

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**для виконання лабораторних робіт**

**з освітнього компонента**

***«УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВИРОБНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ І  
РЕМОНТ ЕЛЕКТРИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ»***

**Харків – 2026**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки 21 вересня 2026 року, протокол № 2.

Рекомендуються для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей G3 «Електрична інженерія» (освітня програма «Електричний транспорт») та J7 «Залізничний транспорт» (освітня програма «Електровози та електропоїзди») всіх форм здобуття освіти.

Укладач

доц. В. П. Нерубацький

Рецензент

доц. Д. Л. Сушко

## ЗМІСТ

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП                                                                                       | 4  |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1                                                                        |    |
| Дослідження систем управління якістю на підприємстві                                        | 6  |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2                                                                        |    |
| Дослідження методів статистичного контролю якості                                           | 11 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3                                                                        |    |
| Дослідження методів стандартизації та сертифікації продукції                                | 15 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4                                                                        |    |
| Діагностування стану тягових електродвигунів електричного рухомого складу                   | 19 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5                                                                        |    |
| Визначення технічного стану вузлів електричного рухомого складу за результатами випробувань | 24 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6                                                                        |    |
| Аналіз відмов обладнання електричного рухомого складу та оцінка залишкового ресурсу         | 28 |
| ПІДГОТОВКА ДО ЗАХИСТУ ТА ПОРЯДОК ЗАХИСТУ                                                    |    |
| ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ                                                                          | 32 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ                                                                           | 34 |

## ВСТУП

Сучасний етап розвитку техніки й технологій характеризується неухильним зростанням вимог до якості продукції та послуг, їхньої безпеки, надійності, енергоефективності й екологічності. У цих умовах забезпечення високого рівня якості набуває стратегічного значення, оскільки саме воно визначає конкурентоспроможність підприємств, ефективність використання ресурсів і довіру споживачів. Якість формується на всіх стадіях життєвого циклу продукції – від проектування та виготовлення до експлуатації, технічного обслуговування та ремонту. Тому сучасна система управління якістю має охоплювати сукупність взаємопов'язаних процесів, спрямованих на досягнення стабільних результатів і безперервне вдосконалення діяльності [1].

Основою ефективного функціонування таких систем є процесний та системний підходи, що передбачають чітке визначення відповідальності, раціональне планування робіт, використання достовірної інформації та постійний моніторинг показників якості. Важливе значення має формування культури якості, за якої кожний учасник виробничого процесу усвідомлює власну відповідальність за кінцевий результат і бере активну участь у запобіганні виникненню дефектів. Реалізація принципів лідерства, орієнтації на споживача, прийняття рішень на основі фактів і безперервного поліпшення забезпечує стійкий розвиток організацій та їхню здатність адаптуватися до змін зовнішнього середовища.

Невід'ємними складовими сучасного забезпечення якості є стандартизація, сертифікація та застосування статистичних методів контролю [2]. Вони створюють нормативну й методичну основу для оцінювання відповідності продукції встановленим вимогам, уніфікації технологічних процесів і об'єктивного аналізу отриманих результатів. Використання статистичних інструментів дає змогу виявляти причини

варіації параметрів, своєчасно корегувати виробничі процеси та запобігати появі невідповідної продукції. Поєднання цих підходів сприяє підвищенню стабільності виробництва та забезпечує передумови для впровадження інноваційних технологій [3].

Особливої ваги набувають питання забезпечення якості під час експлуатації та ремонту складних електротехнічних систем. Їхня надійна робота залежить від своєчасного діагностування, обґрунтованого планування ремонтних заходів і впровадження сучасних методів оцінювання залишкового ресурсу. Розвиток засобів неруйнівного контролю, цифрових систем моніторингу та технологій оброблення даних відкриває нові можливості для прогнозування відмов і переходу до обслуговування за фактичним станом. Такий підхід дає змогу підвищити коефіцієнт готовності обладнання, знизити експлуатаційні витрати та забезпечити високий рівень безпеки його використання.

Цифрова трансформація виробничих і експлуатаційних процесів зумовлює інтеграцію інформаційних технологій із традиційними методами забезпечення якості. Автоматизовані системи збирання та аналізу даних, засоби підтримки прийняття рішень і сучасне програмне забезпечення підвищують оперативність та обґрунтованість управлінських дій. Це створює передумови для безперервного вдосконалення виробничих, експлуатаційних і ремонтних процесів на основі результатів контролю та діагностування [4].

Лабораторний практикум забезпечує поєднання теоретичних знань із їх практичним застосуванням. Виконання лабораторних досліджень сприяє набуттю навичок роботи з нормативною документацією, аналізу експериментальних даних, оцінювання показників якості та обґрунтування технічних рішень. Практичне опрацювання сучасних методів контролю, діагностування й аналізу надійності формує цілісне уявлення про забезпечення якості на всіх етапах життєвого циклу технічних систем.

# **Лабораторна робота 1**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

### **1.1 Мета лабораторної роботи**

Ознайомитися з принципами побудови та функціонування систем управління якістю на підприємстві, вивчити їхню структуру, основні процеси та документацію, набути навичок аналізу результативності системи управління якістю і розроблення пропозицій щодо її вдосконалення.

### **1.2 Теоретичні відомості для виконання лабораторної роботи**

Якість продукції та послуг є одним із ключових чинників ефективної діяльності підприємства і визначає його конкурентоспроможність, економічні показники та репутацію. Сучасне розуміння якості ґрунтується на ступені відповідності сукупності властивих характеристик продукції, процесу або послуги встановленим і очікуваним вимогам споживачів та інших заінтересованих сторін [1]. Забезпечення якості не обмежується контролем готової продукції, а охоплює всі етапи її життєвого циклу, починаючи від планування та проектування і закінчуючи експлуатацією та утилізацією.

Система управління якістю являє собою сукупність взаємопов'язаних елементів, що забезпечують формування політики та цілей у сфері якості, планування і реалізацію необхідних заходів, а також оцінювання їх результативності [4]. Її функціонування базується на принципах орієнтації на споживача, лідерства керівництва, залучення персоналу, процесного підходу, постійного поліпшення, прийняття рішень на основі достовірних даних та управління взаємовідносинами із заінтересованими сторонами.

Відповідно до процесного підходу діяльність підприємства розглядається як сукупність взаємопов'язаних процесів. Кожний процес

характеризується визначеними входами та виходами, необхідними ресурсами, показниками результативності, критеріями оцінювання та відповідальними особами. Взаємодія процесів забезпечує досягнення цілей підприємства, а їх систематичний аналіз створює передумови для виявлення резервів підвищення ефективності та якості.

Важливим інструментом безперервного поліпшення є цикл планування, виконання, перевірки та впливу. На етапі планування визначаються цілі, ресурси та методи їх досягнення; на етапі виконання реалізуються заплановані заходи; перевірка передбачає моніторинг і аналіз отриманих результатів; етап впливу полягає у впровадженні корегувальних дій та стандартизації досягнутих поліпшень. Застосування цього циклу забезпечує системність управління та стабільність функціонування підприємства [5].

Суттєвого значення набуває ризик-орієнтоване мислення, яке передбачає своєчасне виявлення потенційних невідповідностей, оцінювання їх наслідків і визначення заходів щодо попередження небажаних подій. Поряд із ризиками доцільно враховувати й можливості, реалізація яких сприяє підвищенню результативності процесів та розвитку підприємства.

Необхідною умовою ефективного функціонування системи управління якістю є належне документування діяльності [2]. Документована інформація охоплює політику та цілі у сфері якості, положення про структурні підрозділи, регламенти процесів, робочі інструкції, записи про результати контролю, аудитів і корегувальних дій. Упорядкована система документації забезпечує простежуваність процесів, однозначність вимог та збереження накопиченого досвіду. Внутрішні аудити є дієвим засобом оцінювання відповідності системи управління якістю встановленим вимогам і виявлення можливостей для її вдосконалення. Їх результати розглядаються керівництвом підприємства, яке приймає рішення щодо

корегувальних і запобіжних заходів [6]. Для кількісного оцінювання результативності системи застосовують показники якості продукції та послуг, ступінь задоволеності споживачів, характеристики процесів, рівень невідповідностей, витрати на забезпечення якості та інші критерії.

На підприємствах транспортної галузі система управління якістю має враховувати специфіку виробничих та експлуатаційних процесів, підвищені вимоги до безпеки руху, надійності технічних засобів і своєчасності виконання ремонтних робіт. Комплексне застосування принципів та методів управління якістю створює умови для стабільного функціонування підприємства, підвищення його ефективності та забезпечення високого рівня якості продукції й послуг.

### **1.3 Порядок виконання лабораторної роботи**

Для виконання лабораторної роботи здобувач вищої освіти повинен обрати підприємство залізничного транспорту (локомотивне або моторвагонне депо) чи підприємство міського електричного транспорту (трамвайне депо, тролейбусне депо або депо метрополітену), розташоване у населеному пункті проживання здобувача або у безпосередній близькості від нього. На підставі аналізу діяльності обраного підприємства необхідно дослідити особливості функціонування системи управління якістю, оцінити її результативність і розробити пропозиції щодо вдосконалення. Під час виконання лабораторної роботи необхідно виконати такі завдання:

- ознайомитися з основними напрямками діяльності обраного підприємства та зібрати відомості, необхідні для виконання роботи;
- визначити основні, допоміжні та управлінські процеси підприємства, установити їх взаємозв'язки й подати результати у вигляді схеми взаємодії процесів;
- проаналізувати організаційну структуру управління якістю, розподіл відповідальності та наявну документовану інформацію, що регламентує виконання процесів;

- оцінити відповідність функціонування системи управління якістю основним принципам управління якістю, визначити її сильні сторони та можливі невідповідності;
- розробити обґрунтовані пропозиції щодо підвищення результативності системи управління якістю підприємства;
- оформити звіт за результатами виконаної роботи та сформулювати висновки.

### **Питання до захисту лабораторної роботи**

- 1 Що розуміють під системою управління якістю?
- 2 Які принципи покладено в основу сучасних систем управління якістю?
- 3 У чому полягає сутність процесного підходу?
- 4 Які основні групи процесів виділяють у системі управління якістю підприємства?
- 5 Що розуміють під входами та виходами процесу і які функції вони виконують?
- 6 Яке призначення циклу планування, виконання, перевірки і впливу?
- 7 У чому полягає сутність ризик-орієнтованого мислення та яке його значення для функціонування системи управління якістю?
- 8 Які види документованої інформації використовують у системі управління якістю?
- 9 Яку роль відіграє політика у сфері якості у функціонуванні та розвитку системи управління якістю підприємства?
- 10 З якою метою встановлюють цілі у сфері якості та які вимоги висувають до їх формулювання?
- 11 Яке призначення внутрішніх аудитів у системі управління якістю та які завдання вони дають змогу вирішувати?

12 У чому полягає принцип орієнтації діяльності підприємства на споживача та як він впливає на формування політики у сфері якості й підвищення задоволеності споживачів?

13 Які функції виконує керівництво підприємства у системі управління якістю?

14 Які заходи належать до корегувальних і запобіжних дій у системі управління якістю та в чому полягає їх призначення?

15 Які етапи включає процес проведення внутрішнього аудиту системи управління якістю?

16 У чому полягає відмінність між корегувальними та запобіжними діями?

17 Чому залучення персоналу є важливою передумовою результативного функціонування системи управління якістю?

18 Які переваги забезпечує застосування процесного підходу в управлінні якістю?

19 З якою метою встановлюють показники результативності процесів?

20 Чому необхідно забезпечувати простежуваність документованої інформації?

21 За якими показниками оцінюють результативність системи управління якістю?

22 Які ризики враховують під час функціонування системи управління якістю?

23 Які особливості має система управління якістю на транспортному підприємстві?

24 Які заходи забезпечують безперервне поліпшення системи управління якістю?

25 Як результати аналізу системи управління якістю використовують для її вдосконалення?

## **Лабораторна робота 2**

# **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ**

### **2.1 Мета лабораторної роботи**

Ознайомитися з основними методами статистичного контролю якості, набути навичок збирання та статистичного опрацювання даних, оцінювання стабільності технологічних процесів і прийняття обґрунтованих рішень щодо забезпечення та підвищення якості продукції й послуг.

### **2.2 Теоретичні відомості для виконання лабораторної роботи**

Статистичний контроль якості є невід'ємною складовою сучасних систем управління якістю. Його основним призначенням є отримання об'єктивної інформації про стан технологічних процесів і характеристики продукції чи послуг, своєчасне виявлення відхилень та прийняття обґрунтованих рішень щодо їх усунення [1]. Використання статистичних методів дає змогу зменшити обсяг суцільного контролю, підвищити ефективність виробничих процесів і забезпечити стабільність показників якості. Залежно від поставлених завдань застосовують методи статистичного приймального контролю, поточного контролю процесів та аналізу даних, отриманих у процесі виробництва й експлуатації [6].

Основою статистичного аналізу є поняття генеральної сукупності та вибірки. Генеральна сукупність охоплює всі об'єкти або результати спостережень, що становлять інтерес для дослідника, тоді як вибірка є їх частиною, відібраною за певними правилами. Важливою вимогою до вибірки є її репрезентативність, тобто здатність достовірно відображати властивості генеральної сукупності. Для цього необхідно забезпечити випадковість відбору, достатній обсяг вибірки та однорідність умов проведення вимірювань. Недотримання цих вимог може призвести до систематичних похибок і помилкових висновків.

Для кількісного опису показників якості використовують статистичні характеристики: середнє значення, медіану, розмах, дисперсію та середньоквадратичне відхилення. Вони дають змогу оцінити центральну тенденцію та ступінь розсіювання результатів, порівнювати різні сукупності даних і виявляти аномальні спостереження [7]. Наочне уявлення про розподіл показників забезпечують гістограми, а для встановлення найбільш значущих причин виникнення дефектів застосовують діаграми Парето. Причинно-наслідкові діаграми використовують для систематизації та аналізу факторів, що впливають на якість продукції або послуг.

Одним із найефективніших засобів поточного статистичного контролю є контрольні карти. Вони відображають зміну показників якості в часі та містять центральну лінію і контрольні межі, у межах яких процес вважається статистично керованим [4]. Вихід точок за контрольні межі або поява характерних закономірностей їх розташування свідчать про дію спеціальних причин варіації та необхідність корегувальних заходів. Застосування контрольних карт дозволяє відрізнити випадкові коливання від систематичних відхилень і підтримувати процес у стабільному стані.

Варіація показників якості зумовлюється сукупністю випадкових і спеціальних причин. Випадкові причини притаманні будь-якому процесу та не можуть бути повністю усунені, тоді як спеціальні причини пов'язані з конкретними порушеннями умов його перебігу. Виявлення й усунення таких причин є важливим завданням статистичного контролю. Результати статистичного аналізу використовують для оцінювання стабільності процесів, розроблення заходів щодо підвищення якості продукції та послуг, а також для безперервного вдосконалення діяльності підприємства.

### **2.3 Порядок виконання лабораторної роботи**

Для виконання лабораторної роботи здобувач вищої освіти повинен обрати підприємство залізничного транспорту (локомотивне або

моторвагонне депо) чи підприємство міського електричного транспорту (трамвайне депо, тролейбусне депо або депо метрополітену), розташоване у населеному пункті проживання здобувача або в безпосередній близькості до нього. На підставі аналізу діяльності обраного підприємства необхідно дослідити застосування методів статистичного контролю якості, оцінити стабільність одного з технологічних процесів та розробити пропозиції щодо його вдосконалення. Під час виконання лабораторної роботи необхідно виконати такі завдання:

- ознайомитися з особливостями діяльності обраного підприємства та визначити технологічний процес, показники якості якого підлягатимуть статистичному аналізу;

- сформувати репрезентативну вибірку значень одного або декількох показників якості за результатами спостережень, вимірювань або на підставі наявної технічної документації;

- обчислити основні статистичні характеристики вибраних показників якості та подати результати у табличній формі;

- побудувати гістограму розподілу та контрольну карту досліджуваного показника, проаналізувати характер його варіації та оцінити стабільність процесу;

- визначити можливі причини виявлених відхилень і запропонувати заходи щодо підвищення стабільності та якості процесу;

- оформити звіт за результатами виконаної роботи та сформулювати висновки.

### **Питання до захисту лабораторної роботи**

1 У чому полягає сутність статистичного контролю якості та які завдання він вирішує?

2 Що розуміють під генеральною сукупністю та вибіркою?

3 Які вимоги висувають до формування репрезентативної вибірки?

4 Які статистичні характеристики використовують для оцінювання показників якості та яке їх призначення?

5 У чому полягає відмінність між дисперсією та середньоквадратичним відхиленням?

6 Яке призначення гістограм у статистичному контролі якості?

7 Для чого застосовують діаграми Парето?

8 Яке призначення причинно-наслідкових діаграм та які групи чинників вони охоплюють?

9 Які елементи містить контрольна карта?

10 Які вимоги висувають до контрольних карт?

11 За яких умов технологічний процес є статистично керованим?

12 Які ознаки свідчать про наявність спеціальних причин варіації?

13 Чим відрізняються випадкові та спеціальні причини варіації?

14 Які переваги забезпечує застосування статистичних методів контролю якості?

15 Як результати статистичного аналізу використовують для вдосконалення процесів?

16 Які рішення можуть бути прийняті за результатами статистичного контролю якості?

17 Яке призначення приймального статистичного контролю?

18 Чому необхідно забезпечувати випадковість відбору даних?

19 Яку інформацію надає медіана вибірки?

20 Яка сутність поточного статистичного контролю процесів?

21 Як інтерпретують вихід точок за контрольні межі?

22 Які чинники визначають стабільність технологічного процесу?

23 З якою метою аналізують структуру дефектів продукції?

24 Які заходи сприяють зменшенню варіації показників якості?

25 Які обмеження має застосування статистичних методів контролю якості?

## **Лабораторна робота 3**

# **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ**

### **3.1 Мета лабораторної роботи**

Ознайомитися з основними принципами та методами стандартизації й сертифікації продукції, набути навичок аналізу нормативних документів, оцінювання відповідності продукції встановленим вимогам і обґрунтування заходів щодо забезпечення її якості та безпеки.

### **3.2 Теоретичні відомості для виконання лабораторної роботи**

Стандартизація є діяльністю, спрямованою на встановлення положень для загального та багаторазового застосування з метою досягнення оптимального ступеня впорядкованості у певній сфері [6]. Її основними завданнями є забезпечення належного рівня якості та безпеки продукції, взаємозамінності та сумісності виробів, раціонального використання матеріальних і енергетичних ресурсів, а також усунення технічних бар'єрів у торгівлі. Вона ґрунтується на принципах відкритості, прозорості, досягнення згоди між заінтересованими сторонами та врахування сучасного рівня розвитку науки і техніки.

Результатом діяльності у сфері стандартизації є нормативні документи, до яких належать міжнародні, регіональні та національні стандарти, а також стандарти підприємств. У них установлюють вимоги до продукції, процесів, послуг, методів випробувань, правил маркування, пакування, транспортування та зберігання. Важливим напрямом сучасної стандартизації є гармонізація національних стандартів із міжнародними, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції та розширенню можливостей міжнародного співробітництва [2].

У практиці стандартизації широко застосовують уніфікацію, типізацію та агрегування. Уніфікація передбачає скорочення

необґрунтованого різноманіття виробів, типізація полягає у встановленні типових конструктивних і технологічних рішень, а агрегування забезпечує створення виробів із взаємозамінних уніфікованих складових частин. Використання цих методів сприяє підвищенню якості продукції, зниженню витрат на її виготовлення та спрощенню технічного обслуговування і ремонту. Поряд зі стандартами застосовують технічні регламенти, які встановлюють обов'язкові вимоги щодо безпеки продукції та пов'язаних із нею процесів [7]. Доведення відповідності цим вимогам здійснюється в межах процедур оцінювання відповідності. До основних форм такого оцінювання належать випробування, інспектування, декларування відповідності та сертифікація. Їх проведення має ґрунтуватися на принципах компетентності, неупередженості, незалежності та простежуваності результатів.

Сертифікація є однією з найважливіших форм підтвердження відповідності. Вона включає подання заявки, аналіз технічної документації, відбір зразків, проведення випробувань, оцінювання виробництва та прийняття рішення щодо видачі сертифіката. Упродовж строку дії сертифіката може здійснюватися інспекційний контроль, спрямований на підтвердження стабільності характеристик продукції. Випробування та оцінювання проводяться компетентними органами та акредитованими лабораторіями, що забезпечує достовірність і визнання отриманих результатів [2].

Для підприємств залізничного та міського електричного транспорту стандартизація і сертифікація мають особливе значення, оскільки вони забезпечують безпеку руху, надійність технічних засобів, єдність вимог до їх виготовлення, ремонту й експлуатації. Їх ефективне застосування сприяє підвищенню якості продукції та послуг, оптимізації виробничих процесів, зниженню експлуатаційних витрат і зміцненню довіри споживачів. Отже, стандартизація та сертифікація є важливими інструментами управління

якістю та безперервного вдосконалення діяльності транспортних підприємств.

### **3.3 Порядок виконання лабораторної роботи**

Для виконання лабораторної роботи здобувач вищої освіти повинен обрати підприємство залізничного транспорту (локомотивне або моторвагонне депо) чи підприємство міського електричного транспорту (трамвайне депо, тролейбусне депо або депо метрополітену), розташоване у населеному пункті проживання здобувача або в безпосередній близькості до нього. На підставі аналізу діяльності обраного підприємства необхідно дослідити особливості застосування стандартів і процедур оцінювання відповідності, а також оцінити їх вплив на забезпечення якості та безпеки продукції, робіт або послуг. Під час виконання лабораторної роботи необхідно виконати такі завдання:

- ознайомитися з основними напрямками діяльності обраного підприємства та визначити продукцію, процес або послугу, що будуть предметом дослідження;
- установити нормативні документи, вимоги яких поширюються на обраний об'єкт, і проаналізувати їх основні положення;
- дослідити порядок підтвердження відповідності обраного об'єкта встановленим вимогам, визначивши застосовувані форми та процедури оцінювання відповідності;
- проаналізувати роль стандартизації та сертифікації у забезпеченні якості, безпеки та надійності обраного об'єкта;
- розробити пропозиції щодо вдосконалення застосування нормативних документів і процедур оцінювання відповідності на підприємстві;
- оформити звіт за результатами виконаної роботи та сформулювати висновки.

## **Питання до захисту лабораторної роботи**

- 1 Що таке стандартизація?
- 2 Які завдання стандартизації?
- 3 На яких принципах ґрунтується стандартизація?
- 4 Які види нормативних документів застосовують у сфері стандартизації та яке їх основне призначення?
- 5 Що таке стандарт і які вимоги він може встановлювати?
- 6 Що таке технічний регламент?
- 7 У чому полягає гармонізація стандартів?
- 8 Що таке уніфікація?
- 9 У чому сутність типізації?
- 10 Що таке агрегатування?
- 11 Що розуміють під оцінюванням відповідності та з якою метою його проводять?
- 12 Які форми оцінювання відповідності існують?
- 13 На яких принципах ґрунтується оцінювання відповідності?
- 14 Що таке сертифікація продукції?
- 15 Які етапи сертифікації продукції?
- 16 Коли застосовують добровільну сертифікацію?
- 17 Яке призначення інспекційного контролю?
- 18 Які функції виконують випробувальні лабораторії?
- 19 Для чого проводять акредитацію лабораторій?
- 20 Яке значення має сертифікат відповідності?
- 21 Як стандартизація впливає на якість продукції?
- 22 Як стандартизація сприяє взаємозамінності виробів?
- 23 Чому простежуваність результатів є важливим принципом оцінювання відповідності?
- 24 Як сертифікація впливає на довіру споживачів?
- 25 Яке значення стандартизації для транспорту?

## **Лабораторна робота 4**

### **ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

#### **4.1 Мета лабораторної роботи**

Ознайомитися з основними методами технічного діагностування тягових електродвигунів електричного рухомого складу, набути навичок аналізу діагностичних параметрів, оцінювання технічного стану електродвигунів і формулювання висновків щодо їх подальшої експлуатації та необхідності проведення ремонтних заходів.

#### **4.2 Теоретичні відомості для виконання лабораторної роботи**

Тягові електродвигуни належать до найвідповідальніших елементів електричного рухомого складу, оскільки вони забезпечують перетворення електричної енергії на механічну та безпосередньо визначають тягові й енергетичні показники рухомого складу. Надійність їх роботи істотно впливає на безпеку руху, регулярність перевезень та економічність експлуатації. У процесі роботи електродвигуни зазнають дії змінних механічних навантажень, теплових впливів, вібрації, вологи та забруднення, що з часом призводить до погіршення їх технічного стану.

Технічне діагностування являє собою сукупність методів, засобів і процедур, призначених для визначення технічного стану об'єкта та виявлення дефектів без порушення його працездатності або з мінімальним втручанням у конструкцію. Основними завданнями діагностування є своєчасне виявлення несправностей, оцінювання ступеня їх розвитку, прогнозування залишкового ресурсу та прийняття обґрунтованих рішень щодо подальшої експлуатації, технічного обслуговування чи ремонту [8].

За способом отримання інформації розрізняють органолептичні, електричні, теплові, вібраційні та інші методи діагностування. Електричні

методи передбачають вимірювання опору ізоляції, струмів, напруг і параметрів обмоток. Теплові методи ґрунтуються на контролі температурних полів, а вібраційні – на аналізі коливань, що виникають під час роботи електродвигуна. Комплексне застосування різних методів забезпечує найбільш повну та достовірну інформацію про технічний стан обладнання.

Діагностування тягових електродвигунів нерозривно пов'язане з поняттям діагностичної моделі, яка встановлює зв'язок між технічним станом об'єкта та вимірюваними параметрами. Вибір діагностичних параметрів має забезпечувати достатню чутливість до можливих дефектів, стабільність результатів вимірювань і можливість їх порівняння в часі [9]. Важливо, щоб діагностичні параметри були інформативними та давали змогу однозначно ідентифікувати характер несправності. Для цього використовують як граничні значення показників, так і трендовий аналіз їх зміни. Поєднання цих підходів підвищує достовірність оцінювання технічного стану та знижує ймовірність помилкових рішень.

Ефективність діагностування значною мірою залежить від правильності організації вимірювань і дотримання встановлених методик їх проведення. Вимірювальні засоби мають бути справними, повіреними та забезпечувати необхідну точність. Результати діагностування доцільно накопичувати у відповідних базах даних, що дає змогу аналізувати зміни технічного стану впродовж тривалого періоду експлуатації та вдосконалювати систему технічного обслуговування. Використання таких даних сприяє підвищенню експлуатаційної надійності тягових електродвигунів і раціональному плануванню ремонтних робіт.

Важливими діагностичними ознаками є зміна опору ізоляції, підвищення температури обмоток і підшипникових вузлів, збільшення рівня вібрації, поява сторонніх шумів та відхилення електричних параметрів від номінальних значень. Аналіз динаміки цих показників дає змогу не лише

виявляти наявні дефекти, а й оцінювати швидкість їх розвитку. На цій основі здійснюють прогнозування залишкового ресурсу та планування ремонтних заходів. Сучасні системи технічного діагностування дедалі ширше використовують цифрові засоби вимірювання, автоматизований збір даних і комп'ютерні методи їх оброблення. Це створює умови для переходу від планово-попереджувальної системи обслуговування до обслуговування за фактичним технічним станом, що сприяє підвищенню коефіцієнта готовності рухомого складу та зниженню експлуатаційних витрат [10].

Отже, технічне діагностування тягових електродвигунів є важливим інструментом забезпечення їх надійної та безпечної роботи. Знання принципів, методів і засобів діагностування дає змогу своєчасно виявляти дефекти, запобігати відмовам і підтримувати високий рівень експлуатаційної надійності електричного рухомого складу.

### **4.3 Порядок виконання лабораторної роботи**

Для виконання лабораторної роботи здобувач вищої освіти повинен обрати тяговий електродвигун електровоза, електропоїзда, вагона метрополітену, трамвая або тролейбуса, що експлуатується на підприємстві залізничного чи міського електричного транспорту, розташованому у населеному пункті проживання здобувача або в безпосередній близькості до нього. На підставі аналізу технічної документації, результатів діагностування та відомостей про умови експлуатації необхідно оцінити технічний стан електродвигуна і сформулювати висновки щодо його подальшої експлуатації. Під час виконання лабораторної роботи необхідно виконати такі завдання:

- ознайомитися з конструкцією, технічними характеристиками та умовами роботи обраного тягового електродвигуна;
- визначити перелік діагностичних параметрів, що характеризують його технічний стан, і обґрунтувати вибір методів їх контролю;

- проаналізувати результати вимірювань або діагностичних випробувань та виявити можливі ознаки дефектів;
- оцінити технічний стан електродвигуна за сукупністю діагностичних показників;
- сформулювати рекомендації щодо подальшої експлуатації, технічного обслуговування або ремонту електродвигуна;
- оформити звіт за результатами виконаної роботи та сформулювати висновки.

### **Питання до захисту лабораторної роботи**

- 1 Що розуміють під технічним діагностуванням і яка його мета?
- 2 Які основні завдання вирішують під час діагностування тягових електродвигунів?
- 3 Чому тягові електродвигуни належать до найбільш відповідальних вузлів електричного рухомого складу?
- 4 Які експлуатаційні чинники найбільше впливають на технічний стан тягових електродвигунів?
- 5 Які методи застосовують для діагностування тягових електродвигунів та в чому полягають їх особливості?
- 6 Які параметри використовують для оцінювання стану ізоляції обмоток електродвигуна?
- 7 З якою метою проводять вимірювання опору ізоляції обмоток?
- 8 За якими зовнішніми та вимірюваними ознаками можна виявити перегрів тягового електродвигуна?
- 9 Які причини можуть спричинити підвищену вібрацію двигуна?
- 10 Яке призначення вібраційного контролю під час діагностування електродвигунів?
- 11 Які дефекти тягового електродвигуна дають змогу виявити теплові методи контролю?

12 У чому полягає сутність комплексного діагностування електродвигунів?

13 Для чого аналізують зміну діагностичних параметрів у процесі експлуатації?

14 Що називають діагностичною ознакою технічного стану об'єкта?

15 Які переваги має неруйнівне діагностування порівняно з розбірними методами контролю?

16 З якою метою здійснюють прогнозування залишкового ресурсу електродвигуна?

17 Які вихідні дані необхідні для об'єктивного оцінювання технічного стану електродвигуна?

18 Які функції виконують автоматизовані системи технічного діагностування?

19 Як результати діагностування впливають на надійність рухомого складу?

20 Які рішення щодо експлуатації та ремонту приймають за результатами діагностування?

21 Чому своєчасне виявлення дефектів є важливим для безпечної експлуатації?

22 Як умови експлуатації впливають на інтенсивність зношування електродвигуна?

23 Які несправності найчастіше виникають у підшипникових вузлах електродвигунів?

24 У чому полягають переваги технічного обслуговування за фактичним станом?

25 Яке значення має технічне діагностування тягових електродвигунів для забезпечення безпеки руху електричного рухомого складу?

## **Лабораторна робота 5**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ**

#### **5.1 Мета лабораторної роботи**

Ознайомитися з видами та методами випробувань вузлів електричного рухомого складу, набути навичок аналізу їх результатів, оцінювання технічного стану досліджуваних вузлів і формулювання обґрунтованих висновків щодо можливості подальшої експлуатації, технічного обслуговування або ремонту.

#### **5.2 Теоретичні відомості для виконання лабораторної роботи**

Випробування вузлів електричного рухомого складу є одним із найважливіших засобів оцінювання їх технічного стану, підтвердження працездатності та забезпечення безпеки експлуатації [9]. Їх проводять під час виготовлення, після ремонту, у процесі технічного обслуговування та в ході експлуатації. Результати випробувань дають змогу своєчасно виявляти відхилення від установлених норм, оцінювати ступінь зношування елементів конструкції та приймати обґрунтовані рішення щодо подальшого використання обладнання.

Залежно від мети розрізняють приймально-здавальні, періодичні, типові, ресурсні та експлуатаційні випробування. Кожний вид має свої завдання, програму та критерії оцінювання. Під час випробувань контролюють електричні, механічні, теплові та інші параметри, що характеризують технічний стан вузла [10]. Виміряні значення порівнюють із нормативними або паспортними даними, а також з результатами попередніх перевірок.

Достовірність висновків значною мірою залежить від правильності організації випробувань. Вимірювальні засоби мають бути повіреними та

забезпечувати необхідну точність, а умови проведення випробувань – відповідати встановленим вимогам. Важливим є також дотримання єдиної методики вимірювань, що забезпечує зіставність отриманих результатів і можливість аналізу зміни технічного стану в часі.

Важливою складовою випробувань є встановлення критеріїв оцінювання технічного стану. Такими критеріями можуть бути гранично допустимі значення контрольованих параметрів, швидкість їх зміни або сукупність кількох показників. Правильний вибір критеріїв забезпечує об'єктивність висновків і уніфікацію підходів до оцінювання результатів випробувань.

Під час аналізу результатів випробувань необхідно враховувати можливі похибки вимірювань та вплив зовнішніх чинників, зокрема температури навколишнього середовища, режиму навантаження й тривалості роботи обладнання. Урахування цих факторів дає змогу підвищити достовірність оцінювання технічного стану вузлів і уникнути помилкових висновків щодо їх працездатності та залишкового ресурсу [11].

Під час оцінювання технічного стану необхідно враховувати не лише абсолютні значення контрольованих параметрів, а й характер їх зміни. Тенденція до погіршення показників може свідчити про розвиток дефекту навіть у разі, коли значення параметрів ще не досягли гранично допустимих величин. Тому результати випробувань доцільно аналізувати комплексно, з урахуванням умов експлуатації та попередньої історії роботи обладнання.

Сучасні системи випробувань широко використовують цифрові засоби вимірювання, автоматизоване збирання та оброблення даних. Це підвищує оперативність і точність оцінювання технічного стану, створює умови для прогнозування залишкового ресурсу та переходу до технічного обслуговування за фактичним станом. Використання таких підходів сприяє підвищенню надійності й економічності експлуатації електричного рухомого складу [10].

Отже, результати випробувань є важливим джерелом інформації про технічний стан вузлів електричного рухомого складу. Їх кваліфікований аналіз забезпечує своєчасне виявлення несправностей, запобігання відмовам і підтримання високого рівня безпеки та експлуатаційної надійності транспортних засобів.

### **5.3 Порядок виконання лабораторної роботи**

Для виконання лабораторної роботи здобувач вищої освіти повинен обрати вузол електричного рухомого складу, що перебуває в експлуатації на підприємстві залізничного або міського електричного транспорту, розташованому у населеному пункті проживання здобувача або в безпосередній близькості до нього. На підставі результатів випробувань, технічної документації та відомостей про умови експлуатації необхідно оцінити технічний стан обраного вузла та обґрунтувати висновки щодо його подальшого використання. Під час виконання лабораторної роботи необхідно виконати такі завдання:

- ознайомитися з призначенням, конструкцією та умовами роботи обраного вузла;
- визначити види випробувань, установити перелік контрольованих параметрів та обґрунтувати їх інформативність для оцінювання технічного стану досліджуваного вузла;
- проаналізувати результати випробувань і порівняти їх з нормативними або паспортними значеннями;
- оцінити технічний стан вузла з урахуванням умов його експлуатації та попередніх результатів контролю;
- сформулювати рекомендації щодо подальшої експлуатації, технічного обслуговування або ремонту досліджуваного вузла;
- оформити звіт за результатами виконаної роботи та сформулювати висновки.

## **Питання до захисту лабораторної роботи**

- 1 Яка мета випробувань вузлів електричного рухомого складу?
- 2 Які види випробувань застосовують для вузлів електричного рухомого складу?
- 3 Чим відрізняються приймально-здавальні та періодичні випробування?
- 4 Які параметри контролюють під час випробувань?
- 5 Навіщо слід дотримуватися методики проведення випробувань?
- 6 Які вимоги ставлять до засобів вимірювань?
- 7 Що називають критерієм оцінювання технічного стану?
- 8 За якими ознаками обирають критерії оцінювання?
- 9 Чому необхідно враховувати похибки вимірювань?
- 10 Як умови проведення впливають на результати випробувань?
- 11 Для чого результати випробувань порівнюють із нормативними значеннями?
- 12 Чому важливо аналізувати зміну параметрів у часі?
- 13 У чому полягає комплексний аналіз результатів випробувань?
- 14 Які відомості беруть до уваги під час оцінки стану вузла?
- 15 У чому полягає сутність експлуатаційних випробувань?
- 16 З якою метою проводять ресурсні випробування?
- 17 Які функції виконують автоматизовані системи випробувань?
- 18 Які дані випробувань є підставою для призначення ремонту?
- 19 Які ознаки свідчать про погіршення технічного стану вузла?
- 20 Для чого зберігають результати попередніх випробувань?
- 21 Які переваги має обслуговування за технічним станом?
- 22 Як випробування впливають на надійність рухомого складу?
- 23 Які рішення приймають за результатами випробувань?
- 24 Яке значення мають випробування для безпеки руху?
- 25 Чому важливо своєчасно виявляти відхилення параметрів?

## **Лабораторна робота 6**

### **АНАЛІЗ ВІДМОВ ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ТА ОЦІНКА ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ**

#### **6.1 Мета лабораторної роботи**

Ознайомитися з підходами до аналізу причин і закономірностей виникнення відмов обладнання електричного рухомого складу, набути навичок оцінювання їх наслідків та визначення залишкового ресурсу елементів і вузлів на підставі даних про їх технічний стан та умови експлуатації.

#### **6.2 Теоретичні відомості для виконання лабораторної роботи**

Відмова обладнання є подією, унаслідок якої об'єкт повністю або частково втрачає здатність виконувати задані функції. Аналіз відмов дає змогу встановити їх причини, виявити закономірності виникнення та розробити заходи, спрямовані на підвищення надійності електричного рухомого складу. Особливого значення набуває систематизація відмов за їх характером, наслідками та умовами виникнення, оскільки це забезпечує обґрунтоване планування профілактичних і ремонтних заходів.

Причинами відмов можуть бути конструктивні недоліки, виробничі дефекти, порушення правил експлуатації, природне старіння матеріалів, а також дія несприятливих зовнішніх факторів. Практика експлуатації показує, що в багатьох випадках відмови мають комплексний характер і є наслідком одночасної дії кількох причин [10]. Тому під час їх аналізу важливо враховувати умови роботи обладнання, режими навантаження та історію попередніх ремонтів.

Оцінювання залишкового ресурсу полягає у визначенні часу або напрацювання, протягом якого обладнання здатне зберігати працездатність із заданою ймовірністю. Для цього використовують результати

спостережень за зміною технічного стану, статистичні дані про надійність, а також моделі деградації основних елементів. Такий підхід дає змогу переходити від регламентних ремонтів до гнучкого планування технічного обслуговування з урахуванням фактичного стану обладнання.

Важливою складовою аналізу є визначення критичних елементів, відмови яких можуть спричинити найбільші економічні втрати або загрозу безпеці руху. Зосередження уваги на таких елементах дає змогу раціонально розподіляти ресурси, підвищувати ефективність технічного обслуговування та зменшувати ризик раптових відмов.

Під час аналізу відмов важливо встановити не лише безпосередню причину несправності, а й послідовність подій, що призвела до її виникнення. Такий підхід дає змогу виявити слабкі місця конструкції, недоліки організації технічного обслуговування або порушення умов експлуатації [9]. Результати аналізу використовують для корегування експлуатаційної документації, удосконалення конструкції та підвищення ефективності профілактичних заходів.

Оцінювання залишкового ресурсу доцільно здійснювати з урахуванням ступеня відповідальності обладнання та можливих наслідків його відмови. Для найбільш відповідальних вузлів доцільно застосовувати консервативні підходи до прогнозування, поєднуючи результати розрахунків із даними діагностування та експлуатаційним досвідом. Це забезпечує підвищення достовірності прогнозу та обґрунтованість рішень щодо подальшої експлуатації обладнання.

Сучасні інформаційні технології дають змогу накопичувати й обробляти великі масиви експлуатаційних даних, виявляти приховані тенденції та прогнозувати технічний стан обладнання [11]. Поєднання результатів аналізу відмов з оцінюванням залишкового ресурсу є основою для впровадження ризик-орієнтованих підходів до управління надійністю електричного рухомого складу.

Отже, аналіз причин відмов і визначення залишкового ресурсу є важливими складовими системи забезпечення надійності електричного рухомого складу. Їх застосування дає змогу своєчасно виявляти несприятливі тенденції, обґрунтовано планувати технічне обслуговування та підтримувати належний рівень безпеки експлуатації.

### **6.3 Порядок виконання лабораторної роботи**

Для виконання лабораторної роботи здобувач вищої освіти повинен обрати вузол або агрегат електричного рухомого складу, що експлуатується на підприємстві залізничного чи міського електричного транспорту, розташованому у населеному пункті проживання здобувача або в безпосередній близькості від нього. На підставі відомостей про відмови, умови експлуатації, результати технічного обслуговування та ремонту необхідно проаналізувати причини виникнення несправностей і оцінити залишковий ресурс досліджуваного об'єкта. Під час виконання лабораторної роботи необхідно виконати такі завдання:

- ознайомитися з призначенням, конструкцією та умовами роботи обраного вузла або агрегату;
- зібрати та систематизувати відомості про виявлені відмови, умови їх виникнення і виконані відновлювальні заходи;
- проаналізувати можливі причини відмов та встановити чинники, що найбільше впливають на їх виникнення;
- оцінити технічний стан і визначити залишковий ресурс досліджуваного об'єкта з урахуванням наявних експлуатаційних даних;
- розробити рекомендації щодо підвищення надійності, запобігання повторним відмовам та раціонального планування технічного обслуговування;
- оформити звіт за результатами виконаної роботи та сформулювати висновки.

## **Питання до захисту лабораторної роботи**

- 1 Що називають відмовою технічного об'єкта?
- 2 Які основні види відмов розрізняють?
- 3 Які чинники можуть спричинити відмову обладнання?
- 4 Чому важливо аналізувати причини відмов?
- 5 Які відомості використовують для аналізу відмов?
- 6 Що розуміють під надійністю технічного об'єкта?
- 7 Що називають залишковим ресурсом?
- 8 Для чого визначають залишковий ресурс обладнання?
- 9 Які дані використовують для оцінювання залишкового ресурсу?
- 10 Як умови експлуатації впливають на ресурс обладнання?
- 11 Чому необхідно враховувати історію ремонтів?
- 12 Які елементи обладнання відносять до критичних і за якими ознаками їх визначають?
- 13 Для чого виділяють критичні елементи обладнання?
- 14 У чому полягає сутність деградації технічного стану?
- 15 Яке значення має статистика відмов?
- 16 Для чого прогнозують технічний стан обладнання?
- 17 Які переваги має обслуговування за фактичним станом?
- 18 Які заходи дають змогу зменшити ймовірність повторних відмов обладнання?
- 19 Які рішення приймають за результатами оцінювання ресурсу?
- 20 Чому важливо своєчасно виявляти ознаки деградації?
- 21 Яке значення мають експлуатаційні дані?
- 22 Як результати аналізу відмов використовують на практиці?
- 23 Чому необхідно вести облік відмов обладнання?
- 24 Як оцінювання ресурсу впливає на безпеку руху?
- 25 Яке значення має аналіз відмов для підвищення надійності та безпеки експлуатації рухомого складу?

## **ПІДГОТОВКА ДО ЗАХИСТУ ТА ПОРЯДОК ЗАХИСТУ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

Після завершення виконання лабораторної роботи здобувач вищої освіти оформлює звіт відповідно до встановлених вимог та подає його викладачеві для перевірки. До захисту допускаються роботи, виконані в повному обсязі та такі, що містять усі передбачені розрахунки, графічні матеріали, результати досліджень, їх аналіз і обґрунтовані висновки. Звіт має бути оформлений акуратно, із дотриманням єдиного стилю подання матеріалу, містити необхідні структурні елементи й забезпечувати можливість простежити послідовність виконання всіх етапів дослідження. У разі виявлення помилок, неповного виконання індивідуального завдання або недотримання вимог до оформлення звіт повертається здобувачеві для доопрацювання.

Підготовка до захисту лабораторної роботи передбачає не лише повторення теоретичного матеріалу, а й глибоке осмислення отриманих результатів. Здобувач повинен опрацювати теоретичні відомості, наведені у відповідному розділі методичних вказівок, повторити основні поняття, принципи та методи, що використовувалися під час виконання роботи, проаналізувати застосовані розрахункові залежності й усвідомити фізичний зміст визначених параметрів. Особливу увагу слід приділити встановленню взаємозв'язку між теоретичними положеннями, результатами розрахунків і практичними аспектами забезпечення якості, стандартизації, сертифікації, технічного діагностування, випробувань, аналізу відмов та оцінювання ресурсу обладнання електричного рухомого складу.

Під час підготовки до захисту здобувачеві рекомендується самостійно перевірити правильність виконаних розрахунків, логічність отриманих результатів і зроблених висновків, а також бути готовим пояснити призначення кожного етапу дослідження. Важливим складником підготовки

є опрацювання питань для самоконтролю, наведених наприкінці кожної лабораторної роботи, оскільки вони охоплюють ключові теоретичні положення, особливості застосованих методів дослідження та їх практичне значення для експлуатації й технічного обслуговування рухомого складу.

Захист лабораторної роботи проводиться індивідуально. Під час захисту здобувач повинен стисло охарактеризувати мету виконаної роботи, обґрунтувати послідовність виконання окремих етапів, пояснити використані методики й розрахункові залежності, проаналізувати отримані результати та сформулювати основні висновки. Відповіді мають свідчити про розуміння сутності досліджуваних процесів, уміння інтерпретувати встановлені закономірності, оцінювати вплив експлуатаційних чинників і робити обґрунтовані інженерні висновки. Під час захисту викладач може ставити додаткові запитання щодо методики виконання лабораторної роботи, аналізу результатів, фізичного змісту використаних залежностей та особливостей практичного застосування розглянутих підходів. За потреби здобувач повинен уміти аргументовано обґрунтувати отримані результати й пояснити їх практичне значення.

Оцінювання лабораторної роботи здійснюється комплексно. При цьому враховуються правильність і повнота виконання індивідуального завдання, якість оформлення звіту, достовірність отриманих результатів, обґрунтованість висновків, рівень володіння теоретичним матеріалом та вміння аргументовано відповідати на поставлені запитання.

Лабораторна робота вважається захищеною за умови правильного виконання індивідуального завдання, належного оформлення звіту та успішних відповідей на запитання викладача. У разі недостатнього рівня підготовки, неповного розуміння досліджуваних процесів або невідповідності звіту встановленим вимогам здобувач повинен усунути виявлені недоліки, доопрацювати роботу та повторно представити її до захисту у терміни, визначені викладачем.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Леськів Г., Гобела В. Управління якістю : навч. посіб. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2024. 256 с.
- 2 Сусліков Л. М., Дьордй В. С. Основи стандартизації та управління якістю : навч. посіб. Ужгород: Видавництво «Говерла», 2022. 151 с.
- 3 Васильков В. Г. Організація виробництва : навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2003. 524 с.
- 4 Безродна С. М. Управління якістю : навч. посіб. Чернівці: ПВКФ «Технодрук», 2017. 174 с.
- 5 Капінос Г. І., Грабовська І. В. Управління якістю : навч. посіб. Київ: Кондор-Видавництво, 2016. 278 с.
- 6 Машта Н. О., Бенчук О. П., Бенчук Г. П., Акімова Л. М., Дейнега О. В. Основи стандартизації, метрології та управління якістю : навч. посіб. Рівне: О. Зень, 2015. 394 с.
- 7 Савуляк В. В. Управління якістю продукції : навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2012. 91 с.
- 8 Войцицький А. П., Новосилецький Ю. Л. Діагностування та технічний сервіс електрообладнання : навч. посіб. Житомир: ПНУ, 2023. 175 с.
- 9 Коваленко А. В., Шавкун В. М., Ліньков В. В. Діагностування рухомого складу електричного транспорту : конспект лекцій. Харків: ХНУМГ імені О. М. Бекетова, 2019. 152 с.
- 10 Чорний О. П., Зачепа Ю. В., Титюк В. К., Чорна О. А. Моніторинг і діагностика електромеханічних об'єктів : навч. посіб. Кременчуг: ЧП Щербатых А. В., 2019. 122 с.
- 11 Далека В. Х., Будниченко В. Б., Карпушин Е. І., Коваленко В. І. Технічна експлуатація міського електричного транспорту : навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2007. 286 с.

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання лабораторних робіт

з освітнього компонента

*«УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВИРОБНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ І  
РЕМОНТ ЕЛЕКТРИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ»*

Відповідальний за випуск Нерубацький В. П.

Редактор Ібрагімова Н. В.

---

Підписано до друку 06.10.2026 р.

Умовн. друк. арк. 2,0. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.