

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Навчально-науковий інститут

«Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту»

Кафедра «Електрорухомий склад залізниць»

ДОВІДКА

За результатами перевірки випускної кваліфікаційної роботи здобувача вищої

освіти Діденко Михайла Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Розробка віртуального тренажера електровоза ЧС7

в роботі не виявлено порушень академічної доброчесності.

Керівник ВКР ст.в. каф ЕРС Васильєв В.Є.

Васильєв

23.05.2022 р.

ЗАЯВА

Я, Діденко Михайло Андрійович

(ПІБ повністю)

Студент групи ЕТ19120

(шифр групи)

Спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код та назва спеціальності)

освітньої програми Електричний транспорт

(назва освітньої програми)

освітнього ступеня підготовки бакалавр

(бакалавр, магістр)

Заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему:

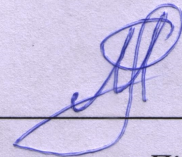
Розробка віртуального тренажера електровоза ЧС7

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання. Прошу перевірити її на наявність академічного плагіату.

Я ознайомлений(а) з чинним «Порядком перевірки кваліфікаційних випускних робіт здобувачів вищої освіти на виявлення текстових та графічних запозичень засобами перевірки на плагіат», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску випускної кваліфікаційної роботи до захисту.

Дата

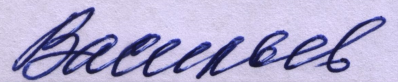
20 травня 2022 року



Підпис

Керівник ст. в. кафедри ЕРС Васильєв В.Є.

(ПІБ)



Підпис

23.05.2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій
Навчально-науковий інститут
"Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту"

Кафедра _____ Електрорухомий склад залізниць _____
(повна назва)

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри
_____ Афанасов А.М.
(підпис) (ПІБ)

20__р. грудень «_____»

ДИПЛОМНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

Галузь знань _____ 14 Електрична інженерія _____
(шифр) (назва)

Спеціальність _____ 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка _____
(код) (повна назва)

Освітня програма _____ Електричний транспорт _____
(повна назва)

Тема _____ Розробка віртуального тренажера
електровоза ЧС7

Theme _____ Development of a virtual simulator of
an electric locomotive ChS7

Керівник дипломної роботи _____ ст. викладач _____ Васильєв В. Є.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Нормоконтролер _____ ст. викладач _____ Васильєв В. Є.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Студент групи _____ ЕТ19120 _____ Діденко М. А.
(група) (підпис) (ПІБ)

Student _____ Didenko Mikhailo _____
(Family name)

Дніпро
2022

Український державний університет науки і технологій
Навчально-науковий інститут
«Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту»

Факультет «Управління енергетичними процесами» Кафедра «Електрорухомий склад залізниць»
Спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ А.М. Афанасов

" ____ " червня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

Студента групи ET19120 _____ Діденка Михайла Андрійовича
(П. І. Б.)

1 Тема дипломної роботи: **Розробка віртуального тренажера**
електровоза ЧС7

затверджена наказом по університету № 89 ст від «10» грудня 2021 р.

2 Термін подання студентом закінченої роботи: «01» червня 2022 р.

3 Вихідні дані до дипломної роботи: _____

1) описання існуючих платформ для розробки та проектування віртуальних тренажерів

2) інструкційні книги по конструкції та управлінню електровозом ЧС7

3) аналіз виходу з ладу вузлів електровозу ЧС7

4) номінальні технічні параметри електровозу ЧС7

4 Розділи бакалаврської роботи та терміни виконання.

Назва розділу бакалаврської роботи	Термін виконання	Обсяг розділу, %	Кількість ілюстрацій	Рекомендована літ-ра
Вступ	09.01-15.01	5		1-2
1 Аналіз існуючих засобів для інтерактивного вивчення, конструкції та експлуатації локомотивів	15.02-28.02	15	1	3-5
2 Розробка інтерактивного начального тренажеру	01.03-20.03	20	2	6, 7
3 Інноваційні можливості використання навчальної системи в локомотивних депо	16.04-20.05	15	2	3, 8
Висновки	21.05-30.05	10	1	7, 8
Оформлення	01.06-5.06	5		
Підписування та допуск	06.06-10.06	5		

5 Рекомендована література

- 1 Драч А. А. Тренажерный центр подготовки машинистов электропоездов Hyundai Rotem / А. А. Драч // Локомотив-информ, 2012. — № 7. — С. 45–47.
- 2 Евдомах Г. В. О тренажере машиниста локомотива / Г. В. Евдомах, В. В. Глухов, К. И. Железнов и др. // Локомотив-информ, 2011. — № 8. — С. 63–65.
- 3 Основні вимоги до організації безаварійної роботи і виконання посадових нормативів керівниками локомотивного господарства (затверджено наказом Укрзалізниці від 31.01.2006 № 111-ЦЗ та №ЦТ-132).
4. Основні заходи планово-попереджувальної системи забезпечення безпеки руху в локомотивному господарстві (затверджено наказом Укрзалізниці від 12.02.2001 № 7-Ц).
5. Положення про оснащення тренажерів та проведення на них практичного навчання локомотивних бригад (затверджено наказом Укрзалізниці від 19.10.2009 № 93-Ц).
6. Самсонкин В. Н. Компьютер обучает экономии энергоресурсов / В. Н. Самсонкин // Железнодорожный транспорт. — 1995. — № 19. — С. 3
7. Посмитюха А. А. Пособие по действиям локомотивных бригад в нестандартных ситуациях / А. А. Посмитюха. — Шепетовка, 2009. — 206 с.
8. Демченко О. Ф. Психологический компьютерный тренажер для машинистов метро / О. Ф. Демченко, В. А. Мережко, В. Н. Самсонкин // Сб. науч. трудов конференции «Проблемы железнодорожной медицины: человеческий фактор в вопросах безопасности на железнодорожном транспорте». — Х. : ХИИТ, 1995. — С. 4.

Дата видачі завдання: « 10 » лютого 2022 р.

Керівник дипломної роботи:

(підпис) Васильєв В.Є.
(П. І. Б.)

Консультант:

(підпис) (П. І. Б.)

Завдання прийняв до виконання:

(підпис) Діденко М.А.
(П. І. Б.)

РЕФЕРАТ

Дипломна бакалаврська робота на тему: «Розробка віртуального тренажера електровоза ЧС7» виконана на 37 сторінках основного тексту і містить: рисунків – 22, таблиць – 1, використаних джерел – 7, додатків – 2. Загальна кількість сторінок – 56.

Об'єктом розробки є інтерактивний тренажер у вигляді комп'ютерної програми, яка зможе працювати на пристроях будь-якої операційної системи із доступом до мережі Інтернет.

Метою кваліфікаційної роботи являється запропонувати рішення, яке дозволить підвищити якість підготовки робітників локомотивних бригад, а також студентів. Зменшити рівень небезпеки під час проведення практичних занять із вивчення будови та облаштування локомотивів.

В першому розділі проведено аналіз сучасних засобів та приведено існуючі рішення. Розглянуто недоліки та переваги існуючих методів вивчення конструкції та будови залізничного рухомого складу.

В другому розділі визначено основні вимоги до програми та її функціонал. Розглянуто алгоритм розробки та роботи створеного тренажера електровоза ЧС7.

В третьому розділі розглянуто можливості використання навчальної системи в локомотивних депо.

Ключові слова: локомотив, тренажер, інтерактивний комплекс підготовки, комп'ютерна програма, дистанційне навчання.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз сучасних засобів для інтерактивного вивчення будови конструкції та експлуатації рухомого складу.....	8
2 Розробка інтерактивного навчального тренажеру	21
2.1 Вимоги до інтерактивної програми.....	21
2.2 Визначення базового програмного комплексу.....	21
2.3 Алгоритм та процес створення віртуального туру	23
2.4 Програмні рішення для перегляду віртуального туру	33
2.5 Рекомендації щодо покращення віртуального тренажера	38
3 Інноваційні можливості використання навчальної системи в депо	40
Висновок	42
Використані джерела.....	43
Додаток А.....	44
Додаток Б.....	46

					Розробка віртуального тренажера електровоза ЧС 7		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунково- пояснювальна записка		
Розроб.		Діденко М.А.					
Перевір.		Васильєв В.Є.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Афанасов А. М.			Лім. Арк. Акрушів Н 5 37 УДУНТ; ННІ “ДІІТ”, ЕТ19120		

ВСТУП

В сучасності, кожна людина має електронного помічника у вигляді персонального комп'ютера або смартфона в своєму користуванні. Завдяки цим гаджетам та мережі інтернет, людина має необмежену кількість джерел інформації та знань. Процес комп'ютеризації або «діджиталізація» в теперішній час, поступово замінює застарілі джерела інформації, такі як паперові книжки, журнали, довідники, тощо. Такий процес переходу від паперових джерел до цифрових відбувається в кожній сфері, а насамперед у освітніх процесах.

В сучасному світі великого поширення набуває навчання із використанням інтерактивних засобів, що стало особливо актуальним рішенням щодо навчання за дистанційною формою.

Інтерактивні технології дозволяють створювати комфортні умови навчання та підвищити зацікавленість студентів до навчального матеріалу. Для реалізації інтерактивного навчання часто застосовуються технічні засоби для підготовки та презентації цифрового матеріалу. На теперішній час більшість аудиторій обладнанні персональною комп'ютерною технікою та цифровими проекторами, які часто комбіновані із електронними дошками.

Завдяки такій формі навчання з'являється можливість швидко та дуже детально представити будь-який обсяг інформації для вивчення, в декілька разів підвищується візуальне сприйняття, значно спрощується процес засвоєння навчального матеріалу. Крім цього активізується пізнавальна діяльність студентів, які отримують теоретичні та практичні навички.

Інтерактивні джерела інформації бувають найрізноманітніших видів, наприклад: фото або відео презентації, відеоігри, програми віртуальної та альтернативної реальності. Варто відмітити, що останній вид зараз дуже популяризується. Оскільки технологічний прогрес не стоїть на місці, а людство прагне оптимізації усіх процесів, то таких форм інтерактивних джерел буде ставати все більше.

В контексті вивчення рухомого складу, такі технології значно поліпшують процес навчання. Студенти мають можливість наочно

						Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

побачити роботу механізмів та дослідити роботу електричних схем локомотива завдяки спеціалізованим програмам або відео-анімаціям, створених на комп'ютері за допомогою спеціальних програм. Їх застосовують в локомотивних депо для навчання та підвищення кваліфікації локомотивних бригад та спеціалістів, що обслуговують локомотиви.

Сучасні засоби значно прискорюють підготовку майбутніх спеціалістів. Завдяки таким технологіям, які доступні на теперішній час, підвищується якість знань молодих спеціалістів, яким стане простіше адаптуватися на робочому місці вже через декілька робочих днів.

						Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ВИВЧЕННЯ БУДОВИ КОНСТРУКЦІЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ

На сьогоднішній день існує ряд сучасних засобів для вивчення будови та конструкції різноманітних механізмів та пристроїв у будь-якій галузі. Що стосується вивчення залізничного рухомого складу, то можна побачити прогрес в застосуванні сучасних технологій.

Презентації.

В основному варіанті навчання проходить за фото-відеоматеріалами, які були отримані шляхом зйомки існуючих об'єктів дослідження за допомогою фото техніки. Найчастіше такі матеріали подаються у вигляді презентацій, розроблених у програмі «PowerPoint», або у вигляді анімацій. Особливістю анімацій є те, що до статичних фотографій (слайдів) можна додати доповнення текстом або іншими ефектами, що зробить зображення більш динамічним та інформативним. Наприклад, можна візуалізувати процеси замикання елементів електричної схеми, показати шлях струму. Для підготовки таких матеріалів не потрібно витратити багато часу та спеціальних умінь з програмування.

Тренажери-симулятори.

Наступним варіантом виступають комп'ютерні програми - симулятори, в яких користувач може ознайомитись із загальною будовою та конструкцією рухомого складу, а також зможе навіть відчувати себе машиністом. Особливістю таких симуляторів є те, що процес створення дуже трудомісткий. Якщо брати до уваги розробку симулятора залізничного транспорту то необхідно реалізувати ряд важливих речей:

- реалістичне відображення оточуючого світу у віртуальному просторі, шляхом використання точних тривимірних моделей рухомого складу, обладнання, ландшафту земної поверхні, будівель, доріг, залізничних колій, тощо;
- симуляція роботи техніки та пристроїв, налаштування реалістичної поведінки моделі потяга, шляхом використання математичного моделювання.

Крім вивчення будови та конструкції, симулятор дозволяє [1]:

- керувати поїзною ситуацією: системою сигналізації,

						Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

централізації, блокування (СЦБ), коліями приймання поїзда на станцію або відправлення на перегін, встановлювати перешкоди, змінювати погодні умови;

- імітувати виникнення найбільш характерних несправностей в підсистемах локомотива, поїзда і СЦБ;
- моделювати роботу гальмівної, тягової та керуючої систем тягового рухомого складу. Робота цих систем контролюється машиністом по показаннями приладів і станом засобів індикації та сигналізації на екрані монітору;
- моделювати роботу пневматичних, електричних та інших гальмівних систем при різних режимах роботи розподільників повітря.

Симулятори є передовими засобами навчання, тому користуються великою популярністю. В багатьох залізничних компаніях використовується описаний засіб для навчання та тренування своїх співробітників. Такі програми доповнюються підтримкою зовнішніх контролерів вводу та виводу інформації. Тоді з'являється можливість взаємодії із віртуальним локомотивом через реальні пристрої керування. Наприклад, контролер машиніста та кран управління гальмами потягу, можна обладнати в своїй конструкції спеціальними датчиками, завдяки яким механічний вплив на пристрій може бути перетворений в електричний сигнал. В свою чергу електронний контролер, який має зв'язок із датчиками та комп'ютером трансформує сигнал із електричного в цифровий. Так само є можливість виводити цифрові сигнали на аналогові пристрої. В якості прикладу, можна виводити показання струму якоря віртуальних тягових двигунів на реальний амперметр. Всі ці пристрої розміщуються на спеціальному стенді у формі панелі керування локомотивом, або взагалі роблять макет кабіни із моніторами на місці лобового та бокових вікон. Таке рішення можна назвати комплексом засобів та класифікувати як тренажер.

Згідно до «положення щодо оснащення тренажерів машиністів локомотивів та проведення на них практичного навчання локомотивних бригад» [2].

Тренажери машиніста повинні застосовуватися тоді, коли використання реального локомотива або МВРС для професійного

						Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навчання і тренування виявляється недостатнім, неефективним, дорогим, небезпечним, незручним або неможливим.

За своїм призначенням і конструкцією тренажери машиніста можуть бути процедурними (функціональними), спеціалізованими і комплексними.

На процедурних тренажерах відпрацьовуються окремі дії, що входять в зміст різних вправ і завдань, розвиваються професійно важливі психологічні і психофізіологічні якості і здібності (інформаційний пошук розташування приладів і апаратів, пошук та усунення несправностей тощо; розпізнання показів приладів у різних ситуаціях; надбання швидкості і точності сенсомоторних реакцій і координації рухів та ін.).

Спеціалізовані тренажери призначаються для навчання і тренування виконання окремих завдань професійної діяльності (дії у аварійних ситуаціях, навички економного ведення поїзда та ін.).

Комплексні тренажери забезпечують індивідуальну або групову спільну підготовку членів локомотивної бригади в повному об'ємі їх функціональних обов'язків і в умовах, максимально наближених до реальних.

Тренажерна підготовка є специфічною формою професійного навчання локомотивних бригад, призначеною для ознайомлення з необхідними практичними навичками та засвоєння практично важливих знань, а також розвитку, закріплення навичок та формування умінь здійснювати професійну діяльність у типових та нештатних ситуаціях.

Характерним представником спеціалізованих-тренажерів можна назвати програму української розробки під назвою «ZDSimulator». Програма має зрозумілий інтерфейс, зручне керування, правдоподібну модель поведінки поїзда та його підсистем. Цей симулятор дозволяє вивчати побудову механічної та електричної частини вітчизняних локомотивів, роботу електричної схеми, контролювати параметри роботи пристроїв, що знаходяться в машинному відділенні. Особливістю є те, що в симуляторі можна обрати для навчання реально існуючі залізничні маршрути України, що дозволяє вивчити рельєф місцевості, повздовжній план колії, швидкісний режим на залізничних ділянках. Функціонал програми

						Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

має сценарій тренування із відпрацюванням нештатних ситуацій на колії та усуненням несправностей в електричних схемах. Із недоліків варто відмітити низьку якість графічної складової програми та відсутність тривимірних моделей машинного відділення локомотивів. На рисунку 1.1 зображено знімок екрану із запущеним симулятором. Цей симулятор не є єдиним рішенням і має конкуренцію серед інших відомих програм, як «Trainz Railroad Simulator», «Microsoft Train Simulator», «Train Sim World». Всі вони мають свої переваги та недоліки, але в цілому схожі. Як правило наведені симулятори поширюються на платній основі, оскільки розробка таких програм потребує великої кількості часу та спеціалістів.

Ще одним характерним програмно-апаратним комплексом є «Навчальний тренажер машиніста», виготовлений співробітниками спеціального конструкторського бюро Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна.

Згідно статті «Тренажери для локомотивних бригад» в журналі «Локомотив-Інформ» [1]. Комплекс складається з двох робочих місць (машиніста-інструктора та учня), а також комплектується базовими програмними модулями.

Окрім керування потягом тренажер дозволяє:

- розраховувати оптимальні, з точки зору витрати енергоносіїв, режими ведення поїзда з урахуванням параметрів складу, ділянки колії, характеристик ТПС, обмежень швидкості руху та дотримання розкладу руху;
- моделювати поздовжню динаміку поїздів та визначати максимальні значення поздовжніх динамічних зусиль у поїзді з точністю до 10–20 кН та продовжні прискорення з точністю до 0,01g;
- визначати з точністю до 2–3 км/год швидкість руху поїзда;
- визначати гальмівний шлях із точністю до 10–20 м;
- моделювати рух поїзда, сформованого з вагонів різних типів, різної завантаженості та кількох локомотивів з можливістю розосередження їх по довжині поїзда.

Результати поїздки можуть бути подані у вигляді довідки про

						Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поїзду або у графічній формі. У довідці вказується вся необхідна інформація для машиніста-інструктора, що дозволяє оцінити рівень знань і умінь машиніста. У графічній формі представлення результатів зазначаються: показання світлофорів; поздовжній профіль шляху; зміни найбільших поздовжніх розтягуючих та стискаючих зусиль вантажного або прискорень вагонів пасажирського та електропоїзду; зміни тягового та гальмівного струму; швидкість руху; оптимальна траєкторія руху; обмеження швидкості; тиск у гальмівному циліндрі локомотива та номер позиції контролера машиніста. Використовуючи результати, можна визначити, які дії з керування поїздом вживав машиніст (за величиною тягового (гальмівного) струму або за величиною тиску в гальмівному циліндрі локомотива) і до яких наслідків це призвело (за величиною поздовжніх зусиль (прискорень) та швидкості) руху поїзда).

В 2012 році на станції Дарниця було встановлено тренажерний комплекс підготовки машиністів електропоїздів HRCS2 виробництва фірми «Hyundai Rotem». Тренажерний комплекс зображений на рисунку 1.2, є точною копією реальної кабіни електропоїзда. У ньому є ті ж елементи керування поїздом: контролер, перемикачі, дисплей діагностики, система безпеки КЛУБ-У та ін. Перед лобовим склом кабіни встановлений екран, на якому в 3D-форматі відображається реальна ділянка з усіма об'єктами, що знаходяться в зоні видимості машиніста в дорозі на плечі обслуговування Київ – Харків. Для цього фахівцями «Hyundai Rotem» проведено фото та відеозйомку: по 50 км від станцій Київ-Пасажирський та Харків-Пасажирський. При веденні електропоїзда на цій ділянці у машиністів відпрацьовуються навички правильних дій з приймання, підготовки до відправлення, управління та ведення поїзда при виникненні нештатних ситуацій.

Тренажер використовується 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 ведення поїздів після відпусток та великих перерв у роботі машиністів.

						Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 – Знімок із симулятора «ZDSimulator»



Рисунок 1.2 –Тренування машиніста на тренажерному комплексі електропоїзда
HRCS2

У тренажерному центрі є ще дві зали. У першому обладнано місце для машиніста-інструктора, який зі свого пульта може створювати різні ситуації при веденні поїзда і контролювати за

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

декількома моніторами дії машиніста в різних умовах руху. Другий навчальний клас обладнаний вісьмома моніторами для колективного навчання машиністів, стеження за веденням поїзда їх колегою. На різні екрани виводяться зображення: з відеокамер усередині кабіни, показань приладів, схеми панелі керування з відображенням задіяних елементів, видів на шлях з місця машиніста. Роботу машиніста та його помічника у створеному сценарії тренажерної поїздки аналізує та записує комп'ютерна програма, яка потім сама виставляє оцінку.

В 2019 році в депо Волноваха було встановлено тренажер-симулятор для навчання локомотивних бригад магістрального вантажного локомотива серії ТЕ33АС виробництва «General Electric». Зовнішній вигляд тренажерного комплексу наведено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Тренажер-симулятор тепловоза ТЕ33 «Тризуб»

Окрім локомотивних депо, тренажери симулятори використовують в структурних підрозділах залізничного транспорту України та навчальних закладах освіти. За інформацією «Укрзалізниці» свою професійну майстерність на симуляторах вже вдосконалили сотні залізничників. Перелік встановлених тренажерних комплексів, які використовуються для навчання машиністів наведено в таблиці 1.1. З урахуванням високої вартості таких тренажерних систем доцільно встановлювати один комплекс на дорогу саме в депо з основним типом тягового рухомого складу, де підготовку та навчання могли б проходити локомотивні бригади

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	14

інших депо та доріг.

Таблиця 1.1 – Оснащеність локомотивних депо тренажерними комплексами в складі українських залізних доріг [1]

Тренажер		Депо	
Назва	Розробник	Назва	Серія ТРС
Навчальний тренажер машиніста	СКТБ МСУБ при ДНУЗТ	Христинівка	2ТЕ10М
		Славянськ	ВЛ8
		Харків, Мелітополь	ЧС7
		Знам'янка	ВЛ80т
		Нижньодніпровськ-Вузол	ВЛ8
		Ясинувата	ЕПЛ2т
		Львів, Дніпро	ЕР2т
Залізничний симулятор «ZDSimulator»	ЧП Усов	Ім.Т.Шевченка	2ТЕ10у, ЧС4, ЧС8
		Котовськ	2ЕС5К, ВЛ80т
		Київ-Пасажирський, Шепетівка	ЧС4, ЧС8
		Дарниця, Конотоп	ВЛ80т
		Жмеринка	ЧС4
		Основа	ВЛ82м
		Львів-Захід	М62
Тренажерний комплекс	Hyundai Rotem	УЗШК (Київ)	HRCS2
	General Electric	Волноваха	ТЕ33

Віртуальні тури.

Крім симуляторів можливо користуватись інтерактивними віртуальними турами (екскурсії). Віртуальні тури - це композиції, що складаються з безлічі сферичних панорам, пов'язаних між собою і включають в себе навігаційні інструменти, інформаційні вікна, фото та відео-матеріали, звуковий супровід.

					Арк. 15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Звичайна фотографія має обмежений кут огляду і не здатна передати 100% інформації про місце зйомки. Але якщо зробити серію з двох і більше кадрів однієї і тієї ж місцевості, а потім об'єднати їх, можна отримати панорамне зображення, на якій міститься значно більше деталей. Для повної передачі навколишнього простору використовується панорама з кутом огляду 360 °, яка називається сферичною панорамою. Вона являє собою проекцію на внутрішню поверхню сфери, в якій глядач знаходиться в центрі (рисунок 1.4). Користувач може обертати зображення в будь-якому напрямку, а також наближати і віддаляти, що дає можливість розглянути дрібні об'єкти. Так можна отримати повне уявлення, про місце де відбувалась зйомка.



Рисунок 1.4 – Сферична панорама

На кожній такій сферичній панорамі можна зробити інтерактивні кнопки, при натисканні яких буде запропоновано перейти в іншу частину локації, яка була завчасно сфотографована. Такий метод дозволяє відчувати ефект присутності, наче справді знаходитесь в цьому місці, оскільки використовуються реальні фотографії високої роздільної здатності.

Всесвітньо відомі галереї, музеї, плаці творчості розміщують віртуальні тури на веб-сторінках в мережі Інтернет та проводять по ним дистанційні екскурсії, що стало дуже популярним під час введення карантинних обмежень. На теперішній час віртуальні тури активно використовують в навігаційних системах «Google Maps» в режимі «Перегляд вулиць». На рисунку 1.5 наведено приклад користування мапою в цьому режимі, який дозволяє дивитись панорамні види вулиць більшості міст по всьому світу з висоти

						Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

близько 2,5 метрів. Уявне середовище, створене із мільйонів панорамних фотографій, які зроблені компанією «Google» або іншими користувачами.



Рисунок 1.5 – Інтерактивний тур вулицями міста

Для створення віртуального туру потрібна лише фотокамера та базові вміння роботи з комп'ютером. На відміну від розробки симуляторів, таку віртуальну подорож може зробити одна особа за короткий час, не маючи при цьому навичок в програмуванні.

Якщо в такий спосіб створити віртуальний тур по локомотиву, то за допомогою спеціально доданих інформаційних кнопок в місці де зображено обладнання, користувач може дізнатися його назву, номер в електричній схемі, призначення, тощо. Такий віртуальний тур добре підходить для дистанційного вивчення місця розташування різноманітних пристроїв на локомотиві, його конструкції та будови.

Віртуальна реальність.

Віртуальна реальність - це використання комп'ютерних технологій для створення імітованих середовищ. Віртуальна реальність поміщає користувача всередину тривимірного середовища. Віртуальний світ представлений в стереоскопічному вигляді, в залежності від нашої точки зору, так само, як і в реальному світі. Можливо пересуватись по віртуальному світу і взаємодіяти із віртуальними об'єктами за допомогою жестів рук, що робить VR інтерактивним, і це одна з найважливіших його особливостей.

Віртуальне середовище створене як правило, цілком із

						Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тривимірних моделей. Взаємодія з об'єктами відбувається за допомогою спеціальних маніпуляторів, які мають в своїй конструкції датчики відстеження прискорення та положення в просторі. Зазвичай такі маніпулятори роблять у вигляді дистанційного пульта керування який потрібно тримати в руках, також ведуться дослідження щодо використання маніпуляторів у вигляді рукавиць із сенсорними датчиками.

Для відображення віртуального простору в стереоскопічному вигляді використовується спеціальний шолом або окуляри, в яких вбудовано дві лінзи на відстані близько восьми сантиметрів між ними. Це зроблено для імітації людського зору.

Замість одного зображення, що охоплює весь екран, шолом показує два однакових зображення, зроблених із зміщенням для кожного ока. Технологія VR вводить мозок користувача в оману, щоб він міг відчувати глибину зображення і прийняв ілюзію багатовимірного середовища. На шоломі присутні датчики відстеження положення в просторі в системі шести ступенів свободи.

Щодо використання в вивченні будови та конструкції рухомого складу, така технологія має гарну сумісність із іншими засобами, які були попередньо розглянуті. Найкращого результату можна досягти, якщо технологію віртуальної реальності поєднати із симулятором машиніста. В якості прикладу можна привести тренажер машиніста потягів залізничної компанії «Metro Trains Australia», на замовлення яких було розроблено навчальну програму віртуальної реальності у співпраці з студією розробників «Real Serious Games» (рисунк 1.6).

Програма підготовки машиністів поїзда VR дозволяє забезпечити реалістичні тренування з ведення поїзда. Тренажер має імітатор руху поїзда. Використовуючи контролери VR, машиністи поїздів можуть бачити свої руки у віртуальному середовищі та виконувати повсякденні завдання з експлуатації поїзда, розвивати м'язи, що призводить до покращення результатів навчання.[3]

У порівнянні зі звичайним обладнанням для тренування машиніста поїзда, це компактне рішення яке може вмістити до 4-х навчальних станцій в одній кімнаті площею 64 м². Апаратне та програмне забезпечення дозволяє масштабованість на чверть вартості від звичайних рішень.

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	18



Рисунок 1.6 – Використання VR технологій із симулятором машиніста потяга

Доповнена реальність.

Доповнена реальність (Augmented reality, AR)- це середовище в реальному часі, що доповнює фізичний світ, яким ми його бачимо, з додатковими цифровими даними за допомогою смарт-пристроїв та програмного забезпечення.

Доповнена реальність вже багато років використовується в медицині, в рекламній галузі, у військових технологіях, в іграх, промисловості для моніторингу об'єктів. Основа технології доповненої реальності - це система оптичного відстеження (трекінгу) об'єктів.

Технологія доповненої реальності (AR) дозволяє використовувати мобільні пристрої, щоб вбудовувати цифровий контент в реальний світ. Ця технологія, на відміну від віртуальної реальності (VR), не вимагає підключення гарнітур, окулярів або іншого додаткового устаткування, все відбувається на екрані вашого смартфона або планшета.

В контексті залізничної галузі це можна використовувати так: користувач в спеціалізованій програмі для смартфона зможе в режимі реального часу ознайомитись з внутрішньою будовою тягового двигуна, при цьому його не потрібно буде фізично розбирати, а лише

						Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

віртуально.

Основний принцип роботи полягає в комп'ютерній обробці. Користувач наводить камеру смартфона на існуючий тяговий двигун, або будь-яке інше обладнання, спеціально розроблена програма аналізує зображення яке потрапляє через об'єктив камери та завантажує підготовлену тривимірну модель тягового двигуна. Завдяки функції трекінгу та за допомогою акселерометру і гіроскопу на телефоні, програма відстежує положення реального тягового двигуна і поєднує положення моделі двигуна в єдине зображення на екрані. Така обробка виконується в режимі реального часу, що дозволяє інтерактивно взаємодіяти з об'єктом.

Ця технологія тільки почала активно розвиватись, але вже отримала позитивні враження у користувачів, особливо в автомобільній промисловості. Поки що це можуть дозволити лише великі корпорації, серед яких BMW, Mercedes, Audi та інші виробники. На рисунку 1.7 наведено принцип використання технології.



Рисунок 1.7 – Використання AR технологій

						Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА ІТЕРАКТИВНОГО НАВЧАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРУ

2.1 Вимоги до інтерактивної програми

Згідно [2], віртуальний тренажер повинен виконувати такі основні функції:

- надання машиністу, що проходить навчання або тренування інформації, аналогічної тій, яка характерна для імітованого реального локомотива або МВРС і полягає у збереженні, обробці і відображенні інформації про функціональні характеристики локомотива або МВРС, вплив відповідних зовнішніх умов і управляючих дій машиніста.
- навчання і тренування машиністів за рахунок оснащення спеціальними засобами і програмами, які розширюють і поліпшують їх професійні можливості при роботі на реальному локомотиві або МВРС.

Програма яка буде забезпечувати наведені функції повинна відповідати наступним вимогам:

- інтерфейс повинен бути простим, зрозумілим для користувача;
- доступ до всіх функцій програми повинен бути без додаткових натискань та налаштувань;
- програма повинна надавати можливість пересування користувача всередині та навколо локомотива;
- містити інформацію про елементи конструкції, будови, обладнання згідно документації електровоза;
- відображати деталізоване віртуальне середовище;
- бути у вільному доступі для користувачів;
- мати сумісність із більшістю пристроїв та операційними системами.

Виходячи із умов, найбільш доцільним рішенням є створення інтерактивного тренажеру у вигляді віртуального туру. Програма зможе працювати в режимі онлайн на спеціально створеній веб сторінці. Такий варіант дає можливість користуватися програмою з будь-якого пристрою, який має доступ до системи Інтернет.

2.2 Визначення базового програмного комплексу

Для створення інтерактивної навчальної системи необхідно використовувати комплекс програмного забезпечення, який

						Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складається із:

- Програми для покращення якості відзнятих фотографій;
- Графічний редактор, потрібний для обробки та редагування фотографій, створення власних графічних елементів.
- Програми для створення віртуального туру із завантажених панорамних зображень та конвертування в формат необхідний для відображення в інтернет мережі.

Для зручного користування та швидкого результату пропонується використовувати програмне забезпечення: «Gigapixel AI», «Adobe Photoshop», «Pano2VR».

«Gigapixel AI» - це програма, яка використовує технологію штучного інтелекту для підвищення якості зображень, додаючи природні деталі для отримання найкращого результату. Більшість алгоритмів збільшення роздільної здатності не знають, як точно заповнити відсутні пікселі, тому в кінцевому підсумку можна побачити блокові низькоякісні результати. Ця програма може зробити зображення схожим на те, якщо б воно було знято за допомогою набагато більш якісної камери. Штучний інтелект був навчений на достатній кількості зображень різних типів предметів (таких як портрети, пейзажі, архітектура тощо), щоб знати, як повинна виглядати деталь фотографії.[4] Це дозволяє збільшити роздільну здатність і якість фотографії з мінімальними артефактами.

«Adobe Photoshop» – це багатофункціональний графічний редактор, створений перш за все для обробки та редагування фотографій. За своїм функціоналом ця програма є лідером серед інших конкурентів. Серед основних функцій є видалення зайвих об'єктів на фотографії, видалення заднього фону, зміна кольору, яскравості, насиченості. Можливо створювати колажі, арт рисунки, векторні зображення, дизайнерські концепти, тощо. Останні версії програми також використовують технології штучного інтелекту, що прискорює процес обробки і дозволяє покращити зображення в автоматичному режимі.

«Pano2VR» - програма для створення сферичних і циліндричних тривимірних панорам, а також для створення унікальних віртуальних турів на їх основі з різноманітними ефектами і анімованими переходами. Дозволяє зберігати панорами у форматах Adobe Flash 10

						Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(SWF), HTML5 (веб-галереї) або QuickTime VR (QTVR). Підтримує файли JPEG, PNG, TIFF, PSD/PSB (Photoshop), OpenEXR, Radiance HDR та QuickTime VR з кодуванням JPEG.[5] Є можливість створювати власні шаблони для майбутніх панорам, додавати до них кнопки, анімації, звукові та перехідні ефекти. Готові проекти можуть бути легко інтегровані з існуючими веб-сайтами та переглядатися на настільних комп'ютерах та мобільних або VR-пристроях. Програма має зручний інтерфейс на багатьох мовах. Крім «Pano2VR» можна скористатись іншими аналогами, такими як «KrPano», «Panotour» та інші. За своїм функціоналом, програми майже не відрізняються.

Перелічені програми можна використовувати за придбаною ліцензією або скористатись пробною версією, яка обмежена терміном дії, як правило від одного тижня до одного місяця.

2.3 Алгоритм та процес створення віртуального туру

Розробка інтерактивної навчальної системи потребує виконання послідовного ряду дій. Тому процес створення віртуального туру було поділено на чотири основні етапи, який приведено на рисунку 2.1.

Перший етап полягає в створенні та накопиченні навчальних фотоматеріалів. Тобто робота починається із фотографування локомотива.

Фотозйомка може відбуватись на будь-яку сучасну камеру, яку необхідно встановити на штати. Рекомендується використовувати панорамні камери. Особливістю таких камер є те, що вони можуть відразу знімати сферичні панорами на 360 градусів. Завдяки цьому не доведеться додатково поєднувати сегменти багатьох фотографій в одне фото, якщо це робити звичайною камерою. Такі камери мають конструкційні відмінності в об'єктиві. Звичайна камера обладнана одним об'єктивом – панорамна має декілька, як правило два, які спрямовані в різні боки. Кожен з них має лінзу у вигляді риб'ячого ока з кутом огляду 180-220 градусів.

						Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

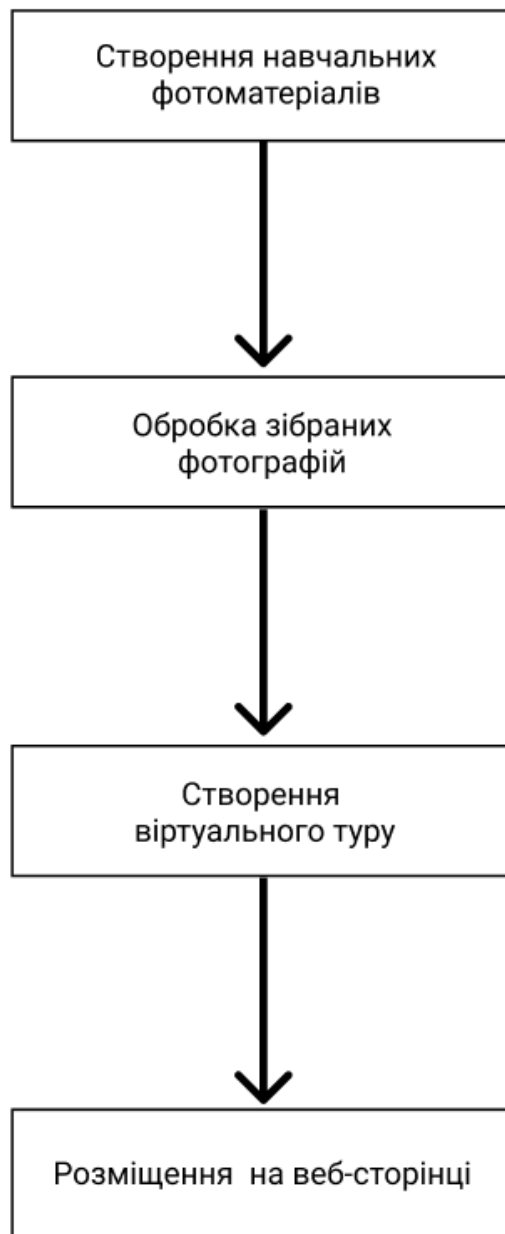


Рисунок 2.1 – Основні етапи розробки

При зйомці виходять два окремих зображення, які частково перекривають один одного за рахунок широкого кута лінз «риб'ячого ока». У «зоні перекриття» обидва об'єктиви захоплюють одні й ті ж об'єкти, що дозволяє графічному чіпу утворювати тверде зображення, на якому з'єднання двох фото в одне зображення практично не помітно.[6] На рисунку 2.2 наведено принцип формування кадру в камерах з двома об'єктивами.

						Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

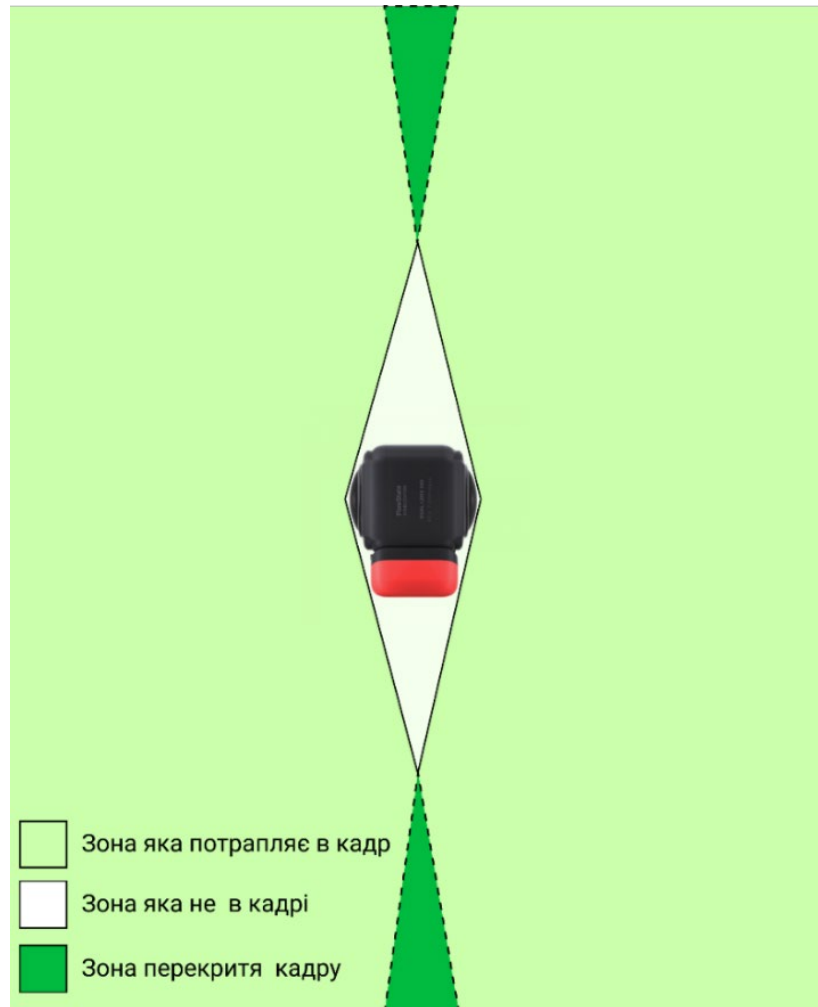


Рисунок 2.2 – Принцип зйомки 360 панорами

Зйомка фотографій повинна відбуватись із штатива, налаштованого на висоту людського зросту. Це необхідно, щоб вся фотографії були відзняті з однієї висоти та були максимально чіткими. Фотографувати слід послідовно з рівномірним кроком, попередньо продумавши маршрут, завчасно необхідно мати план місць на які необхідно звернути увагу. Важливо, щоб в кадр потрапляли місця зйомки попередніх та наступних панорам. Це необхідно, щоб перехід між панорамами відбувався логічним та плавним. Для отримання максимально якісного зображення, фотографувати слід в ручному режимі налаштувань, рівень чутливості датчика до світла (ISO) встановити на мінімальні значення, значення експозиції залежить від умов зйомки, фокусування та баланс білого потрібно також перемкнути в ручний режим, щоб зображення не відрізнялись кольорами між собою. Крім цього рекомендується

						Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

налаштувати дистанційне керування камерою або ввімкнути таймер на спуск затвору камери, щоб був час вийти із зони фотографування і не потрапити в кадр.

Електровоз ЧС7 необхідно відзняти зсередини та ззовні. Для подальшої реалізації ефекту взаємодії з об'єктами на фотографіях, необхідно зробити декілька знімків в місцях, де запланована взаємодія, наприклад відкривання дверей. Для цього потрібно зробити два фото, перше із закритими дверями, а друге - з того ж місця, тільки з відкритими.

Для виконання першого етапу було зроблено 92 фотографії електровоза ЧС 7, необхідних для подальших дій.

Другий етап.

Процес обробки зібраних фотографій полягає в тому що, камера знімає у власному форматі INSP , а для подальшого редагування необхідно мати фото формату JPEG, тому всі відзняті зображення потрібно конвертувати. Ці дії виконуються в програмі «Insta360 Studio», яка надається виробником камери. Одночасно із функцією конвертування, програма автоматично виконує поєднання двох фото із подвійного об'єктиву камери в єдине зображення, результат зображено на рисунку 2.3.

Наступною дією в обробці є підвищення якості фото в програмі «Gigapixel AI». Процес відбувається автоматично за допомогою нейронних мереж. В зображенні, що оброблюється, збільшується кількість пікселів, завдяки чому можна роздивитися більше деталей на фотографії.



Рисунок 2.3 – Поєднання фото в єдине зображення

						Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі необхідно виконати графічну обробку кожної панорами. Обробка полягає у видаленні зображення штативу на фотографіях. Після імпорту підготовлених зображень в програму «Pano2Vr», був задіяний інструмент редагування під назвою «Латка». При активуванні цього інструмента з'являється прямокутна зона редагування, якій потрібно задати розмір та розташувати так, щоб вона перекривала зображення штативу на фотографії. Далі при натисканні кнопки «Вилучити», програма автоматично відкриє програму «Photoshop», утворивши зв'язок між двома програмами, що дозволить здійснювати редагування в одній програмі, а бачити результат в іншій. Операція видалення відбувається в ручному режимі за допомогою інструмента «Відновлювальний пензлик» в графічному редакторі «Photoshop».

На рисунку 2.4 наведено два зображення, на якому можна побачити, як на першому фото видно частини штатива, а на другому вони були видалені.

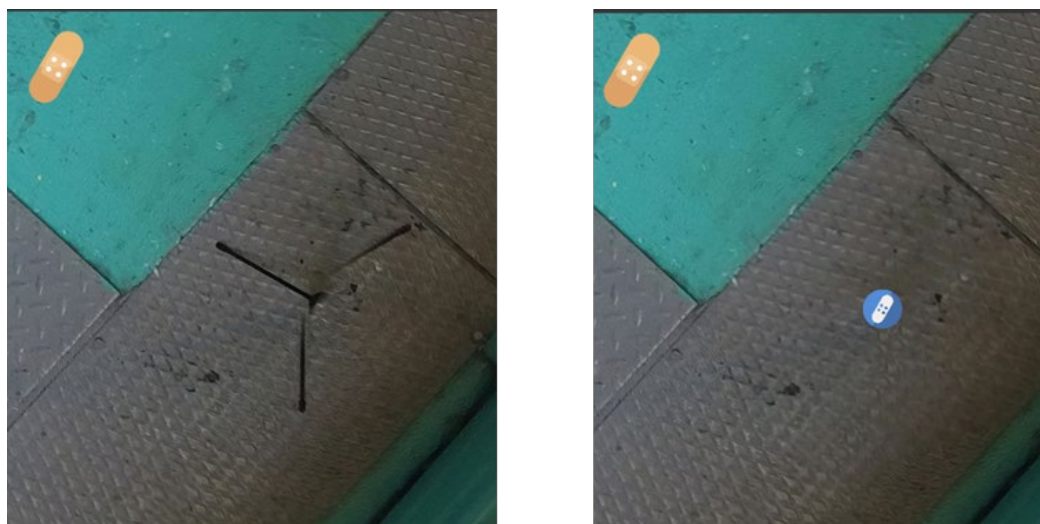


Рисунок 2.4 – Результат редагування фото

Третій етап розробки полягає у встановленні зв'язків між відзнятими панорамами. Маючи три фотографії проходу біля високовольтної камери ЧС7 потрібно зробити так, щоб користувач міг пройти через цей коридор від початку до кінця, через середину цього коридора. Для цього необхідно панораму під номером 1 (початок), зв'язати із панорамою номер 2 (серединою), яка в свою чергу зв'язана із панорамою номер 3 (кінець). Тобто користувач не зможе одразу потрапити із першої панорами на третю, схема переходу зображена

					Арк. 27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

на рисунку 3.5. Перехід між панорамами відбувається при натисканні по навігаційним кнопкам. Таким чином було встановлено зв'язки між всіма фотографіями.

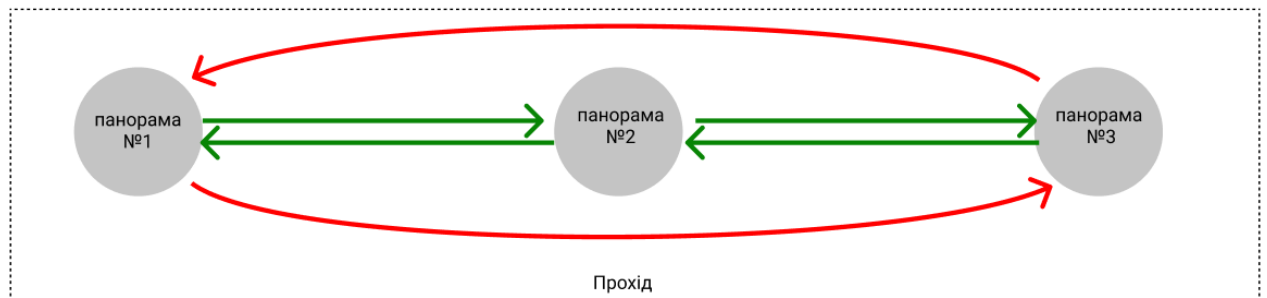


Рисунок 2.5 – Схематичний зв'язок між панорамами

Переходи між панорамами відбуваються при натисканні кнопки.

В Додатку А, представлено зображення робочого інтерфейсу програми для налаштування зв'язків між панорамами. В правій частині можна побачити вже додану точку віртуального туру, на якій була розташована кнопка переходу, до наступної панорами, попередній перегляд якого видно у малому віконці.

Наступним кроком створення віртуального туру є додавання кнопок. Особливістю таких кнопок є те, що вони закріплюються в певному місці на панорамі та зберігають своє положення відносно зображення. Тобто, кнопка буде повертатись разом із панорамою.

Програма має широкий спектр налаштувань для кнопок, серед яких є можливість:

- обирати іконки із шаблону або із своїх зображень;
- змінювати розмір;
- додавати ефекти відображення при взаємодії з кнопками.

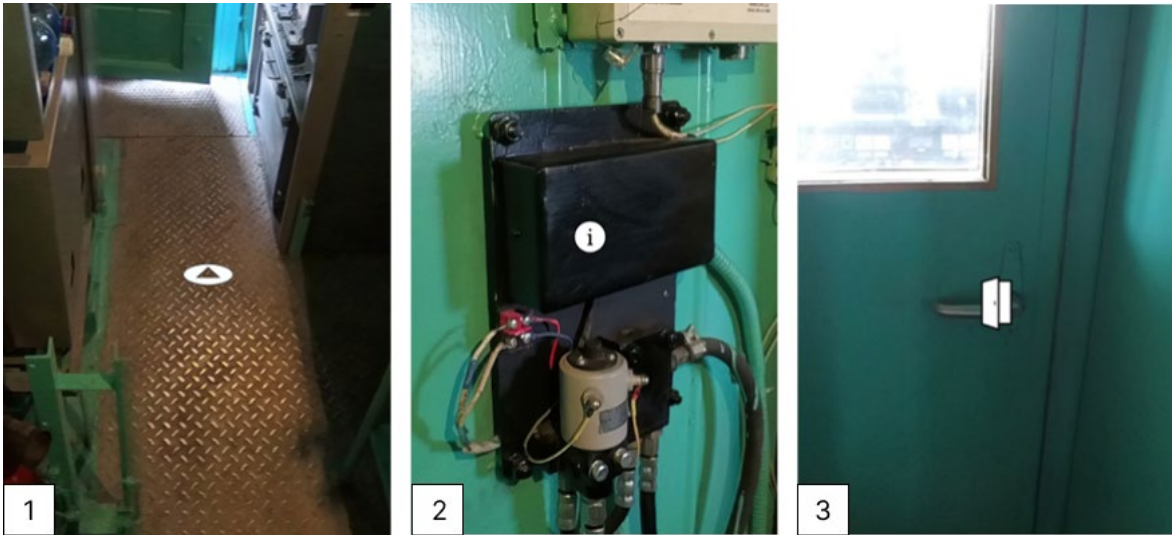
На рисунку 2.6 зображено кнопки трьох видів: навігаційна, інформаційна, інтерактивна. Для того, щоб користувач міг інтуїтивно розрізняти кнопки, в графічному редакторі було створено власні іконки.

Навігаційна кнопка у вигляді стрілки розташовується в вузлових місцях, яка необхідна для здійснення переходу на наступну панораму. Тобто коли користувач захоче перейти подивитись в іншу частину локомотива.

Інформаційна кнопка зображена у вигляді літери «і», додається

						Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в місцях, де потрібно залишити опис або іншу інформацію про обладнання локомотива. На рисунку 2.7 зображено приклад використання інформаційної кнопки. При натисненні на кнопку, відкривається невелике віконце в якому вказано назву пристрою, та його номер в електричній схемі.



1- навігаційна; 2-інформаційна; 3-інтерактивна.

Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд кнопок

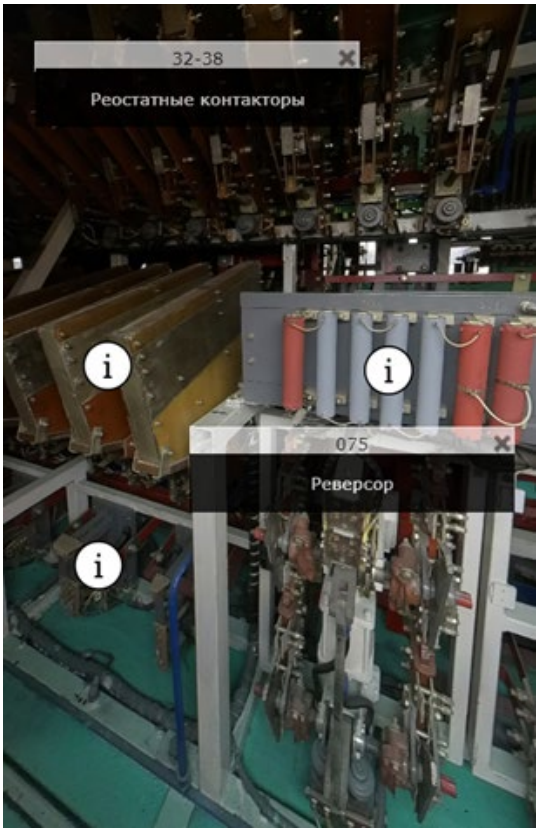


Рисунок 2.7 – Приклад вигляду інформаційної панелі

						Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтерактивна кнопка необхідна для візуалізації відкриття дверей або шаф. Вона працює так само як навігаційна, але при натисканні користувач не переходить до наступної точки, а спостерігає зміну положення інтерактивного елементу, точка зйомки така сама, але панорами різні. Кнопка активує перемикання зображень з елементами в закритому та відкритому стані і навпаки. На рисунку 2.8 демонструється, що панорама із закритою релейною шафою зв'язана переходом через кнопку із іншою панорамою, на якій зображено шафа у відкритому положенні.

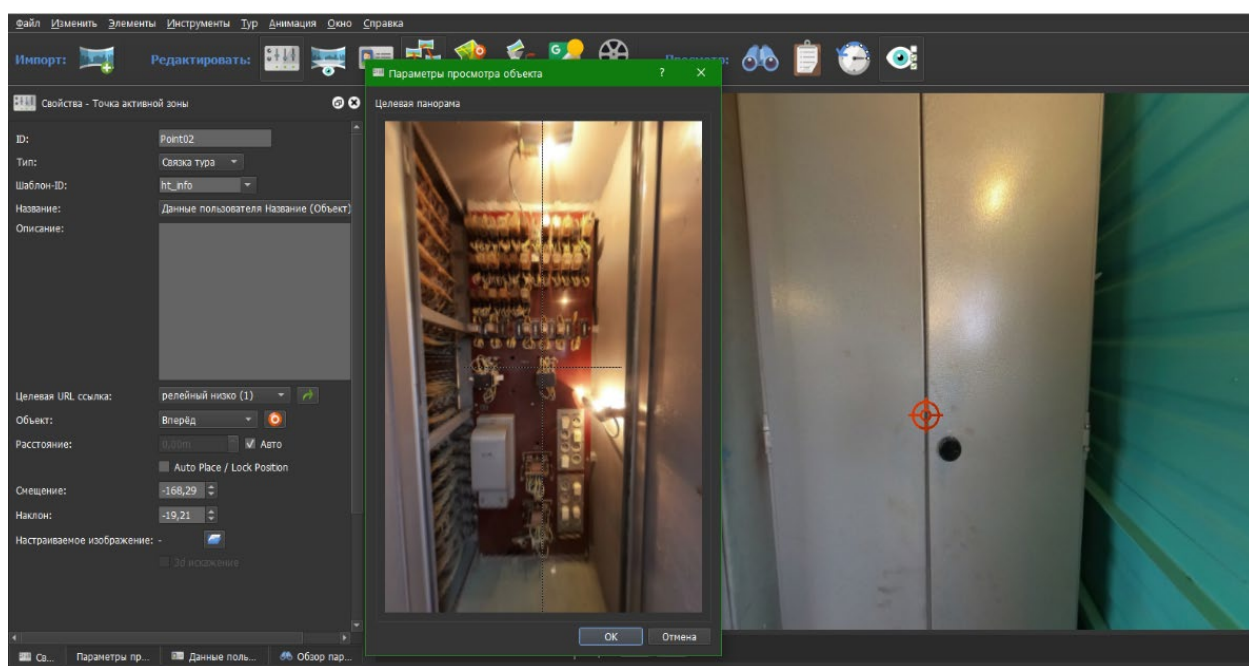


Рисунок 2.8 – Налаштування інтерактивного відкриття шафи

В результаті створення віртуального туру, було налаштовано зв'язок між панорамами та додано навігаційні кнопки переходу. В середині електровоза ЧС7 для кожного основного обладнання та пристрою, було створено інформаційну панель та кнопки взаємодії.

Четвертим етапом розробки є експорт створеного віртуального туру із програми «Рано2VR» в формат HTML. Цей формат представляє собою мову розмітки для структурування, відображення та обміну контенту в мережі Інтернет.

В меню «Експорт» необхідно обрати формат «HTML5», вказати місце зберігання, обрати шаблон який містить в собі набір графічних елементів таких як іконки кнопок і тому подібне. В додатковому меню експорту є багато інших налаштувань фінальної якості панорам, їх

					Арк.
					30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

розміру та режиму перегляду.

Процес «конвертування» відбувається автоматично. Результатом усіх етапів створення віртуального туру є у вигляді структурованих файлів, необхідних для функціонування в програмах, сумісних для відображення коду HTML.

Готовий віртуальний тренажер електровоза ЧС7 включає:

- 47 панорамних точок;
- 58 інтерактивних елементів;
- опис основного обладнання локомотива, із позначенням номеру елемента в електричній схемі;

Після закінчення «конвертації» програму можна запустити в режимі налагодження, який призначений для аналізу поточного стану і знаходження помилок в роботі, що включає в себе перевірку навігації по віртуальному туру і відображення інтерактивних елементів згідно дизайну. Однак зробити це може тільки розробник віртуального туру.

На рисунку 2.9 приведено повний алгоритм послідовних дій, які були виконані при розробці. Зображений перелік дій, необхідних для створення віртуального туру, може бути спрощений або розширений. Це залежить від ряду факторів:

- тип використаної фототехніки;
- ступінь якості отриманих зображень;
- рівень володіння комп'ютером;
- вибір базового програмного комплексу для розробки;
- вимоги до функціоналу віртуального туру.

						Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

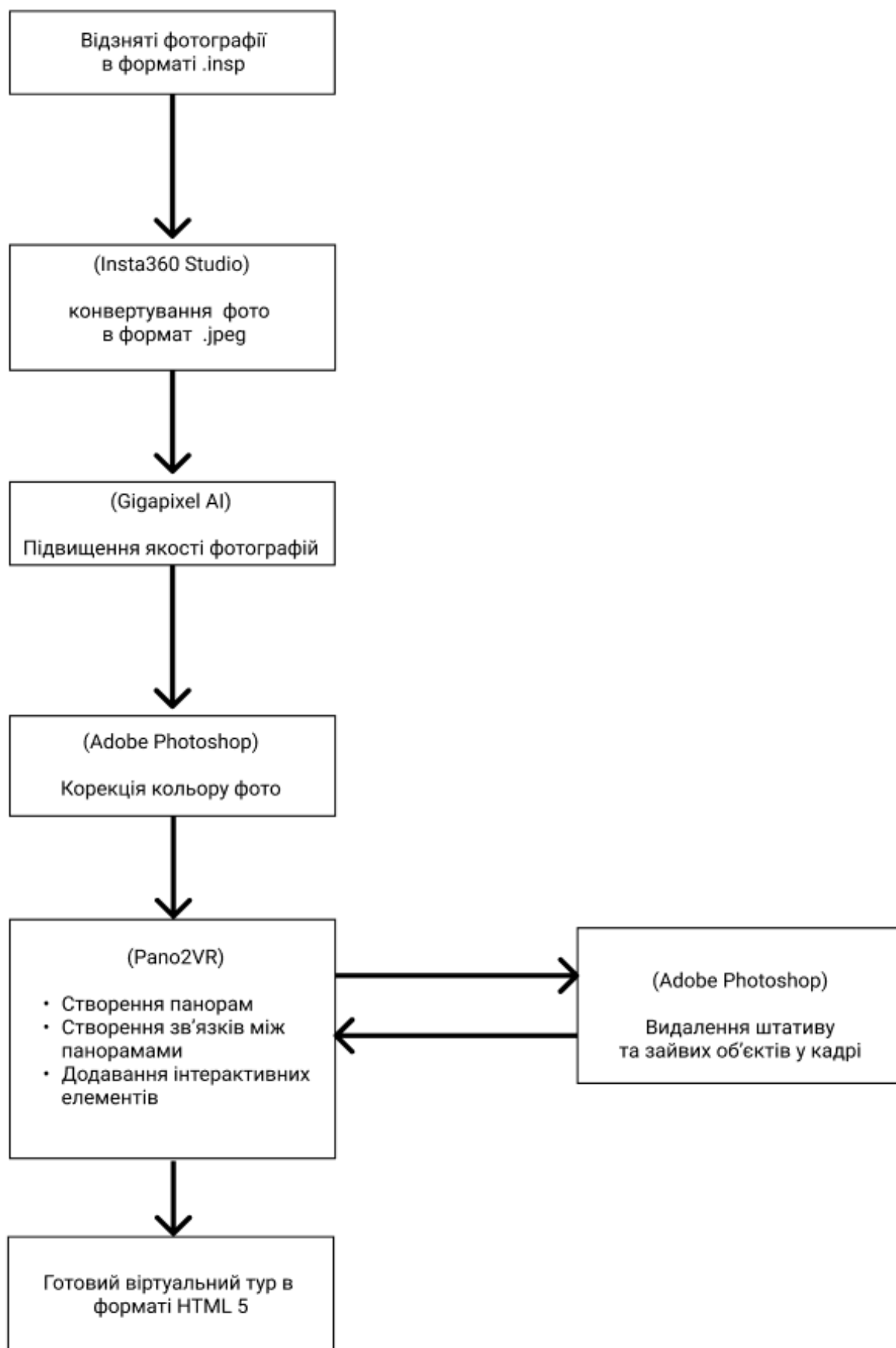


Рисунок 2.9 – Алгоритм розробки віртуального туру

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	32

2.4 Програмні рішення для перегляду віртуального туру

На цьому етапі програмою вже можна користуватися, необхідно лише її передати користувачам. Це можливо зробити за допомогою фізичних носіїв або за допомогою хмарних сховищ. Хмарні сховища це сервіси які дозволяють виконувати обмін файлами в мережі Інтернет. Файли для обміну можуть бути завантажені на сервер хмарного сховища, і зберігатись там безмежний час. Файли можливо завантажити на свій пристрій за постійним посиланням, отриманим від власника даних. Популярними хмарними сервісами являються «Google Drive», «Mega», «Dropbox». Перевагами хмарних сховищ є:

- файли не обов'язково зберігати на пам'яті свого комп'ютера;
- можна не хвилюватись за цілісність;
- дані знаходяться під гарантованою безпекою;
- можливість швидко обмінюватись файлами з іншими користувачами по всьому світу.

Завантаживши файли програми, для стороннього користувача з'являється проблема в користуванні програмою, яка полягає в тому, що запуск віртуального туру в веб-браузері безпосередньо через html-файл неможливий. Це пов'язано із тим, що не всі браузери мають дозвіл на зчитування локальних файлів користувача. Цю проблему вирішує встановлення додаткової програми переглядача пакетів «Garden Gnome». Вона дозволяє переглядати віртуальні тури в автономному режимі на системах під керуванням Windows, MacOS. Другим рішенням є встановлення локального серверу, який дасть можливість відкривати віртуальний тур у вікні веб-браузера. Такі рішення не є зручними для користувача і доступні не на всіх пристроях.

Для остаточного вирішення проблеми зручного користування програмою, потрібно завантажити віртуальний тренажер в мережу Інтернет. Для цього необхідно завантажити файли програми на веб-сервер. Його можна зробити з свого комп'ютера, але це потребує гарного інтернет з'єднання та певні апаратні потужності. Для цілодобового доступу до веб-сторінки, на яку буде завантажено віртуальний тур, потрібно щоб комп'ютер був постійно ввімкнений. Тому було прийнято рішення скористатись безкоштовним орендним

						Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

веб-сервером.

Існує безліч пропозицій щодо оренди веб-серверів, але не всі підходять за вимогами. Головним критерієм при виборі сервісу є його місце розташування. Від цього залежить швидкість завантаження сторінки. Рекомендується обирати розташування веб-серверу як найближче до місця знаходження користувачів. Зазвичай орендовані сервери вже налаштовані і не потребують додаткових дій. Деякі сервіси з надання серверів пропонують безкоштовне доменне ім'я, яке дає можливість адресувати інтернет-сайти, а розміщені на них веб-сторінки можуть бути представлені в зручній формі. Зазвичай безкоштовні доменні ім'я, які надаються разом із сервером, складаються із незрозумілих комбінацій та цифр, наприклад www.f0540965.xsph.ua. Тому було вирішено зареєструвати власне доменне ім'я та підключити до нього обраний веб-сервер.

Після налаштування серверу, було завантажено файли віртуального туру. Тепер програма може відкриватись як звичайний веб-сайт у браузері, який вбудований в кожную операційну систему. Таке технічне рішення дозволяє максимально охопити як можна більше користувачів з мінімальними вимогами до комп'ютерних пристроїв.

Завершений віртуальний тренажер для вивчення будови та конструкції електровоза ЧС7 доступний за посиланням <http://insidetrain360.fun>.

На рисунках 2.10 - 2.13, наведено принциповий вигляд роботи програми.

Для більш зручного користування програмою на мобільних пристроях під керуванням операційної системи Android, було розроблено додаток, який дозволяє користувачам відкривати віртуальний тур в один клік. Таке рішення виключає необхідність, коли для кожного запуску віртуального туру потрібно вручну вводити адресу сайту або переходити за посиланням.

						Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

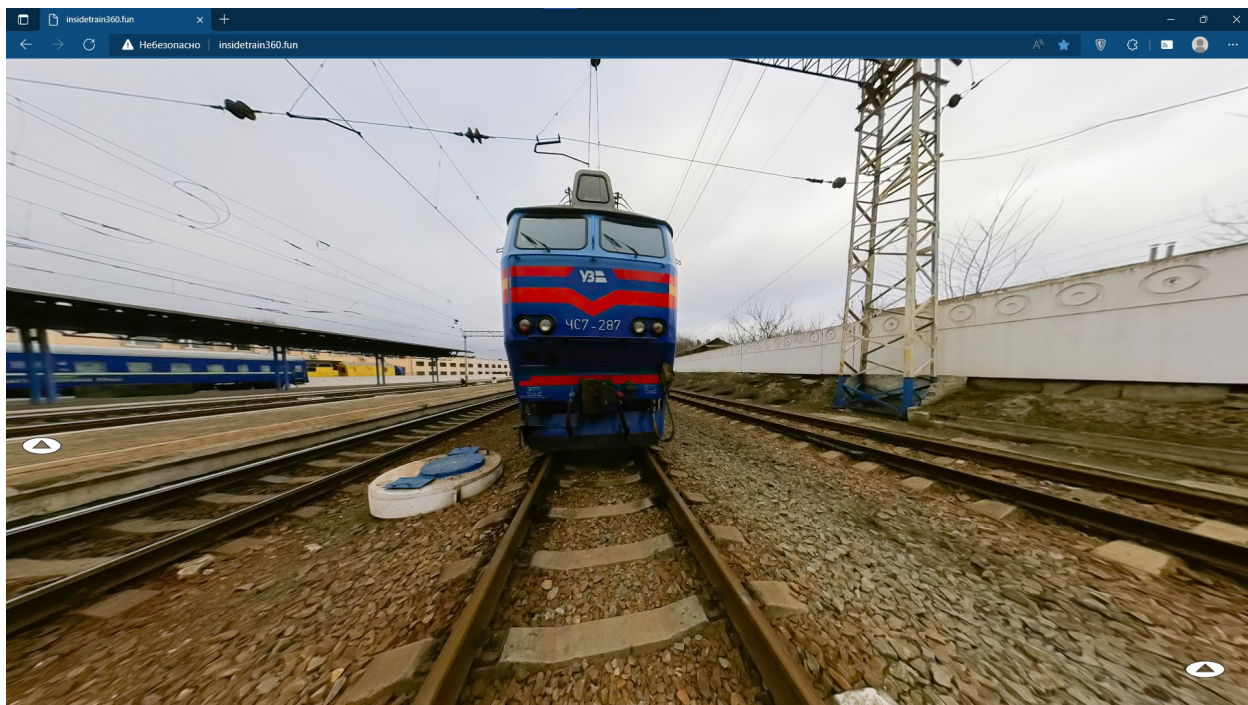


Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд електровоза ЧС7



Рисунок 2.11 – Вхід всередину електровоза

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

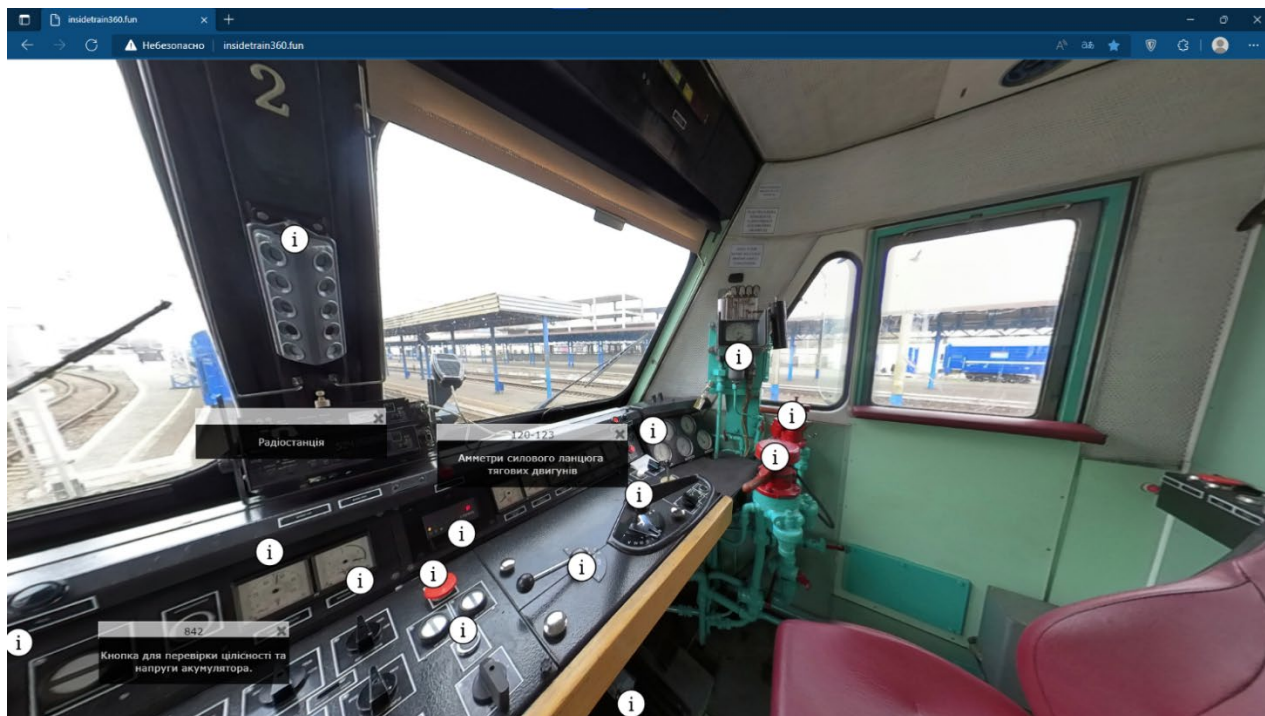


Рисунок 2.12 – Зображення всередині кабіни

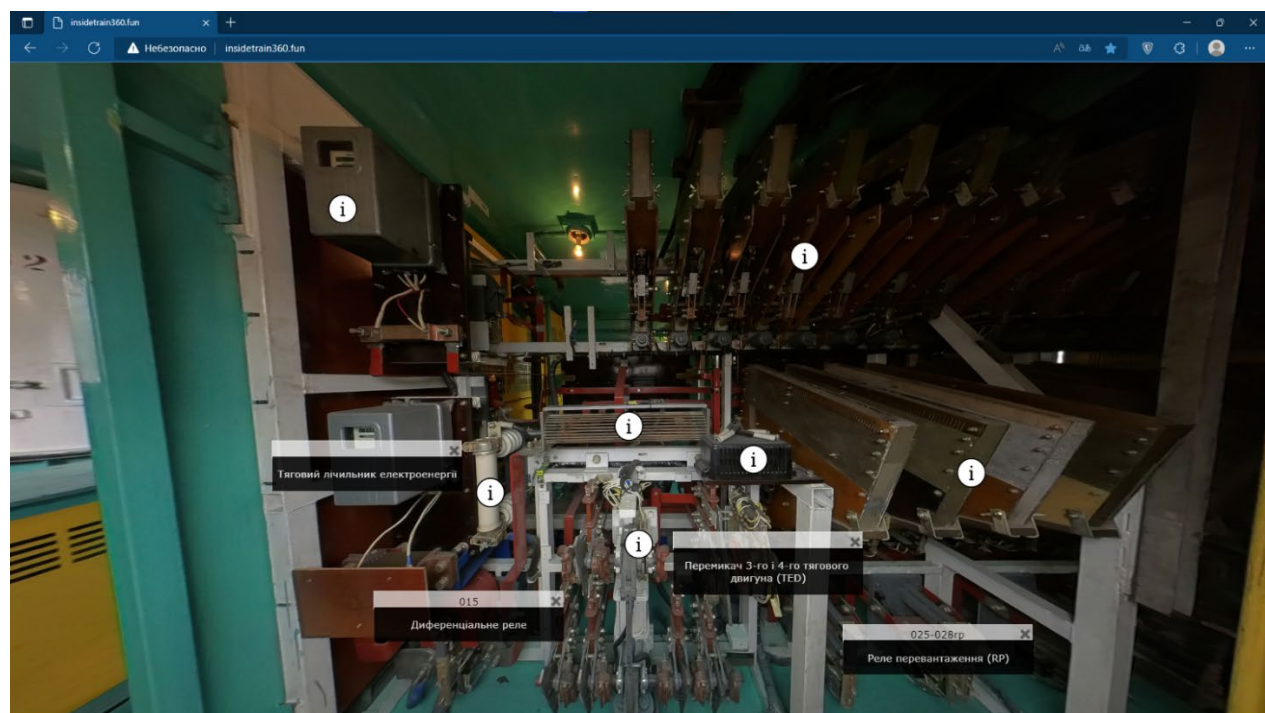


Рисунок 2.13 – Зображення високовольтної камери в відкритому положенні

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	36

Розроблений додаток може бути безкоштовно завантажений на пристрій кожного бажаючого, він опублікований в цифровому магазині «Google Play Store». Додаток для відображення віртуального туру по електровозу має назву «Inside Train 360», що в перекладі означає «всередині потяга». На рисунку 2.14 наведено знімок із сторінки додатку в цифровому магазині.

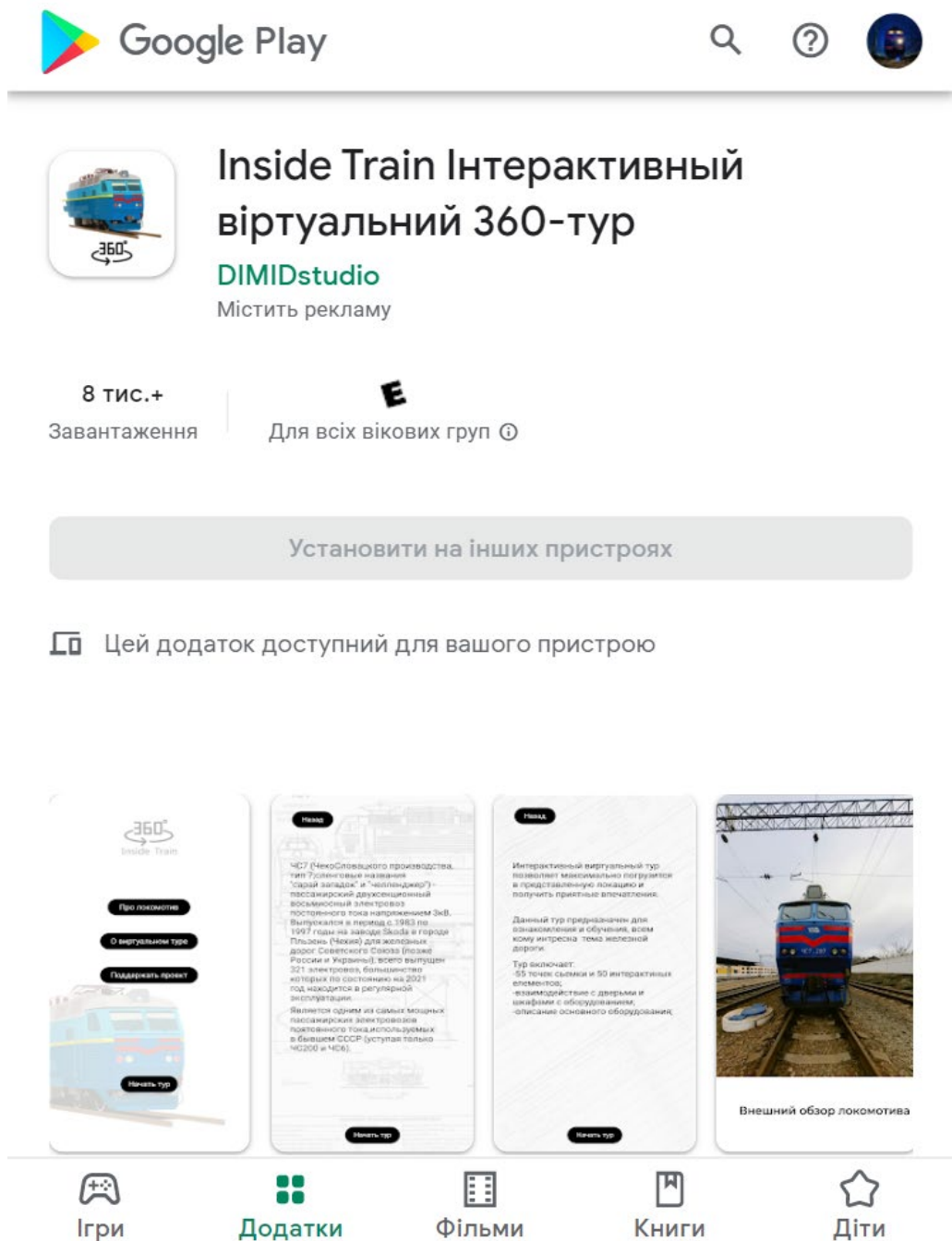


Рисунок 2.14 – Сторінка додатку в «Google Play»

Розміщення в цифровому магазині дозволяє привернути увагу додаткових користувачів, оскільки викликає зацікавленість у людей які далекі від залізничної галузі. Тобто, користувачами інтерактивної програми з вивчення будови та конструкції локомотива, окрім студентів і робітників залізничної галузі, стають люди будь-яких інших професій та школярі, які можуть стати потенційними залізничниками в майбутньому.

Мобільний застосунок працює на версіях Android 4.1 і вище. Для роботи програми необхідно підключення до мережі Інтернет.

За даними статистики, станом на кінець травня, мобільний додаток має:

- близько 8 тисяч завантажень по всьому світу;
- 800 активних пристроїв, на яких встановлено застосунок;
- 88 позитивних відгуків;
- середню оцінку серед інших додатків, що становить 4,5 зірки.

2.5 Рекомендації щодо покращення віртуального тренажера

В майбутньому програма може бути покращена як у графічному вигляді так і в технічній частині.

Для покращення відчуття присутності в програмі передбачена можливість реалізувати звуковий супровід. Наприклад, можна додати інтерактивний елемент взаємодії, коли при натисненні на віртуальну кнопку ввімкнення мотор-вентилятора в кабіні машиніста, в програмі буде вмикатись звук роботи вентиляторів охолодження тягових двигунів. Якщо користувач буде знаходитись ззовні локомотива, з динаміків будуть лунати звуки навколишнього середовища, шум вітру, оголошення на залізничному вокзалі, тощо. Також можна запропонувати перегляд віртуального туру в режимі віртуальної реальності VR, за допомогою спеціальних периферійних пристроїв або використовувати смартфон в якості VR – шолома.

Можливо доповнити текстовий блок з інформацією про об'єкт, відтворенням відео-анімації дії пристрою, зображенням електричної схеми або переходу на веб-сторінку із статтею. Наприклад, при натисканні в програмі на інформаційну кнопку, розміщеної біля швидкодіючого вимикача, на екрані буде відтворено відео на якому зображується ввімкнення захисного апарату на електричній схемі, на

						Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якій буде виділено шлях струму.

Також можна покращити навігацію по віртуальному туру, додавши план-схему локомотива із видом згори, в так званій двовимірній проекції. Така функція дозволяє відразу переміститись на панораму в певному місці локомотива. Тобто, стоячи ззовні локомотива, користувач при натисканні на точку всередині машинного відділення, розміщеної на плані, може відразу спостерігати зображення обраного місця. Приклад зображення план-схеми наведено на рисунку 2.15.



Рисунок 2.15 – План-схема електровоза

Щодо технічного покращення програми для підвищення стабільності роботи програми в мобільному додатку, можливо зробити функцію кешування. Це означає, що необхідні файли для роботи програми будуть збережені в пам'яті пристрою. Така можливість дозволяє користуватись віртуальним туром в офлайн режимі, без постійного підключення до мережі Інтернет. Таке вдосконалення стане актуальним для користувачів із відсутньою або нестабільною мережею.

Програма може бути доповнена функцією ідентифікації користувача, що дозволить проводити дистанційні заняття з можливістю відстеження прогресу в вивченні матеріалу, а також проводити екзаменаційне тестування.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

З ІННОВАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ В ДЕПО

Згідно [7], технічне навчання є однією з форм підвищення професійного рівня працівників, поглиблення професійних знань і навичок, освоєння безпосередньо в умовах виробництва нових технологій і спрямоване на підвищення ефективності та якості роботи, забезпечення безпеки руху поїздів та охорони праці, раціональне використання енергетичних та матеріальних ресурсів, вивчення питань правової та фінансової діяльності підприємств.

Технічне навчання здійснюється протягом навчального року, який починається з 1 січня, з періодичністю для працівників, пов'язаних із забезпеченням безпеки руху та охорони праці, не рідше одного разу на місяць, інших працівників – один раз на два місяці. Тривалість одного заняття визначається обсягом запланованого на вивчення матеріалу, але не повинно бути менше однієї академічної години.

До планів технічного навчання включається вивчення:

- питань економіки, права, управління - для керівників; наказів, інструкцій, заходів, аналізів стану безпеки руху, інших нормативних документів Укрзалізниці, залізниць, підприємств прямого підпорядкування, структурних підрозділів з питань безпеки руху, протипожежної безпеки, охорони праці, безпеки перевезень небезпечних вантажів з використанням нових розробок, тощо - для інших категорій працівників;
- випадків та наслідків порушень працівниками посадових інструкцій, правил охорони праці, виявлених при проведенні планових та раптових перевірок;
- особливостей конструкцій, технології утримання, обслуговування та ремонту пристроїв, машин, механізмів, а також технології виробничого процесу в конкретних умовах даного структурного підрозділу.

Для організації і проведення технічного навчання на підприємствах використовуються навчальні полігони, технічні кабінети, кабінети охорони праці, кімнати інструктажів, обладнані діючими пристроями, схемами, тренажерами, наочним приладдям,

						Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічними засобами навчання (в т.ч. комп'ютерною технікою), а також укомплектовані навчально-методичною та технічною документацією, технічною літературою, наказами, інструкціями та іншими документами, які стосуються діяльності підприємства, структурного підрозділу. Крім того, для проведення занять з технічного навчання використовуються вагони технічної пропаганди і охорони праці, оснащені технічними і науково-популярними фільмами тощо.

Виходячи з цього, з'являється можливим використання інтерактивної навчальної системи з вивчення та будови електровоза ЧС7.

Застосування розробленої комп'ютерної програми дозволяє:

- підвищити рівень безпеки при проведенні технічних занять, оскільки виключається необхідність знаходження поблизу електричних апаратів електровоза;
- прискорити план вивчення навчального матеріалу, через відсутність обмеження одночасного знаходження людей в просторі локомотива, оскільки заняття проводиться в віртуальному середовищі;
- значно економити електричну енергію, паливо, мастильні матеріали під час виконання багаторазових дослідів.
- виключити утворення несправностей та пошкоджень обладнання в разі невмілих дій осіб, які проходять навчання.

Оскільки, технічне навчання для працівників з 5-ти денним робочим тижнем проводиться в робочий час, а для працівників зі змінним режимом роботи – в неробочий час. В окремих випадках за наказом керівника підрозділу можливо проводити технічне навчання працівникам зі змінним режимом роботи в робочий час методом дублюючих занять. Програму можливо використовувати для проведення дистанційних занять, що позитивно впливатиме на якість відпочинку локомотивних бригад між робочими змінами.

						Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Сфери використання сучасних цифрових технологій стрімко розповсюджуються з кожним днем. Залізнична галузь також не стоїть в стороні в цьому питанні та потрохи впроваджує інноваційні цифрові вирішення питань, таких як навчання та підготовка персоналу, підвищення їх кваліфікації, покращення умов роботи шляхом спрощення процесів, якими керує комп'ютер в місцях де це можливо.

В даній роботі було приведено опис розробки інтерактивної системи навчання для вивчення конструкції та будови локомотива на прикладі електровоза ЧС7. Ця програма була розроблена спеціально для вирішення проблеми, а саме низького рівня підготовки молодих спеціалістів які вперше приходять на робоче місце, з метою закріплення теоретичних і практичних знань та прискорення адаптації робітника на новому робочому місці. Для користування розробленою програмою користувачу не потрібно мати спеціальної підготовки або великих знань володіння комп'ютером. Програма вийшла зручною в користуванні, цікавою та корисною. Інтерактивна система навчання реалізована у вигляді віртуального туру, що дозволяє проводити вивчення не тільки локомотивів, а будь якого іншого технічного комплексу чи устаткування на виробництві.

Що стосується конкретного віртуального туру для вивчення локомотива ЧС7, то ця програма рекомендується до використання:

- в локомотивних депо які ведуть обслуговування та експлуатацію електровозів серії ЧС7;
- дорожньо-технічних школах підготовки машиністів;
- навчальних закладах освіти для ознайомлення студентів які вивчають ТРС.

Навчання з використанням такої програми може проводитись індивідуально або групами, крім цього можливо застосовувати для самостійного та дистанційного навчання.

						Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 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.
- 2 Положення про оснащення тренажерів та проведення на них практичного навчання локомотивних бригад (затверджено наказом Укрзалізниці від 19.10.2009 № 93-Ц).
- 3 VR Train Driver Training [Електрон. ресурс] – Режим доступа: <https://realseriousgames.com/vr-train-driver-training>
- 4 GigapixelAi [Електрон. ресурс] – Режим доступа: <https://www.topazlabs.com/gigapixel-ai>
- 5 Pano2VR [Електрон. ресурс] – Режим доступа: <https://diakov.net/11954-pano2vr-pro-6114.html>
- 6 Как работает 360-градусная камера? [Електрон. ресурс] – Режим доступа: <https://rec360.ru/news/kak-rabotaet-360-gradusnaja-kamera.html>
- 7 Положення про технічне навчання працівників залізничного транспорту України (затверджене наказом Укрзалізниці від 10.09.2002 №454-Ц).

						Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Зображення робочого інтерфейсу програми Рано2VR

						Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



ДОДАТОК Б

Демонстраційні матеріали до захисту магістерської роботи
«Розробка віртуального тренажера електровоза ЧС7»

						Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік слайдів

1. Розробка віртуального тренажера електровоза ЧС7.
2. Різновид тренажерів.
3. Формування панорамного зображення..
4. Початкове положення при старті програми.
5. Положення в кабіні машиніста.
6. Положення всередині високовольтно́ї камери.
7. Демонстрація інтерактивної взаємодії. Відкриття релейної шафи
8. Демонстрація інтерактивної взаємодії. Розташування обладнання в релейній шафі.
9. Мобільний додаток.

						Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій
Навчально-науковий інститут
"Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту"

Розробка віртуального тренажера електровоза ЧС7

Виконав: Діденко М. А., гр. ЕТ19120
Керівник: Васильєв В. Є.

						Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

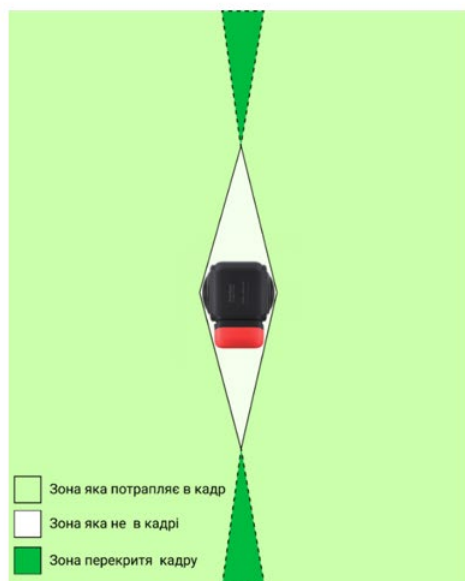
Різновид тренажерів





Виконав	Діденко М. А.
Керівник	Васильєв В. С.

Формування панорамного зображення



Виконав	Діденко М. А.
Керівник	Васильєв В. Є.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Огляд віртуально тренажера. Початкове положення при старті програми

4



Виконав	Діденко М. А.
Керівник	Васильєв В. Є.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Огляд віртуально тренажера. Положення в кабіні машиніста

5

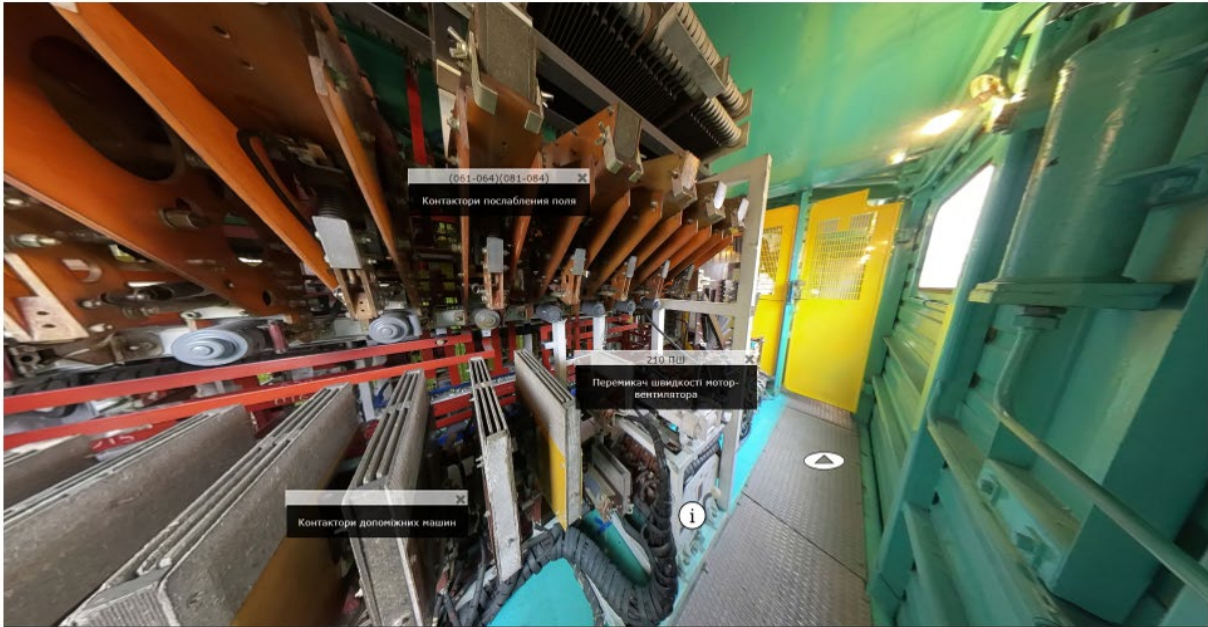


Виконав	Діденко М. А.
Керівник	Васильєв В. С.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

6

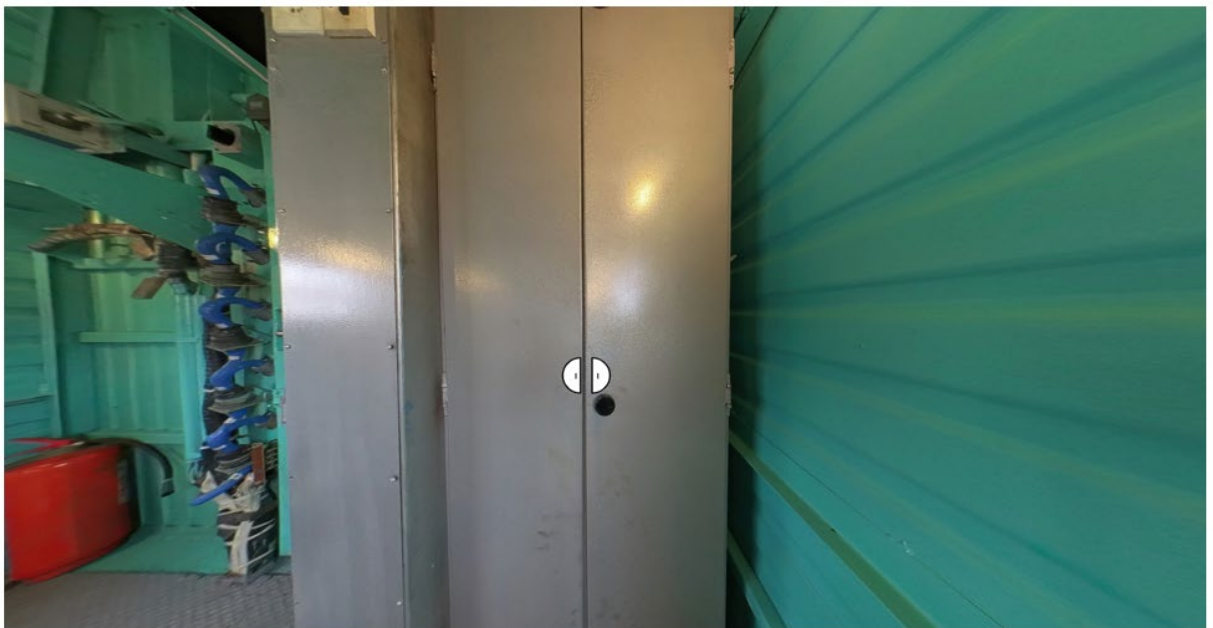
Огляд віртуально тренажера.
Положення всередині високовольтної камери



Виконав	Діденко М. А.
Керівник	Васильєв В. Є.

Демонстрація інтерактивної взаємодії. Відкриття релейної шафи

7



Виконав	Діденко М. А.
Керівник	Васильєв В. Є.

						Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Демонстрація інтерактивної взаємодії. Розташування обладнання в релейній шафі

8



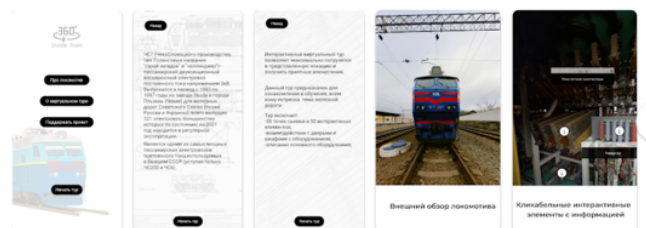
Виконав	Діденко М. А.
Керівник	Васильєв В. С.

						Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Inside Train Інтерактивний віртуальний 360-тур

 Цей додаток доступний для вашого пристрою



Вам також може сподобатися →

Виконав	Діденко М. А.
Керівник	Васильєв В. Є.