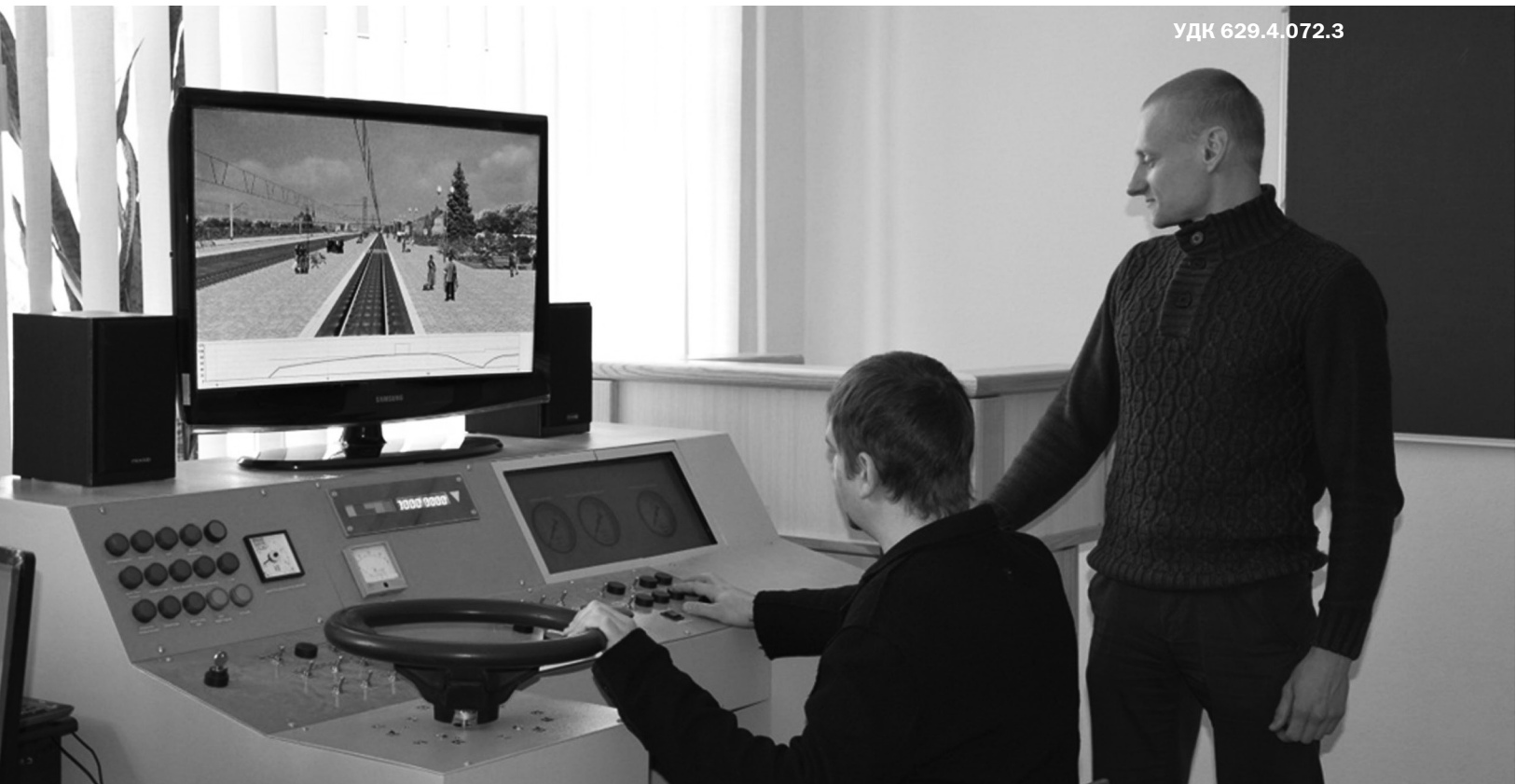


УДК 629.4.072.3



А. С. Акулов, зав. СКТБ МСУБ,

К. І. Желєзнов, с. н. с. СКТБ МСУБ,

О. М. Заболотний, с. н. с. СКТБ МСУБ,

Л. В. Урсуляк, к. т. н., зав. кафедри «Теоретична та будівельна механіка»,

Є. В. Чабанюк, м. н. с. СКТБ МСУБ,

Д. В. Черняєв, асистент кафедри «Локомотиви»,

А. О. Швець, с. н. с. СКТБ МСУБ

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. А. Лазаряна

Модульний тренажер машиніста

Навчання машиністів локомотивів безпечній та ефективній роботі є важливим аспектом забезпечення вантажоперевезень, що значно впливає на їх собівартість. Для досягнення цієї мети досить активно використовують тренажери. Тренажерний комплекс може бути виготовлений для будь-якого типу тягового рухомого складу та для будь-якої ділянки руху й дозволяє вирішити практично всі питання, пов'язані з навчанням, підготовкою, підвищенням професійного рівня та атестацією студентів (машиністів).

Ключові слова: аварійні ситуації, електричні схеми локомотива, модульний тренажер машиніста, навчання машиністів локомотивів, пневматичні схеми локомотива, позаштатні ситуації.

Інформаційні технології стали невід'ємною частиною життя сучасного суспільства. У зв'язку з цим перед сучасною

системою освіти постає складне завдання підготовки нового покоління до умов існування та професійної діяльності в гло-

бальному інформаційному суспільстві. Однак на сьогодні багато навчальних закладів стикаються з проблемами, що знижують

ефективність набуття практичних навичок у студентів:

- у вузів часто обмежені можливості забезпечення студентів обладнанням, матеріалами та іншими засобами, за допомогою яких учень мав набути практичні навички, засвоївши при цьому раніше отримані теоретичні знання;
- обсяг практичних занять, що відводяться на освоєння дисциплін, стає дуже обмежений, внаслідок чого швидкоплинність проведення лабораторних робіт не дозволяє студентам встигнути осмислити проведені дослідження;
- проведення лабораторних робіт на натурних установках супроводжується відповідними експлуатаційними витратами, це зазвичай витрати на електроенергію, а деякі з них є небезпечними для студентів.

Таким чином, саме завдання освоєння практичних навичок є одним з найбільш складних завдань у процесі навчання й підготовки фахівців. Завдяки бурхливому розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій з'явилася можливість вирішити це завдання через використання мультимедійних тренажерних імітуючих або моделюючих засобів.

При роботі на тренажері, спроектованому відповідно до сучасних технічних вимог, студент, застосовуючи наявні знання, отримує досвід дуже близький до роботи в реальних умовах, а також одночасно йде процес уточнення та закріплення його теоретичних знань. Важливо, що при цьому студентам обов'язково доводиться мислити, творчо підходити до вирішення поставленого завдання. У результаті не просто розвиваються навички роботи з обладнанням або формується звичка дій за необхідним алгоритмом, але й розвивається логічне та образне мислення, здатність вирішувати нетривіальні завдання на основі засвоєного обсягу теоретичної інформації. Таким чином, у роботі на

тренажерах максимально зближуються процеси отримання практичних та закріплення теоретичних знань. Тренажерні технології активізують пізнавальні процеси учня, не обмежуючи його свободу дій у процесі пошуку правильного рішення [1; 3].

Перевагами використання тренажерів (навіть у порівнянні з роботою на реальних лабораторних стендах) можна зазначити:

- інтенсифікацію навчання без втрати якості засвоєння матеріалу;
- можливість проведення лабораторних робіт фронтальним методом (всі студенти одночасно виконують одну роботу), що значно підвищує ефективність цього виду навчання;
- можливість широкої зміни умов експерименту;
- можливість моделювання й безпечного дослідження екстремальних та аварійних режимів роботи обладнання;
- можливість відносно легкої та швидкої модифікації елементів досліджуваного обладнання до новітніх промислових зразків;
- забезпечується суттєве енергозбереження в порівнянні з використанням реальних лабораторних стендів, економія навчальних територій, зниження капітальних, експлуатаційних та інших витрат.

Завдяки очевидним перевагам використання тренажерів, сфера їх застосування постійно розширюється. Сьогодні вони поширені там, де проведення навчання на реальній системі або об'єкті супроводжується серйозними труднощами в технічному плані або серйозними матеріальними витратами. Таким чином, чим більший ступінь відповідності реальним об'єктам мають віртуальні моделі, тим краще тренажер сприяє засвоєнню матеріалу та надбанню практичного досвіду.

Навчання машиністів локомотивів безпечній та ефективній роботі є важливим аспектом забезпечення вантажоперевезень, що значно впливає на їх собівартість. Для до-

сягнення цієї мети найбільші мережі залізниць також досить активно використовують тренажери.

Сучасний тренажер є засобом професійної підготовки локомотивних бригад, який дозволяє імітувати робоче місце машиніста, моделювати роботу локомотива (або МВРС), динаміку процесів управління поїздом й локомотивами в типових та позаштатних ситуаціях. У порівнянні з чинним (навчальним) локомотивом на тренажері можна задавати та аналізувати режими ведення поїзда на конкретній дільниці, яка обслуговується, створювати нештатні ситуації в поїзній роботі, а також отримати навички, які можуть бути набуті тільки на тренажерах. Крім поїзної роботи, на тренажерах є можливість задавати машиністу нештатні поїзні ситуації або несправності локомотивів. Таким чином, здобуваються правильні й оперативні навички щодо усунення проблем [1; 3].

СКТБ МСУБ ДНУЗТ ім. ак. В. Лазаряна упродовж 2012–2016 років застосовувало сучасний інженерний інструментарій для створення порівняно недорогих тренажерів, які включають не тільки високоякісні динамічні моделі поїзда, а й системи імітації руху та навколишнього середовища.

Постійний розвиток програмного забезпечення для моделювання залізничного транспорту, а також постійний облік побажань замовників дозволяло СКТБ МСУБ пропонувати тренажери, які реалізовані на типовому апаратному забезпеченні персональних ЕОМ з високим рівнем стандартизації.

Тренажер, що складається з апаратної та програмної частини, є складним навчальним комплексом. Якщо для кожного нового типу самохідного рухомого складу апаратну частину доводиться переробляти практично з нуля, то програмна частина тренажерів для різних типів локомотивів може і повинна забезпечити повторне використання в допустимих межах. Справді, різні серії

локомотивів та МВРС мають різні пульти управління, їх органи управління функціонально схожі, проте конструктивно відрізняються один від одного. Таким чином, для тренажерів, призначених для різних типів й серій локомотивів, повторне використання апаратної частини практично неможливо. Що стосується програмної частини, до якої входить модель поїзда, модель ділянки руху, модель управління поїзною ситуацією, модель роботи систем локомотива тощо, то багато моделей можуть бути повторно використані без зміни або із незначними змінами. Такий підхід до розробки та виготовлення нових навчальних тренажерів машиністів дозволив значно скоротити час на їх виготовлення та здачу в експлуатацію [2; 4].

СХЕМА ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ ТРЕНАЖЕРА

Програмна частина розділена на модулі, які виконані у вигляді окремих програмних продуктів. Ці програмні продукти мають функціональну і клієнтську частину, призначену для обміну даними з іншими модулями через сервер.

Розроблено структуру програмної частини тренажера, що складається з таких функціональних частин:

1) сервер — призначений для організації обміну даними між клієнтами та контролю їх роботи;

2) клієнти — модульні підпрограми призначені для виконання окремих функцій програмної частини тренажера:

- модуль поїзда — призначений для моделювання руху поїзда по ділянці, моделювання внутрішніх динамічних процесів взаємодії між екіпажами поїзда і розрахунку показників стійкості вагонів;
- модуль локомотива — призначений для моделювання роботи системи керування, тягової, гальмівної систем і системи охолодження вузлів локомотива;
- маршрутизатор вводу/виводу — призначений для організації

обміну даними між реальними і віртуальними приладами, органами керування та індикації пульта машиніста з іншими модулями;

- модуль керування і контролю поїздки — призначений для підготовки та зберігання бази даних ділянок руху, характеристик локомотивів й вагонів, підготовки завдання на поїздку, управління поїзною ситуацією під час поїздки, зберігання та аналізу результатів поїздки;
- модуль керування панорамою ділянки — призначений для управління відображенням панорами ділянки, об'єктів сигналізації, поїзною ситуації та погодних умов поїздки.

При завантаженні програмної частини тренажера в автоматичному режимі спочатку завантажуються сервер, потім по черзі завантажуються всі клієнти та приєднуються до сервера. Як тільки до сервера підключаються всі клієнти виконується перевірка зв'язку між ними і програмна частина переходить в робочий режим.

Перевагами такої структури програмної частини є:

- паралельна розробка модулів;
- скорочення термінів розробки;
- можливість розробляти різні модулі на різних мовах програмування;
- залучення широкого кола фахівців;
- можливість завершення основного циклу налагодження до

підключення реального обладнання пульта керування локомотивом.

Така структура програмної частини тренажера дозволяє досить просто переходити від одного типу або серії локомотива до іншого. Наприклад, при переході від виготовлення тренажера для вантажного локомотива постійного струму до виготовлення тренажера для вантажного локомотива змінного струму необхідно замінити модуль локомотива та переналаштувати маршрутизатор вводу/виводу під конфігурацію органів керування та індикації нового локомотива. Якщо ці тренажери виготовляються для різних ділянок, само собою зрозуміло, потрібно змінити базу даних ділянки.

Такий підхід вже був використаний при виготовленні кількох тренажерів. Останнім з них був тренажер для локомотива постійного струму ВЛ-11М6 та ділянки руху Кривий Ріг – Тимкове. Цей тренажер встановлено у локомотивному депо Кривий Ріг Придніпровської залізниці та виготовлено у тісній співпраці з Науково-виробничим підприємством «УКРТРАНСАКАД».

Конфігурація тренажера можлива з різними рівнями імітації кабіни машиніста, починаючи з імітатора робочого місця машиніста за допомогою монітора ЕОМ, включено з тренажером, зі спрощеними кабіною й екраном, на який проектується зображення навколишньо-



Навчальний тренажер машиніста електропоїзда ЕПЛ2Т, Ясинувата, РПЧ — 2013 рік

го середовища, а також закінчуючи повномасштабним тренажером з системою імітації руху за бажанням замовника.

Особлива увага приділяється наданню широкого спектра можливостей, що дозволяють проводити навчання на одному тренажері з різними конфігураціями кабіни машиніста, з великою кількістю варіантів рухомого складу і набору візуальних сценаріїв. На додаток до цього система пропонує всі можливості мультимедіа, завдяки чому в тренажер можуть бути повністю інтегровані курси автоматизованих навчальних програм.

Подальше підвищення ефективності навчання може бути досягнуто завдяки об'єднанню декількох тренажерів, які імітують кабіну машиніста з однією спільною станцією інструктора, що дозволяє забезпечити процес навчання одним інструктором і збільшити через це пропускну здатність навчального класу.

Підготовка машиністів вантажних локомотивів повинна відповідати певним специфічним вимогам.

Керування поїздом. У процесі навчання керуванню важкими і довгосоставними поїздами особлива увага надається динамічним процесам у поїзді, що виникають під час зміни режимів ведення або зовнішніх факторів руху, насамперед при гальмуванні. Ці вимоги потребують детального математичного моделювання перехідних режимів руху поїзда. Для того, щоб користувач міг вибирати з необмеженої кількості варіантів поїздів, сформованих з будь-яких вагонів із різними типами поглинальних апаратів, у тренажері мають бути ретельно промодельовані всі можливі режими гальмування і тяги. Тренажер повинен надавати можливість навчання оптимальному керуванню рухомим складом з точки зору економії палива або електроенергії та зносу деталей. Якість моделей тренажера повинна бути такою, щоб навчання можна було сконцентрувати на особливо небезпечних експлуатаційних ситуа-

ціях, включно з відмовою обладнання.

Рішення проблем у стресовій ситуації: Швидкий аналіз несправності, що виникла, і дії щодо її усунення є ключовим фактором ефективної і безпечної експлуатації. Навчання на тренажері має дозволити машиністу отримати навички керування з урахуванням реальної реакції системи на великий набір можливих відмов обладнання. Крім того, моделі повинні мати необхідну точність для того, щоб машиніст міг виконувати дії щодо усунення несправностей, отримуючи при цьому відповідний відгук моделей локомотива та поїзда.

Сигналізація. З огляду на зростаюче завантаження залізниць і щільний графік руху, при навчанні варто формувати глибоке розуміння значень сигналів і пов'язаних з ними процедур керування. Система сигналізації повинна моделю-

ватися шляхом точного копіювання всіх пристроїв сигналізації та індикації, які розташовані у кабіні машиніста, включно з сигналами блокування, системою автоматичного захисту поїзда та сигналізацією всередині кабіни. Комбінація повномасштабного моделювання сигналів і зображень, що генеруються комп'ютером, становить потужний інструментарій навчання, в якому може бути віртуально реалізований будь-який сценарій без втрати відповідності реальному.

Навчання водінню з прив'язкою до конкретної місцевості. Мережі залізниць охоплюють, зазвичай, великі території, через що виникає необхідність в навчанні машиністів водінню поїздів із прив'язкою до конкретної місцевості. Вирішення такого завдання має досягатися дешевим і гнучким способом, що вимагає ефективного інструментарію для створення баз



Трубопровід над залізничним полотном (фото)



3D зображення цих же об'єктів при відтворенні панорами

даних зображень навколишнього середовища і залізничних шляхів.

Навколишня панорама ділянки руху створюється на базі відео-фільму ділянки руху та фотографій реальних об'єктів розташованих на ній.

Навчання та підвищення кваліфікації машиністів за місцем роботи більш ефективне, тому що дозволяє виконати інтеграцію навчального процесу в графік роботи машиністів локомотивів, що скорочує витрати і забезпечує при навчанні врахування місцевих експлуатаційних вимог.

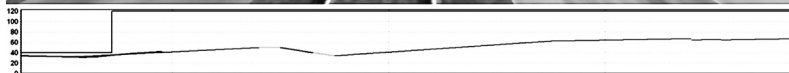
Контроль проходження навчання. Процес навчання повинен мати можливість керування на відстані зі збереженням контролю за його проведенням, для чого в тренажерах необхідно мати потужні інструменти управління сценарієм і пакети всебічної оцінки результатів навчання.

Тренажер СКТБ МСУБ ДНУЗТ ім. ак. В. Лазаряна складається з двох робочих місць — робочого місця інструктора та робочого місця учня. На обох робочих місцях встановлено комп'ютери, пов'язані між собою локальною мережею.

На робочому місці учня встановлено:

- пульт керування локомотивом обладнаний реальними або віртуальними приладами, органами керування, індикації та сигналізації;
- відеосистему для відтворення панорами ділянки руху;
- відеосистему для відображення електричної та пневматичної схем локомотива;
- аудіосистему для відтворення звукових ефектів, що виникають від працюючого обладнання локомотива та від зовнішнього середовища під час руху поїзда;
- програмну модель гальмівної системи;
- пристрої зв'язку та реальні органи керування локомотивом.

На робочому місці інструктора встановлено комп'ютер, призначений для:



Вид екрану монітора учня під час виконання поїздки

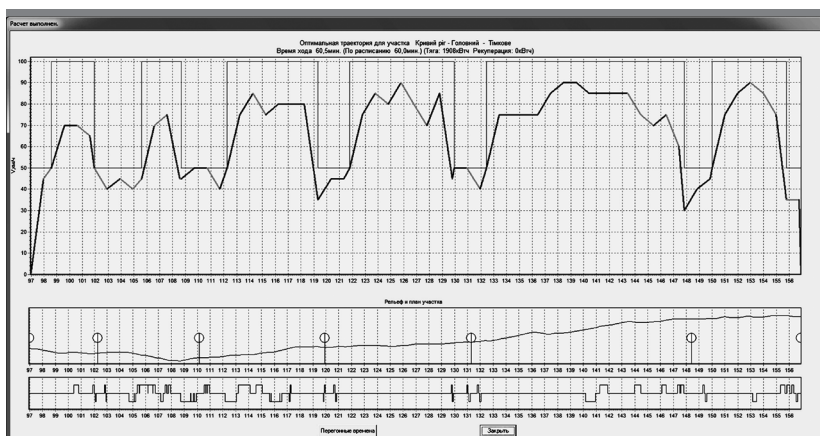
- підготовки, зберігання й керування базами даних локомотива, вагонів, поїздів, розкладів та ділянок руху поїздів, а також результатів виконання навчальних завдань;
- формування навчального завдання;
- попереднього розрахунку енергозберігаючого режиму ведення поїзда по ділянці з урахуванням параметрів локомотива, складу, дільниці та розкладу руху поїзда;
- управління ходом його виконання;
- аналізу результатів виконання поїздки.

Під час виконання навчального завдання учень (машиніст) користується ідентичними до справжніх органами керування локомотивом та бачить реальну навколишню панораму ділянки руху, що дозволяє йому відчувати себе

у звичних умовах руху. Енергозберігаючий режим руху поїзда відображається внизу екрану тільки в режимі навчальної поїздки.

Перед виконанням поїздки інструктор може для обраного поїзда та ділянки виконати розрахунок режимів ведення. Розрахунок виконується з урахуванням інформації про ділянку руху, поїзда, локомотива та розкладу руху. Причому, якщо в розкладі вказано всі станції, то розрахунок виконується з дотриманням всіх перегінних часів ходу. Якщо ж у розкладі частина станцій відсутня (або відсутні всі, крім станції відправлення й станції призначення), то перегінні часи ходу між цими станціями оптимізуються, що дозволяє отримати додаткову економію енергоносіїв.

Результатами розрахунків є режими ведення поїзда по ділянці й зміни швидкості руху,



Результат розрахунку режимів ведення поїзда

які відображаються у графічному вигляді. Режими ведення відтворюються на графіку різним кольором. Синій колір — тяга, зелений — вибіг, червоний — пневматичне гальмування.

Над графіком рекомендованої траєкторії руху ламаною лінією зображено обмеження швидкості. У нижній частині вікна зображено рельєф, розташування станцій та кривих у плані вибраної ділянки. У заголовку вікна показано отриманий час ходу, час ходу за розкладом і витрата електроенергії чи палива.

Під час виконання навчальної поїздки, машиніст, дотримуючись рекомендованої траєкторії руху поїзда, має можливість удосконалювати свій досвід у частині заощадження енергоносіїв, які витрачаються на тягу поїзда.

Для більш реалістичного сприйняття студентом (машиністом) умов руху поїзда, під час поїздки імітується велика кількість звукових ефектів, що виникають під час руху — сигнали локомотива, сту-

кіт коліс на стиках, шум у кабіні локомотива, пов'язаний з роботою устаткування тощо.

Тренажерний комплекс може бути доповнений програмним забезпеченням для візуалізації роботи електричних та пневматичних схем тягового рухомого складу. Це програмне забезпечення може бути встановлено як вбудована підсистема тренажера або як окремий програмний комплекс.

У першому випадку вивчення електричних та пневматичних схем локомотива відбувається під час виконання навчальної поїздки. У другому — вивчення електричних та пневматичних схем локомотива відбувається окремо, при цьому можливе керування, як з реального, так й з віртуального пульта локомотива.

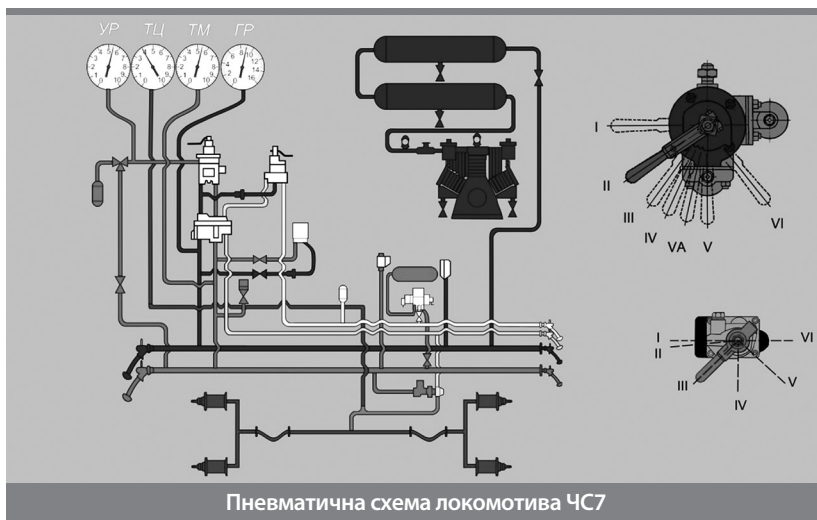
Використання цього програмного забезпечення дозволить детально вивчити роботу силових, допоміжних схем та схем керування локомотива в різних режимах, а також роботу пневматичного

обладнання локомотива та рухомого складу.

На сьогодні тренажери розроблені в СКТБ МСУБ задовольняють всім зазначеним вище вимогам, надаючи сучасні рішення, що забезпечують максимальну гнучкість і експлуатаційну ефективність. СКТБ МСУБ має у своєму розпорядженні повний набір технологій, які гарантують створення недорогого і надійного рішення, яке може бути впроваджене в найкоротші терміни. Серед основних характеристик цього рішення можна виділити такі:

- використання ретельно перевірених на практиці комп'ютерних моделей динаміки та руху поїзда, моделі пневматичних гальмівних систем локомотива та поїзда, що розроблені в ДНУЗТ ім. ак. В. Лазаряна для великовантажних перевезень. Головна особливість цього пакета полягає в тому, що розподіл сил і тиску моделюються для кожного вагона і кожної зчіпки;
- ціла бібліотека характеристик вагонів, їх поглинальних апаратів і типів гальм, що може поповнюватися користувачем;
- графічний інструментарій моделювання всіх процесів, які відбуваються під час руху поїзда використовується для моделювання логіки і електроніки бортових приладів;
- широкий набір можливостей імітації звукового супроводу роботи реального обладнання локомотива та звукового фону руху поїзда. Звуковий супровід забезпечують машиністу звукові колонки. Звуки динамічно конфігуруються в залежності від сценарію і дій машиніста.

Поруч з панеллю керування змонтовано додатковий дисплей, на якому відображаються графіки змодельованих процесів руху поїзда в реальному часі. Панорама ділянок руху забезпечує максимальну достовірність при конструюванні візуальних сценаріїв з прив'язкою до конкретної місцевості, що включають сигналізацію,



Пневматична схема локомотива ЧС7



Вигляд інтерактивного пульта локомотива ЧС7

погодні умови, надзвичайні ситуації та інтенсивність руху.

Система працює повністю на базі ПК, завдяки чому витрати на апаратне забезпечення і технічну підтримку досить незначні.

Система поставляється в широкому діапазоні конфігурацій апаратного забезпечення, починаючи з панелі управління з монітором ЕОМ, включно з тренажером, з макетом кабіни локомотива з екраном, на який проектується зображення, і закінчуючи повномасштабним тренажером з можливістю імітації коливань кабіни на вибір замовника.

Модуль оцінки дій учня генерує дані для звітності, а також дані про результативність навчання для оперативного аналізу або передачі у віддалений центр контролю навчання.

Система має вбудовані засоби мультимедіа, завдяки яким у сценарії можна використовувати питання з декількома варіантами відповідей, відеопрезентації або процедури усунення несправностей.

Тренажери мають Робочу Станцію Інструктора, яка дозволяє створювати сценарії простими маніпуляціями «миші» і вибором пунктів меню, що значно економить час інструктора. Реалізовано можливість попереднього створення і налагодження сценаріїв, а також керування сценарієм, внесення і видалення елементів, безпосередньо в процесі тренування. Є функції повного відтворення заняття, запис контрольних точок і перезапуск із записаних контрольних точок.

Робоча Станція Інструктора може приєднуватися дистанційно до робочого місця учня через відповідну мережу, забезпечуючи при цьому взаємодію з учнем в режимі онлайн.

Система має відкритий дизайн і може інтегруватися в програмне забезпечення для комп'ютеризованої підтримки діяльності інструктора, за допомогою якого відстежується і організовується

змістовна частина курсів та проходження навчання кожним учнем.

Тренажер може використовуватися в оперативному порядку (при проведенні технічного навчання і при розборах позаштатних ситуацій), для проведення щоквартальних тренінгів та отримання заліку, при підготовці помічників для роботи машиністами, а також для відновлення навичок водіння після великих перерв у поїзній роботі машиністів.

Тренажер СКТБ МСУБ ДНУЗТ ім. ак. В. Лазаряна дозволяє проводити навчання студентів (машиністів) діям у таких позаштатних та аварійних ситуаціях [2; 4]:

1. Позаштатні ситуації:

- підвищена/знижена напруга в контактній мережі;
- згаслий світлофор;
- раптове перекриття сигналу;
- втрата коду сигналізації;
- невідповідність кодів СЦБ та АЛСН;
- мимовільне падіння тиску в гальмівній магістралі;
- самовільний відпуск гальм;
- низьке гальмівне натискання;
- низький коефіцієнт зчеплення;
- поздовжні, бокові та вертикальні поштовхи;
- проїзд за неправильним шляхом;
- прийом на заборонений сигнал світлофора.

2. Аварійні ситуації:

- злам/температурний викид рейки;
- перешкода на колії/переїзді;
- світиться покажчик «перегрів букс»;
- обрив гальмівної магістралі;
- вижимання легковагових вантажних вагонів;
- схід з рейок вагонів;
- екстремальні погодні умови.

Навчання на тренажері може проводитися як індивідуально, так і в присутності інших локомотивних бригад з подальшим аналізом результатів ведення поїзда на ділянці та дій машиніста при виникненні несправностей локомотива або позаштатних ситуацій.

«Навчальний тренажер машиніста» для виконання маневрових робіт

Тренажер призначений (може використовуватися) для навчання машиністів виконанню маневрових робіт на станційних коліях (з виїздом або без виїзду на перегін) і сортувальних гірках з дотриманням вимог безпеки і діям у нестандартних та аварійних ситуаціях, які можуть виникати під час реальної роботи.

Тренажери можуть бути виготовлені для будь-яких типів маневрових локомотивів і для будь-яких реальних станцій, перегонів та сортувальних гірок, на яких після проходження підготовки працюватимуть машиністи. Крім цього, використання тренажерів дозволить моделювати різні нештатні й навіть аварійні ситуації, які можуть виникати в реальних умовах роботи. Це дозволить навчити машиністів приймати швидкі та правильні рішення, що дозволяють уникнути важких наслідків у реальній робочій ситуації. Цей аспект використання тренажерів важко переоцінити, тому що в реальних умовах неможливо навмисно створювати такі ситуації.

Крім цього, використання тренажерів дозволить значно скоротити терміни підготовки майбутніх фахівців завдяки інтенсифікації процесу навчання, що призведе до скорочення вартості підготовки.

Цей тренажер складається з робочого місця машиніста, обладнаного комп'ютером, на якому відображається панорама станції, перегону або сортувальної гірки. За бажанням замовника робоче місце машиніста може бути розміщене в макеті кабіни локомотива. Макет кабіни за бажанням замовника може бути встановлено на рухомій платформі, призначеній для імітації коливань кабіни, наближених до експлуатаційних.

Тренажер виготовляється під реальну станцію, перегони чи

сортувальні гірки і для конкретного типу локомотива. По закінченню роботи на тренажері формуються результати, які зберігаються в базі даних для кожного машиніста для подальшого аналізу і визначення рівня підготовки учня.

Тренажер використовується для таких цілей:

- початкової підготовки молодих фахівців, ознайомлення їх з органами керування та контролю локомотива і процедурою підготовки локомотива до руху;
- навчання способам керування локомотива під час руху;
- навчання діям у позаштатних і аварійних ситуаціях, які можуть виникнути в реальній роботі. Це унікальна можливість тренажера дозволить машиністу набути навички швидких і правильних дій, що дозволяють уникнути серйозних наслідків під час виконання реальних маневрових робіт;
- відпрацювання навичок взаємодії з працівниками залізничної станції при провадженні маневрової роботи;
- відпрацювання ведення переговорів при проведенні маневрових робіт;
- оцінки рівня кваліфікації машиністів після тривалих перерв у роботі;
- навчання машиністів керуванню модернізованими або новими типами локомотивів;
- навчання машиністів водінню тягового рухомого складу на станціях, перегонах або сортувальних гірках, які раніше не були їм знайомі.

Використовуючи результати, можна визначити які дії з керування поїздом робив машиніст — за величиною тягового (гальмівного) струму або за величиною тиску в гальмівному циліндрі локомотива, та до яких наслідків це призвело — за величиною поздовжніх зусиль (прискорень) й швидкості руху поїзда.

Тренажерний комплекс може бути виготовлений для будь-якого

типу тягового рухомого складу та для будь-якої ділянки руху й дозволяє вирішити практично всі питання, пов'язані з навчанням, підготовкою, підвищенням професійного рівня та атестацією студентів (машиністів).

Використання тренажерів для машиністів в локомотивних і моторвагонних депо України дає змогу [3]:

- скоротити термін підготовки та перепідготовки машиністів;
- оцінити готовність до самостійної роботи у ролі машиніста;
- формувати навички безпечних та енергозберігальних режимів водіння поїздів;
- навчити діям у нестандартних та аварійних ситуаціях;
- формувати навички оперативного пошуку та усунення несправностей локомотива під час поїздки;
- об'єктивно оцінити кваліфікацію;
- атестувати членів локомотивних бригад;
- здійснити перепідготовку машиністів для роботи на локомотивах інших серій.

Крім перерахованих вище можливостей, використання тренажера машиніста дозволить:

- виконувати різні види дослідження, пов'язані з аналізом можливостей локомотивів з тяги поїздів (рушення з місця великовагових поїздів, проходження керівних підйомів, визначення гальмівних шляхів при різних режимах гальмування тощо);
- дослідити вплив умов руху (перегінний час ходу, обмеження швидкості тощо) та параметрів поїзда (маси, довжини, типу вагонів) на споживання енергоносіїв на тягу поїздів на конкретних ділянках залізниць;
- оцінити величину поздовжніх сил у конкретному поїзді в процесі його руху по реальній ділянці шляху та визначити ступінь безпеки застосованих режимів управління поїздом;
- оцінити стійкість кожного вагона поїзда від вичавлювання його поздовжніми силами.

Наразі в Україні склалась такі умови щодо тренажерів для машиністів локомотивів:

- відсутність регламенту використання тренажерів;
- відсутність централізованого планування оснащення тренажерами;
- відсутність централізованого фінансування;
- тривалий період виготовлення та висока вартість тренажерів.

З урахуванням цього пропонується:

- розробка та впровадження нормативних актів, що регламентують використання тренажерів за європейським зразком;
- підготовка планів оснащення тренажерами навчальних центрів і локомотивних депо;
- скорочення термінів виготовлення завдяки використанню модульного принципу побудови тренажерів.

Локомотив

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Евдوماха Г. В. О тренажере машиниста локомотива / Г. В. Евдوماха, В. В. Глухов, К. И. Железнов и др. // Локомотив-информ, 2011. — № 8. — С. 63–65.
2. Тренажер для навчання машиніста магістрального локомотива : пат. 87837 Україна : МПК G 09 B 9/04 (20.06.01) / Железнов К. И., Акулов А. С., Евдوماха Г. В., Заболотний О. М., Чабанюк Є. В., Швець А. О. (Україна) ; заявник та патентовласник ДНУЗТ ім. ак. В. Лазаряна. — № і 2013 09075 ; заявл. 19.07.13 ; опубл. 25.02.14, Бюл. № 4. — 2 с.
3. Посмитюха А. А. Тренажеры для локомотивных бригад — важная составляющая учебного процесса / А. А. Посмитюха, В. Н. Самсонкин // Локомотив-информ, 2015. — № 9–10. — С. 17–21.
4. Комп'ютерна програма «Обучение вождению поездов машинистов магистральных локомотивов» : свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 54184 Україна / Железнов К. И., Акулов А. С., Евдوماха Г. В., Заболотний О. М., Чабанюк Є. В., Швець А. О. (Україна) ; заявник та патентовласник ДНУЗТ ім. ак. В. Лазаряна. — заявл. 20.03.14.

REFERENCES:

1. Yevdomakha, H. V., Zheleznov, K. I., Glukhov, V. V., Zabolotnyi, O. M., Ursulyak, L. V., Shvets, A. O., Akulov, A. S., & Tsivka, N. A. (2011). O trenazhere mashinista lokomotiva. *Lokomotyv-Inform*, 8, 63-65. (in Russian)
2. Zheleznov, K. I., Akulov, A. S., Yevdomakha, H. V., Zabolotnyi, O. M., Chabaniuk, Ye. V., & Shvets, A.O. Trenazher dlia navchannia mashynista mahistralnoho lokomotyva [Simulator for training the operator of the main locomotive]. Patent UA, no. u 2013 09075, 2013.
3. Posmitiukha, A. A., & Samsonkin, V. N. (2015) Trenazhery dlya lokomotivnykh brigad – vazhnaya sostavlyayushchaya uchebnogo processa. *Lokomotyv-Inform*, 9-10, 17-21. (in Russian)
4. Zheleznov, K. I., Akulov, A. S., Yevdomakha, H. V., Zabolotnyi, O. M., Chabaniuk, Ye. V., & Shvets, A. O. Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir No. 54184 Ukraina. Kompiuterna prohrama «Obucheniye vozhdniyu poyezdov mashinistov magistralnykh lokomotivov» [Computer program «Learning to drive trains of drivers in mainline locomotives»]. Certificate UA, no. 54184, 2014.