



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Тягові підстанції та мережі

### Шифр та назва спеціальності

G3- Електрична інженерія

### Інститут

ІНІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

### Спеціалізація

### Кафедра

Електричного транспорту та тепловозобудування (125)

### Освітня програма

Електромеханіка

### Тип дисципліни

Вільного вибору профільної підготовки

### Рівень освіти

Перший (Бакалаврський)

### Форма навчання

Денна

### Семестр

7

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Демидов Олександр Вікторович

[oleksandr.demydov@khpі.edu.ua](mailto:oleksandr.demydov@khpі.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, старший викладач кафедри "Електричний транспорт та тепловозобудування" НТУ «ХПІ»

Досвід роботи у НТУ "ХПІ" – понад 15 років. Автор та співавтор понад 25 наукових та методичних публікацій. Курси: «Вступ до спеціальності. Ознайомча практика», «Загальний курс залізниць», «Електрообладнання електрорухомого складу та тягових мереж», «Мікропроцесорні пристрої», «Технології виробництва та ремонту рухомого складу», «Перспективний рейковий транспорт».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

В рамках курсу розглядаються питання щодо систем електропостачання електрифікованих залізниць, схем та режимів живлення тягових навантажень, а також параметрів тягових мереж

### Мета та цілі дисципліни

Викласти основні відомості щодо систем тягового електропостачання як сукупності тягових підстанцій та тягових мереж з метою формування уявлення про режими їх роботи. Для цього

необхідно вивчити схеми живлення та типи тягових підстанцій постійного та змінного струму, а також пристроїв та компонентів тягових мереж. Розглянути особливості їх роботи в режимах тяги та рекуперації енергії. Освоїти методи вибору параметрів основних пристроїв тягових підстанцій та тягових мереж. Вивчити способи захисту від струмів короткого замикання тягової мережі.

### **Формат занять**

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – диференційований залік.

### **Компетентності**

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- K07. Здатність працювати в команді.
- K08. Здатність працювати автономно.
- K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.
- K18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.
- K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.
- K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K22. Здатність і готовність розуміти і аналізувати економічні проблеми і суспільні процеси, бути активним суб'єктом економічної діяльності.
- K24. Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання, проектування та аналізу режимів роботи електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць та їхніх складових.
- K25. Здатність визначати та обґрунтовувати технічні рішення, створювати технологічні процеси, необхідні для виробництва, експлуатації, обслуговування та ремонту електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць.

### **Результати навчання**

- ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.
- ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.
- ПР11. Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефхівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань.
- ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.
- ПР16. Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень.
- ПР18. Уміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням.
- ПР25. Знати особливості фізичних процесів та характеристик, що супроводжують роботу електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.
- ПР26. Уміти обґрунтовувати прийняті рішення в процесі проектування, виготовлення, експлуатації, обслуговування та ремонту електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць.

ПР27. Знати принципи структурної та функціональної організації електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць.

ПР28. Уміти користуватись технічною документацією, яка супроводжує процеси проектування, виробництва, експлуатації, обслуговування, випробування, контролю, ремонту електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць.

### Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (3 кредити ECTS): лекції – 16 год., практичні роботи – 16 год., самостійна робота – 88 год.

### Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Фізика», «Загальний курс залізниць», «Теорія тяги поїздів», «Основи електроенергетики»

### Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях на прикладах світових досягнень сучасних і перспективних розробок в галузі тягового електропостачання розкриваються основні напрямки його розвитку.

## Програма навчальної дисципліни

### Навчальні заняття

#### Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
<b>Тема 1. Структура системи електропостачання в Україні, системи тягового електропостачання.</b> Структура системи електропостачання в Україні. Система тягового електропостачання постійного струму. Система тягового електропостачання змінного струму.	2
<b>Тема 2. Схеми з'єднань тягових підстанцій, контактних мереж і контактних підвісок суміжних мереж.</b> Схеми приєднання тягових підстанцій до ліній електропередач. Схеми живлення контактної мережі. Схеми з'єднання контактних підвісок суміжних шляхів. Стикування ділянок з різними системами струму.	2
<b>Тема 3. Випрямні пристрої.</b> Класифікація випрямлячів. Однофазні схеми випрямлення. Схеми випрямлячів трифазного струму. Комутація у випрямлячах. Складові випрямленої напруги.	2
<b>Тема 4. Схеми живлення та розподілу електричної енергії на трансформаторних підстанціях.</b> Головні схеми. Трансформаторні підстанції.	2
<b>Тема 5. Трансформатори і низьковольтне обладнання.</b> Силкові трансформатори. Трансформатори напруги. Трансформатори струму. Ізолятори.	2

Струмоведачі частини.  
Комутаційні та захисні апарати.

**Тема 6. Контактна мережа.** 2

Контактна підвіска.  
Підтримувальні конструкції і опори контактної мережі.  
Проводи і троси контактної мережі.

**Тема 7. Аварійні режими в системах електропостачання, блукальні струми та заземлювальні пристрої..** 2

Причини та види коротких замикань, їх наслідки.  
Перехідні процеси при коротких замиканнях.  
Методи розрахунків струмів коротких замикань.  
Електродинамічна і термічна дія струмів коротких замикань.  
Обмеження струмів короткого замикання.  
Блукальні струми.  
Заземлювальні пристрої.  
Заземлювальні пристрої тягових підстанцій.

**Тема 8. Власні потреби електроустановок.** 2

Системи власних потреб підстанцій.  
Система живлення власних потреб постійного струму.  
Електропостачання нетягових споживачів.

**Загальна кількість годин** 16

### Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять

Кількість  
годин

Вагові  
коефіцієнти  $a$

**Тема 1. Зовнішні лінії електропостачання.** 2 1

Класифікація ліній електропостачання.  
Опори ЛЕП.  
Складові елементи ЛЕП.  
Проводи повітряних ліній.  
Фізичні характеристики ЛЕП.

**Тема 2. Особливості схем приєднання змінного струму.** 2 1

Схема живлення тягової мережі «зірка-трикутник».  
З'єднання групи тягових підстанцій.  
Схеми скотта і відкритого трикутника.

**Тема 3. Регулювання напруги на тягових підстанціях.** 2 1

Регулювання напруги за допомогою трансформаторів.  
Повздовжня та поперечна ємнісні компенсації.  
Сучасні засоби поліпшення якості електричної енергії.

**Тема 4. Розподільні пристрої тягових підстанцій постійного і змінного струму.** 2 1

Схема РП тягової підстанції 3,3 кВ.  
Згладжувальні пристрої тягових підстанцій.  
Схема РП тягової підстанції 27,5 кВ.  
Блоки відкритих і закритих розподільних пристроїв.  
Сучасні елегазово-вакуумні розподільні пристрої.

**Тема 5. Високовольтне обладнання розподільних пристроїв.** 2 1

Високовольтні вимикачі.

Роз'єднувачі, вимикачі навантаження, від'єднувачі,  
короткозамикачі.  
Швидкодіючі вимикачі.  
Розрядники.

<b>Тема 6. Рекуперація електричної енергії.</b> Рекуперація локомотивам поблизу. Рекуперація інверторами на тягових підстанціях. Застосування накопичувачів енергії.	2	1
<b>Тема 7. Автоматизація систем електропостачання.</b> Функціональні і перетворювальні елементи і пристрої. Автоматика живильних ліній і фідерів. Пристрої телемеханіки. Управляючі системи в пристроях електропостачання.	2	1
<b>Тема 8. Сучасні технології електропостачання.</b> Обладнання розподільних пристроїв. Схеми розподільних пристроїв. Надпровідники та кріогенна техніка. Альтернативна енергетика.	2	1
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>16</b>	$\sum_{i=1}^n a_i=8$

### Лабораторні заняття

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

### Контрольні роботи

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

### Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання.

### Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
<b>Тема 1. Опір тягової мережі за системи постійного струму.</b>	4
<b>Тема 2. Опір тягової мережі у системі змінного струму.</b>	4
<b>Тема 3. Розрахунок миттєвих схем розташування навантажень на ділянках постійного струму.</b>	4
<b>Тема 4. Розрахунок миттєвих схем розташування навантажень на ділянках змінного струму.</b>	4
<b>Тема 5. Визначення потужності тягових підстанцій.</b>	4
<b>Тема 6. Відстань між тяговими підстанціями та переріз контактної підвіски.</b>	4
<b>Тема 7. Вибір та визначення числа випрямлячів, тягового трансформатора, трансформатора власних потреб та понижуючого трансформатора для тягових підстанцій постійного струму.</b>	4
<b>Тема 8. Вибір понижуючого трансформатора на тягових підстанціях змінного струму.</b>	4
<b>Тема 9. Вибір швидкодіючих вимикачів постійного струму.</b>	4

<b>Тема 10. Вибір високовольтних вимикачів змінного струму.</b>	4
<b>Тема 11. Вибір роз'єднувачів.</b>	4
<b>Тема 12. Розрахунок захисного заземлювального пристрою.</b>	4
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>48</b>

### Тематика індивідуальних завдань

Курс передбачає виконання індивідуального завдання у вигляді розрахункової роботи. Результат розрахунків оформлюється у письмовий звіт. Обсяг звіту: до 25 сторінок основного тексту. Звіт має бути оформлений відповідно до діючих в НТУ "ХПІ" вимог. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до заліку.

#### Теми індивідуального завдання

<b>Тема 1. Розрахунок опору тягової мережі за системи постійного струму, розрахунок миттєвих схем розташування навантажень на ділянці постійного струму.</b>	
<b>Тема 2. Розрахунок опору тягової мережі у системі змінного струму, розрахунок миттєвих схем розташування навантажень на ділянці змінного струму.</b>	
<b>Тема 3. Визначення потужності тягових підстанцій, відстані між тяговими підстанціями та перерізу контактної підвіски для заданої ділянки шляху.</b>	
<b>Тема 4. Вибір та визначення числа випрямлячів, тягового трансформатора, трансформатора власних потреб та понижуючого трансформатора для тягової підстанції постійного струму з заданими параметрами.</b>	
<b>Тема 5. Вибір понижуючого трансформатора на тяговій підстанції змінного струму, вибір високовольтних вимикачів змінного струму для підстанції з заданими параметрами.</b>	
<b>Тема 6. Розрахунок захисного заземлювального пристрою тягової підстанції.</b>	
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>40</b>

### Неформальна освіта

Здобувач має право зарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни. Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості..

#### Рекомендовані ресурси курсів, тренінгів, стажування

1. <https://learning.cloud.microsoft/search>
2. <https://prometheus.org.ua/>
3. <https://www.coursera.org/>

### Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

#### Основна література

1. Системи електропостачання електричного рухомого складу залізниць і метрополітенів: підручник / С. В. Панченко, В. С. Блиндюк, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 308 с.
2. Любарський Б.Г. Основи електричної тяги, режими роботи електрорухомого складу постійного струму з асинхронним тяговим двигуном. Для студентів спеціальності 6.050702 електричний транспорт усіх форм навчання : Навч.-метод. посібн. / Любарський Б.Г., Овер'янова Л.В., Якунін Д.І.,

Демидов О.В. – Х.: НТУ «ХПІ», 2015. – 205 с.

3. Бабаєв М. М. Проектування систем електропостачання залізниць: Навч. посібник / М. М. Бабаєв, В. С. Блиндюк, О. Д. Супрун та ін.; за ред. М. М. Бабаєва. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 291 с.

4. Омеляненко Г.В., Кривякін Г.В. Розрахунок тягових мереж методом миттєвих схем. Для студентів спеціальності "Електричний транспорт" денної та заочної форм навчання: Методичні вказівки до розрахункового завдання. - Х.:НТУ "ХПІ", 2017.

### Додаткова література

1. Andreas Steimel. Electric Traction - Motive Power and Energie Supply. Basics and Practical Experience. Oldenburg Industrieverlag München, 2008. - 334 p .

### Інформаційні ресурси

1. Електронний репозитарій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (eNTUKhPIIR) <https://repository.kpi.kharkov.ua/home>

### Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників  $k$ :

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), $k_1$	Контрольні роботи (за наявності), $k_2$	Індивідуальне завдання (за наявності), $k_3$	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), $k_4$
0,4	0,3	0,2	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю:  $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$ . Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Pk \cdot k_4$$

де:  $\Pi$  – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

$I$  – оцінка за виконання індивідуального завдання

$K$  – середньозважена оцінка за контрольні роботи

$Pk$  – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де:  $a_i$  - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де:  $b_i$  - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ( $\Pi, K, I, \dots$ ) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої  $O$  з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E

35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

29.08.2025

**Завідувач кафедри**  
Борис ЛЮБАРСЬКИЙ

29.08.2025

**Гарант ОП**  
Олена ЮР'ЄВА