

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Затверджено на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки протокол № 1 від 15.09.2023 р.



Силабус з дисципліни **КОНТАКТНІ МЕРЕЖІ ТА ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Галузь знань – 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма – «Електропостачання та ресурсозберігаючі технології»

Час та аудиторія проведення занять – згідно розкладу занять <http://rasp.kart.edu.ua>

Команда викладачів:

Лектори: Семененко Юрій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент

Контакти: semenenko_jo@kart.edu.ua

Асистенти лектора: Супрун Олександр Данилович (доцент) suprun@kart.edu.ua

Години прийому та консультацій: 13.00-14.00 понеділок – середа

Веб-сторінки курсу: <http://kart.edu.ua/kafedra-etem-ua/perelik-osnovnikh-distiplin-kafedri-aset-ua>

Додаткові інформаційні матеріали: www.metod.kart.edu.ua

Згідно з Державною програмою розвитку залізничного транспорту в Україні продовжується електрифікація залізниць на найважливіших напрямках з високими показниками вантажо- та пасажирообігу. На сьогодні за абсолютною довжиною електрифікованих залізниць Україна займає 10 місце серед країн світу і 6 — серед країн Європи. Експлуатаційна довжина електрифікованих залізниць України становить приблизно 10 тис. км. Електрифіковані ділянки становлять приблизно половину від загальної експлуатаційної довжини залізниць України. Але оптимальним для країн з розвинутою залізничною інфраструктурою є електрифікація 50-60% загальної довжини залізничних мереж країни з виконанням ними 90-95% загального обсягу перевезень. Звичайно, програми електрифікації націлені щоб досягти таких показників, адже електрифікація залізничного транспорту має цілий ряд переваг: підвищення пропускної спроможності ділянок, можливість впровадження великовагового руху поїздів, поліпшення екологічної ситуації регіонів, що прилягають до залізничних ліній, зменшення собівартості перевезень. Вивчаючи цей курс, студенти не тільки вивчать основні вузли та параметри контактної мережі, а й здобудуть навички розрахунку навантажень на проводи контактної підвіски, максимально допустимих довжин прогонів контактної мережі, а також зрозуміють поняття щодо режимів розрахунку. Студенти навчаться проектувати та втілювати в життя схеми живлення та секціонування контактних мереж постійного і змінного струмів, зрозуміють та вивчать основні принципи побудови трасування контактної мережі станції і перегону. Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів:

- 1. Ціннісно-смыслову компетентність** (формування та розширення світогляду студента в області контактних підвісок, ліній електропостачання та ліній забезпечення живлення споживачів тягового електропостачання);
- 2. Загальнокультурну компетентність** (розуміння культурних, історичних та регіональних особливостей, що склалися в Україні та за її межами в області вироблення електричної енергії та електропостачання залізничного транспорту);
- 3. Навчально-пізнавальну компетентність** (формування у студента зацікавленості про стан та перспективи розвитку новітніх контактних підвісок для перспективних високошвидкісних ділянок, де забезпечуються живленням швидкісні електропоїзди нового покоління)
- 4. Інформаційну компетентність** (розвиток вмінь студента до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору потрібної інформації в області контактних підвісок, а саме контактних проводів та несучих тросів, тросів для додаткового живлення тягового електропостачання залізниць України)
- 5. Комунікативну компетентність** (розвиток у студента навичок роботи в команді шляхом реалізації групових проектів в області контактних мереж та систем електропостачання залізниць нового покоління України);
- 6. Компетентність особистісного самовдосконалення** (елементи фізичного, духовного й інтелектуального саморозвитку, емоційної саморегуляції та самопідтримки; підтримка постійної жаги до самовдосконалення та самопізнання, шляхом постійного пошуку сучасних підходів до проблеми розвитку нових конкурентних електрифікованих залізниць нового покоління).

Чому ви маєте обрати цей курс?

Якщо вас цікавлять новітні контактні мережі для високоякісних швидкісних залізниць, тоді Вам потрібно саме це!

Від здобувачів очікується: базове розуміння фізики, перетворювальної техніки, тягових підстанцій, основ електропостачання, а також обізнаність в питаннях експлуатації електрообладнання систем електропостачання.

Команда викладачів і ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті, viber і особисто - у робочий час.

Огляд курсу

Цей курс, який вивчається два семестри, в одному з вересня по грудень та з січня по квітень відповідно в другому, дає студентам глибоке розуміння кожного елементу контактної мережі та ліній електропостачання та можливостей їх подальшого застосування для потреб новітніх розробок в системі залізничного транспорту України.

Курс складається з однієї лекції на тиждень і одного практичного заняття раз у два тижні. Він супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії та розробки проекту з контактних мереж і ліній електропостачання для забезпечення високими показниками якості електричної енергії споживачів першої найвідповідальнішої категорії електричного транспорту. В рамках курсу передбачають лекції запрошених роботодавців та проведення екскурсії на розвинену електрифіковану станцію або/та перегін.

Контактні мережі та лінії електропостачання / схема курсу

Поміркуй	Лекції	Виконай
	Запрошені лектори	
	Довідковий матеріал	
	Презентації	
	Обговорення в аудиторії	
	Групові завдання	
	Екскурсії	
	Онлайн-консультації	
	Іспит	

Практичні заняття курсу передбачають виконання групових проектів з контактних мереж для потреб залізничного транспорту (групи від 3х до 5 осіб) та презентацію власних проектів в кінці курсу. Проект фіналізується короткою роботою. Виконання завдання супроводжується зануренням у суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у студента інформаційну та комунікативну компетентності.

Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://kart.edu.ua/mat-po-fak-ua/mat-fak-meh-ua>).

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «дистанційне навчання» поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати підчас підготовки для обговорення в аудиторії. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступної лекції. Підчас обговорення ми запропонуємо вам критично поміркувати над тим, як використовуються новітні високошвидкісні контактні підвіски в Україні і світі. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що ви думаєте!

Приклади питань для обговорення доступні на слайдах відповідних презентацій. Ось деякі з них:

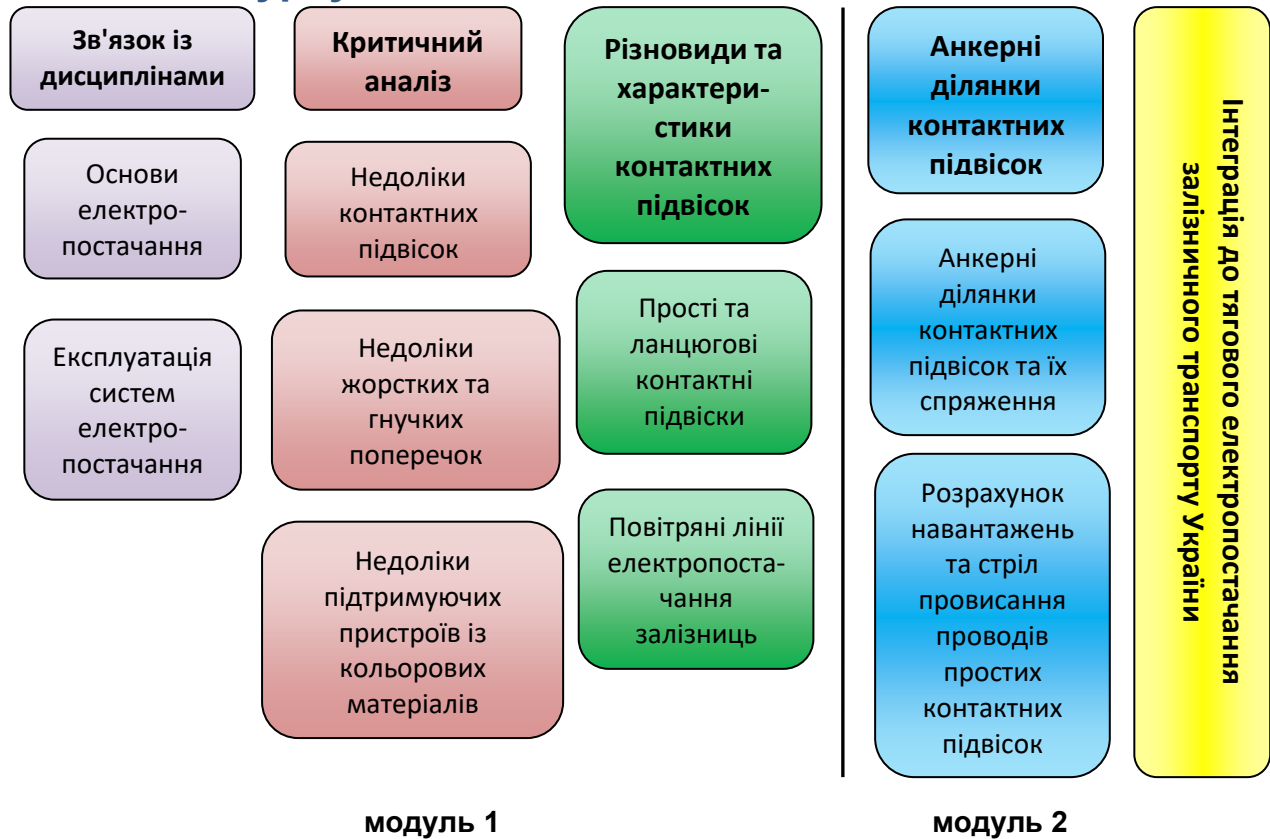
- 1) Які потенційні або реалізовані соціальні, екологічні, економічні та технічні наслідки використання тих чи інших сучасних контактних підвісок для Укрзалізниці?
- 2) Які системи тягового електропостачання Ви знаєте? Які з перерахованих систем мають перевагу і чому?
- 3) Яким чином відбувається діагностика пристроїв контактних мереж та за допомогою яких засобів вона реалізується?
- 4) Якими будуть Ваші рекомендації та Ваше бачення в застосуванні схем живлення та секціонування на ділянках постійного і змінного струмів?

SmartEnergy - це онлайн-форум для цього курсу. Тут студенти можуть задавати питання, а також обговорювати і аналізувати теми контактних мереж поза лекціями. Студенти можуть задавати питання про матеріал курсу, індивідуальні завдання та електропостачання залізничного транспорту в цілому і отримувати швидкі відповіді від викладачів. Студентам пропонується відповісти на питання ваших однолітків теж! **SmartEnergy** також є місцем, де студенти і викладачі можуть публікувати «новини у сфері електропостачання», для обміну думками та інформацією.

Щоб зареєструватися, виберіть вкладку «форуми» в www.kart.edu.ua, потім оберіть **SmartEnergy** та «приєднатися як студент».

Приєднуйтесь до нашого форуму – ми любимо говорити про енергетичні питання!

Теми курсу



Лекції та практичні заняття

Список основних лекцій курсу наведений нижче. Пильнуйте за змінами у розкладі.

Семестр перший

Тиж-день	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема практичних занять
1	2	Тема 1. Коротка характеристика тягових мереж та ліній електропостачання залізничного транспорту України. Дисципліна КМ та ЛЕП, її задачі та об'єкт вивчення. Системи КМ залізничного транспорту та метрополітенів.	2	Основні марки контактних проводів та несучих тросів, їх конструкція і характер.
2	2	Тема 2. Прості та ланцюгові контактні підвіски. Основні вимоги та параметри контактних підвісок. Проста контактна підвіска.		
3	2	Тема 2. Прості та ланцюгові контактні підвіски. Різновиди ланцюгової контактної підвіски – одинарна, двійна, трійна; з різними видами опорних струн.	2	Підсилюючі, живлячі та інші проводи контактних мереж та ліній електропостачання. З'єднання проводів.
4	2	Тема 2. Прості та ланцюгові контактні підвіски. Просторові ланцюгові контактні підвіски – вертикальні, напівкосі та косі. Ромбовидні ланцюгові контактні підвіски.		
5	2	Тема 2. Прості та ланцюгові контактні підвіски. Ланцюгові контактні підвіски за рівнем компенсації.	2	Ізолятори для контактних мереж та ліній електропостачання, конструкція та основні характеристики.

6	2	Тема 3. Прості та ланцюгові контактні підвіски. Області застосування різних видів контактної підвіски, підвіска для швидкісного руху.		
7	2	Тема 3. Повітряні лінії електропостачання залізниць. Рівень ізоляції мереж. Повітряні лінії СЦБ та ДПР на опорах КМ та на самостійних опорах. Лінії поздовжнього ЕП.	2	Конструкція та характеристики арматури для контактних мереж, струн та електричні з'єднувачів.
Модульний контроль №1				
8	2	Тема 3. Повітряні лінії електропостачання залізниць. Рівень ізоляції мереж. Рівень ізоляції КМ постійного та змінного струму.		
9	2	Тема 4. Анкерні ділянки контактних підвісок та їх спряження. Компенсовані, жорсткі та середні анкерування. Анкерні ділянки.	2	Компенсатори, повітряні стрілки, інші вузли контактної мережі.
10	2	Тема 4. Анкерні ділянки контактних підвісок та їх спряження. Неізолюючі сполучення анкерних ділянок КМ.		
11	2	Тема 4. Анкерні ділянки контактних підвісок та їх спряження. Ізолюючі сполучення анкерних ділянок КМ. Нейтральні вставки.	2	Підтримуючі та фіксуючі пристрої контактних мереж.
12	2	Тема 4. Анкерні ділянки контактних підвісок та їх спряження. Навантаження на проводи контактних підвісок та ЛЕП.		
13	2	Тема 5. Розрахунок навантажень та стріл провисання проводів простих контактних підвісок та ЛЕП. Розрахунок вільно підвішених проводів. Рівняння стану проводу для визначення сили натягу.	1	Приклади розрахунків проводів за методом допустимої напруженості.
14	2	Тема 5. Розрахунок навантажень та стріл провисання проводів простих контактних підвісок та ЛЕП. Критичний проліт для розрахунку простої контактної підвіски.		
15	1	Тема 5. Розрахунок навантажень та стріл провисання проводів простих контактних підвісок та ЛЕП. Критична температура для розрахунку простої контактної підвіски.	2	Опори контактних мереж та ліній електропостачання. Конструкція та маркування.
Модульний контроль №2				
Залік з дисципліни				

Семестр другий

Тиж-день	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема практичних занять
21	2	Тема 6. Розрахунок навантажень та стріл провисання проводів ланцюгових контактних підвісок. Розрахунок проводів ЛКП. Вплив контактного проводу на навантаження несучого тросу.	2	Визначення навантажень на проводи ЛКП, вибір розрахункового режиму.
22	2	Тема 6. Розрахунок навантажень та стріл провисання проводів ланцюгових контактних підвісок. Розрахунок проводів ланцюгової контактної підвіски. Визначення стріли провисання несучого тросу для різних видів ЛКП.	2	Визначення довжин прогонів КМ за допомогою номограм.
23	2	Тема 7. Вітростійкість та автоколювання контактних підвісок. Вітростійкість одиночно підвішених проводів. Визначення величини відхилення проводу під дією вітру.	2	Визначення довжин прогонів КМ аналітичним методом.
24	2	Тема 7. Вітростійкість та автоколювання контактних підвісок. Вітростійкість проводів ЛКП та методи підвищення її вітростійкості. Визначення довжин прогонів КМ.	2	Розробка схеми живлення та секціонування КМ станції.
25	2	Тема 7. Вітростійкість та автоколювання контактних підвісок. Автоколювання (пляска) проводів КМ та ЛЕП, засоби боротьби з цим явищем..	4	Трасування КМ станції.
26	2	Тема 8. Схеми живлення контактних мереж та ЛЕП. Схеми живлення та секціонування КМ постійного та змінного струму. Стикування КМ різних систем.	2	Трасування КМ перегону.
27	2	Тема 9. Опори контактних мереж та ЛЕП. Опори КМ та ЛЕП. Методи розрахунку.	2	Вибір підтримуючих пристроїв та опор КМ.
28	2	Тема 9. Опори контактних мереж та ЛЕП. Способи закріплення та вибір опор КМ та ЛЕП.	2	Складання специфікацій до трасувань КМ.
29	2	Тема 10. Взаємодія контактної підвіски та струмоприймача ЕРС. Будова та основні характеристики струмоприймачів електрорухомого складу.	2	Захист КМ від перенапруг, пробою ізоляції та електрохімічної корозії.
30	2	Тема 10. Взаємодія контактної підвіски та струмоприймача ЕРС. Динаміка взаємодії контактної підвіски та струмоприймача. Зношення контактних проводів.	2	Організація будівельних та монтажних робіт по спорудженню КМ та ЛЕП.
31	2	Тема 11. Захист КМ. Технічне обслуговування, діагностика КМ. Рейкова мережа як елемент тягової мережі. Різні види заземлення в КМ.	2	Підтримуючі та фіксуючі пристрої контактних мереж.
Модульний контроль				
Іспит з дисципліни				

Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

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

Завдання на самостійну роботу:

- Студентам пропонується обрати один з 10 варіантів тем для створення власного проекту впродовж семестру. За вчасне та вірне виконання завдання нараховується **20 балів до поточного модульного контролю**. За вчасне та частково вірне виконання – від 15 до 25 балів. За невиконане завдання бали не нараховуються. Необхідний обсяг виконання завдання складає 50% на перший модульний контроль і 100% на другий модульний контроль. Перебіг поточного виконання завдання та питання для обговорення надсилаються на e-mail викладача або перевіряються ним особисто.
- Студенти мають прорецензувати одну роботу іншого студента або групи впродовж семестру на онлайн форумі або очно та висловити свої критичні зауваження.

	Теми проектів
1	Основні марки контактних проводів та несучих тросів, їх конструкція і характеристики. Підсилюючі, живлячі та ін. проводи контактної мережі та ЛЕП. З'єднання проводів.
2	Ізолятори для контактної мережі та ЛЕП, конструкція та основні характеристики.
3	Конструкція та характеристики арматури для контактної мережі, струн та електричних з'єднувачів
4	Компенсатори, повітряні стрілки, інші вузли контактної мережі.
5	Підтримуючі та фіксуючі пристрої контактної мережі. Опори контактної мережі та ЛЕП.
6	Визначення навантажень на проводи ланцюгової контактної підвіски при різних умовах.
7	Розробка схеми живлення та секціонування контактної мережі та ЛЕП станції.
8	Трасування контактної мережі станції. Вибір підтримуючих та фіксуючих пристроїв, типів опор та анкерів.
9	Трасування контактної мережі перегону. Вибір підтримуючих та фіксуючих пристроїв, типів опор та анкерів.
10	Механічний розрахунок. Розрахунок і побудова монтажних кривих.

Відвідування лекцій:

Бали за цю складову нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. За відвідування кожної лекції нараховується 1 бал. **Максимальна сума становить 15 балів.**

Ступінь залученості:

Мета участі в курсі – залучити вас до дискусії, розширити можливості навчання для себе та своїх однолітків та дати вам ще один спосіб перевірити свої погляди на питання застосування сучасних відновлювальних джерел для електропостачання залізничного транспорту. Участь буде оцінюватися на основі кількості та вірності ваших відповідей. Питання, хоча й заохочуються, однак не оцінюються в цьому блоці. Ми намагаємося надати всім студентам рівні та справедливі можливості для підвищення власною залученості. **Максимальна сума становить 10 балів.**

Практичні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями (до 3 балів), ступенем залученості (до 7 балів) та стислою презентацією виконаного завдання (до 5 балів). Ступінь залученості визначається участю у роботі дискусійного клубу з питань енергетичної незалежності та безпеки залізниці і держави в цілому. **Максимальна сума становить 15 балів.**

Модульне тестування:

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (20 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

Іспит:

- Студент отримує оцінку з іспиту за результатами модульних контролів шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає заліковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на іспиті, відповівши на питання викладача.

Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>