



**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**
Навчально - науковий інститут транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної випускної роботи**

освітній ступінь - магістр
спеціальність - 275 - Транспортні технології
спеціалізація - 275.2 - Транспортні технології (на залізничному
транспорті)

на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ НА
ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РУХУ РУХОМОГО СКЛАДУ»

Виконав
Здобувач вищої освіти
групи ОПЗТ-19дм  Левченко А.М.
(підпис)

Керівник:  доц. Баранов І.О.
(підпис)

Завідувач кафедри:  проф. Чернецька-Білецька Н.Б.
(підпис)

Рецензент:
(підпис) (ініціали і прізвище)

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ШЛЯХІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ СТАНЦІЙНОЇ І МАНЕВРОВОЇ РОБОТИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

1.1. Аналітичний огляд технологічних процесів великих сортувальних станцій

Основне завдання сортувальних станцій - концентрація переробки потужних потоків транзитних вагонів в регіоні при забезпеченні безпеки технологічного процесу розформування - формування складів і максимально можливе виключення ручної праці. Весь технологічний цикл переробки складається з таких основних етапів: прийом поїздів і підготовка до розформування, безпосередній розпуск складів, накопичення їх в сортувальному парку та формування, підготовка і відправлення. В основі подальшого розвитку сортувальних станцій лежить принцип концентрації сортувальної роботи на великих добре технічно оснащених станціях. При цьому велика увага приділяється питанням автоматизації та механізації гірок, підвищення експлуатаційної та екологічної безпеки розпуску, виключення важкої ручної праці [1, 2, 3,4].

Основним елементом, що визначає переробну спроможність сортувальної станції, є сортувальна гірка [5]. В процесі експлуатації сформувався ряд вимог до конструктивних параметрах сортувальних пристроїв, які повинні забезпечувати ефективно та безпечно виконання робіт по розформуванню составів. Робота гірки буде ефективною в разі забезпечення динамічного розпуску составів і заповнення колій сортувального парку з мінімальним числом осаджування. Відповідно до технічних вимог експлуатаційна безпека буде дотримана, якщо на спускній частини швидкість входу відчепів на сповільнювачі не перевищить нормативну, а просування отцепов відбуватимуться зі швидкістю менше 5 км / год (в тому числі в підгірковому парку) [6, 7].

У нормативній документації [8, 9, 10] поздовжній профіль гірки

розглядається у вигляді чотирьох, послідовно пов'язаних між собою частин, до кожної з яких ставляться такі вимоги:

- конструкція насувної частини повинна забезпечувати зрушення з місця і інтенсивний розгін повноцінного складу гіркова локомотивом при знаходженні першого вагона у вершини гори;

- на перевальних частини повинно виконуватися роз'єднання отцепов один від одного з виключенням випадків самовільного розчепити вагонів;

- профіль спускної частини гірки повинен сприяти динамічному просуванню отцепов, при цьому, що розміщуються тут гальмівні позиції повинні коригувати швидкість їх руху так, щоб забезпечити експлуатаційну безпеку розпуску, а також необхідні тимчасові інтервали між ними;

- конструкція поздовжнього профілю колій сортувального парку повинна забезпечити їх заповнення з мінімальними експлуатаційними витратами при дотриманні умов безпеки виконуваних операцій та збереження рухомого складу і знаходяться в ньому вантажів.

Висота сортувальних гірок визначається конструкцією поздовжнього профілю і встановлюються таким чином, щоб вагон з найхудшіми ходовими якостями, скочуючись з гірки під дією власної ваги, при несприятливих кліматичних умовах (зима, зустрічний вітер) доходив до розрахункової точки [11, 12].

Поздовжній профіль спускної частини гірки є ламаною лінією увігнутого обриси, всі відрізки якої розміщені на узвозі. Найбільшу величину спуску (від 35 до 50% о) має швидкісний елемент - ділянку шляху, розташований першим після вершини гори. Крутизна інших елементів послідовно зменшується до величини ухилу шляхів в сортувальному парку [8].

До гіркова облаштування відносяться вагонні сповільнювачі, централізація стрілок і сигналів, компресорні установки, пристрої радіо, освітлення, енерго- і водопостачання, пневматична пошта, а також широко впроваджуються останнім часом системи автоматики.

Гальмівні позиції гірки служать для регулювання швидкості руху відчепів.

Причому, за допомогою позицій, розташованих на спускній частині, виконується в основному інтервальне регулювання, а на паркових позиціях - прицільне гальмування. При інтервальному регулюванні між послідовно скачуються відчепами шляхом гальмування підтримуються тимчасові інтервали, необхідні для переведення стрілок і підготовки сповільнювачів для гальмування чергового отцепа [13]. Завдання прицільного гальмування - знизити швидкість руху отцепа до величини, достатньої для того, щоб він докотився до найближчого вагона в сортувальному парку, що не перевищивши при зіткненні з ним нормативно допустимої швидкості.

Від висоти гірки, довжини і ухилу швидкісного елемента поздовжнього профілю залежить допустима швидкість насування складу, т. Е. Та максимальна швидкість, при якій забезпечується просторове і тимчасове розділення відчепів на стрілках, сповільнювачах і у граничних стовпчиків в сортувальному парку.

Особливістю процесу розформування є наявність великої кількості випадкових факторів, що впливають на скочування відчепів, що обумовлює випадковий характер їх подальшої поведінки [14, 15, 16]. Ходові властивості отцепов в загальному випадку різні і залежать від маси і довжини отцепа. Величина основного питомого опору руху отцепа, що визначає його ходові властивості, - випадкова [17]. Іншу групу випадкових чинників становлять кліматичні умови в момент розпуску - температура повітря, швидкість і напрям вітру, опади (дощ, сніг), наявність ні шляхах інею або роси і т. Д. [18]. Крім того, структура і тип переробляється вагонопотоків також є випадковими чинниками, від яких залежить протягом досліджуваного процесу. Однак основним фактором, що визначає хід розформування, слід вважати людський. Саме від дій оперативного персоналу залежить якість функціонування гіркових комплексів. При сукупному впливі на скачуються відчепи вищевказаних випадкових факторів на спускній частині гірки можуть виникати такі позаштатні ситуації [19]:

- вагон одного відчеплення іншим, скочується по тому ж маршруту;
- неможливість переведення стрілки на відповідний маршрут через недостатнє тимчасового інтервалу між відчепами;

- неправильний розчепити або нерасцеп чергового отцепа;
- мимовільний розчепити длиннобазного отцепа;
- ушкодження (сход) рухомого складу через перетормаживание;
- пошкодження верхньої будови колій горочної горловини.

Причинами виникнення зазначених ситуацій (крім випадків нерасцепа або саморозчеплення) в більшості випадків є неправильне гальмування відчепів при сукупному впливі інших факторів. Отже, загальне число випадків виробничого браку на сортувальних гірках може бути зменшено за рахунок підвищення кваліфікаційного рівня оперативного персоналу.

Вся робота на гірках проводиться відповідно до Інструкції по роботі механізованих гірок [6] і технологічним процесом роботи сортувальних станцій [7]. Даний технологічний процес роботи визначає чіткий порядок обробки транзитних вагонів, що проходять станцію з переробкою, і формування на сортувальних станціях нових маршрутів з цих вагонів.

В організації та управлінні цим технологічним процесом на рівні станцій важлива роль належить черговим по гірці, операторам виконавчого і розпорядчого постів, укладачам формованих поїздів, регулювальникам швидкості руху потягів [20]. Завдання, що виконуються цими працівниками в процесі формування - розформування складів вимагають певних професійних умінь, пов'язаних з мисленням, увагою, пам'яттю, руховими навичками, відповідальністю і старанністю. Від рівня їх професійної підготовки багато в чому залежить безпека маневрової роботи на сортувальних станціях, швидкість і якість формування транзитних складів. У процесі розпуску составів на неавтоматизованих сортувальних гірках ходові властивості отцепов оцінюються оператором візуально. Далі на підставі виконаної оцінки використовується відповідний коефіцієнт гальмування. Точність оцінки значною мірою залежить від досвіду і навичок оператора.

Аналіз проведених раніше досліджень показує, що вчені і виробничники, фахівці в галузі управління маневрової роботи на сортувальних станціях завжди приділяли велику увагу питанням підвищення безпеки робіт в умовах

сортувальних комплексів. Великий внесок у вирішення цієї проблеми внесли вітчизняні вчені: П.С. Грунтів [21-23], А.М. Дудніченко [24-27], П.А. Козлов [3, 4, 28], Г.А. Красовський [29-33], В.І. Лисенков [34], Н.К. Модин [35-40], А.Г. Савицький [41, 42], В.А. Шаров [43], АА Очевидна [19] та ін. При цьому безпека функціонування сортувальної станції як системи ними розглядалася не тільки як показник надійності, а як складова частина більш широкого поняття - ефективності. Під ефективністю тут розуміється властивість системи виконувати задані функції з необхідною якістю [35].

При експлуатації великих технічних систем, в тому числі сортувальних станцій і гірок зокрема, основними заходами щодо забезпечення безпеки їх функціонування є організація найбільш важливого (відповідального) технологічного процесу з урахуванням підвищення надійності дій операторів як ланки людино-машинної системи і парирування ними наслідків її відмов .

Аналітичний огляд раніше виконаних досліджень показав, що незважаючи на певні досягнення, рішення проблеми підвищення безпеки маневрової роботи вимагає подальшого опрацювання. У даній роботі в якості основного напрямку вдосконалення маневрової роботи великих сортувальних станцій обраний шлях підвищення кваліфікаційного рівня оперативних працівників гіркового комплексу, а в якості відповідального технологічного процесу розглядається процес розформування складів.

Основними етапами технології маневрової роботи, є: обробка інформації і складання сортувального листка технічної конторою, підготовка складу до розформування, а сортувального парку до розпуску, заїзд локомотива за складом і насування його на гірку, розпуск, накопичення, формування складів і підготовка їх до опрацювання з станції. Аналізуючи технологічну схему переробки вагонопотоків на сортувальних станціях [7], можна зробити висновок, що з точки зору безпеки функціонування даної системи в першу чергу слід говорити про безпеку процесу скочування вагонів (отцепов) з моменту насування на гірку аж до зупинки на сортувальній колії.

Випадки шлюбу при розпуск є наслідком впливу випадкових факторів на

даний процес. При цьому окремо можна виділити області впливу і прояви випадкових факторів: при насуванні і розпуск; при управлінні маршрутами скочування відчепів; при управлінні швидкістю скочування відчепів з гірки; від колії та рухомого складу [35].

1.2. Аналіз шляхів вдосконалення маневрової роботи на сортувальних станціях

В даний час в багатьох галузях, де помилки при навчанні або неможливість проведення навчання на реальних об'єктах можуть призвести до надзвичайних наслідків, травм, а їх усунення - до великих фінансових витрат (військова справа, авіація, космос, атомна енергетика, а останнім часом і транспорт), все більш широке застосування знаходять тренажерні технології, що використовують системи комп'ютерного моделювання на основі тривимірного аудіо-візуального моделювання (3D- моделювання) реальних об'єктів і створення візуальних інформаційних систем.

Людський фактор відіграє важливу роль в будь-якому виробничому процесі, в тому числі і в технологічному процесі розпуску составів на сортувальних гірках [44]. Тому відбір людей, здатних грамотно і чітко справлятися зі своєю роботою в процесі виникнення аварійних ситуацій, позаштатних випадків, тобто при підвищених психологічних навантаженнях, є вельми важливим і актуальним питанням [45].

В кваліфікаційний склад працівників гіркового комплексу входять: оператори сортувальної гірки (оператори постів: розподільного, виконавчого і паркових механізованих гальмівних позицій), черговий по сортувальній гірці, складачі поїздів, регулювальники швидкості руху вагонів. Підвищення кваліфікаційного рівня працівників гіркових комплексів завжди розглядалося як один із шляхів підвищення ефективності роботи всієї станції. Цьому питанню були присвячені роботи багатьох вчених, що займалися дослідженнями і вдосконаленням станційної і маневрової роботи [14, 15, 46-49].

Для реалізації основних положень Програми [1] актуальною видається розробка концепції підвищення кваліфікаційного рівня працівників гіркового комплексу на основі використання технології тривимірного аудіо-візуального моделювання (3 D-технології).

Одна з цілей, що передбачається цією концепцією - формування професійного мислення оператора і професійних навичок інших працівників гіркового комплексу на основі базової комп'ютерної візуальної системи навчання, основним елементом якої є тренажер гіркового комплексу.

В основу створення концепції підвищення кваліфікаційного рівня працівників гіркового комплексу покладено такі компоненти:

- базовий тезаурус професійної діяльності оперативного персоналу;
- функції операторів і чергових сортувальної гірки;
- умови розміщення та обладнання робочих місць операторів сортировочної гірки;
- основні елементи технологічного процесу переробки вагонопострумів на сортувальних станціях;

технологічна інструкція по роботі оператора виконавчого поста

- професійні завдання і вимоги до роботи оперативного персоналу сортувального комплексу;
- ймовірні нестандартні ситуації, що виникають під час розпуску;
- можливі помилки в роботі операторів і їх наслідки;
- необхідні навички операторів сортувальної гірки;
- призначення навчального комплексу.

Вимоги до виконання функцій оперативного персоналу гіркового комплексу базуються на основі інформаційного забезпечення, що включає нормативно-довідкову документацію, відомості про найважливіші характеристики технологічних процесів, керівні інструктивні матеріали:

- ПТЕ - правила технічної експлуатації залізниць;
- інструкція з руху поїздів і маневрової роботи;
- інструкція з сигналізації на залізничному транспорті;

- ТРА - технічно-розпорядчий акт станції;
- типовий технологічний процес роботи станції;
- норми і правила проектування сортувальних пристроїв;
- призначення і принципи роботи гіркових пристроїв автоматизації, механізації, централізації, сигналізації, зв'язку і правила їх експлуатації;
- умовна розмітка перевізних документів (по конкретній станції);
- нумерація вагонів;
- ходові якості рухомого складу;
- ПТБ - правила техніки безпеки і безпечні прийоми праці;
- статут про дисципліну працівників залізниць;
- керівні накази і вказівки по роботі оператора сортувальної гірки;

У функції оператора сортувальної гірки входять: управління гірковими світлофорами, переклад централізованих стрілок для направлення отцепов на відповідні шляхи, гальмування рухомих отцепов вагонними сповільнювачами, а також контроль правильності виконання даних функцій [12].

У підпорядкуванні чергового по сортувальній гірці знаходиться комплексна бригада оперативних працівників, основу якої складають оператори постів - розпорядчого (головного), виконавчого (нижнього) і паркових постів.

В ході виконання технологічних операцій з розформування використовуються наступні оперативні документи і нормативні дані: змінне завдання на расформірованіе- формування складів з гірки, сортувальні листки, рекомендовані швидкості насування та розпуску составів, а також нормативні швидкості зіткнення вагонів і входу їх на гальмівні позиції.

Робоче місце оператора сортувальної гірки, розташоване в приміщенні гіркового поста (окрема будівля близько горба гірки), повинно мати огляд з вікон (огляд колій сортувального парку, гальмівних позицій, стрілок, рухомого складу, номерів вагонів розформовувати складу, роботи упорядника і його помічників, роботи регулювальників швидкості руху вагонів у парку); мати достатню освітленість і допустимий рівень шуму.

Обладнання робочого місця оператора сортувальної гірки має включати:

пульт дистанційного керування пристроями, секції зв'язку - місцеву (з маневровим диспетчерів, з черговим по СП, з регулювальником швидкості, з технічної конторою, з іншими працівниками), радіозв'язок (з машиністами гіркових локомотивів, укладачами) , двосторонню паркову зв'язок (з регулювальниками швидкості, із слюсарями механоскладальних работ). Крім того, таке робоче місце повинно мати телетайп (пневмопочту), робоче крісло, шафа для документів, куртель, годинник, довідники, таблиці та інше.

Робота сортувальних станцій і гірок здійснюється в суворій відповідності з технологічним процесом на основі чітко налагодженої інформації про поїзди і вагонах, що знаходяться на самій станції і на підходах до неї. Черговість розформування складів планується з таким розрахунком, щоб простій вагонів під накопиченням на коліях сортувального парку був найменшим і забезпечувалося формування чергового поїзда до часу його відправлення за розкладом.

Навчальний комплекс повинен бути призначений для: навчання професійно важливим знань працівників гіркового комплексу; тренаж навичок виконання основних технологічних функцій і освоєння умінь працювати самостійно; тренаж навичок роботи в умовах несправності ряду пристроїв, нестандартних, екстремальних і аварійних ситуаціях; контролю ходу навчання; атестації та ведення протоколу процесу засвоєння знань; накопичення і закріплення навичок і умінь кожного учня.

1.3. Аналіз досвіду застосування тривимірного аудіовізуального моделювання (3D-технологій)

Сутність 3D-технологій комп'ютерного моделювання та візуальних інформаційних систем

Інтенсивний розвиток обчислювальної техніки привело до появи інформаційних технологій і їх проникненню в багато, часто несподівані, області

людської діяльності. Закономірним результатом такого інформаційного вибуху стала поява і розвиток систем комп'ютерного моделювання, в тому числі тривимірного аудіо-візуального (3D- технологій) моделювання [50-53].

Сутність і структура системи комп'ютерного моделювання на основі 3D-технологій визначаються її призначенням і функціональними можливостями. Ця система являє собою інтегроване середовище (ін- ТЕГРІС-3D) для дизайнерського, конструкторського і технологічного проектування та моделювання тривимірних об'єктів складної форми і підготовки комп'ютерних презентацій [54-58]. Система тривимірного аудіовізуального комп'ютерного моделювання може застосовуватися також для візуалізації в реальному часі складних технологічних процесів управління технічними системами і тривимірних навчальних систем [59].

Передісторія системи ІНТЕЕРІС-3D пов'язана з рішенням у вісімдесятих роках завдань технологічної підготовки виробництва виробів ракетно-космічної техніки [55]. До 1992 року в нашій країні вже був досвід успішного застосування цієї системи при виготовленні деталей космічних апаратів, суднового та медичного обладнання на таких підприємствах як НВО «Енергія», ІТПО «Машинобудування» та ін.

Застосування системи 3D-технологій (ІНТЕЕРІС-3D) дозволяє на основі комп'ютеризованого інтегрованого уявлення перетворити тривимірне зображення реального об'єкта в його тривимірне віртуальне зображення з урахуванням фізичних і технологічних особливостей функціонування заданого об'єкта або складної технічної системи. Виходячи з основного призначення до складу системи ІНТЕЕРІС-3D включені базові складові: проектують підсистеми (комплекси): САБ- комплекс, САМ-комплекс, САР-комплекс (комп'ютерна підготовка і проведення презентацій), яка обслуговує підсистема - САБМР-інтерфейс і бібліотека сервісних програмних засобів (текстові процесори, драйвери, архіватори і т.п.). До складу комплексів входять також замовні (додаткові) компоненти, які виконують такі функції:

У 1989-1993 р.р. низкою організацій спільно з Інститутом автоматичної електроніки і електроніки був побудований в декількох модифікаціях найбільший в країні КГИ "Альбатрос". Система отримала визнання багатьох міжнародних виставок і активно використовується в космічній і авіаційній промисловості.

Крім того, рішення задач інженерного аналізу конструкцій і моделювання технологічних процесів підтримується в системі 3D- технологій за допомогою зовнішніх по відношенню до ІНТЕЛ РІС-31) САЕ- комплексів, а також СММ- комплексів, що забезпечують комп'ютерне копіювання розмірних і цветофактурних характеристик тривимірних об'єктів.

В даний час в нашій країні і за кордоном є вже більш ніж десятирічний досвід в розробці програмного забезпечення для систем віртуальної реальності на основі систем 3D-моделювання [61-69]. В останні роки оптико-телевізійні системи імітації реальної обстановки в льотних і космічних тренажерах замінюються на комп'ютерні системи візуалізації (Computer Image Generation - комп'ютерний генератор зображень). На Заході цей процес почався в кінці сімдесятих років, коли фірмою "Evans and Satherland" були запропоновані перші комп'ютерні генератори реального часу. До початку дев'яностих років ця модернізація була закінчена в усіх великих тренажерних центрах індустриально розвинених країн. Основні фірми - постачальники комп'ютерних систем візуалізації: Canadian Electronics, Evans and Satherland, Avix, Boeing, Silicon Graphics.

Однією з провідних фірм комп'ютерної графіки в Україні є фірма Софт-Лаб-НСК СО РАН, яка брала участь у вітчизняній програмі космічних досліджень в області систем тренування космонавтів. Застосування оригінальних алгоритмів моделювання і відображення тривимірних об'єктів дозволило фірмі розробити базові комплекти програмного забезпечення для створення цільових систем віртуальної реальності на персональних ЕОМ, програмні високопродуктивні системи віртуальної реальності і multimedia, що працюють на базі ІВМ РС.

Перевагою ВІС є можливість забезпечення накопичення візуальних даних при моделюванні складних технічних систем, в тому числі технологічних процесів, і простий доступ до них великого числа користувачів. До основних функцій ВІС можна віднести:

- введення зображень і оцифровування оптичного зображення, яке спочатку може бути або на папері, або на кіноплівці, або може вводиться через відеокамеру;

- редагування зображень - зміна оцифрованого зображення, а також інтерактивного або автоматичного створення нового, а також знищення старого зображення;

- обробка зображень - поліпшення якості зображень, виявлення меж, сегментація і т.д .;

- зберігання зображень - форматування, кодування і декодування зображень, структурування даних і індексація зображень для зберігання на накопичувачі;

- вибірка зображень - процес вилучення зображень з візуальної бази даних;

- висновок зображень на дисплей і отримання їх копій, а також при необхідності - монтаж зображень і отримання будь-яких їх фрагментів;

- обмін зображеннями - можливість передачі зображень на віддалені комп'ютери або інші робочі станції.

Основою візуальної інформаційної системи є візуальна база даних (рис. 1.1).

Відповідно до технології тривимірного аудіо-візуального комп'ютерного моделювання (3D-моделювання) створення візуальної інформаційної системи починається з набору так званих примітивів, таких як блоки (x, y, z, Bx, By, Bz), куби (x, y, z), циліндри (x, y, z, r, x', y', z') і ін. з їх характеристиками - довжинами сторін B, радіусами r і т.д. Потім ці примітиви комбінуються в більш складні об'єкти з використанням теоретико-множинних операторів: об'єднання, перетин, різниця; а також операторів переміщення: зрушення (вхідний, By, Bx) і поворот (a, o, r) [54].

Комп'ютерні генератори зображень мають ряд переваг: відсутністю обмежень на управління динамікою об'єкта; можливістю високої реалістичності генерується обстановки і будь-яких ситуацій; порівняно простим і дешевим моделюванням нових ситуацій і модифікацією вже існуючих.

Програмні засоби комплектів дозволяють створювати моделі двох- і тривимірних віртуальних середовищ, а також відображати їх у реальному часі з використанням тривимірного звукового супроводу. Комплекти забезпечують відображення в стерео режимі і можливості управління об'єктами віртуальних середовищ в реальному часі [70-77].

Використання технологій тривимірного аудіо-візуального моделювання засноване на уявленні тривимірних об'єктів у вигляді зображень, які є засобом обміну інформацією між людиною і ЕОМ і далі створенні візуальної інформаційної системи. Візуальна інформаційна система (ВІС) передбачає контроль і управління пристроями маніпуляції зображень: пристроєм введення зображень; процесором обробки зображень; пристроєм виведення зображень; системою зберігання зображень і інтерфейсом обміну візуальною інформацією [70, 78].

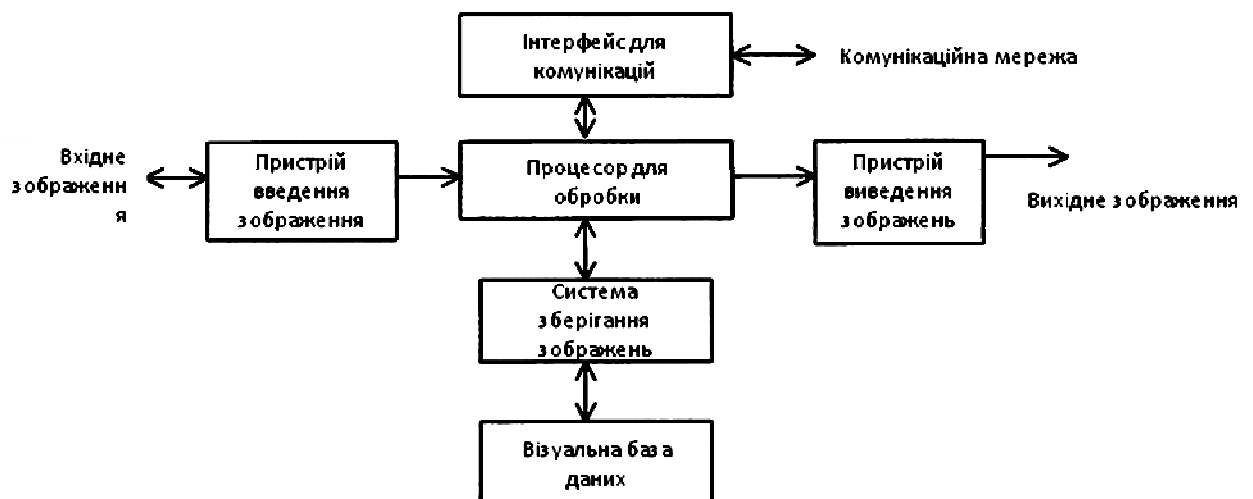


Рис.1.1. Система візуальної інформації

У найпростішому випадку, наприклад, така технологія передбачає один

примітив - куб і один оператор - об'єднання. Якщо все блоки є поодинокими кубами або елементами, то 3D-об'єкт представляється безпосередньо через поелементне розбиття. Але при моделюванні складних технічних систем або технологій, які являють собою 30 графічні функції / (x "y" 2 ^, для 3D зображень проводиться розбиття у вигляді 8-дерева (дерева октантів) як показано на рис. 1.2.

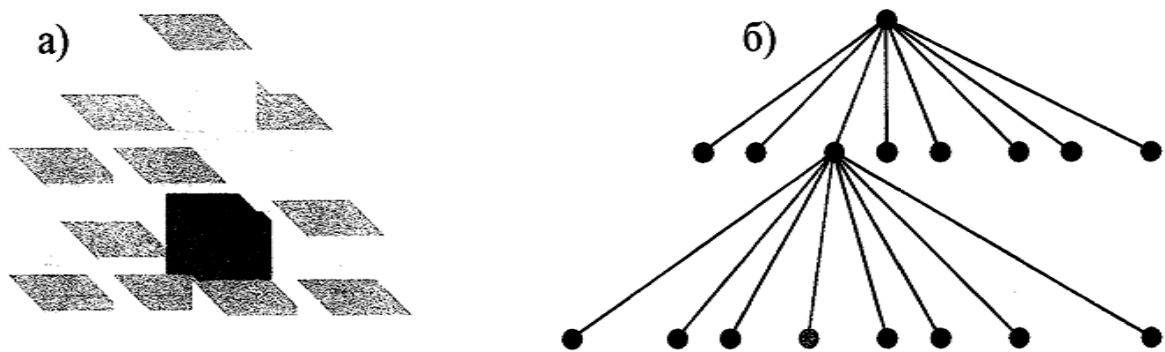


Рис.1.2. а) - 3D-об'єкт; б) - его представлення у вигляді 8-дерева

Для кожного куба обчислюється нормалізована міра візуальної інформації N_{PIM} . Якщо N_{PIM} менше порогової величини, розбиття припиняється. Процедура розбиття у вигляді 8-дерева дробить 3D-об'єкт на складові кубики різних розмірів. Потім може послідувати процедура злиття для об'єднання деяких кубів в блоки для формування або генерування віртуального 3D-зображення реального 3D-об'єкта.

Висновок зображень 3D-об'єктів на 20-екран в залежності від положення спостерігача (оператора) здійснюється відповідно до схеми, показаної на рис. 1.3.

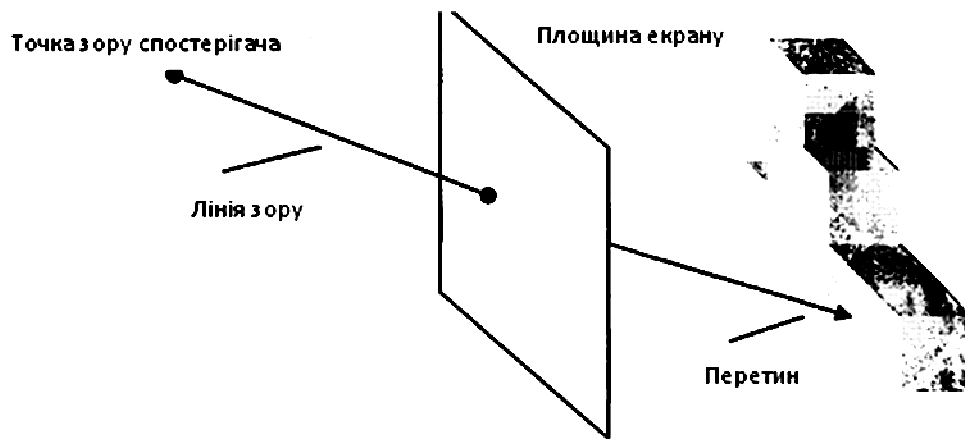


Рис.1.3. Проекція 3D-об'єкту на 2D-екран

Таким чином, основні принципи дії комп'ютерних генераторів зображень полягають в наступному:

- будується комп'ютерна модель тривимірної візуальної середовища у вигляді спеціалізованої бази даних, яка потім використовується для побудови зображень;
- в пам'ять ЕОМ записується інформація про фактурі, розміри, форму і розташування об'єктів в тривимірному середовищі;
- безпосередньо під час руху на екран монітора виводяться види середовища в залежності від положення спостерігача.

Комп'ютерні генератори зображень і візуальні інформаційні системи мають ряд переваг. До них відносяться:

- відсутність обмежень на управління швидкістю і вибором напрямку руху;
- мінімальний час відгуку на дії учня (0,1 сек.);
- порівняно простий і дешевий моделювання нових ситуацій для навчання і модифікація вже існуючих;
- можливість реалізації позаштатних ситуацій, пов'язаних з несправностями обладнання, виникненням перешкод руху, аварій і т.д .;
- можливості використання широкого спектру комп'ютерних

генераторів, що відрізняються за ціною і функціональним вимогам (від простих методичних навчальних систем з фото реалістичним якістю зображень до великих тренажерних центрів);

- можливість навчання та використання власних фахівців для розробки і модифікації моделей навколишнього оточення;
- простота в обслуговуванні і експлуатації.

3.МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КЕРОВАНОГО РУХУ НА ГІРКОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Основою моделювання керованого руху на гіркова комплексі є математична модель процесу скочування відцепів з гірки. З урахуванням основних компонентів технології розпуску отцепов математична модель маневрової роботи на сортувальній гірці повинна містити аналітичні залежності, що описують процес керованого скочування відцепів і основного параметра керуючого впливу - швидкості виходу відцепів з гальмівних позицій.

Для вирішення завдань, поставлених у дисертації, були проаналізовані розроблені раніше математичні моделі руху відцепів при розпуск з метою розробки алгоритму розрахунку основних параметрів керованого руху відцепів.

Математичного моделювання даного процесу присвячено досить багато робіт вітчизняних і зарубіжних вчених. Найбільший внесок у вирішення цього питання внесли вчені: Ю.А. Муха [55, 83-86], В.І. Жуков [78, 80], АА Явна, Е.Н. Лебединська, В.П. Шейкін, Є.Г. Шепілова [8, 81, 82], Н.П. Божко [56, 87, 88], Л.В. Сафріс [54, 89, 90], Е.М. Тененбаум [91, 92], А.І. Павловський [83, 85, 93], А.М. Дудніченко [22-24, 94, 95], Н.К. Мо- дин [96], Л.М. Рубанов [97] та ін.

У роботах АА Явна, Е.Н. Лебединської [129, 130] сортувальна гірка розглядається як бінарне дерево з рівнями, відповідними різним частинам сортувальної гірки (насувна частина, сортувальні колії і так далі). Під динамікою такої системи розуміється рух отцепов по гірці. Стан системи в даній моделі оцінюється як сукупність векторів станів отцепов:

$$X = \{x_i\}_{i=l,k}.$$

Дана модель передбачає обмеження на фазові координати, виключаючи можливість нагона йдуть попереду отцепов, і дозволяє визначати мінімальний часовий інтервал між попаданням на один і той же елементарний ділянку гірки задніх осей йде попереду і передніх осей подальшого отцепов.

Всі безліч керуючих впливів (відносний час початку скочування кожного

отцепа Θ , швидкість насування отцепов V , питомі опору сповільнювачів \wedge) в розглянутій моделі представляється об'єднанням:

$$U = \{\Theta, V, \Omega\}.$$

Дана методика носить універсальний характер, проте деякі параметри несуть в собі фактор невизначеності [129].

При оцінці динаміки скочування відцепів з гірки в методиці, описаної в роботі [131], рух скачується отцепа в загальному вигляді виражається рівнянням

$$Z = m \frac{dV}{dt},$$

Z – рушійна сила;
 m – маса відчепа;
 $\frac{dV}{dt}$ – прискорення руху.

Технічний стан ходових частин і інерційні властивості системи «відцеп-шлях» відповідно до цієї методики визначають сили опору при русі відчеплення.

У роботі розглядається модель розформування складів на сортувальній гірці, яка містить аналітичні залежності, що описують процес керованого скочування відцепів, відповідно до положень, сформульованими Ю.А. Мухомою [11]:

- гірка і скочується відцеп представляють собою динамічну систему, що характеризується координатами стану отцепа - його положенням щодо вершини гірки, швидкості в цей момент і часу (минулого від моменту його відриву);

- скочування отцепа процес безперервний, але при моделюванні розглядається як дискретний, що складається з безлічі елементарних пересувань в напрямку скочування;

- рух вагона відбувається під дією безперервно змінюється результуючої сили, яку при моделюванні замінюють на кусочно-постійну силу (величина її

постійна на кожному елементарному ділянці переміщення - 1 м і дискретно змінюється при переході на чергову ділянку);

- скочується відцеп розглядається як рух системи шарнірно з'єднаних матеріальних точок, що рухаються з однаковою швидкістю;

- на вагон, скочується по похилій площині, діє результуюча сила, що враховує сумарне питомий опір руху.

В роботі [27] наведено методику дослідження систем управління швидкістю розпуску составів, в основі якої лежить модель керованого руху складу під час розпуску. Дана модель дозволяє проводити порівняльну оцінку різних систем управління швидкістю розпуску допомогою обчислення швидкостей розпуску для поточної групи отцепов.

Аналіз існуючих моделей руху відцепів по сортувальній гірці [129, 130, 132-139] відповідно до пропонованих в даній роботі принципами побудови тренажерних технологій дозволив прийняти алгоритм розрахунку основних параметрів керованого руху відцепів (швидкості і часу) на основі моделі [132]. Математична модель процесу розпуску составів, яка характеризується сукупністю впливів зовнішнього середовища:

$$v_l \in V, l = 1, n_V;$$

Сукупність внутрішніх параметрів системи:

$$h_k \in H, k = 1, n_H$$

Сукупність вихідних характеристик системи:

$$y_j \in Y, j = 1, n_Y.$$

Ендогенними змінними, що характеризують даний процес, є координати знаходження отцепа в 7-й момент часу щодо вершини гірки до, швидкість відчеплення в момент відриву V і час його руху по гірці 7. При цьому прийнято, що всі точки даної системи рухаються з однаковою швидкістю [132].

У цьому випадку рівняння руху отцепа може бути представлено у вигляді

$$m \frac{d^2 h}{dt^2} = F(h).$$

Так як

$$dt = \frac{dh}{V},$$

То з використанням питомих значень сил можна записати

$$\frac{1}{g'} \cdot \frac{V \cdot dV}{dh} = f(h),$$

g' – прискорення вільного падіння з урахуванням дії маси відчепу;
 $f(h)$ – питома значення діючої на відчеп сили.

$$f(h) = \frac{F(h)}{Q},$$

Q – маса відчепу.

При розбитті на елементарні переміщення в напрямку скочування отцепа процес скочування розглядається як дискретний. У цьому випадку швидкість відчеплення в кінці кожного елементарного переміщення розраховується по залежності

$$V_{i+1} = \sqrt{V_i^2 + 2 \cdot g' \cdot \int_{h_i}^{h_{i+1}} f(h) dh},$$

де h_i, h_{i+1} – координати положення відчепу відповідно в початковій та кінцевій точках елементарного переміщення;

V_i, V_{i+1} – швидкість відчепу відповідно в початковій та кінцевій точках елементарного пересування.

Беручи досить малий крок переміщення отцепа АЛ, можна знехтувати зміною, замінивши його деякої результуючої $f\Delta h$, Постійної на даному елементарному ділянці переміщення. В цьому випадку наведений вираз набуде вигляду

$$V_{i+1} = \sqrt{V_i^2 + 2 \cdot g' \cdot f_{\Delta h} \Delta h.}$$

Для прискорення процесу розформування рекомендується застосовувати змінну швидкість розпуску отцепов з урахуванням їх довжини і стрілки поділу маршрутів. Для цього необхідно розрахувати максимальну швидкість розпуску U_{\max} для кожного отцепа за умовою недопущення нагона [35]. Розрахунок можна виконати відповідно до схеми, показаної на рис. 3.1.

Відповідно до рис. 3.1. інтервал між суміжними відчепами визначається моментами проходження центрів їх тяжкості через вершину гори:

$$t_o = (l_1 + l_2) / 2 \cdot V_{\max},$$

де l_1, l_2 – відповідно довжина першого та другого суміжних відчепів.

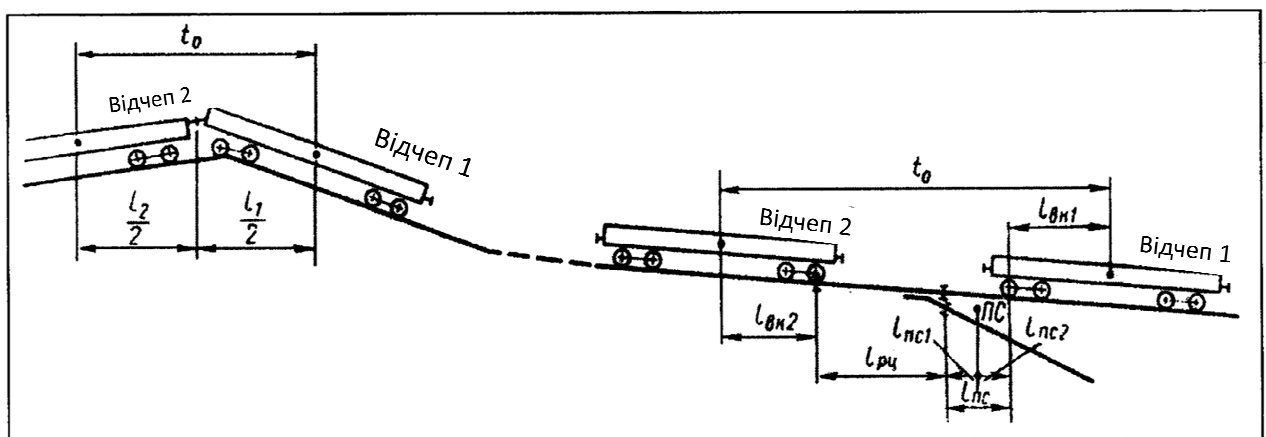


Рис.3.1. Математична модель керованого руху на гірковому комплексі

Після того, як перший відцеп відривається від складу, утворюється наступна пара суміжних відчепів: другий відцеп стає першим, а третій отцеп в складі - другим. Якщо перший відцеп поганий бігун (77), а другий - хороший (X), то часовий інтервал, достатній для переведення стрілки поділу може бути

визначений за залежністю

$$t_p \leq t_o - \Delta t_\partial,$$

де Δt_∂ – різниця часу пробігу кожного з двох суміжних відчепів від вершини гірки до стрілки розділення.

Математична модель процесу розпуску составів, яка характеризується сукупністю впливів зовнішнього середовища:

$$v_l \in V, l = 1, n_V;$$

Сукупність внутрішніх параметрів системи:

$$h_k \in H, k = 1, n_H$$

Сукупність вихідних характеристик системи:

$$y_j \in Y, j = 1, n_Y.$$

На рис. 3.2. показаний загальний вигляд графіків часу скочування, визначеного по викладеному вище алгоритмом, для хорошого (X) і поганого бігунів (вагонів) у поєднанні X-П-X. На цих графіках точками a1, a2, ..., a9 позначені положення центра ваги X-бігуна, скачується першим, в моменти часу 71, 72, ..., 79; точками b1, b2, ..., b9 - центра ваги / 7-бігуна, скачується другим, а точками c1, c2, ..., c9 - центра ваги X-бігуна, скачується третім в ті ж моменти часу. У момент $t = 0$ перший X-бігун знаходиться поблизу вершини гори.

Динаміка зміни просторового інтервалу Δx між цими бігунами показана на рис. 3.3.

Лінія 1-1 на рис. 3.3. відображає відстань між центрами тяжіння П і X бігунів при насуванні складу на гірку, а лінія 2-2 - відстань між ними, необхідне для переведення стрілок (сповільнювачів).

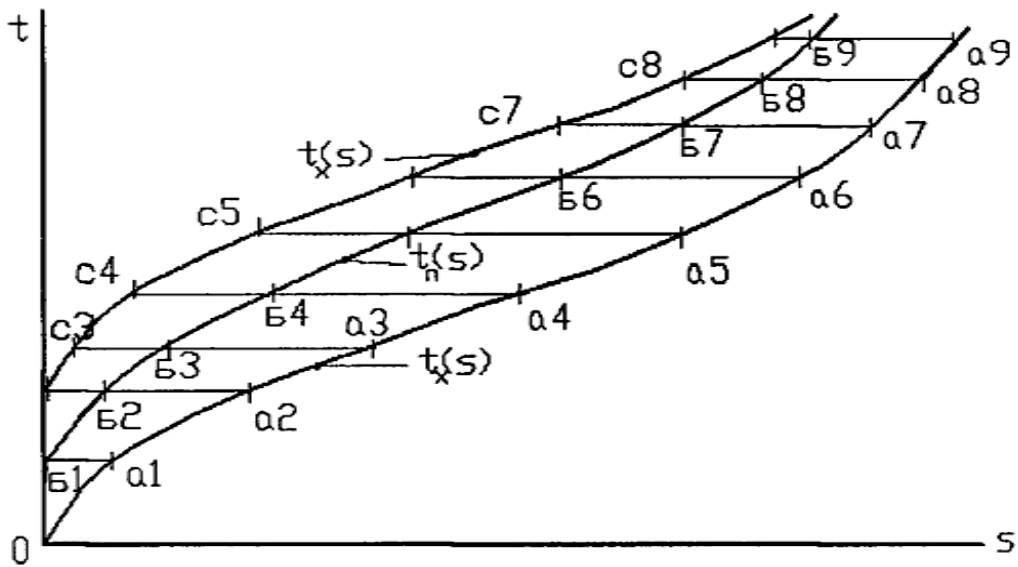


Рис.3.2.Залежність часу скочування вагонів з гірки

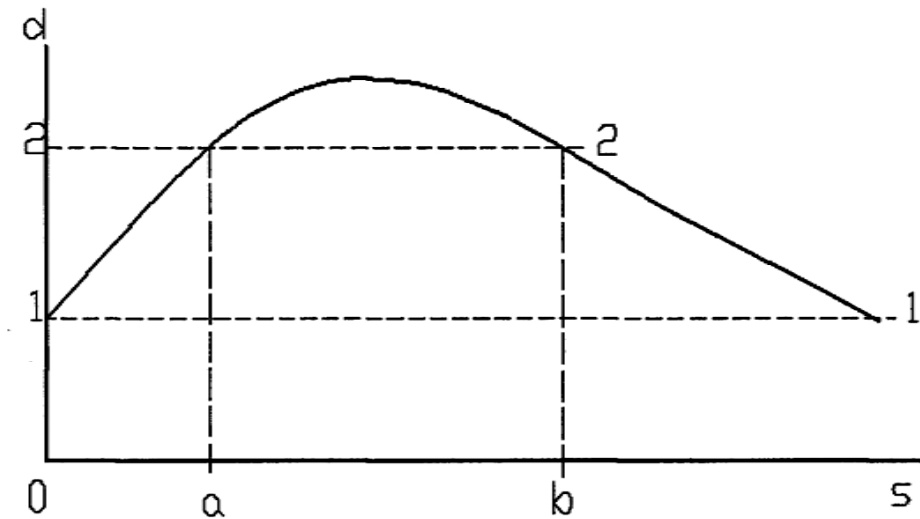


Рис.3.3.Зміна просторово інтервалу между вагонами

3.1. Програмно-апаратне забезпечення тренажера гіркового комплексу

Імітаційна модель скочування відчепів, покладена в основу створення ТГК, відповідає таким вимогам [138, 140, 141, 142, 143, 144]:

- повнота відображення процесів (насування, розчепити, скочування відчепів, прибирання складів);
- можливість генерації параметрів, що характеризують процес розпуску

составів, з урахуванням випадкового характеру їх виникнення;

- синхронність у часі складових процесу розпуску (на гірці і в системі управління).

Модель тривимірної візуальної середовища (сортувальної гірки) побудована у вигляді спеціалізованих файлів даних, які використовуються для побудови зображень; в пам'ять ЕОМ записувалася інформація про фактурі, розміри, форму і розташування об'єктів в тривимірному середовищі; безпосередньо під час руху на екрані монітора виводяться види середовища в залежності від положення спостерігача.

Вимоги до програмного забезпечення:

- максимальна наочність;
- простота освоєння і зручність використання;
- модульність тренажера;
- реєстрація, кількісна оцінка дій учня, їх "архівація";
- наочна аудіо-візуалізація наслідків грубих помилок;
- демонстрація правильних дій.

Програмно-апаратне забезпечення тренажера гіркового комплексу включає наступні основні компоненти [125, том 3]:

- призначення і умови виконання програми;
- виконання програми:
 - запуск;
 - вихідні дані для виконання програми;
 - вихідні дані для виконання програми в секції «СОРТЛИСТ»;
 - вихідні дані для виконання програми в секції «нештатних ситуацій»;
 - повідомлення оператору.

3.2. Призначення і умови виконання програми

Програма Тренажер Оператора Виконавчого Посту Сортувальної Горки

(ТГК) призначена для відображення в реальному часі візуальної моделі сортувальної гірки. Програма орієнтована на роботу в середовищі " Утбom'ь 98. Обов'язковою умовою виконання програми є наявність такої конфігурації апаратних засобів:

- відео-акселератор на базі чіпсета OoEoще II 32 Мб;
- Ками 128 MB;
- 3D прискорювач NVIDIA GeForce DDR, 32 MB local RAM, який базується на AGP;
- мережева карта Ethernet 100 Mb;
- HDD не менше 8.46 GB.

Для успішної роботи програми необхідна також установка DirectX.

Операційна система повинна бути отконфігурирована так, щоб підтримувався протокол TCP-IP. Перевірку з'єднання можна зробити за допомогою програми PING операційної системи Windows 98.

Виконання програми.

1. Запуск системи здійснюється в наступних режимах: автономний режим, мережевий режим 1 і мережевий режим 2.

Автономний режим: виконання завдання на одному комп'ютері, використовується для тестових цілей, здійснюється запуском програми gway.exe.

Клавіша «S» призначена для розпуску наступного отцепа і викреслювання в сортувальному листку попереднього отцепа.

Клавішами «• * -» «-▶» можна переглядати панораму зліва на право і навпаки (те ж саме можна робити за допомогою мишки).

Вихід з програми здійснюється за допомогою комбінації клавіш <Alt> <F4>.

Мережевий режим 1: застосовується на трьох комп'ютерах, використовується для тестових цілей. Для ініціалізації мережевого режиму треба на відповідних машинах запустити

- gway.exe left
- gway.exe center

3.3. Методичні основи застосування 3D-технологій на залізничному транспорті.

В даний час для успішного освоєння професій оператора виконавчого поста розроблено безліч інструкцій, заходів, правил. Всі вони спрямовані на допомогу оператору в тих чи інших ситуаціях [148, 149].

Комп'ютерні тренажери на основі новітніх технологій (комп'ютерного аудіо-візуального моделювання) найбільшою мірою сприяють формуванню навичок або професійного мислення.

У таких тренажерах використовується обов'язковий елемент - навчальна система. Основна частина тренажерів в залізничній галузі складається з комп'ютера, де закладені навчальні програми, системи підказок, посилення на керівні документи. Ефективність таких тренажерів, в тому числі тренажера гіркового комплексу ТГК, розробленого в СГУПС, під керівництвом автора дисертації, полягають у тренінгу, адаптують оператора, в зменшенні кількості помилок в його роботі, в стабільності і адекватності поведінки оператора в реальних екстремальних і нестандартних ситуаціях. Крім того, скорочуються витрати часу на навчання і істотно підвищується його якість.

Методичні основи застосування 3D-технологій на залізничному транспорті (на прикладі тренажера оператора виконавчого поста сортувальної гірки) не суперечать напрямками використання інформаційних технологій в нових моделях управління перевізним процесом, представлених в роботах Козлова П.А. [28], Шарова В.А. [43].

Концептуальні засади методики навчання операторів сортувальної гірки з використанням спеціалізованих тренажерів представлені на рис. 3.4. [128].

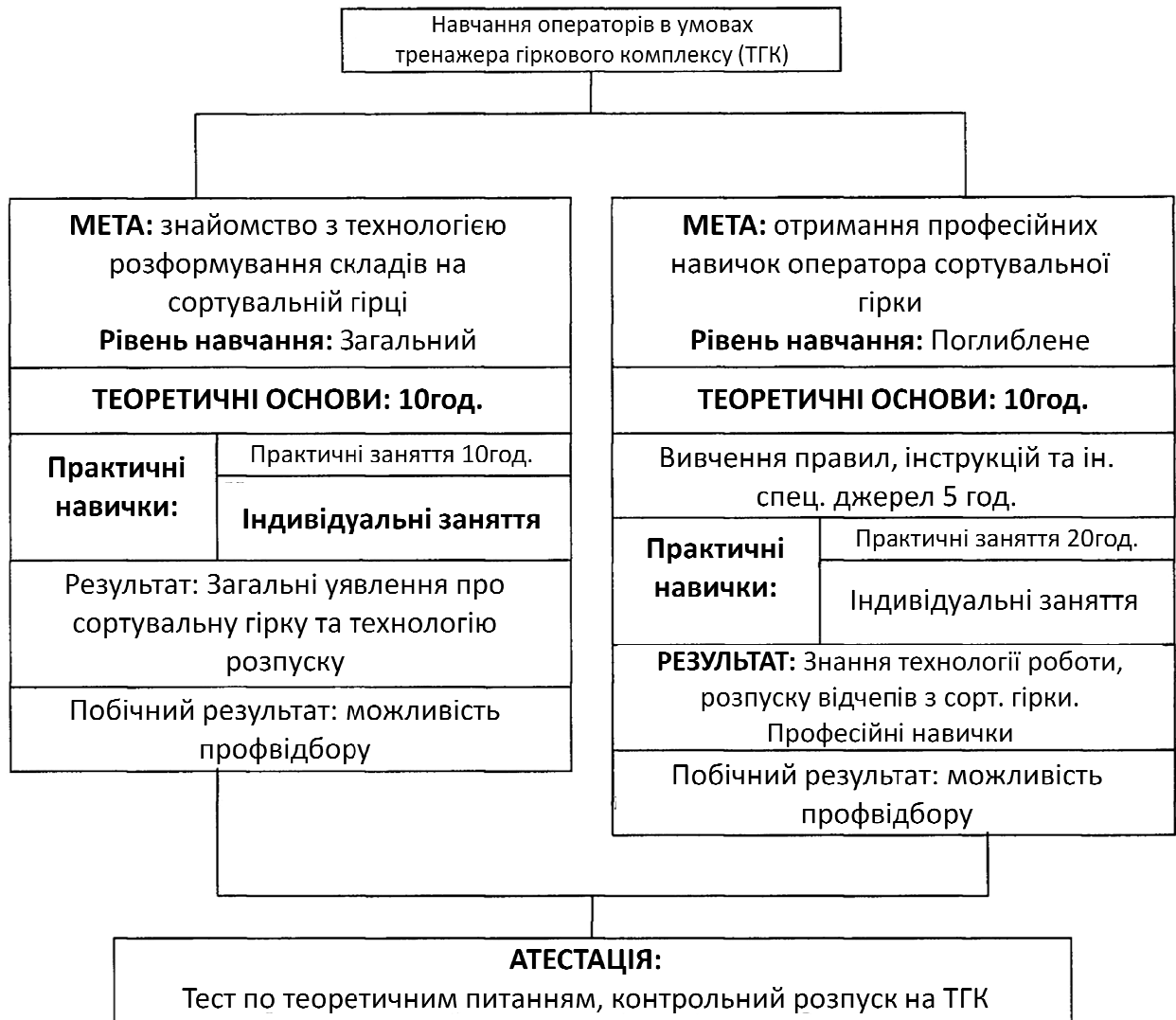


Рис. 3.4. Концептуальні основи методики навчання

Методика навчання операторів сортувальної гірки включає в себе теоретичні аспекти та застосування отриманих знань на практиці, тобто в процесі розпуску отцепов з сортувальної гірки на тренажері. В процесі навчання на ТГК працівники гіркових комплексів набувають наступні основні навички

- оцінка ситуацій, що виникають в процесі розпуску складу з гірки;
 - оцінка швидкостей руху відчепів;
 - сприйняття даних сортувального листка;
 - визначення маршруту руху отцепа за номером шляху, вказаному в сортувальному листку;

- переведення стрілок перед рухомим відчепом;
- завчасний переведення стрілок після їх звільнення для наступних відчепів;
- сприйняття звукових сигналів і показань приладів на пульті управління;
- робота з кнопками управління сповільнювачами;
- інтервальний регулювання (в звичайних умовах) швидкості руху: одиночних вагонів, отцепов з декількох вагонів - не більше п'яти, довгих отцепов - більше п'яти вагонів);
- інтервальний регулювання швидкості руху відчепів в умовах планового виключення окремих сповільнювачів;
- управління швидкістю руху відчепів, що вимагають особливих запобіжних заходів;
- вибір і зміна маршрутів руху в особливих ситуаціях;
- оцінка ситуацій, при яких необхідне припинення насування складу на гірку.

Для придбання цих навичок в процесі навчання на тренажерах реалізується принцип етапного цілеспрямованого освоєння професійної діяльності з переходом від відносно простих за змістом тренувань до більш складним у зв'язку з різноманіттям навичок і різним рівнем їх складності. Збільшення складності повинно відбуватися в двох напрямках: ускладнення структури дій і підвищення динамічності процесу (збільшення швидкості насування складу на гірку).

Весь курс навчання на ТГК сформований в навчально-методичний комплекс, що включає 19 практичних модулів (технічних занять). У зв'язку з тим, що за умовами особистої безпеки тривалість тренаж не повинна перевищувати 2 годин, за доцільне проводити заняття по 4 години, з них 2 години - загальне навчання і 2 години - робота на тренажері.

3.4. Структура навчально-методичного комплексу

Навчально-методичний комплекс ТГК включає в себе два основні розділи: «Теоретичні основи навчання операторів сортувальних гірок на тренажері ТГК» і «Методичний комплекс навчання операторів сортувальних гірок на тренажері ТГК: практичні модулі».

3.5. Теоретичні основи навчання операторів сортувальних гірок на тренажері ТГК.

У розділі «Теоретичні основи» наводиться загальна характеристика сортувальних гірок, в тому числі опис їх конструктивних параметрів, і теоретичні основи скочування відчепів з сортувальної гірки.

У коло досліджуваних теоретичних питань внесені пропозиції В.І. Жукова за рівнем професійних знань, необхідних задіяним в процесі розпуску працівникам гіркового комплексу [121]:

- призначення кнопок і сигналів на пульті оператора;
- технологія роботи оператора;
- структура сортувального листка і правила його розмітки;
- принципи роботи гальмівних позицій;
- режимів гальмування і умови їх застосування;
- основи і технологія інтервального гальмування;
- поняття і технологія привентивное управління стрілками;
- поняття, призначення, умови застосування і технологія прицільного гальмування в поєднанні з інтервальним регулюванням швидкості руху; особливості динаміки скочування довгих отцепов
- особливості скочування вагонів різного типу;
- умови застосування особливих заходів обережності розпуску составів з гірки;
- інформаційне забезпечення особливих запобіжних заходів;
- робота оператора при виникненні нештатних ситуацій;
- ситуації, при яких виникає необхідність зміни маршрутів руху відчепів;

- особливості управління рухом відчеплення при підвищеній швидкості насування;
- заходи щодо забезпечення безпеки руху маневрових локомотивів;
- заходи щодо забезпечення безпеки маневрової роботи на сортувальній гірці в особливих кліматичних умовах (снігопад, дощ, туман, сильний вітер і ін.);
- організація розпуску складів зі змінною швидкістю насування;
- заходи щодо забезпечення безпеки руху довгобазних вагонів по стрілочних секціях;
- технологія маневрової роботи на сортувальній гірці з вагонами, розпуск яких з гірки заборонено;
- заходи щодо забезпечення безпеки руху відчепів при часткової або повної втрати потужностей сповільнювач.

В описі конструкції сортувальної гірки в навчально-методичному комплексі дається характеристика насувної, спускний і перевальних частин гірки [125].

Насувна частина гірки в напрямку від парку прийому до сортувальному парку безпосередньо перед вершиною гірки розміщується при проектуванні на підйомі від 8 до 16% о. При цьому підйом забезпечує набір висоти і, отже, необхідний для скочування запас потенційної енергії отцепа; стиснення складу для розчеплення вагонів перед вершиною гірки; зупинку відчеплених вагонів на насувної частини при

Спускна частина гірки розміщена на спуску, що забезпечує вільне скочування відчепів під дією сили тяжіння. Поздовжній профіль колії на спускний частини гірки є ламаною лінією увігнутого обриси, всі відрізки якої розміщені на узвозі. Найбільшу величину спуску (від 35 до 50% о) має швидкісний елемент - ділянку шляху, розташований першим після вершини гори. Крутизна інших елементів послідовно зменшується до величини ухилу шляхів в сортувальному парку.

Поздовжній профіль колії на спускний частини визначає висоту гірки - різниця проектних відміток вершини гори і розрахункової точки, що

знаходиться на початку колій сортувального парку. Від висоти гірки залежить дальність вільного скочування відчепів на коліях сортувального парку.

Перевальна частина гірки забезпечує сполучення в профілі суміжних ділянок шляху на насувної і спускний частинах гірки вертикальними кривими радіусом 250-350 м.

Від висоти гірки, довжини і ухилу швидкісного елемента поздовжнього профілю залежить допустима швидкість насування складу на гірку в процесі розпуску, т. Е. Та максимальна швидкість насування, при якій забезпечується просторове і тимчасове розділення відчепів на стрілках, сповільнювачах і у граничних стовпчиків сортувальних шляхів.

У процесі розпуску оцінка ходових якостей отцепа дається оператором гірки візуально і використовується для регулювання швидкості руху отцепа шляхом гальмування на гальмівних позиціях. Точність оцінки залежить від досвіду оператора. При цьому інтервали між відчепами можуть змінюватися в широкому діапазоні. Підтримка інтервалів між відчепами в допустимих межах становить суть інтервального гальмування.

3.6. Організація роботи оператора сортувальної гірки.

Загальні обов'язки оператора виконавчого поста.

Робоче місце оператора виконавчого поста № 2, для навчання якого призначений тренажер, знаходиться на другому поверсі будівлі виконавчого поста поблизу першої гальмівної позиції. Розташування і планування приміщення забезпечують хороший огляд всієї горочної горловини і головної частини колій сортувального парку, а також видимість номерів вагонів в зоні першої гальмівної позиції.

Оператор виконавчого поста № 2 управляє сповільнювачами першої гальмівної позиції і стрілками, які поділяють гіркову горловину на пучки, бере участь в організації маневрових пересувань. Він працює в тісній взаємодії з оператором розпорядчого поста № 1 і операторами інших виконавчих постів

[10, 20].

Оператор виконавчого поста № 2 зобов'язаний [12, 13]:

- досконало знати технологію роботи гірки по розформуванню і формуванню складів;

• виконувати умови, що забезпечують безпеку маневрової роботи і особисту безпеку знаходяться на шляхах працівників;

• освоювати передові методи роботи і систематично вдосконалювати свою професійну майстерність;

• знати особливості, принципи дії та основні характеристики гіркових пристроїв, вміти добре управляти їх роботою;

• не допускати пошкодження сповільнювачів, централізованих стрілок та інших гіркових пристроїв через неправильне їх використання;

• вживати оперативних заходів до усунення виникаючих несправностей або пошкоджень гіркових пристроїв;

• правильно оформляти записи в журналах.

У процесі чергування конкретний план роботи щодо розпуску складів будується оператором гірки відповідно до даних підготовлених в станційному технологічному центрі сортувальних листків.

Сортувальний листок містить перелік отцепов в розформованому складі. Для кожного отцепа вказуються такі дані:

- порядковий номер отцепа;
- номер шляху, на який слід відцеп;
- кількість вагонів в відчепі;
- маса отцепа;
- номер останнього вагона в відчепі;
- особливі відмітки.

У другій частині сортувального листка містяться підсумкові дані із зазначенням кількості вагонів, що надходять на кожен з колій сортувального парку.

При ознайомленні з сортувальним листком оператор повинен звернути

особливу увагу на особливі відмітки, які характеризують умови спуску з гірки вагонів, які визначаються типом вагонів (транспортери, рефрижераторні вагони та секції), родом вантажу (живність, розрядний, вогнебезпечний), особливостями перевезення (наявність провідника до вагоні, заборона спускати з гірки без локомотива) і ін.

Аналізуючи зміст сортувального листка, оператор виявляє:

- найбільш важкі моменти розпуску (наявність декількох наступних один за одним одиночних вагонів призначенням на шляху одного пучка, особливо при поділі маршрутів їхнього проходження на останній розділової стрілкою);
- частини складу зі сприятливим чергуванням отцепов, коли маршрути їх проходження поділяються на головній частині горочної горловини;
- місцезнаходження довгих отцепов;
- наявність вагонів, спуск яких з гірки заборонено;
- наявність отцепов, скочування яких допустимо тільки при повністю приготованому маршруті (наприклад, рефрижераторні секції).

Результати аналізу фіксуються зазначенням на сортувальному листку умовних розміток. наприклад:

- квадратної дужкою об'єднуються відчепи, які йдуть в один пучок із зазначенням номера пучка;
- фігурною дужкою об'єднуються відчепи, які йдуть на суміжні шляху одного пучка;
- перед відчепами, які можуть спускатися при підвищеній швидкості насування, наноситься горизонтальна стрілка;
- перед відчепами, які вимагають зменшення швидкості насування - знак множення «х»;
- відчепи, що направляються на майже заповнені шляху і вимагають посиленого гальмування на гальмівних позиціях спускний частини і відповідного зниження швидкості насування, відзначаються знаком «V»;
- відчепи, що не підлягають спуску з гірки без локомотива, підкреслюються кольоровим олівцем.

Завчасне вивчення і розмітка сортувального листка дозволяють передбачати можливі ускладнення в роботі, вжити заходів до їх попередження і продумати необхідні дії в складних ситуаціях.

Перед початком розпуску оператор:

- уточнює розташування вагонів у головній частині колій сортувального парку;
- перевіряє наявність проходів на всі шляхи сортувального парку з боку гірки;
- переконується в наявності необхідного тиску в ГМ за показаннями манометра, а при недостатньому тиску негайно попереджає про це чергового машиніста компресорної установки;
- дає згоду чергового по гірці про особисту готовність до розпуску.

У процесі розпуску оператор, керуючись сортувальним листком, готує маршрути проходження відцепів на відповідні пучки сортувального парку, перевіряє правильність положення стрілок за показаннями контрольних приладів на пульті управління, керуючи сповільнювачами, регулює швидкість руху відцепів.

Технологія управління сповільнювачами. Процедуру прийняття рішень про необхідність гальмування відцепів можна представити у вигляді рекурентного алгоритму (рис. 3.5.). В якому результат гальмування попереднього отцепа використовується в якості вихідної інформації для прийняття рішення про гальмування наступного отцепа. З алгоритму випливає, що в процесі розпуску складу оператор, при необхідності, застосовує інтервальне або прицільне гальмування. При інтервальному гальмуванні відцеп, випущений з першої гальмівної позиції, повинен слідувати на такій відстані від йде отцепа, при якому забезпечується переведення стрілок і сповільнювачів на решти горочної горловини.

При інтервальному гальмуванні також існує загроза зіткнення отцепа з вагонами на відповідному шляху сортувального парку і, оператор, реалізуючи функцію інтервального гальмування, зобов'язаний виконати, хоча б частково,

функції прицільного гальмування, т. е. створити умови, при яких на наступних гальмівних позиціях гарантується повне і якісне виконання функції прицільного гальмування

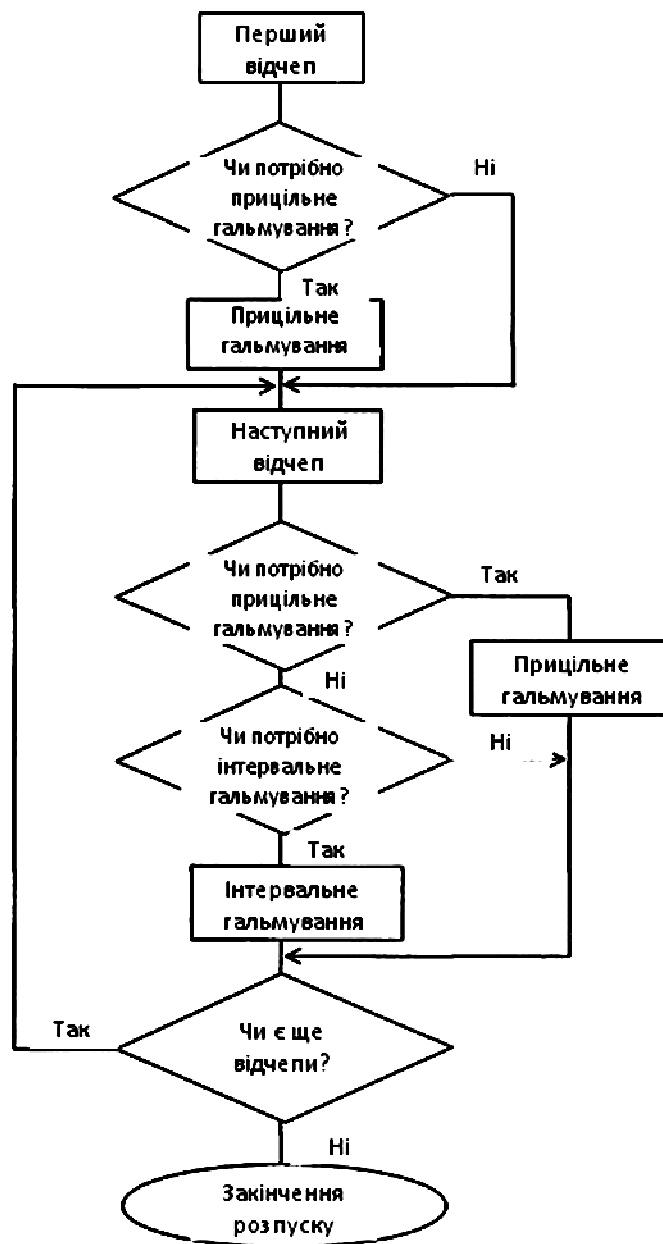


Рис.3.5. Алгоритм процедури прийняття рішень

Виконання функцій прицільного гальмування залежать від швидкості насування складу. При малих швидкостях створюються передумови для якісного (експлуатаційно безпечного) розпуску составів, але при цьому знижується переробна спроможність гірки. Зі збільшенням швидкості насування зменшується можливість здійснення прицільного гальмування. Більш

того, при подальшому підвищенні швидкості насування знижується якість інтервального гальмування, з'являються запуски вагонів не за призначенням, витрачається час роботи гірки на усунення запусків. У зв'язку з цим вибір оптимальної швидкості насування складу і розумне її зміна в процесі розпуску з урахуванням професійної підготовленості операторів виконавчих постів є однією з найважливіших задач організації оперативної роботи гірки.

Вагони з поганими ходовими якостями на першій гальмівній позиції, як правило, не гальмують. Гальмувати відцепи на цій позиції рекомендується у випадках якщо:

- за «поганим» бігуном скочується «хороший» бігун - через різницю швидкостей їх руху з'являється загроза нагона «поганого» бігуна «хорошим» на спускний частини гірки до їх поділу на стрілках (гальмування підлягає «хороший» бігун);

- за «хорошим» бігуном, який переторможен на першій або другій гальмівній позиції, слід «поганий» бігун з небезпекою нагона «хорошого» бігуна (гальмування підлягає «поганий» бігун);

- відцеп на швидкісному елементі профілю розвинув таку швидкість, що потужності нижній (пучкової) гальмівній позиції може виявитися недостатньо для зниження швидкості отцепа до необхідної - в цьому випадку реалізується функція прицільного гальмування даного отцепа;

- рухомий відцеп по будь-яких обставин повинен бути зупинений на початку шляху сортувального парку, а потужностей пучкової гальмівній позицій недостатня.

Якщо «хороший» бігун наганяє «поганий», а той і інший потрібно гальмувати, то «поганий» бігун слід гальмувати другим сповільнювачем, а «хороший» першим.

Сповільнювачі типу ВЗПГ дозволяють застосовувати 4 ступені гальмування. Перший ступінь застосовується для гальмування порожніх і легковажних вагонів з масою вантажу не більше половини вантажопідйомності вагона, четверта ступінь - для гальмування вагонами, друга і третя ступені - для

середніх за вантажопідйомністю значень маси вантажу. Для дистанційного керування сповільнювачами використовуються гальмівні комутатори. Їх розміщення на пульті оператора відповідає реальному розміщенню сповільнювачів на плані горочної горловини.

Підйом сповільнювач в предтормозное стан проводиться завчасно до початку розпуску натисканням шостий кнопки, а опускання - натисканням п'ятої кнопки після закінчення розпуску або перед пропуском через сповільнювач маневрового локомотива. Контроль стану сповільнювач в піднятому або опущеному стані здійснюється з горіння червоним кольором відповідної сигнальної лампочки. Піднімати або опускати гальмівну систему сповільнювач необхідно тільки при отторможенном положенні сповільнювач.

Вибір ступеня гальмування виробляється в залежності від маси вагона, що підлягає гальмування. При виборі необхідної ступені гальмування рекомендується:

- вагонами починати гальмувати на вищому щаблі, а в міру зниження швидкості переходити на нижчу ступінь. Цим досягається велика точність швидкості виходу отцепа з гальмівною позиції;

- легковагі вагони слід гальмувати на меншій мірі, а при необхідності - переходити на вищий щабель. Таке регулювання виключає можливість вичавлювання легковажних вагонів з створу шин сповільнювач.

Що стосується труднощі у виборі необхідної ступені гальмування рекомендується двоступенева гальмування: спочатку пробне короткочасне гальмування на низькому ступені для визначення ефективності гальмування, а потім - основне гальмування.

Для економії витрати повітря при гальмуванні важких отцепов перший сповільнювач встановлюють на час проходу отцепа в постійно загальмований стан, а другий використовують у міру необхідності. При цьому слід уникати багаторазових оттормажіванії і загальмування під одним і тим же відцепом, так як це призводить до підвищеного зносу силовий і керуючої систем сповільнювачів, додаткової витрати повітря і прискореного падіння тиску в

пневмосети.

Технологія управління стрілками. Схема розміщення стрілочних переводів 7-10, керованих оператором виконавчого поста, наведена на рис. 3.6.

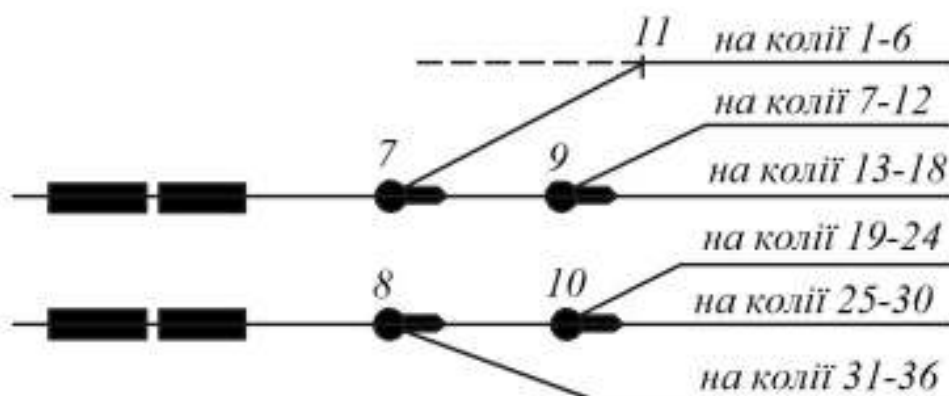


Рис.3.6. Схема розміщення стрілочних переводів 7-10

Установка стрілок в напрямку на ті чи інші колії проводиться поворотом стрілочних рукояток в положення, відповідне маршруту руху отцепа. При замиканні стрілки в маршруті відповідні сигнальні лампочки, розташовані за стрілочною рукояткою, загоряються рівним кольором: зеленим - при установці в положення по прямому шляху і жовтим - при установці по боковому шляху.

Мета навчання працівників гіркових комплексів на тренажері - навчити діяти швидко і безпомилково за рахунок тренаж навичок виконання основних технологічних функцій і освоєння вміння працювати самостійно; тренаж навичок роботи в умовах несправності ряду пристроїв, в нестандартних, екстремальних і аварійних ситуаціях. Крім того, методика навчання на ТГК передбачає контроль ходу навчання, атестацію і ведення протоколу процесу засвоєння знань, навичок і умінь учня.

Для першого в складі отцепа маршрут руху на шлях, вказаний в сортувальному листку, готується завчасно установкою стрілочних рукояток в відповідне положення. Для подальших отцепов стрілки переводяться в відповідне положення.

Перед стрілочною рукояткою знаходиться сигнальна лампа, яка спалахує червоним кольором при занятті стрілочної секції рухомим складом. Якщо

стрелочная секція зайнята довгобазною вагоною, то вона на якийсь короткий час може виявитися вільною під вагоною. Щоб виключити помилковий переклад стрілок під довгобазними вагонами, фактична зайнятість стрілочних секцій додатково контролюється підлоговими пристроями - радіодатчиком.

На пульті в верхньому ряду праворуч знаходяться контрольні лампочки замикання стрілок за допомогою фотодатчиків. У звичайних умовах лампочки знаходяться в погашенні стані. Якщо на пульті управління починають мигати одночасно лампочки контролю фотодатчиків і контрольна «колійна» осередок зайнятості стрілочної секції, то переклад відповідної стрілки стає неможливим через припинення роботи фотоелектричного пристрою. У цих умовах для продовження розпуску оператор виконавчого поста знімає пломбу і натискає відповідну кнопку вимикання несправного фотоелектричного пристрою. Ці кнопки розташовані на пульті нижче контрольних лампочок фотодатчиків

Для вирішення цих завдань система навчання на ТГК, що реалізує принцип етапного цілеспрямованого освоєння професійної діяльності з переходом від відносно простих по змісту тренувань до більш складним, передбачає курс навчання операторів сортувальних гірок на основі навчально-методичного комплексу.

Навчально-методичний комплекс містить також розділ «Керівництво інструктора», що включає програми зміни параметрів тренування, вихідні дані для виконання програм в секціях «СОРТЛІСТОК» і «нештатних ситуацій», інструкцію з вибору операційної системи та встановлення програми «Триканальна система візуальної імітації зовнішнього оточення виконавчого поста сортувальної гірки» (ПО ТГК).