

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Механіко-енергетичний факультет
Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

ОРГАНІЗАЦІЯ СЕРВІСУ РУХОМОГО СКЛАДУ

Код та назва спеціальності: J7 Залізничний транспорт

Назва освітньо-наукової програми: **ЛОКОМОТИВИ ТА ЛОКОМОТИВНЕ
ГОСПОДАРСТВО**

Рівень освіти: другий (магістерський)

Форма навчання: денна

Семестр: 2

Кількість кредитів ЄКТС: 3

Форма підсумкового контролю: іспит

Розробник програми:

Михалків Сергій Васильович,

канд. техн. наук, доцент,

доцент кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу

Харків – 2026

ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Галузь знань: J Транспорт та послуги

Обов'язкова / Вибіркова

Курс: 1 / Семестр: 2

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ

ПІБ викладача: Михалків Сергій Васильович

Контактна інформація: 097-212-61-70

email: svm_m@kart.edu.ua

Час консультацій: понеділок 15:00 – 16:00

Форми зв'язку: Zoom:

<https://us04web.zoom.us/j/9496464613?pwd=bFdjbVljSE4xS3ltK0o0aXYrSGVKQT09>

Ідентифікатор конференції: 949 646 4613

Код доступу: 123456

Moodle:

<https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=18648>

МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Мета освітньої компоненти: сформувати у здобувачів освітньо-наукової програми магістерського рівня систему поглиблених теоретичних знань і практичних навичок щодо сучасних концепцій сервісного обслуговування тягового рухомого складу, управління його життєвим циклом, застосування кіберфізичних виробничих систем, цифрових двійників та інтелектуальних інструментів оптимізації виробничих процесів в умовах Індустрії 4.0.

Завдання освітньої компоненти: в результаті вивчення ОК здобувач другого освітньо-наукового рівня повинен:

- оволодіти принципами побудови та функціонування юніт-модульних локомотивів, концепціями створення сервіс-модульних точок та сервіс-модульних центрів із застосуванням безлюдних технологій і роботів-маніпуляторів;

- досконально вивчити архітектуру автоматизованих систем управління, принципи роботи бортових мікропроцесорних систем управління як джерел діагностичних даних та методи ведення електронних діагностичних карт;

- уміти застосовувати економіко-математичні методи для оптимізації виробничої програми сервісних підприємств, розрахунку незнижуваних запасів товарно-матеріальних цінностей та обґрунтування розміщення сервісних центрів;

– бути здатним використовувати інструменти факторного аналізу, діаграми Парето та Ісікави, а також метод Кіплінга для управління інцидентами, розслідування причин понадциклових робіт і реалізації циклу безперервного поліпшення.

КОМПЕТЕНТНОСТІ І РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності у сфері вагонів та вагонного господарства, локомотивів та локомотивного господарства залізничного транспорту або у процесі подальшого навчання із застосуванням положень, теорій та методів природничих, технічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК 01. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 04. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК 07. Здатність приймати обґрунтовані рішення

ЗК 09. Здатність розробляти та управляти проєктами.

ЗК 10. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетентності:

ФК 01. Здатність працювати в групі над великими проєктами в галузі залізничного транспорту.

ФК 02. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем в рамках спеціалізації.

ФК 03. Здатність враховувати потреби користувачів і клієнтів і важливість таких питань як естетика у процесі проєктування у сфері залізничного транспорту

ФК 04. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень на залізничному транспорті

ФК 05. Здатність вирішувати наукові та виробничі проблеми у сфері залізничного транспорту, демонструючи розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту.

ФК 06. Здатність вирішувати поставлені задачі, демонструючи розуміння необхідності дотримання професійних і етичних стандартів високого рівня, а також правових рамок, що мають відношення до функціонування об'єктів залізничного транспорту України, зокрема питання персоналу, здоров'я, безпеки

і ризику (у тому числі екологічного ризику).

ФК 07. Здатність досліджувати, аналізувати та вдосконалювати технологічні процеси залізничного транспорту відповідно до спеціалізації.

ФК 09. Здатність грамотно здійснювати аналіз і синтез під час проектування, експлуатації, ремонту та технічного обслуговування об'єктів залізничного транспорту та їх складових.

ФК 10. Здатність вибирати та застосовувати на практиці методи дослідження, планування та проведення необхідних експериментів; інтерпретувати результати та робити висновки щодо оптимальності рішень, що приймаються у сфері виробництва, експлуатації та ремонту об'єктів залізничного транспорту.

ФК 11. Здатність використовувати закони й принципи інженерії за спеціалізацією, математичний апарат високого рівня для проектування, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, явищ і процесів у сфері залізничного транспорту відповідно до спеціалізації.

Програмні результати навчання:

РН 04. Розробляти та пропонувати нові технічні рішення та застосовувати нові технології.

РН 05. Вміти застосовувати у професійній діяльності універсальні і спеціалізовані системи управління життєвим циклом (PLM), автоматизованого проектування (CAD), виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE).

РН 07. Організувати та керувати роботою первинного виробничого, проектного або дослідницького підрозділу.

РН 08. Знати та застосовувати необхідні методи та засоби досліджень, розробляти та аналізувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі об'єктів дослідження, що стосуються створення, експлуатації та ремонту об'єктів залізничного транспорту.

РН 11. Виконувати техніко-економічні розрахунки, порівняння та обґрунтування процесів проектування, конструювання, виробництва, ремонту, реновації, експлуатації об'єктів залізничного транспорту відповідно до спеціалізації.

РН 13. Використовувати у сфері професійної діяльності системи якості і сертифікації продукції.

РН 17. Вміти використовувати в науково-технічній діяльності принципи та методи системного аналізу, аналізувати причинно-наслідкові зв'язки між значущими факторами та техніко-економічними характеристиками.

РН 18. Виконувати оптимізацію параметрів об'єктів і систем об'єктів залізничного транспорту за різними критеріями ефективності на основі їх математичних моделей.

ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)

Перелік дисциплін чи курсів, необхідних для засвоєння:

- 1 Експлуатація локомотивів та локомотивне господарство.
- 2 Надійність, технічна діагностика та неруйнівний контроль залізничного рухомого складу.
- 3 Енергетичне обладнання рухомого складу залізниць.
- 4 Тягові електричні машини рухомого складу.
- 5 Основи технології ремонту локомотивів
- 6 Організація ремонту рухомого складу та управління якістю.

ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)

Дисципліни, для яких знання з цієї дисципліни є базовими:

- 1 Науково-дослідна робота за темою магістерської роботи.
- 2 Науково-дослідна практика.
- 3 Виконання кваліфікаційної роботи.

ВІДПОВІДНІСТЬ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ГЛОБАЛЬНИМ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ

Освітня компонента сприяє досягненню таких Цілей сталого розвитку, визначених резолюцією ООН №70/1 та Указом Президента України №722/2019, як:

- 4) забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх;
- 8) сприяння поступальному, всеохоплюючому та сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх;
- 9) створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій і сталій індустріалізації та інноваціям;
- 12) забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва.

Опис реалізації:

Освітня компонента «Організація сервісу рухомого складу» сприяє реалізації Цілей сталого розвитку (ЦСР), формуючи у здобувачів високу управлінсько-технічну культуру, навички застосування передових інформаційних технологій та системне мислення, орієнтоване на розробку, впровадження та контроль високоефективних логістичних і цифрових сервісних рішень у галузі локомотивного господарства..

Ключові елементи цієї компоненти інтегруються з ЦСР:

- 1) зміст освітньої компоненти включає теми з передових принципів сервісного обслуговування, кіберфізичних виробничих систем, впровадження юніт-модульних локомотивів та інструментів управління надійністю, що

дозволяє здобувачам забезпечувати високий коефіцієнт технічної готовності та ефективність використання тягового рухомого складу;

2) цілі сталого розвитку корелюють з методами навчання:

– *проектне навчання*: здобувачі вчаться самостійно розробляти оптимізаційні моделі виробничих програм сервісних центрів, розраховувати логістичні ланцюги постачання для підтримання незнижуваного запасу ТМЦ та будувати автоматизовані мережеві графіки для управління процесом технічного обслуговування;

– *кейси з реального виробничого середовища*: практична робота з електронними діагностичними картами та статистичними даними щодо відмов обладнання локомотивів, використання методу 5W+1H+1S для розслідування причин понадциклових робіт та обґрунтування кількості і розміщення сервісних центрів на основі теорії масового обслуговування;

– *міждисциплінарний підхід*: поєднання фахових інженерних знань з експлуатації та технічного обслуговування рухомого складу з економіко-математичним моделюванням, логістикою, основами ризик-менеджменту та інформаційними технологіями;

3) завданнями освітньої компоненти передбачено:

– сформувати компетентності у сфері організації сервісних систем технічного обслуговування, переходу до ремонту за фактичним станом та впровадження інноваційних технологій;

– навчити застосовувати міжнародні та галузеві стандарти (ITIL, ISO 9001) при укладанні та супроводі комерційних угод про рівень послуг (SLA), а також при формуванні електронного документообігу сервісного локомотивного депо;

– розвивати критичне мислення щодо аналізу причинно-наслідкових зв'язків виникнення відмов тягового рухомого складу, управління інцидентами та прийняття обґрунтованих управлінських рішень на основі даних телеметрії для мінімізації логістичних та експлуатаційних ризиків;

4) очікувані результати навчання узгоджуються з цілями сталого розвитку, формуючи здатності до управління контрактами життєвого циклу локомотивів, організації високопродуктивних та економічно доцільних сервісних центрів, а також компетентного впровадження цифрових технологій Індустрії 4.0 для оптимізації процесів технічного обслуговування об'єктів залізничного транспорту із суворим дотриманням безпекових, комерційних та професійних стандартів.

ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Модуль 1. Концептуальні засади сервісу, модульні технології та внутрішньовиробниче планування

Тема 1. Актуальність розвитку локомотивного комплексу при

переході на повний сервіс

Історичний еккурс у промислові революції від першої до Індустрії 4.0. Аналіз переходу від планово-попереджувальної системи ремонту до ремонту за фактичним технічним станом на основі контракту життєвого циклу. Визначення ролі коефіцієнта технічної готовності (КТГ) як головного індикатора ефективності сервісного обслуговування.

Тема 2. Модернізація і технічне обслуговування локомотивів в умовах реформування комплексу

Розгляд життєвого циклу продукту (PLM) від проектування до утилізації та місця технічної експлуатації в цій системі. Вивчення архітектури автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП) для сервісних підприємств. Ознайомлення з інструментами візуалізації технологічних процесів, зокрема діаграмами Ганта для мережевого планування ремонтів.

Тема 3. Базові функціональні підсистеми інформаційно-динамічної моделі управління сервісом

Структурний розбір п'яти основних підсистем: моніторинг, формування графіків, внутрішньовиробниче планування, безпосереднє управління ТО/ПР та факторний аналіз. Вивчення алгоритмів збору даних з бортових мікропроцесорних систем управління (МСУ) та стаціонарних АСТД. Розгляд методології самонавчання систем підтримки прийняття рішень (СППР) при виявленні інцидентів.

Тема 4. Юніт-модульний локомотив. Передумови появи безлюдної технології обслуговування

Аналіз концепції створення тягового рухомого складу на базі уніфікованих платформ та швидкознімних юніт-модулів (досвід Bombardier, Siemens, Alstom). Розгляд технології Сервіс-Модульних Точок (СМТ), де ремонт виконується шляхом агрегатної заміни модулів за допомогою роботів-маніпуляторів. Оцінка перспектив впровадження безлюдних технологій для мінімізації людського фактора та скорочення часу простою.

Тема 5. Приклад компонування модулів на базі системи охолодження дизелів тепловозів

Порівняльний аналіз традиційної системи охолодження з механічним приводом та інноваційного модуля охолодження з автономним електроприводом. Обґрунтування енергоефективності автоматичного регулювання температури теплоносія незалежно від частоти обертання колінчастого вала. Вивчення конструктивних переваг мультироз'ємних плат та швидкокороз'ємних з'єднань для оперативної заміни модулів.

Тема 6. Прогнозне та оперативне планування при організації процесу управління ТО і ПР

Дослідження алгоритмів довгострокового планування на основі статистичних даних про середньодобові пробіги та час простою. Вивчення принципів оперативного планування з урахуванням фактичного технічного стану та наявних інцидентів. Опис процесу приймання локомотива в ремонт із використанням електронних діагностичних карт замість паперових журналів ТУ-28.

Тема 7. Підтримка незнижуваного запасу при організації внутрішньовиробничого планування

Математичні моделі управління запасами товарно-матеріальних цінностей (ТМЦ) в умовах високої варіабельності відмов. Використання елементів теорії ймовірностей для розрахунку незнижуваного запасу на основі математичного сподівання та середньоквадратичного відхилення витрат. Реалізація самонавчальної системи автозамовлення деталей з буферних складів.

Тема 8. Керування ресурсами, обладнанням та витратами. Метод Кіплінга (5W+1H+1S)

Принципи управління трудовими ресурсами, інфраструктурою депо та обладнанням в умовах сервісного обслуговування. Розподіл витрат на циклові та понадциклові роботи. Застосування методу Кіплінга для розслідування причин виникнення додаткових робіт та формування ефективних коригувальних заходів.

Модуль 2. Цифровізація сервісних депо, управління надійністю та комерційне партнерство

Тема 9. Особливості цифрового сервісного локомотивного депо та Індустрія 4.0

Інтеграція концепції кіберфізичних виробничих систем (CPPS) у локомотиворемонтний комплекс. Розгляд технологій Інтернету речей (IoT), RFID-ідентифікації лінійного обладнання, машинного зору для контролю зносу та біометрії персоналу. Дослідження поняття інтероперабельності для обміну даними між різними інформаційними системами залізниць та сервісних компаній.

Тема 10. Концепція цифрових двійників у системі ТО і ПР локомотивів

Створення та використання віртуальних реплік реального фізичного активу для динамічної симуляції умов експлуатації. Використання цифрових двійників для прогнозування часу видачі локомотива з депо та моделювання технологічних процесів у режимі реального часу. Оцінка впливу цієї технології на пропускну

здатність ремонтних позицій та оптимізацію графіка підв'язки локомотивів під поїзди.

Тема 11. Реалізація інформаційно-динамічної моделі

Детальний розбір структури вікон автоматизованої системи управління, з якими працюють виробничо-диспетчерські відділи та майстри цехів. Правила формування та ведення електронної діагностичної карти локомотива. Упровадження принципу «вбудованої якості», який алгоритмічно блокує закриття наряду без виконання всіх нормативних вимірів та здачі знятих деталей.

Тема 12. Автоматизована система управління надійністю локомотивів та управління ризиками

Використання статистики відмов для побудови матриць ризиків та переходу на систему обслуговування за надійністю (Reliability-Centered Maintenance). Аналіз життєвого циклу інциденту від моменту його фіксації машиністом до повного усунення та перевірки ефективності. Застосування методології піраміди Гейнріха для попередження важких відмов шляхом аналізу дрібних інцидентів.

Тема 13. Оптимізація розміщення сервісних центрів з ремонту локомотивів

Вирішення логістичних завдань щодо територіального закріплення експлуатаційних депо за сервісними центрами. Розрахунок часу доставки обладнання та очікування ремонту за допомогою багатоканальних систем масового обслуговування. Оцінка економічної доцільності створення нових сервісних точок на великих тягових полігонах.

Тема 14. Комерційне партнерство залізниць і сервісних центрів. Угода про рівень послуг (SLA)

Формування юридичної та економічної бази взаємодії між балансоутримувачем (залізницею) та виконавцем (сервісною компанією). Метрики оцінки якості послуг згідно з угодою SLA, зокрема штрафні санкції за порушення нормативів КТГ та простою. Розподіл відповідальності за конструкційні, експлуатаційні та технологічні відмови.

Тема 15. Факторний аналіз інформації та реалізація циклу постійного поліпшення (PDCA)

Використання методів математичної статистики для обробки масивів діагностичних даних. Побудова діаграм Парето та причинно-наслідкових діаграм Ісікави для виявлення "вузьких місць" у технологічних процесах ремонту. Формування інвестиційних програм та модернізаційних проєктів на основі результатів глобального факторного аналізу.

ТЕМАТИКА СЕМІНАРСЬКИХ/ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Перелік тем:

- 1 Розв'язання задачі лінійного програмування для оптимізації виробничої програми сервіс-модульного центру.
- 2 Розрахунок незнижуваного запасу деталей на складі сервісного локомотивного депо.
- 3 Визначення оптимальної кількості та розміщення сервісних центрів.
- 4 Факторний аналіз надійності локомотивів за експлуатаційними даними.
- 5 Побудова мережевого графіка технологічного процесу ТО, ПР.
- 6 Застосування методу Кіплінга (5W+1H+1S) для розслідування причин понадциклових робіт.
- 7 Прогнозування залишкового ресурсу обладнання локомотива на основі аналізу трендів.
- 8 Оцінка економічної ефективності впровадження інструментів «Цифрового депо».

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Не передбачена навчальним планом.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Тема 1. Аналіз світового досвіду переходу залізничних компаній на сервісне обслуговування локомотивів за контрактом життєвого циклу.

Тема 2. Вплив полігонної системи експлуатації на зміну стратегій технічного обслуговування тягового рухомого складу.

Тема 3. Дослідження механізмів інтеграції бортових мікропроцесорних систем управління локомотивами в єдину сервісну базу даних.

Тема 4. Оцінка перспектив впровадження робототехнічних маніпуляторів для агрегатної заміни юніт-модулів у сервіс-модульних точках.

Тема 5. Обґрунтування застосування швидкороз'ємних з'єднань і мультисистемних плат для скорочення часу міжпоїзного сервісу локомотивів.

Тема 6. Алгоритми формування електронного змінно-добового завдання в сервісному депо на основі даних телеметрії.

Тема 7. Застосування моделей теорії масового обслуговування для мінімізації логістичних втрат сервісних локомотивних центрів.

Тема 8. Практичні аспекти застосування методу Кіплінга для розслідування інцидентів у сервісному обслуговуванні.

Тема 9. Розвиток кіберфізичних виробничих систем та забезпечення інтероперабельності баз даних експлуатації та сервісу.

Тема 10. Аналіз впровадження концепції «Цифровий двійник» для симуляції життєвого циклу сучасних локомотивів.

Тема 11. Формування структури електронної діагностичної карти

локомотива та її роль в автоматизації процесу приймання на сервіс.

Тема 12. Використання піраміди Гейнріха для аналізу інцидентів та попередження передвідмовних станів ТРС.

Тема 13. Критерії розрахунку оптимальної кількості та просторового розміщення сервісних центрів на великих тягових полігонах.

Тема 14. Формування показників оцінки ефективності та системи штрафів за угодою про рівень сервісних послуг.

Тема 15. Інтеграція інструментів ощадливого виробництва (Lean Production) у процесі сервісного обслуговування локомотивів за циклом PDCA.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Усього, год
1	Тема 1. Актуальність розвитку локомотивного комплексу при переході на повний сервіс	2	2	–	2	6
2	Тема 2. Модернізація і технічне обслуговування локомотивів в умовах реформування комплексу	2	–	–	2	4
3	Тема 3. Базові функціональні підсистеми інформаційно-динамічної моделі управління сервісом	2	2	–	4	8
4	Тема 4. Юніт-модульний локомотив. Передумови появи безлюдної технології обслуговування	2	–	–	2	4
5	Тема 5. Приклад компонування модулів на базі системи охолодження дизелів тепловозів	2	2	–	4	8
6	Тема 6. Прогнозне та оперативне планування при організації процесу управління ТО і ПР	2	–	–	2	4
7	Тема 7. Підтримка незнижуваного запасу при організації внутрішньовиробничого планування	2	2	–	4	8
8	Тема 8. Керування ресурсами, обладнанням та витратами. Метод Кіплінга (5W+1H+1S)	2	–	–	2	4
9	Тема 9. Особливості цифрового сервісного локомотивного депо та Індустрія 4.0	2	2	–	4	8
10	Тема 10. Концепція цифрових двійників у системі ТО і ПР локомотивів	2	–	–	2	4

11	Тема 11. Реалізація інформаційно-динамічної моделі	2	2	–	4	8
12	Тема 12. Автоматизована система управління надійністю локомотивів та управління ризиками	2	–	–	2	4
13	Тема 13. Оптимізація розміщення сервісних центрів з ремонту локомотивів	2	2	–	4	8
14	Тема 14. Комерційне партнерство залізниць і сервісних центрів. Угода про рівень послуг (SLA)	2	–	–	4	6
15	Тема 15. Факторний аналіз інформації та реалізація циклу постійного поліпшення (PDCA)	2	1	–	3	6
	Усього	30	15	–	45	90

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Не передбачені навчальним планом.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

1 Інформаційно-комунікативні: фахові дискусії щодо переходу локомотивного господарства на контракти життєвого циклу та управління рівнем послуг, евристичні бесіди з питань упровадження концепцій Індустрії 4.0, застосування кіберфізичних виробничих систем та переходу до безлюдних технологій сервісного обслуговування юніт-модульних локомотивів.

2 Демонстраційні: мультимедійні презентації інструментів «Цифрового депо», візуалізація роботи автоматизованих систем управління, наочна демонстрація імітаційного моделювання технологічних процесів та прогнозування часу видачі локомотива на базі «цифрових двійників».

3 Практичні й дослідницькі: розв'язання задач лінійного програмування для оптимізації виробничої програми сервіс-модульних центрів, застосування елементів теорії масового обслуговування для розрахунку оптимальної кількості та розміщення сервісних центрів, виконання логістичних розрахунків для підтримання незнижуваного запасу ТМЦ на складах депо, побудова мережевих графіків.

4 Інтерактивні та інноваційні: проєктне навчання в самостійному моделюванні логістичних ланцюгів та управлінні ресурсами сервісного локомотивного депо; кейс-метод в аналізі реальних експлуатаційних інцидентів та понадциклових робіт із застосуванням методу Кіплінга (5W+1H+1S), розроблення коригувальних заходів для управління надійністю за циклом постійного поліпшення Е. Демінга.

ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: до 60 балів

Модульний контроль: до 40 балів

Підсумковий контроль (іспит): до 100 балів

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Виконання та захист практичних робіт (максимум 45 балів за модуль):

– *40 – 45 балів:* здобувач вчасно та в повному обсязі виконав усі практичні завдання, розроблені оптимізаційні моделі, розрахунки логістичних та статистичних показників, а також мережеві графіки повністю відповідають заданим алгоритмам, під час захисту дає вичерпні аргументовані відповіді;

– *25 – 39 балів:* роботи виконані майже повністю, є незначні недоліки у побудові математичних моделей, розрахунку незнижуваного запасу, використанні надбудови «Розв'язувач» чи застосуванні методу Кіплінга, відповіді під час захисту не завжди достатньо обґрунтовані;

– *10 – 24 бали:* завдання виконані частково, допущено суттєві помилки у структурі розроблених моделей, розрахунку потреби в ресурсах чи визначенні цільових функцій оптимізації, здобувач відповідає рідко або невпевнено, слабо володіє електронними таблицями та аналітичними інструментами (PDCA, 5W+1H+1S);

– *0 – 9 балів:* фрагментарне чи несвоєчасне виконання практичних завдань, грубі помилки в розрахунках, пропуски занять без відпрацювання або виявлені ознаки академічної недоброчесності.

Питання з окремих тем (максимум 15 балів за модуль):

– *13 – 15 балів:* вичерпні, точні та аргументовані відповіді на всі поставлені теоретичні питання, повне розуміння матеріалу;

– *9 – 12 балів:* правильні відповіді з незначними неточностями або неповним обґрунтуванням теоретичних положень дисципліни;

– *5 – 8 балів:* відповіді часткові, містять суттєві помилки, здобувач орієнтується в матеріалі лише поверхнево;

– *0 – 4 бали:* відсутність відповідей, грубі помилки або повне незнання базових понять щодо сервісної системи ТО і ПР, Індустрії 4.0, контрактів життєвого циклу (SLA), юніт-модульних локомотивів, цифрових двійників та сучасних методів управління надійністю.

Максимальну кількість балів, яку може отримати здобувач вищої освіти за модуль, становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів модульний контроль). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає оцінку за семестр.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки і індивідуального навчального плану (при успішній здачі іспиту/заліку) здобувача вищої освіти, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (відмінно, добре, задовільно (незадовільно)

для іспитів, курсових робіт/проектів або зараховано/незараховано для заліків) та шкали ECTS (A, B, C, D, E, F).

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	<u>Відмінно</u> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100	A
ДОБРЕ – 4	<u>Дуже добре</u> – вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89	B
	<u>Добре</u> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75 – 81	C
ЗАДОВІЛЬНО – 3	<u>Задовільно</u> – непогано, але зі значною кількістю недоліків	69 – 74	D
	<u>Достатньо</u> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60 – 68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО – 2	<u>Незадовільно</u> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35 – 59	FX
	<u>Незадовільно</u> – необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ТА ПОЛІТИКА КУРСУ

Визначення плагіату та його наслідків:

«Академічний плагіат» – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості), та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства.

Види академічного плагіату:

– дослівне запозичення текстових фрагментів без оформлення їх як цитат з посиланням на джерело (в окремих випадках некоректним вважають навіть використання одного слова без посилання на джерело, якщо це слово використовують в унікальному значенні, наданому цим джерелом);

– використання інформації (факти, ідеї, формули, числові значення тощо) з джерела без посилання на це джерело;

– перефразування тексту джерела у формі, що є близькою до оригінального тексту, або наведення узагальнення ідей, інтерпретацій чи висновків з певного джерела без посилання на це джерело;

– подання як власних робіт (дисертацій, монографій, навчальних посібників, статей, тез, звітів, контрольних, розрахункових, курсових, дипломних та магістерських робіт, есеїв, рефератів тощо), виконаних на замовлення іншими особами, у тому числі робіт, стосовно яких справжні автори надали згоду на таке використання.

Правила цитування: «Цитата» – порівняно короткий уривок з літературного, наукового чи будь-якого іншого опублікованого (оприлюдненого на офіційному веб-сайті) твору, який використовується, з обов'язковим посиланням на його автора і джерело цитування, іншою особою у своєму творі з метою зробити зрозумілишими свої твердження або для посилання на погляди іншого автора в автентичному формулюванні.

Щоб правильно оформити цитату, необхідно дотримуватися таких правил:

– вказувати перевірене джерело. Цитати мають містити відомості про автора та назву його роботи, звідки взята цитата;

– не порушувати зміст цитати;

– відокремлювати цитату від основного тексту;

– використовувати скорочені цитати;

– вказувати сторінки.

Етика використання інструментів штучного інтелекту (ШІ): забороняється видавати результати, згенеровані штучним інтелектом, за власний результат без належного повідомлення, використовувати ШІ для заборонених завдань, подавати неперевірену або вигадану інформацію, а також використовувати ШІ для фабрикації чи фальсифікації.

Процедура оскарження оцінок: в Українському державному університеті залізничного транспорту діє Положення про організацію освітнього процесу, яким закріплено право здобувачів на оскарження результатів контрольних заходів. Тому якщо здобувачі незадоволені оцінкою, або є сумніви щодо об'єктивності викладачів вони можуть звернутися до завідувача кафедри із заявою-апеляцією. Створена апеляційна комісія перевіряє результати підсумкового контролю знань.

Правила поведінки на заняттях: заходить на онлайн-заняття вчасно, бажано за кілька хвилин до початку; використовуй своє справжнє ім'я та прізвище, вказувати номер групи; дотримуватися ввічливого та поважного спілкування; під час пар; вимикати мікрофон та вмикати його лише під час діалогу з викладачем; камеру, за можливості, тримати увімкненою; не перебивати інших учасників, користуватися за потреби функцією «піднятої руку»; використовувати чат лише для навчальних повідомлень; не поширювати сторонні посилання, зображення чи повідомлення; не ображати, не принижувати та не ігнорувати інших учасників.

Положення про систему забезпечення академічної доброчесності та порядок розгляду повідомлень про порушення академічної доброчесності в УкрДУЗТ:

https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2026/09/poloz_zap_plagiat_2026.pdf

Кодекс академічної доброчесності УкрДУЗТ:

<https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/06/kodex.pdf>

ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Перелік питань підготовки до іспиту:

- 1 Що таке Індустрія 4.0 та які її дев'ять основних характеристик?
- 2 Назвіть ключові відмінності між першою, другою, третьою та четвертою промисловими революціями.
- 3 Розкрийте сутність поняття "кіберфізична виробнича система".
- 4 Як реалізується вертикальна та горизонтальна інтеграція в межах Індустрії 4.0?
- 5 Охарактеризуйте концепцію управління життєвим циклом виробу та її місце в сервісі.
- 6 Чим сервісне обслуговування (за контрактом життєвого циклу) економічно відрізняється від традиційної планово-попереджувальної системи?
- 7 Що таке Service Level Agreement і як вона регламентує фінансові відносини між залізницею та сервісною компанією?
- 8 Як класифікуються стратегії технічного обслуговування і ремонту?
- 10 У чому полягає різниця між корегувальним та попереджувальним ремонтом?
- 11 Як класифікується ТО й ПР за рівнем збереженості експлуатаційних характеристик обладнання?
- 12 Розкрийте суть принципу модульності у проектуванні сучасного ТРС.
- 13 Що таке "юніт-модуль" і які його функціональні та габаритні характеристики?
- 14 Які шість основних модулів забезпечення дизель-генератора можна виділити у тепловозі?
- 15 Для чого застосовуються швидкокороз'ємні з'єднання та мультироз'ємні плати в модульних локомотивах?
- 16 Які організаційні переваги надає сервіс-модульна точка порівняно з традиційним депо?
- 17 Поясніть концепцію "безлюдної технології" та застосування роботів-маніпуляторів у сервісі.
- 18 Як здійснюється паралельне обслуговування модулів локомотива за допомогою робототехніки?
- 19 Чому заміна механічного приводу насосів системи охолодження на автономний електропривод підвищує ефективність дизеля?

20 Як змінюється компонування обладнання при переході від класичної системи охолодження до перспективного юніт-модуля?

21 Для чого використовується гідромагнітний фільтр у контурах системи охолодження?

22 Які п'ять базових функціональних підсистем входять до моделі управління сервісним ТО і ПР?

23 У чому полягає відмінність між прогностичним (на рік/квартал) та оперативним (декада/три доби) плануванням ремонтів?

24 Які вхідні параметри необхідні для визначення дати постановки локомотива на ТО й ПР?

25 Як формується змінно-добовий план робіт у сервісному локомотивному депо?

26 Поясніть принципи побудови та візуалізації технологічного процесу за допомогою діаграми Ганта.

27 Які функції виконує виробничо-диспетчерський відділ у сервісному локомотивному депо?

28 Як використання вікна "Статус" в АСУ допомагає зменшити перепростій локомотивів?

29 Які ресурси відносяться до таких, що лімітують процес ремонту в депо?

30 За якою емпіричною формулою розраховується незнижуваний запас ТМЦ на складі?

31 Що означає заданий рівень обслуговування у розрахунку складських запасів?

32 Як розраховується математичне сподівання часу доставки з буферного складу?

33 У чому полягає специфіка управління трудовими ресурсами порівняно з матеріальними?

34 Як автоматичне нарахування заробітної плати мотивує персонал до своєчасного внесення даних в АСУ?

35 На які основні дільниці поділяється сервісне локомотивне депо?

36 Як класифікуються прямі витрати на виконання ТО і ПР локомотивів?

37 Дайте визначення поняттю "понадциклові роботи"?

38 Розкрийте призначення методу Кіплінга (5W+1H+1S) в управлінні якістю?

39 Які питання охоплює складова 5W у методі Кіплінга?

40 Хто несе відповідальність за заповнення та виконання форми "5W+1H+1S"?

41 Що фіксується у полі "Статус" при виконанні коригувальних заходів?

42 Які математичні методи застосовуються для розв'язання задачі оптимізації виробничої програми сервіс-модульного центру?

43 Що є цільовою функцією у задачі лінійного програмування для планування випуску модулів?

- 44 Як формуються обмеження за запасами ресурсів у задачах оптимізації?
- 45 Яку роль відіграє надбудова "Розв'язувач" у процесі внутрішньовиробничого планування?
- 46 Чому середній час простою локомотивів у депо часто є мультимодальною величиною?
- 47 Як закон розподілу Пуассона застосовується для оцінки необхідної кількості запасних частин?
- 48 За якими критеріями визначається доцільність перерозподілу трудових ресурсів між дільницями?
- 49 У чому полягає відмінність між матеріалами повторного використання (МПВ) та звичайними ТМЦ?
- 50 Які ризики виникають при відсутності повноцінної IT-інфраструктури в цехах депо?
- 51 Як впровадження концепції Lean Production впливає на управління витратами сервісного депо?
- 52 Як концепція "Цифрового депо" об'єднує інтернет речей (IoT), RFID-ідентифікацію та машинний зір?
- 53 Що означає термін "Інтероперабельність" при об'єднанні різних АСУ залізничного транспорту?
- 54 Дайте визначення поняттю "Цифровий двійник"?
- 55 Як цифрові двійники застосовуються для симуляції технологічних процесів у режимі реального часу?
- 56 Як статистичне моделювання ТО і ПР допомагає у прогнозуванні часу видачі локомотива на лінію?
- 57 Які основні функції виконують бортові мікропроцесорні системи управління (МСУ)?
- 58 Як дані з датчиків локомотива перетворюються на електричні та цифрові сигнали?
- 59 Які параметри контролює датчик кута оберту?
- 60 Охарактеризуйте застосування датчиків тиску та температури для діагностування систем дизеля?
- 61 Що таке автоматизовані системи технічного діагностування (АСТД) першого та другого рівнів?
- 62 Як працюють системи вібродіагностики колісно-моторних блоків?
- 63 Які показники зчитуються станціями реостатних випробувань локомотивів?
- 64 Яку інформацію містить електронна діагностична карта (ДК) локомотива?
- 65 Для чого потрібні індустриальні термінали або мобільні пристрої безпосередньо у ремонтних цехах?
- 66 У чому полягає сутність принципу "Вбудована якість" (Пока-йоке) при роботі з АСУ "Мережевий графік"?

67 Як АСУ автоматизує логічний та форматний контроль введених діагностичних вимірів?

68 Які організаційні проблеми виникають при відмові від паперової книги форми ТУ-28?

69 Дайте визначення поняттю "Інцидент" в системі управління надійністю.

70 Поясніть концепцію піраміди Гейнріха та її застосування до моніторингу технічного стану ТРС?

71 Чим поняття "передвідмовний стан" відрізняється від повної відмови?

72 Як розраховується коефіцієнт технічної готовності (КТГ)?

73 Які часові втрати належать до "адміністративних витрат" у розрахунку КТГ?

74 Які складові формують сумарні втрати КТГ локомотивного парку?

75 Що таке система підтримки прийняття рішень (СППР) при призначенні понадциклових робіт?

76 Як математично формалізується перехід від "прояву відмови" до "відмови" у СППР?

77 Як здійснюється розпізнавання образу відмови за частково нечітким описом зауваження?

78 З яких чотирьох кроків складається цикл безперервного поліпшення Е. Демінга?

79 Яку роль відіграє етап "Check" у циклі PDCA при факторному аналізі надійності?

80 Що таке факторний аналіз інформації і які задачі він вирішує в сервісній компанії?

81 Як діаграми Парето та Ісікави використовуються для оптимізації управлінських рішень?

82 Чому важливо перевіряти статистичні вибірки на унімодальність?

83 Як критерії Пірсона та Колмогорова-Смирнова допомагають відсіювати недостовірні дані?

84 Для чого застосовується кореляційний аналіз в оцінці ефективності технічного обслуговування?

85 Як аналіз лінійних трендів дозволяє прогнозувати залишковий ресурс вузлів локомотива?

86 У чому полягає недолік використання показника "кількість відмов на 1 млн км" як єдиного критерію надійності?

87 Чому показник "вартість життєвого циклу" об'єктивніше відображає якість роботи сервісного депо?

88 Які параметри використовуються для розрахунку оптимальної кількості сервісних центрів за теорією масового обслуговування?

89 Що таке "інтенсивність заявок" та "інтенсивність обслуговування" у багатоканальній СМО?

90 Від чого залежить середній час очікування ремонту при використанні

логістичних автотранспортних засобів?

91 Як територіальне розміщення локомотиворемонтних заводів впливає на час доставки МПВ?

92 Що таке "універсальна цифрова ремонтна позиція" та яке обладнання до неї входить?

93 Яку функцію виконують біометричні системи контролю та відеофіксації у цехах?

94 Які алгоритми забезпечують автоматичне формування лімітно-збірних відомостей?

95 Який механізм захисту застосовується в АСУ для недопущення використання деталей, що не передбачені техкартою?

96 Як впливає людський фактор на точність прогнозного планування у "доцифрову" епоху?

97 Що є джерелом первинної інформації для автоматизованого нарахування заробітної плати?

98 Як вирішується проблема комп'ютерної грамотності працівників при впровадженні АСУ?

99 Які підходи застосовуються для забезпечення кібербезпеки в інтранет-мережах сервісних компаній?

100 Чому метод "Свердління" є обов'язковим для мережевих графіків керівників?

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література:

1. Організація сервісу рухомого складу: Навч. посібник / В. Г. Пузир, О. С. Крашенінін, Д. С. Жалкін та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 139 с., рис. 24, табл. 5.

2. Крашенінін О. С., Яковлев С. С., Задесенець В. І. Обґрунтування критерію ефективності експлуатації локомотивів. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2020. Т. 25(4). С. 10 – 14.

3. Крашенінін О. С., Шapatіна О. О., Калитинська М. О., Лихоліт Я. В., Галюк Р. М. Обґрунтування стратегії організації ремонту локомотивів на основі наявних ресурсів. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2023. Т. 28(4). С. 78 – 85.

4. Крашенінін О. С., Мацегора Д. О., Польовий О. В., Пахомов М. В. Управління запасами при організації сервісу локомотивного парку. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2021. Вип. 196. С. 140 – 149.

5. Крашенінін О. С., Яковлев С. С., Шapatіна О. О., Турубара О. О. Територіальне закріплення локомотивних депо за сервісними центрами. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2018. № 5. С. 10 – 22.

6. Puglisi A. A joint framework for condition-based maintenance integrating

prognostics and imperfect maintenance effects. Politecnico di Milano, Master of Science in Mechanical Engineering. 2020. P. 180.

7. Dhillon B. S. Maintainability, maintenance, and reliability for engineers. CRC Press, Boca Raton, 2006. P. 240.

8. Márquez A. C. The maintenance management framework. Springer-Verlag, London, 2007. P. 333.

Додаткова література:

1. Tay S. I., Chuan L. T., Nor Aziati A. H., Nur Aziat Ahmad A. An overview of Industry 4.0: Definition, components and government initiatives. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2018. Vol. 10. pp. 1379 – 1387.

2. European Committee for Standardization. UNI EN 13306: Maintenance-Maintenance terminology. 2017.

3. Pham H., Wang H. Imperfect maintenance. *European Journal of Operational Research*. 1996. Vol. 94(3). pp. 425 – 438.

4. Hossain Md M., Purdy G. Integration of Industry 4.0 into Lean production systems: A systematic literature review. *Manufacturing Letters*. 2023. Vol. 35. pp. 1347 – 1357.

5. Wang J. Maintenance scheduling at high-speed train depots: An optimization approach. *Reliability Engineering and System Safety*. 2024. Vol. 243. 109809.

6. Baker K. R., Trietsch D. Principles of sequencing and scheduling. Wiley, 2018. P. 637.

7. Roda I., Macchi M. Maintenance concepts evolution: a comparative review towards advanced maintenance conceptualization. *Computers in Industry*. 2021. Vol. 133. 103531.

8. Farahani A., Tohidi H. Integrated optimization of quality and maintenance: A literature review. *Computers & Industrial Engineering*. 2021. Vol. 151. 106924.

9. Rokhforoz P., Fink O. Hierarchical multi-agent predictive maintenance scheduling for trains using price-based approach. *Computers & Industrial Engineering*. 2021. Vol. 159. 107475.

10. Zhu S., Dekker R., Jaarsveld W., Renjie R. W. et al. An improved method for forecasting spare parts demand using extreme value theory. *European Journal of Operational Research*. 2017. Vol. 261. pp. 169 – 181.

11. Hu Q., Chakhar S., Siraj S., Labib A. Spare parts classification in industrial manufacturing using the dominance-based rough set approach. *European Journal of Operational Research*. 2017. Vol. 262. pp. 1136 – 1163.

12. Reese J. Is Lean Production really lean? *Proceedings of a Joint German/US Conference. Under the Auspices of Deutsche Gesellschaft für Operations Research (DGOR), Operations Research Society of America (ORSA)*. 1993. pp. 49 – 70.

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Перелік обладнання.

Офлайн:

– комп'ютеризована лабораторія кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу, оснащена засобами для роботи з базами даних, імітації автоматизованих робочих місць (АРМ) розшифровки даних бортових мікропроцесорних систем управління (МСУ);

– мультимедійний проєктор.

Програмне забезпечення:

– табличні процесори (Microsoft Excel, LibreOffice Calc) з активованою надбудовою «Розв'язувач» для виконання оптимізаційних розрахунків, задач лінійного програмування, аналізу трендів та побудови мережевих графіків на практичних заняттях;

– відкрите програмне забезпечення для статистичного аналізу та обробки масивів даних.

Онлайн: платформа відеозв'язку Zoom для проведення лекційних та практичних занять у синхронному режимі. Активно використовуються функції демонстрації екрана для спільного розв'язання задач оптимізації виробничої програми, розрахунків незнижуваного запасу за теорією масового обслуговування, заповнення електронних діагностичних карт та візуалізації аналітики в реальному часі.

Система дистанційного навчання УкрДУЗТ (Moodle): платформа для асинхронної самостійної роботи здобувачів (do.kart.edu.ua). Забезпечує цілодобовий доступ до електронного навчального курсу, інтерактивних методичних матеріалів, а також є базою для завантаження завдань до практичних робіт та проведення автоматизованого модульного й підсумкового тестування.

Стандартне комп'ютерне обладнання (персональний комп'ютер або ноутбук) викладача та здобувачів вищої освіти, оснащене базовими засобами для відеоконференцій (веб-камера, мікрофон, динаміки/навушники) та підключене до мережі Інтернет із пропускну здатністю, достатньою для трансляції потокового відео.

Посилання на онлайн-курс: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=18648>

ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

ПІБ розробника: Михалків Сергій Васильович

Контактна інформація: 097-212-61-70

email: svm_m@kart.edu.ua

ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА, СУТЬ, ПІДПИС)

Протокол засідання кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу
№ 02 від 31 серпня 2026 р.

Завідувач кафедри
експлуатації та
ремонт рухомого
складу, проф.

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a rectangular box. The signature is stylized and appears to be 'V. Puzir'.

Володимир ПУЗИР