



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Теорія тяги поїздів

Шифр та назва спеціальності

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма

Електромеханіка

Рівень освіти

Бакалавр

Семестр

6

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Кафедра

Електричного транспорту та тепловозобудування (125)

Тип дисципліни

Професійна підготовка (вибіркова)

Мова викладання

Українська,

Викладачі, розробники



Омельяненко Віктор Іванович

vicel@ukr.net

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри електричного транспорту та тепловозобудування НТУ «ХПІ»

Досвід роботи у НТУ "ХПІ" – понад 50 років. Автор та співавтор понад 150 наукових та методичних публікацій. Курси: "Теорія тяги поїздів". "Основи енергетики". "Тягові підстанції та мережі". "Основи наукових досліджень". "Проблеми, технології та перспективи розвитку галузі".

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

<https://web.kpi.kharkov.ua/ett/sklad/>

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу розглядаються питання щодо вивчення 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 та лабораторні роботи, курсова робота, самостійна робота, консультації.
Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
K03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
K04. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
K05. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати самостійно та в команді.
K06. Здатність продукувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, проявляти креативність та системне мислення, виявляти та оцінювати ризики
K12. Знання і розуміння закономірностей, механізмів та наслідків відмов обладнання, здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
K13. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
K15. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові та технічні методи і відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електричного транспорту.
K16. Здатність застосовувати наявні та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань, зокрема при проектуванні та експлуатації об'єктів електричного транспорту.
K17. Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні, математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.
K18. Здатність застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв'язання типових завдань інженерної та наукової діяльності в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
K21. Здатність використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів у сфері електротранспорту.
K22. Здатність досліджувати, аналізувати, застосовувати, науково обґрунтовувати вибір матеріалів, обладнання та застосування технологічних заходів для реалізації новітніх технологій у сфері електротранспорту.
K27. Здатність вибирати та застосовувати на практиці методи дослідження, планування, проводити випробування, інтерпретувати результати та робити висновки щодо оптимальності рішень, що приймаються у сфері виробництва, експлуатації та ремонту об'єктів електричного транспорту та систем його електропостачання.

Результати навчання

- ПР01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання а також відповідних комплексів і систем залізничного транспорту.
ПР04. Визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем електричного транспорту.
ПР05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах електричного транспорту.
ПР10. Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності.
ПР12. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПР15. Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем електричного транспорту.

ПР18. Використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, у сфері електротранспорту.

ПР19. Збирати та інтерпретувати необхідні дані, визначати сучасний стан та тенденції розвитку показників та характеристик електротехнічного обладнання у сфері електротранспорту, зокрема із застосуванням сучасних інформаційних технологій.

ПР20. Визначати джерела шумів і вібрацій, розраховувати, вимірювати та усувати причини вібрації, знати новітні досягнення теорії шумів та вібрацій в електромеханічних пристроях.

ПР26. Вибирати та застосовувати на практиці методи дослідження, планування і проводити необхідні експерименти, інтерпретувати результати і робити висновки щодо оптимальності рішень, що приймаються у сфері виробництва, експлуатації та ремонту об'єктів електричного транспорту та систем його електропостачання.

Обсяг дисципліни

150 годин загальний обсяг(5 кредитів ECTS), 90 самостійна робота, 36 лекцій, 12 лабораторних, 12 практичних

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Фізика», «Загальний курс залізниць».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується вирішення розрахункових задач. На лабораторних роботах проводиться робота с текстами науково-технічних публікацій (монографії, періодичні видання, звіти тощо) з метою аналізу досягнень та власного моделювання режимів роботи сучасного електрорухомого складу, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Рухомий склад залізниць з електричною передачею потужності. Загальні відомості

1.1. Транспортний цикл на залізницях. 1.2. Основні поняття та розмірності фізичних величин, використовуваних у тягових розрахунках. 1.3. Види тяги поїздів. Поїзд як перетворювач енергії.

Тема 2. Рівняння руху поїзда.

2.1. Вихідні положення. 2.2. Виведення рівняння руху. 2.3. Режими руху поїзда.

Тема 3. Сила тяги рухомого складу.

3.1. Механізм виникнення сили тяги. 3.2. Фізика утворення сили зчеплення. Основний закон тяги. 3.3. Тягова характеристика та властивості електрорухомого складу. 3.4. Тягова характеристика та властивості дизель електрорухомого складу.

Тема 4. Сили опору руху.

4.1. Основний опір руху. 4.2. Додатковий опір руху. 4.3. Повний опір та крива опору руху поїзда.

Тема 5. Гальмівна сила поїзда.

5.1. Види гальмування. 5.2. Механізм виникнення сили гальмування. Основний закон гальмування. 5.3. Гальмівна характеристика при механічному гальмуванні. 5.4. Гальмівна характеристика при реостатному гальмуванні. 5.5. Гальмівна характеристика при рекуперативному гальмуванні.

Тема 6. Техніка тягових розрахунків.

6.1. Вихідні дані та цілі тягових розрахунків. 6.2. Випрямлення профілю колії. 6.3. Визначення прискорювальних та уповільнювальних сил. 6.4. Розрахунок кривих руху. 6.5. Визначення витрати енергії на тягу поїзда. 6.6. Перевірка нагрівання тягового електрообладнання.

Тема 7. Енергетика тяги поїздів.

7.1. Розрахунок витрати електроенергії електровозом та електропоїздом. 7.2. Розрахунок витрати палива тепловозом та дизель електропоїздом. 7.3. Оцінка факторів, що впливають на витрату енергії.

Тема 8. Тягові розрахунки та випробування рухомого складу, а також техніка керування поїздами.

8.1. Призначення та класифікація випробувань. 8.2. Експлуатаційні випробування поїздів. 8.3. Техніка керування поїздами.

Теми практичних занять

Тема 1. Основне рівняння руху поїзда. Коефіцієнт інерції частин, що обертаються.

Тема 2. Реалізація сил тяги та гальмування. Обмеження щодо умов зчеплення.

Тема 3. Опір руху поїзда. Основний опір руху.

Тема 4. Опір руху від ухилів. Опір руху у кривих. Опір при рушанні з місця та при низьких температурах.

Тема 5. Тягові та питомі тягові характеристики електрорухомого складу.

Тема 6. Гальмівні характеристики поїзда. Механічне та електричне гальмування.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Дослідження тягових властивостей швидкісного поїзда AGV.

1.1. Мета та завдання досліджень. 1.2. Кінематика AGV. 1.3. Динаміка AGV. Режими тяги.

1.4. Динаміка AGV. Режим вибігу. 1.5. Динаміка AGV. Режими гальмування 1.6. Перевірка виконання основного закону тяги та гальмування.

Тема 2. Дослідження тягових властивостей поїзда V150 під час встановлення рекорду швидкості 574,8 км/год.

2.1. Конфігурація тестового поїзда. 2.2. Характеристика випробувальної ділянки. 2.3. Рекордна крива руху.

Тема 3. Дослідження енергозберігаючого способу ведення вантажних поїздів.

3.1. Аналіз методів енергозберігаючого водіння, 3.2. Вивчення можливості застосування цих методів до реальної маневреності. 3.3. Метод керування вантажними поїздами, що поєднує в собі роботу з постійною швидкістю і роботу на вибігу.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального завдання у вигляді курсової роботи "Тягові характеристики дизель електропоїзда при русі по заданій ділянці залізниці" Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення матеріалу

Література та навчальні матеріали

«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. Єрціян, Є. С. Рябов. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 230 с.

«Додаткова література»

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

2. Tomoyuki OGAWA. Proposal for Energy-saving Driving Method for Freight Trains Combining Constant-speed Operation and Coasting Operation./ QR of RTRI, Vol. 64, No. 3, Aug. 2023, pp.173 – 179

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді заліку (40%) та поточного оцінювання (60%).

Залік: усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 модульні тести та реферат (по 20%).

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

Студент 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

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Борис ЛЮБАРСЬКИЙ

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Олена ЮР'ЄВА