



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Теорія тяги поїздів

Шифр та назва спеціальності

141 Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка

Спеціалізація

-

Освітня програма

Електромеханіка

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Семестр

6

Інститут

ІНІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Кафедра

Електричний транспорт та тепловозобудування (125)

Тип дисципліни

Дисципліна вільного вибору студента профільної підготовки

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Рябов Євген Сергійович

yevhen.riabov@kpi.edu.ua

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

Досвід роботи у НТУ "ХПІ" – понад 15 років. Автор та співавтор понад 50 наукових та методичних публікацій. Курси: «Теорія автоматичного керування», «Системи керування рухомим складом залізниць», «Електроприводи електрорухомого складу», «Проектування систем та пристроїв електричного транспорту», «Розрахунки та конструювання рухомого складу залізничного транспорту»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](https://web.kpi.kharkov.ua/ett/ppsua/ppsres/)

<https://web.kpi.kharkov.ua/ett/ppsua/ppsres/>

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу розглядаються питання щодо вивчання сил, що діють на поїзд, а також зумовлені ними процеси руху і роботи поїздів

Мета та цілі дисципліни

Мета цього курсу – викласти основні положення методики та техніки виконання тягових розрахунків, у яких розглядаються умови руху поїзда, вирішуються завдання, пов'язані з

визначенням сил, що діють на поїзд, та законів руху поїзда під впливом цих сил, а також витрат енергії на рух. Теоретично і практично підготувати інженерів спеціальності для складання програм та проведення заводських, тягово-енергетичних або тягово-теплотехнічних, колійних, динамічних та експлуатаційних випробувань пристроїв рухомого складу, а також за результатами тягових розрахунків визначати техніку водіння поїздів.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, лабораторні роботи, самостійна робота, виконання курсового проекту. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

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

Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання, проектування та аналізу режимів роботи електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць та їхніх складових.

Здатність визначати та обґрунтовувати технічні рішення, створювати технологічні процеси, необхідні для виробництва, експлуатації, обслуговування та ремонту електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць.

Здатність використовувати знання з основ електромеханіки: теорії електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу для вирішення практичних задач в електромеханіці.

Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання та аналізу режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і проектування електромеханічних систем.

Здатність до обґрунтування прийнятих рішень в процесі виконання проектно-конструкторських та дослідницьких робіт з проектування, створення, експлуатації та ремонту електрорухомого складу, систем електропостачання та інфраструктури електрифікованих залізниць в межах свого роду занять на рівні фахівця з кваліфікацією першого циклу вищої освіти.

Результати навчання

Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем

Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність

Уміти визначати принципи побудови та нормального функціонування елементів електроенергетичних, електротехнічних електромеханічних комплексів та систем.

Оцінювати параметри роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем та розробляти заходи щодо підвищення їх енергоефективності та надійності.

Уміти обґрунтовувати прийняті рішення в процесі виконання проектно-конструкторських та дослідницьких робіт, пов'язаних з проектуванням, створенням, експлуатацією і ремонтом електрорухомого складу, систем електропостачання та інфраструктури електрифікованих залізниць в межах свого роду занять на рівні фахівця з кваліфікацією першого циклу вищої освіти.

Уміти провести відповідні розрахунки для аналізу перехідних та сталих режимів роботи електрорухомого складу, систем електропостачання та інфраструктури електрифікованих залізниць в режимах тяги, вибігу та гальмування.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 24 год., практичні заняття – 12 год., лабораторні роботи - 12 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки», «Основи електроніки», «Загальний курс залізниць».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних та лабораторних заняттях використовується проєктний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Рухомий склад залізниць з електричною передачею потужності. Загальні відомості. Транспортний цикл на залізницях. Основні поняття та розмірності фізичних величин, використовуваних у тягових розрахунках. Види тяги поїздів. Поїзд як перетворювач енергії	2
Тема 2. Рівняння руху поїзда. Вихідні положення. Виведення рівняння руху. Режими руху поїзда.	2
Тема 3. Сила тяги рухомого складу. Механізм виникнення сили тяги. Фізика утворення сили зчеплення. Основний закон тяги. Тягова характеристика та властивості електрорухомого складу. Тягова характеристика та властивості дизель електрорухомого складу.	2
Тема 4. Сили опору руху. Основний опір руху. Додатковий опір руху. Повний опір та крива опору руху поїзда.	2
Тема 5. Гальмівна сила поїзда. Види гальмування. Механізм виникнення сили гальмування. Основний закон гальмування. Гальмівна характеристика при механічному гальмуванні. Гальмівна характеристика при реостатному гальмуванні. Гальмівна характеристика при рекуперативному гальмуванні.	2
Тема 6. Техніка тягових розрахунків. Вихідні дані та цілі тягових розрахунків. Випрямлення профілю колії. Визначення прискорювальних та уповільнювальних сил. Розрахунок кривих руху. Визначення витрати енергії на тягу поїзда. Перевірка нагрівання тягового електрообладнання.	2
Тема 7. Енергетика тяги поїздів. Розрахунок витрати електроенергії електровозом та електропоїздом. Розрахунок витрати палива тепловозом та дизель-поїздом. Оцінка факторів, що впливають на витрату енергії.	2

Тема 8. Тягові розрахунки та випробування рухомого складу. Призначення та класифікація випробувань. Експлуатаційні випробування поїздів. Техніка керування поїздами.	2
Тема 9. Техніка керування поїздами Техніка керування поїздами. Оптимізація руху поїздів	2
Тема 10. Оптимізація роботи обладнання тягового рухомого складу Нагрівання тягових електричних машин. Врахування зміни параметрів навколишнього середовища	2
Тема 11. Тягові розрахунки при маневровій роботі Особливості тягових розрахунків при маневровій роботі	2
Тема 12. Організація руху Основні положення з організації руху на залізницях	2
Загальна кількість годин	24

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Основне рівняння руху поїзда. Коефіцієнт інерції частин, що обертаються.	2	1
Тема 2. Реалізація сил тяги та гальмування. Обмеження щодо умов зчеплення	2	1
Тема 3. Опір руху поїзда. Основний опір руху.	2	1
Тема 4. Опір руху від ухилів. Опір руху у кривих. Опір при рушанні з місця та при низьких температурах.	2	1
Тема 5. Тягові та питомі тягові характеристики електрорухомого складу.	2	1
Тема 6. Гальмівні характеристики поїзда. Механічне та електричне гальмування.	2	1
Загальна кількість годин	12	$\sum_{i=1}^n a_i=6$

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Моделювання руху поїзда чисельними методами	2	1
Тема 2. Розробка розрахункової моделі руху поїзда у Simulink	2	1
Тема 3. Моделювання нагрівання електричних машин	2	1
Тема 4. Дослідження руху поїзду на імітаційній моделі	2	1
Тема 5. Визначення параметрів регулятора швидкості	2	1

Тема 6. Оптимізація руху поїзда	2	1
Загальна кількість годин	12	$\sum_{i=1}^n a_i=6$

Самостійна робота

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

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Робота з системою Matlab. Робота з пакетом програм візуального програмування SIMULINK	10
Тема 2. Рухомий склад як об'єкт автоматичного регулювання	10
Тема 3. Розрахунок регуляторів для системи автоматичного керування тяговим рухомим складом	10
Тема 4. Випробування тягового рухомого складу	10
Загальна кількість годин	10

Тематика індивідуальних завдань

Теми індивідуального завдання

Курсовий проект передбачає проведення розрахунків та оформлення звіту (пояснювальної записки) згідно варіанту завдання. Проект виконується протягом початкових тижнів семестру та подається на перевірку до залікового тижня. Обсяг курсового проекту - 25-40 сторінок А4. Оформлення звіту - згідно актуальних вимог до текстових документів.

Тема 1. Вирішення тягової задачі руху поїзду на ділянці шляху

Загальна кількість годин	32
---------------------------------	-----------

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати 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 курси, тренінги, стажування

1. Курс «Моделювання процесів і систем з в MATLAB Simulink»
<https://www.mipk.kharkiv.edu/archives/348>

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Омеляненко В.І. Основи електричної тяги, системи та режими тягових мереж постійного

струму / В.І. Омеляненко, М.М. Калюжний, Г.В. Омеляненко, Б.Г. Любарський. Харків: НТУ «ХПІ», 2002. – 162с.

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. Боднар Б. Є. Теорія та конструкція локомотивів. Підручник для ВНЗ залізнич. трансп. / під ред. дра техн. наук, проф. Б. Є. Боднара. – Д.: М.М. Ліра ЛТД, 2010. – 369 с.

4. 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.

5. Дубініна О. М. Інтегрування у технічних розрахунках транспортних систем з використанням комп'ютерної математики: Навчально-методичний посібник / О. М. Дубініна, Б. Г. Любарський, Б. Х. Єріцян, Є. С. Рябов. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 230 с.

6 Бобирь Д. В., Грищенко М. А., Сердюк В. Н. Теорія локомотивної тяги : підручник. Дніпро : Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2022. 385 с.

7 Бобирь Д.В., Капіца М.І., Сердюк В.Н. Теорія локомотивної тяги. Тягові розрахунки для промислово-го залізничного транспорту: навчальний посібник / Д.В.Бобирь, М.І.Капіца, В.Н.Сердюк; за ред. д-ра техн. наук, проф. М.І.Капіци; Укр. держ. ун-т науки і технологій, Навч.-наук. ін-т «Дніпров. ін-т інфраструктури і трансп.». – Дніпро, 2022. – 113с.

Додаткова література

1. Толочко О.І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: Навчальний посібник. – Київ: НТУ «ХПІ», 2016. – 150 с.

2. Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології» / Д.О. Півторак, Ю.Ф. Лазарєв, С.Л. Лакоза ; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 207 с.

4. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К. : НАУ, 2017. – 392 с

5. MATLAB, Simulink, Simpowersystem. Основи програмування: лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з дисципліни «Пакети прикладних програм», ч. І, спеціалізація "Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії" / О. І. Толочко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8241 кБ). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 226 с

Інформаційні ресурси

1. MATLAB. URL: <https://www.mathworks.com/>

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
0,5	0,0	0,3	0,2

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:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи
 Π_k – 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 (Π, 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 «ХП»](#).

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 «ХП»: 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 «ХП» 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