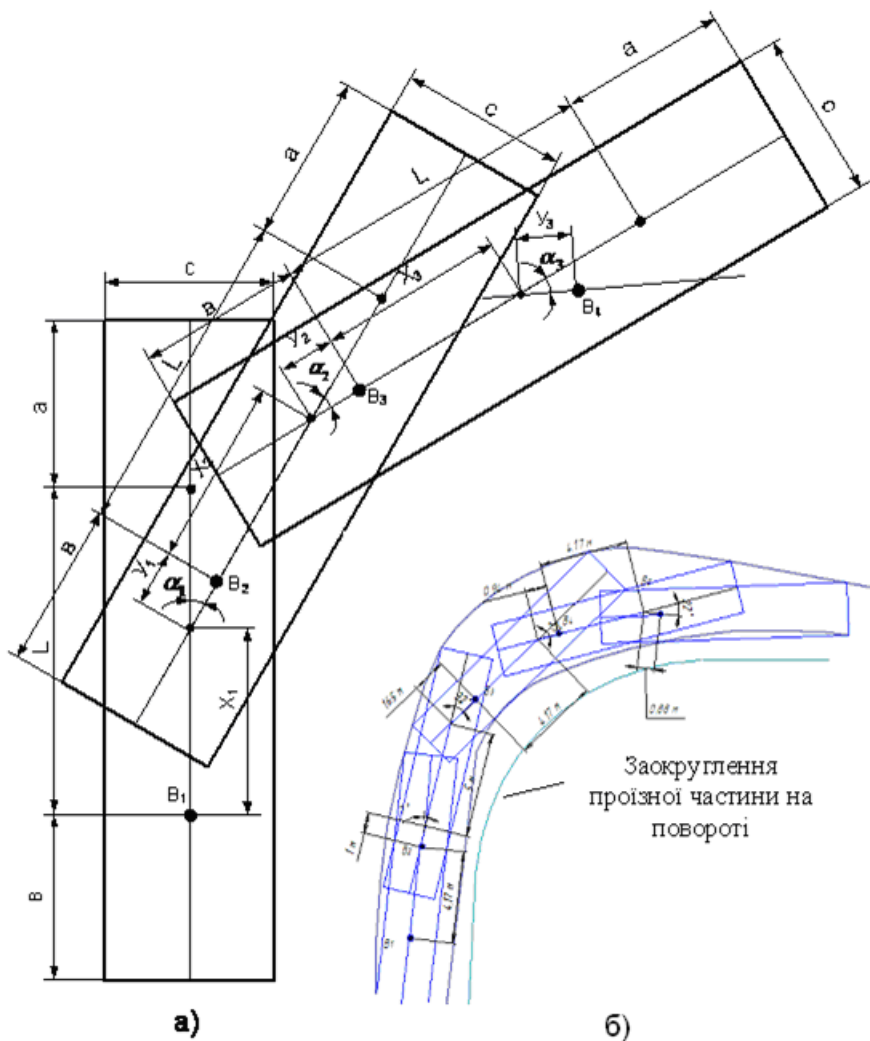


Рисунок 6.1 – Побудова габаритної смуги руху:
а – початок побудови; б – зовнішній вигляд габаритної смуги руху

6.2 Розрахунок геометричних характеристик повороту рейкового шляху

Побудування повороту рейкового шляху виконують графоаналітичним методом. Сутність методу полягає в тому, що елементи кривої поділяють на прямі відрізки, які називають тангенсами, параметри яких обчислюють з геометричних співвідношень. Розрізняють кругові криві і криві перемінного радіусу – перехідні криві. Габарити кругової кривої на плані вулиці визначають за кутом повороту Y_n , тангенсом T_{kk} і радіусом кругової кривої R_{kk} [40].

Перехід із прямої ділянки до кругової кривої і навпаки виконують за допомогою перехідних кривих, що забезпечує плавне зростання відцентрового прискорення. Перехідна крива має початковий радіус, що плавно зменшується за довжиною шляху, і у разі досягнення заданого радіуса кругової кривої шлях переходить у дугу окружності. Якщо радіус кругової кривої до 50 метрів, тоді початковий радіус перехідної кривої приймають 210 м, в інших випадках – 420 м.

Параметрами перехідних кривих є великий тангенс перехідної кривої $T_{нк}$, малий тангенс перехідної кривої $t_{нк}$. Взаємне розташування тангенсів визначають кутом перехідної кривої $Y_{нк}$. Перехідну криву описують параметричним рівнянням:

$$C = R_n \cdot s, \quad (6.6)$$

де C, s – параметри перехідної кривої,

R_n – початковий радіус перехідної кривої, м.

Для розрахунку і побудови застосовують вісі внутрішніх трамвайних колій. Спочатку накреслюють із двох напрямків фрагменти відрізків, що зображують рейки на прямих ділянках, а потім із внутрішньої колії проводять осі до перетинання в точці O (рис. 6.2).

За планом, залежно від ширини вулиць, обирають радіус кругової кривої R_{kk} з ряду стандартних значень повороту: 30, 40, 50, 60, 75, 80, 100, 200, 300 метрів і кут повороту Y_n . Відповідно до схеми на рисунку 6.2 у точках стикування кругової і перехідної кривих $R_{kk} = R_{нк}$. Кут перехідної кривої $Y_{нк}$ визначають із співвідношення:

$$R_{нк} = \frac{\alpha_{нач}}{4 \cdot Y_{нк}} \cdot R_n \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{8 \cdot Y_{нк}}{\alpha_{нач}}} \right), \quad (6.7)$$

де $R_{нк}$ – початковий радіус перехідної кривої, м;

$\alpha_{нач}$ – початкове значення центрального кута, рад;

$Y_{нк}$ – кут перехідної кривої, рад.

Рівняння (6.7) вирішується ітераціями: спочатку підставляють значення кута перехідної кривої і визначають радіус перехідної кривої $R_{нк}$. Операцію

повторюють до тих пір, поки значення радіуса буде відповідати обраному значенню $R_{\text{кк}}$.

Кут кругової кривої знаходять за формулою:

$$Y_{\text{кк}} = Y_n - 2Y_{\text{нк}}, \quad (6.8)$$

де $Y_{\text{кк}}$ – кут кругової кривої, м;

Y_n – кут повороту, м;

$Y_{\text{нк}}$ – кут перехідної кривої, м.

Тангенс кругової кривої знаходять за формулою:

$$T_{\text{кк}} = \frac{R_{\text{кк}} \cdot \text{tg} Y_{\text{кк}}}{2}, \quad (6.9)$$

де $R_{\text{кк}}$ – радіус кругової кривої, м.

Далі визначають координати точок перехідних кривих за формулами:

$$x = \sqrt{2 \cdot C \cdot Y_{\text{нк}}} \cdot \left(1 - \frac{Y_{\text{нк}}^2}{10}\right), \quad (6.10)$$

$$y = \frac{\sqrt{2C \cdot Y_{\text{нк}}^3}}{3} \cdot \left(1 - \frac{Y_{\text{нк}}^2}{14}\right) \quad (6.11)$$

та малий і великий тангенс перехідної кривої за формулами:

$$t_{\text{нк}} = \frac{y}{\text{Sin} Y_{\text{нк}}}; \quad (6.12)$$

$$T_{\text{нк}} = x - \text{Cos} Y_{\text{нк}}. \quad (6.13)$$

Підставляють отримані значення у наступну формулу для визначення допоміжного відрізка BC :

$$BC = \frac{(T_{\text{кк}} + t_{\text{нк}}) \cdot \text{Sin} Y_{\text{нк}}}{\text{Sin} (Y_{\text{кк}} + Y_{\text{нк}})}. \quad (6.14)$$

Довжину тангенса всієї кривої визначають за формулою:

$$T_n = T_{\text{нк}} + (t_{\text{нк}} + T_{\text{кк}} + BC) \cdot \frac{\text{Sin}(Y_{\text{нк}} + Y_{\text{кк}})}{\text{Sin} Y_n}. \quad (6.15)$$

Після розрахунку всіх параметрів переходять до побудови повороту трамвайної колії (рис. 6.2). Від точки O відкладають по осях трамвайних шляхів внутрішніх колій значення тангенса всієї кривої. Отримані точки A й A^1 є точками початку і кінця усієї кривої відповідно. З точок A й A^1 відкладають великі тангенси перехідних кривих $T_{\text{нк}}$ і з отриманих точок D і D^1 проводять промені DC під кутом $Y_{\text{нк}}$, на яких далі відкладають малі тангенси $t_{\text{нк}}$, тангенси кругової кривої $T_{\text{кк}}$ і відрізок BC (для контролю побудування). Перпендикуляри в точках стикування $t_{\text{нк}}$ і $T_{\text{кк}}$ визначають центр кругової вставки O^1 .

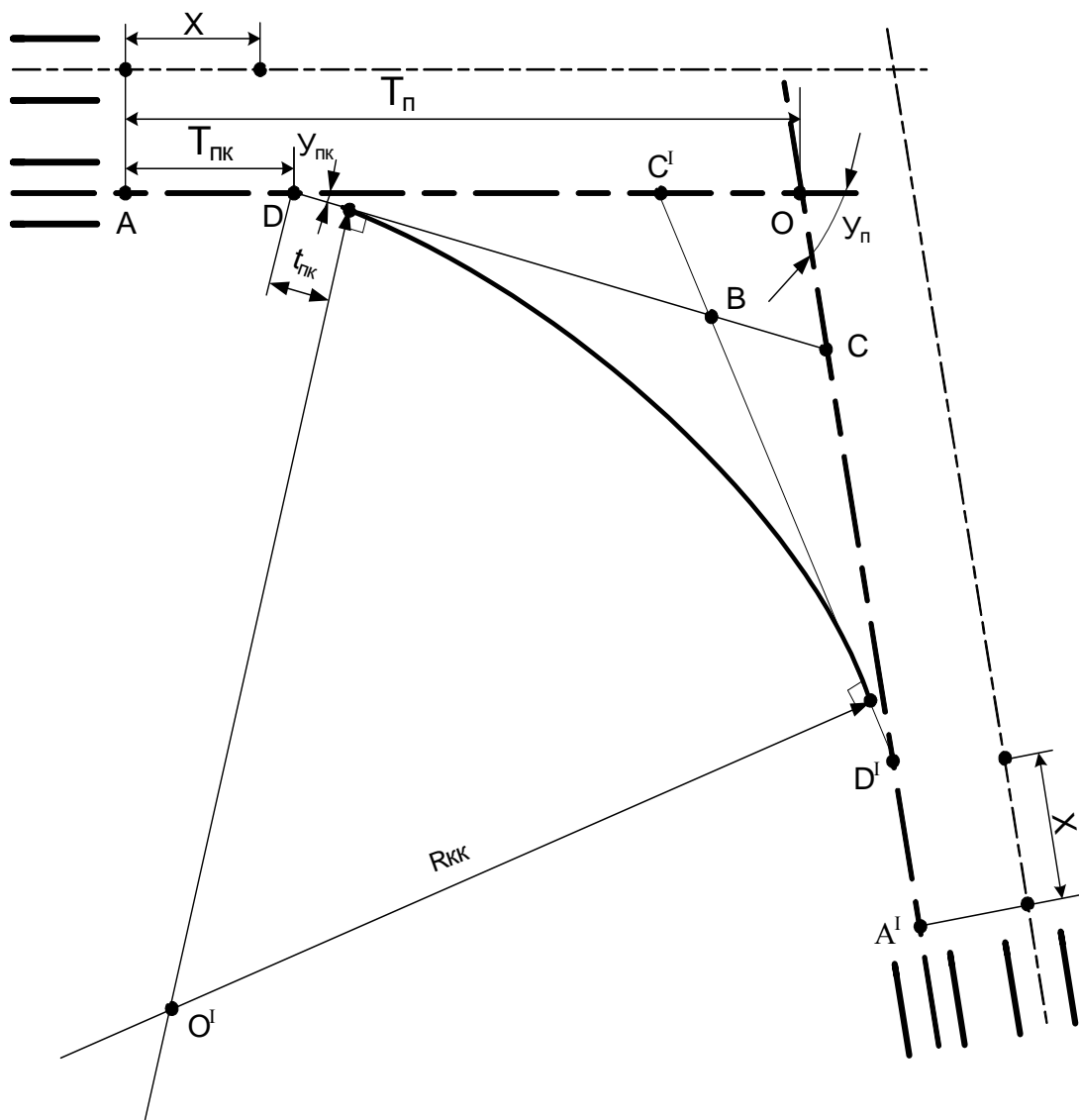


Рисунок 6.2 – Побудова епюри повороту рейкової колії

Організація повороту трамвайної колії має враховувати розширення колії і міжпуття. Розширення колії до 1 532 мм створюють для забезпечення вписування трамвайного візка в поворот. Міжпуття розширюють, тому що в разі проїзду кривою відстань від крайніх габаритних точок трамвая до ниток рейок змінюється, тобто створюється «винос» передньої і задньої частин вагону. Може виявитися, що відстань між шляхами буде недостатня для безпечного роз'їзду двох вагонів у кривій.

Розширення залежить від радіуса кругової кривої і має нормативні значення (табл. 6.1) за умови, що відстань між виступними точками вагонів у випадку їхньої зустрічі в кривій не може бути менше 0,3 метри.

Таблиця 6.1 – Залежність розширення міжпуття від радіуса кругової кривої

Радіус кругової кривої, м	20...25	25...30	30...50	50 і більше
Розширення, м	2,29	2,06	1,9	1,62

Створення розширення здійснюють шляхом перенесення точок А й А¹ початку і кінця кривої на величину забігу X (рис. 6.2), значення якого визначають за формулою:

$$X = (m + S) \operatorname{tg} \frac{Y_n}{2}, \quad (6.16)$$

де m – відстань між внутрішніми нитками рейок двох шляхів, м;

S – ширина трамвайної колії, м;

Y_n – кут повороту, град.

Для побудування розширення відкладають від точки А й А¹ відстань забігу X і виконують аналогічні побудування для зовнішньої нитки рейок шляху протилежного напрямку, використовуючи розраховані для внутрішньої колії значення тангенсів і кутів повороту (рис. 6.2). Після завершення наносять лінії рейок, за умови ширини колії на прямій ділянці 1 524 мм.

Розглянемо приклад розрахунку. Трамвайний шлях змінює напрямок руху під кутом повороту 90° . Вибираємо радіус кругової кривої за планом виходячи від ширини вулиці (у нашому випадку $R_{\text{кк}} = 50$ м). Відповідно до схеми у точках стикування кругової і перехідної кривих $R_{\text{кк}} = R_{\text{нк}}$.

Вирішуємо рівняння (6.7) ітераціями. Підставляємо значення кута перехідної кривої і визначаємо радіус перехідної кривої. Для радіуса $R_{\text{кк}} = 50$ метрів відповідає радіус перехідної кривої, що становить $Y_{\text{нк}} = 3,9$.

Кут кругової кривої знаходимо за формулою (6.8):

$$Y_{\text{кк}} = 90 - 2 \times 3,9 = 82,2.$$

Тангенс кругової кривої розраховуємо за формулою (6.9):

$$T_{\text{кк}} = \frac{50 \times \operatorname{tg} 82,2}{2} = 43,5.$$

Для подальших розрахунків необхідно визначити параметричне рівняння клотоїди за формулою (6.6):

$$C = 1,222 \times 420 = 513,2.$$

Визначаємо координати точок перехідних кривих за формулами (6.10) і (6.11):

$$x = \sqrt{2 \times 513,2 \times 3,9 \times 3,14 / 180} \times \left(1 - \frac{3,9^2}{10 \times 180^2} \right) = 8,36;$$

$$y = \frac{\sqrt{2 \times 513,2 \times 3,9 \times 3,14^3}}{3 \times 180^3} \times \left(1 - \frac{3,14^2 \times 3,9^2}{14 \times 180^2} \right) = 0,048.$$

Далі визначаємо малий і великий тангенс перехідної кривої за формулами (6.12) і (6.13):

$$t_{нк} = \frac{0,048}{\sin 3,9} = 0,706;$$

$$T_{нк} = 8,36 - 0,706 \times \cos 3,9 = 7,66$$

і підставляємо ці значення у формулу для визначення допоміжного відрізка BC :

$$BC = \frac{(43,5 + 0,706) \times \sin 3,9}{\sin (82,2 + 3,9)} = 3,1.$$

Довжину тангенса всієї кривої визначаємо за формулою (6.15):

$$T_n = 7,66 + (0,706 + 43,5 + 3,1) \times \frac{\sin (3,9 + 82,2)}{\sin 90} = 54,8.$$

Для забезпечення розширення колії в кривій розраховуємо величину забігу за формулою (6.16):

$$X = (1,5 + 1,524) \times \operatorname{tg} \frac{90}{2} = 3,02.$$

За допомогою розрахованих параметрів створюємо побудовання повороту трамвайної колії згідно з рисунком 6.2.

6.3 Розрахунок і побудова стрілочного переводу

Оскільки стрілочний перевід складається з стрілок, хрестовин та перетинань, тому встановлення розмірів стрілочного переводу засновано на розрахунку габаритів цих спецчастин.

На підставі розрахунків будують епюру стрілочного переводу, яка є схематичним кресленням, за яким на місцевості вулично-дорожньої мережі виконують розбивку і укладку стрілочного переводу [40]. На епюрі показують значення усіх розрахованих габаритів (рис. 6.3).

Елементи стрілочного переводу стандартизовані, – їх застосовують у комплектах, тобто стрілки з'єднують з відповідними хрестовинами і перетинаннями і комплектними рейками. Хрестовини і перетинання можуть бути описаними як круговою кривою, так і бути прямими. Радіуси хрестовини і перетинання можуть бути як рівними радіусу стрілки, так і відрізнятись від цього радіуса. Характеристики стрілочних переводів подано в таблиці 6.2.

Побудову стрілочного переводу починають із визначення параметрів стрілочного переводу. Попередньо встановлюють кут повороту, обирають радіус стрілки і приймають марку хрестовини. Ці дані приймаються з урахуванням габаритних розмірів ділянки, де буде розташовуватися стрілочний перевід.

Таблиця 6.2 – Характеристики стрілочних переводів

Марка стрілки	Радіус, м	Кут повороту	Радіус і марка хрестовини		Радіус перетинання, м
СК-50	50	15°49'58"	50	для одноко- лійного	
С-50, К-25	50	22°08"			25
С-30, К-25	30	22°08"	20	відгалу- ження	
СК-20	20	26°10' 46"			
С-50, К 1:6	50	9°27' 44"	1:6	пряма хресто- вина	
С-30, К 1:4	30	14°02'10"	1:4		
С-20, К 1:3,5	20	17°00'40"	1:3,5		
СП-50	50	26°03' 56"	50	Двохко- лійне відгалу- ження	50
С-50, П-30	50	35°56' 43"	30		30
СП-30	30	35°56' 43"	30		30
С-30, П-20	30	43°18' 30"	20		20

За таблицею обирають тип стрілочного переводу, визначають кут повороту стрілки Y_{nc} і розраховують тангенс переводу за формулою:

$$T_{II} = R_c \cdot tg \frac{Y_{nc}}{2}, \quad (6.17)$$

де T_n – тангенс стрілочного переводу, м;

R_c – радіус стрілки, м;

Y_{nc} – кут повороту стрілки, град.

Хрестовина, обкреслена дугою окружності радіусом R_c , стикується з круговою кривою, що переходить далі в пряму. Знаючи кут повороту переводу Y_n , знаходять кут кругової кривої за формулою:

$$Y_{kk} = Y_n - Y_{nc}, \quad (6.18)$$

де Y_{kk} – кут кругової кривої, град;

Y_n – кут повороту переводу, град;

Y_{nc} – кут повороту стрілки, град.

Довжину тангенса кругової кривої визначають за формулою:

$$T_{kk} = \frac{R_c \cdot tg Y_{kk}}{2}, \quad (6.19)$$

де T_{kk} – довжина тангенса кругової кривої, м;

R_c – радіус стрілки, м;

Y_{kk} – кут кругової кривої, град.

Довжину тангенса з боку стрілки визначають за формулою:

$$T_c = T_n + \frac{(T_n + T_{kk}) \cdot \sin Y_{kk}}{\sin Y_n}, \quad (6.20)$$

де T_c – довжина тангенсу з боку стрілки, м.

Довжину тангенса з боку відгалуженого шляху визначають за формулою:

$$T_o = T_{kk} + \frac{(T_n + T_{kk}) \cdot \sin Y_{nc}}{\sin Y_n}, \quad (6.21)$$

де T_o – довжина тангенсу з боку відгалуження, м.

Стрілочний перевід завдяки забігу X , що розраховують за формулою (6.16), має розширення між пуття з боку відгалуження.

Після розрахунків розмірів стрілочного переводу переходять до побудовання епюри стрілочного переводу (рис. 6.3), яке виконують аналогічно, як і побудовання епюри повороту трамвайної колії (див. рис. 6.2).

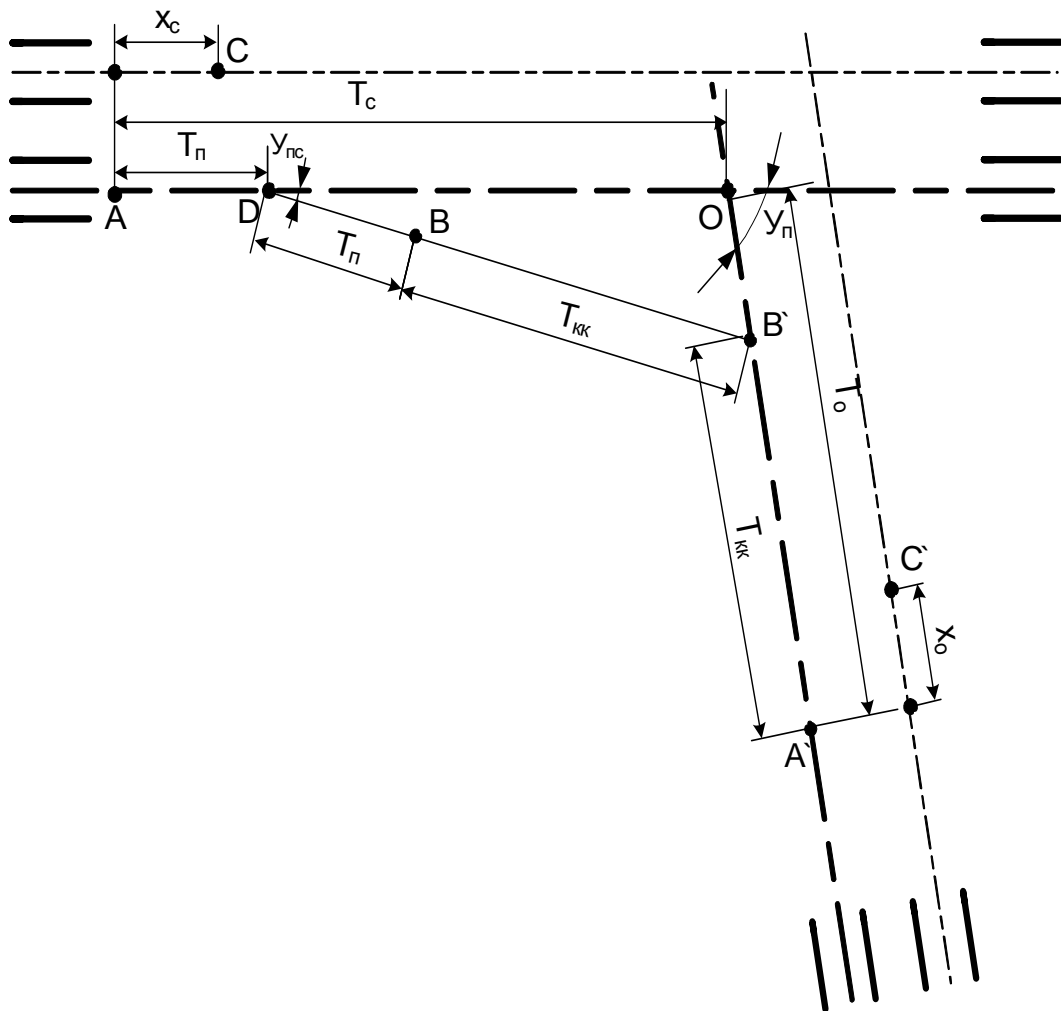


Рисунок 6.3 – Побудова епюри стрілочного переводу

Розглянемо приклад розрахунку і побудови одноколійного стрілочного перевалу, який використовують на зворотних колах кінцевих станції. Обираємо одноколійний стрілочний перевід, який укомплектований стрілкою та хрестовиною одного радіуса.

Визначаємо параметри стрілочного перевалу. Попередньо встановлюють кут повороту, обирають радіус стрілки і приймають марку хрестовини. Ці дані приймаються з урахуванням габаритних розмірів кінцевої станції і вимог до проєктування ліній трамвая. Радіус повороту обираємо 50 м. Визначаємо кут повороту всього стрілочного перевалу – 90^0 . З цього встановлюємо марку стрілки СК-50 згідно з [5]. Радіус стрілки теж обираємо 50 м, кут повороту стрілки $15^049'58''$.

Визначаємо тангенс перевалу за формулою (6.17):

$$T_{II} = 50 \times \operatorname{tg} \frac{15^049'}{2} = 6,5.$$

Хрестовина, обкреслена дугою окружності радіусом R_c , стикують з круговою кривою, що переходить в пряму. Знаючи кут повороту Y_n , що становить 90^0 , знайдемо кут кругової кривої за формулою (6.18):

$$Y_{kk} = 90^0 - 15^049'58'' = 74^011'.$$

Довжину тангенса кругової кривої розраховуємо за формулою (6.19):

$$T_{kk} = \frac{50 \times \operatorname{tg} 74^011'}{2} = 37,9.$$

Довжину тангенса з боку стрілки розраховуємо за формулою (6.20):

$$T_c = 6,5 + \frac{(6,5 + 37,9) \times \sin 74^011'}{\sin 90} = 49,2.$$

Довжину тангенса з боку відгалуженого шляху розраховуємо за формулою (6.21):

$$T_o = 37,9 + \frac{(6,5 + 37,9) \times \sin 15^049'}{\sin 90} = 50.$$

Далі переходимо до побудування епюри стрілочного перевалу згідно з рисунком 6.3.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про затвердження Положення про службу безпеки дорожнього руху міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади, підприємств, їх об'єднань, установ і організацій [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 5 квітня 1994 р. № 227 (із змінами від 12.09.2018). – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/227-94-п#Text>, вільний (дата звернення 17.06.2021). – Назва з екрана.

2. Про транспорт : Закон України від 10.11.1994 № 232/94-ВС // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 51. – Ст. 446.

3. Про міський електричний транспорт : Закон України від 29.06.2004 № 1914-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2004. – № 51. – Ст. 548.

4. Галузеві комунальні норми України ГКН 02.05.009-01. Безпека дорожнього руху на міському електротранспорті. Організація оперативного контролю за безпекою руху. – Чинний від 2002–02–08. – Київ : Держбуд України, 2001. – 20 с.

5. Про затвердження Положення про водія-наставника трамвая, тролейбуса для підприємств міського електротранспорту Української РСР: Державний комітет Української РСР по житлово-комунальному господарству від 28.02.1991 № 35.

6. Про затвердження Положення про атестаційну комісію підприємств міського електротранспорту з визначення кваліфікації водіїв трамвая та тролейбуса [Електронний ресурс] : Наказ Держжитлокомунгоспу України від 31 березня 2004 р. № 70. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0806-04#Text>, вільний (дата звернення 17.06.2021). – Назва з екрана.

7. Правила ведення обліку дорожньо-транспортних пригод [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 22 травня 2019 р. № 424. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/424-2019-п#Text>, вільний (дата звернення 17.06.2021). – Назва з екрана.

8. Правила експлуатації трамвая та тролейбуса [Електронний ресурс] : наказ Міністерства інфраструктури України 03.02.2020 : чинний з 17.04.2020. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/>, вільний (дата звернення 19.06.2021). – Назва з екрана.

9. Положення про порядок службового розслідування дорожньо-транспортних пригод на міському електротранспорті. [Електронний ресурс] : Наказ Держжитлокомунгоспу України 06.07.2004 № 129. – Електронні

текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0895-04#Text>, вільний (дата звернення 19.06.2021). – Назва з екрана.

10. Галузеві комунальні норми України ГKN 00.05.011-2003. Безпека дорожнього руху на міському електротранспорті. Порядок службового розслідування і розбору дорожньо-транспортних пригод. – Чинні від 2004–01–01. – Київ : Держбуд України, 2004. – 19 с.

11. Правила дорожнього руху : затв. постановою Кабінету Міністрів України 10.10 2001 № 1306 із змінами та доповненнями : чинний з 13.05.2020. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 68 с.

12. Безпека руху на міському електротранспорті. Довідник законодавчих та нормативних документів : [у 3 кн.] / [В. В. Вірченко, В. Х. Далека, Е. І. Карпушин, В. А. Менжерес] ; Харків. держ. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХДАМГ, 2002. – 225 с. – кн. 1 : Управління безпекою руху.

13. Положення про робочий час і час відпочинку водіїв трамвая і тролейбуса [Електронний ресурс] : наказ Держжитлокомунгоспу України 06.12.2004 : чинний з 17.12.2004. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws>, вільний (дата звернення 19.06.2021). – Назва з екрана.

14. Автотранспортна експертиза : підручник / В. К. Доля, Ю. О. Давідіч, А. І. Лозовий та ін. – Харків : ХНАМГ, 2011. – 422 с.

15. Гузь Л. Е. Дорожно-транспортные происшествия / Л. Е. Гузь. – Харків : Фактор, 2010. – 688 с.

16. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / П. П. Галаса, В. Б. Кисельов, А. С. Куйбіда та ін. – Київ : Український центр післяварійного захисту Експерт-Сервіс, 1995. – 192 с.

17. Оформлення дорожньо-транспортних пригод : навч. посібник / укл. В. Ф. Коробкін, С. В. Егоров, А. А. Святенко, С. М. Протченко. – Донецьк : Норд-Прес; Донецький юридичний інститут ЛДУВС, 2007. – 106 с.

18. Інструкція з формування та ведення інформаційної підсистеми «Дорожньо-транспортна пригода» інформаційно-телекомунікаційної системи «Інформаційний портал Національної поліції України» [Електронний ресурс] : Міністерство внутрішніх справ України від 15 липня 2020 р. № 533. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0726-20#Text>, вільний (дата звернення 20.01.2021). – Назва з екрана.

19. Інструкція з оформлення поліцейськими матеріалів про адміністративні правопорушення у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху, що зафіксовані не в автоматичному режимі [Електронний ресурс] : Міністерство внутрішніх справ України від 7 листопада 2015 року № 1395 (зі змінами) – Електронні текстові дані. – Режим доступу:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws>, вільний (дата звернення 20.01.2021). – Назва з екрана.

20. Коршаков И. К. Комплексный анализ дорожно-транспортных происшествий / И. К. Коршаков, В. И. Сытник. – М. : МАДИ, 1991. – 189 с.

21. Ротенберг Р. В. Основы надежности системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» / Р. В. Ротенберг. – М. : Машиностроение, 1986. – 216 с.

22. Шештокас В. В. Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах / В. В. Шештокас, Д. С. Самойлов. – М. : Транспорт, 1987. – 207 с.

23. Насутавичюс Р. А. Повышение безопасности движения пешеходов на автомобильных дорогах путем снижения уровня конфликтности: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта / Насутавичюс Раймондас Альгирдович; Моск. ордена труд. красн. знамени автом.-дорож. инст. – М., 1989. – 17 с.

24. Осинцева А. А. Повышение безопасности дорожного движения на основе управления дорожными конфликтами / А. А. Осинцева, Н. А. Осинцев, Л. В. Лабунский // Современные проблемы транспортного комплекса России: межвуз. сб. науч. тр. / Гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : Изд-во Магнитогорск, 2012. – № 2. – С. 184-191.

25. Кульбашна Н. І. Зупиночний пункт як об'єкт дослідження роботи МЕТ в нових ринкових умовах / Н. І. Кульбашна // Сталий розвиток міст. Електричний транспорт – перспективи розвитку та кадрове забезпечення : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 1-3 жовтня 2009 р. – Харків: ХНАМГ, 2009. – С.107–109.

26. Утлик В. Э. Социально-психологические условия предупреждения конфликтов в дорожном движении : автореф. дис. ... канд. псих. наук : 19.00.05 – социальная психология / Утлик Владимир Эистович ; Госуд. ун-т управления. – М., 2006. – 25 с.

27. Романов А. Н. Автотранспортная психология : учеб. пособие для студ. вузов / А. Н. Романов. – М. : Академия, 2002. – 224 с.

28. ДБН В.2.3–18:2007. Споруди транспорту. Трамвайні та тролейбусні лінії. Загальні вимоги до проектування. – Чинний від 2007–02–28. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 58 с.

29. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень : ДБН 360-92**. Є перевиданням ДБН 360-92* у врахуванням змін № 4 - № 10 з дозволу Держбуду України. – Чинний від 19.03.2002 (лист № 1/52-170). – Київ : Держбуд України, 2002. – 75 с.

30. Титаренко М. И. Совершенствование конструкции стрелочных переводов / М. И. Титаренко // Путь и путевое хозяйство: ежемесячный науч.-попул., произв.-техн. журнал ОАО «Российские железные дороги». – М., 2002. – № 9. – С. 29–30.

31. Рекламний проспект фірми «ХАННИНГ & КАЛЬ». Управління стрілками. Сигналізаційні установки, креслення блок-схеми управління стрілками [Електронний ресурс]. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://findpatent.ru/patent/222/2224675.html>, вільний (дата звернення 19.06.2021). – Назва з екрана.

32. Пат. 2191126 РФ. Устройство для автоматического перевода трамвайной стрелки / В. В. Алферов, Е. И. Бадю, Н. Я. Глухов, Е. Н. Матвеев, В. М. Перепеч, В. Т. Рогачев, Ю. А. Студзинский / 20.10.2002. ; заявл. 19.10.2002; опубл. 20.10.2020, Бюл. № 1.

33. Капский Д. В. Автоматизированные системы управления дорожным движением : учебное пособие / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, Д. В. Рожанский. – Минск : Новое знание ООО, 2015. – 368 с.

34. Кременец Ю. А. Технические средства организации дорожного движения : учебник для вузов / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.

35. Системологія на транспорті : [підручник у 5 кн.] / за заг. ред. Ф. М. Дмитриченка / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін. – Київ : Знання України, 2005. – 447 с. – кн. IV: Організація дорожнього руху.

36. А. с. 2151424 РФ, G08G1/07. Устройство управления светофорным объектом с ЭВМ с нейропрограммами / Н. П. Абовский, В. Б. Бабанин, Л. Г. Смолянинова. – заявл. 30.12.1998; опубл. 20.06.2000, Бюл. № 4.

37. Круг П. Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры : Учеб. пособие по курсу «Микропроцессоры» / П. Г. Круг. – М. : Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.

38. Правила розміщення та обладнання зупинок міського електро- та автомобільного транспорту [Електронний ресурс] : Наказ Державного комітету України по житлово-комунальному господарству : чинний з 15.05.95. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0160-95>, вільний (дата звернення 20.03.2021). – Назва з екрана.

39. ДСТУ 3308–96. Знаки маршрутні для міського електротранспорту. Технічні умови та правила застосування. – Чинний від 2096–02–27. – Київ : НДКТИ МГ, 1996. – 30 с.

40. Косой Ю. М. Рельсовые пути трамваев и внутризаводских дорог / Ю. М. Косой. – М. : Транспорт, 1988. – 320 с.

41. Стандарт держжитлокомунгоспу України. ГСТУ 204.04.05.005 – 2004. Колії трамвайні. Система технічного обслуговування та ремонту. Загальні положення [Електронний ресурс] : Чинний від 2004–12–10. – № 219 – Електронні текстові дані. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79637, вільний (дата звернення 04.04.2021). – Назва з екрана.

Навчальне видання

КУЛЬБАШНА Надія Іванівна

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ МІСЬКОГО
ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
Книга 1

Відповідальний за випуск *Ю. П. Бархасєв*

Редактор *О. В. Михаленко*

Комп'ютерне верстання *Н. І. Кульбашина*

Підп. до друку 06.06.2022. Формат 60 × 84/16.

Електронне видання. Ум. друк. арк. 8,2.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК 5328 від 11.04.2017