

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів»

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Протокол засідання кафедри
автоматики та комп'ютерного
телекерування рухом поїздів
протокол №6 від «25» червня 2023 р.

СИЛАБУС

**«ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СИСТЕМ
АВТОМАТИКИ»**

Семестр та рік навчання

За освітньою програмою: автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка (АКІТР) – 1 семестр 1 року навчання

Освітній рівень другий (магістр)

Галузь знань

17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Шифр та назва спеціальностей:

174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Лекції, практичні заняття згідно розкладу <http://rasp.kart.edu.ua>

Команда викладачів:

Лектор та керівник практичних занять:

Кустов Віктор Федорович (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (050) 3010-790 (вайбер, тлг), e-mail: kustov.vf@kart.edu.ua

Години прийому та консультації: відповідно до графіку індивідуальних
консультацій, що розміщений на інформаційному стенді кафедри або у МУДЛі
Розміщення кафедри: місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 1 корпус, 2 поверх, 222
аудиторія.

Веб-сторінки курсу:

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

1. Предмет дисципліни

Предметом дисципліни Предметом дисципліни «Засоби підвищення завадостійкості систем автоматики» (ЗПЗ СА) є методи та засоби забезпечення необхідного рівня завадостійкості пристроїв та систем автоматики. Об'єктом дисципліни є показники електромагнітної сумісності та чинники, що впливають на них.

Міждисциплінарні зв'язки. Курс ЗПЗ СА базується на знаннях, які отримані студентами під час вивчення наступних дисциплін: "Фізика", "Електротехніка та електричні машини», "Електроніка та мікросхемотехніка", "Теорія автоматичного керування", «Основи теорії надійності та побудови безпечних систем».

Курс ЗПЗ СА складається з лекцій та практичних занять (загальний обсяг – 6 кредитів (180 годин).

Дисципліна ЗПЗ СА дозволяє формувати такі компетенції студента:

- інтегральну компетентність;
- загальні компетентності (ЗК);
- спільні спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК);
- програмні результатами навчання (РН).

Крім цього, дозволяє формувати додаткові компетенції студента:

1.Ціннісно-смыслову компетентність - формування та розширення світогляду студента в області стандартизації та сертифікації продукції.

2.Загальнокультурну компетентність - розуміння історичних та регіональних особливостей, що склалися в Україні та за її межами у галузі залізничної автоматики та телемеханіки.

3.Навчально-пізнавальну компетентність - формування у студента зацікавленості про стан та перспективи розвитку в області сучасних спеціальних вимірювальних засобів, оволодіння вимірювальними навичками; здатності студента формувати цілі дослідження з метою їх досягнення, вміння знаходити рішення у нестандартних ситуаціях в контексті розробки та експлуатації пристроїв та систем залізничного транспорту України.

4.Інформаційну компетентність - розвиток вмінь студента до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору методів та приладів спеціальних вимірювань в пристроях залізничної автоматики за допомогою сучасних інформаційних технологій.

5.Комунікативну компетентність - розвиток у студента навичок роботи в команді шляхом реалізації групових проєктів в області проєктування сучасних спеціальних вимірювальних засобів, вміння презентувати власні засоби та методи їх використання та кваліфіковано вести дискусію у досліджуваній сфері.

6.Компетентність особистісного самовдосконалення - елементи фізичного, духовного й інтелектуального саморозвитку, емоційної саморегуляції та самопідтримки; підтримка постійної жаги до самовдосконалення та самопізнання, шляхом постійного пошуку нетрадиційних підходів до проблеми вдосконалення спеціальних вимірювальних засобів.

2.Чому Ви маєте обрати цей курс?

Системи автоматики у різних галузях промисловості та транспорту базуються на сучасних електронних елементах з використанням мікропроцесорних та комп'ютерних технологій, але за рахунок їх дуже великої чутливості до електромагнітних завад можуть призводити до порушення їх надійної та безпечної роботи, внаслідок чого можуть бути нанесені великі збитки. На залізничному транспорті такі завади можуть призводити як до затримок поїздів, так і до аварій і катастроф.

Дуже важливо розробити сучасні системи керування та контролю, але якщо не забезпечувати їх завадостійкість, надійність та безпеку, це може призвести до загибелі людей та недопустимого впливу на довкілля.

Для ефективного регулювання якості продукції, її надійності та безпеки у світі розробляють та використовують стандарти. Особливо це важливо для систем керування відповідальними процесами, у тому числі для систем забезпечення руху поїздів.

На жаль можна навести деякі приклади неякісних робіт із забезпечення їх завадостійкості у різних галузях промисловості та транспорту, які призвели до великих збитків і навіть до загибелі людей.

1 Залізничний транспорт

1.1. Зіткнення двох високошвидкісних поїздів у провінції Веньчжоу, Китай, 2011 р.

Це перша залізнична катастрофа високошвидкісних поїздів у Китаї.

Причина - хибний сигнал від електронних пристроїв контролю вільності колійних ділянок, на яких був поїзд, внаслідок впливу потужних електромагнітних завад (грозових перенапружень) та не вмикання необхідного заборонного сигналу світлофора, через що в нього врізався другий поїзд.

Загинуло 40 осіб, 192 було поранено, 12 з них тяжко.

Це доже вплинуло на довіру людей до високошвидкісного руху, внаслідок цього будівництво його тимчасово було припинено. Також суттєво зменшили швидкість руху високошвидкісних поїздів.



Вплив електромагнітних завад доквілля, на функційну та інформаційну безпечність систем автоматики, безвідмовність та безперебійність руху поїздів – приклади і наслідки від дії електромагнітних завад.

1.2. Харківський метрополітен – хибна вільність рейкових кіл внаслідок електромагнітних завад від електрорухомого складу (поїздів метрополітену). Тільки за рахунок своєчасного виявлення цього факту диспетчером (за допомогою системи диспетчерського контролю) не сталося можливої аварії;

1.3. Алчевський металургійний комбінат - грозове перенапруження призвело до виходу з ладу мікропроцесорної системи ЕЦ на ст. Західна (вхідна станція комбінату). Більшість мікропроцесорного обладнання вигоріло, частково і внаслідок наступного виникнення пожежі у шафах керування, яка була спричинена потужним електромагнітним впливом в умовах відсутності необхідних засобів захисту від завад.

1.4. Залізнична станція «Шосейна» (біля м. Санкт-Петербург)

Перша у Радянському Союзі розроблена система мікропроцесорного керування стрілками та сигналами (МППЦ) – за день до відвантаження обладнання згідно наказу ЦШ для монтажу на залізниці виконали її випробовування на завадостійкість, які довели що безпечність її функціонування неприпустима (на стенді усі стрілки почали переводитися несанкціоновано одночасно з роботою імітатора завад, який складався з двох найбільш розповсюджених електромагнітних реле залізничної автоматики, які працювали у режимі пульс-пари). Внаслідок цього необхідна була повна переробка системи та її введення в експлуатацію тільки через 5 років замість призначеного планового пуску.

2.Авіація.

2.1.Катастрофа літака SSJ-100 в аеропорту "Шереметьєво" м. Москва, травень 2019р.

Причина – відмова електроніки та радіозв'язку із-за блискавки. Літак здійснив посадку з повними баками палива внаслідок втрати радіозв'язку та загорівся при посадці.

Загинула 41 особа.



2.2. Авіаційна подія на літаку А-330 у жовтні 2008 р., Австралія

Причина – не тільки збій обладнання, але й помилка у алгоритмі обробки даних.

З великим и складнощами командир у вдалося посадити літак на резервному аеродромі.

119 осіб – поранення, 12 з них тяжкі.

4.Системи електропостачання

4.1.Найбільша аварія у світі в системі електропостачання.

У 2003 р. у США внаслідок несанкціонованого спрацювання релейного захисту та відмов у комп'ютерній системі були **вимкнені 263 електростанції, у тому числі 10 АЕС у США та Канаді.** Без електропостачання залишились **55 млн. осіб** на значній території США та Канади.



Офіційно матеріальний збиток від цього склав 6 млрд. доларів.

4.2. Запорізька АЕС, система внутрішньореакторного контролю СВРК

Внаслідок завад спотворювалась інформація у системі контролю за роботою ядерного реактора (біля 2 тис. об'єктів контролю), внаслідок чого оператор не мав необхідної інформації для роботи і був зобов'язаний за протоколом суттєво зменшувати потужність енергоблоку АЕС.

Після проведення комплексу робіт з вимірювання параметрів завад, розроблення пристроїв захисту від них та проведення необхідних випробовувань з використанням імітаторів завад усі енергоблоки почали працювати без збоїв.

Висновок.

Ці приклади наочно вказують на необхідність вивчення курсу (ЗПЗ СА) та використання його для інженерної діяльності.

3.Огляд курсу

3.1 Мета та завдання навчальної дисципліни

Основною метою курсу є підготовка магістрів для творчої участі в дослідженнях, розробці, проектуванні, будівництві та експлуатації ЗПЗ СА з урахуванням параметрів електромагнітних завод.

Після освоєння курсу магістр повинний:

Знати:

- вимоги національних стандартів, нормативних документів та галузевих інструкцій, щодо заводостійкості і функціонування пристроїв і систем автоматики (СА);
- принципи нормування, допуску та забезпечення безпеки функціонування експлуатованих і перспективних СА, у тому числі комп'ютерної та мікропроцесорної техніки;
- особливості використання випробувальної та вимірювальної техніки при дослідженні якості продукції, її сертифікації за основними показниками призначення;
- перспективні методи забезпечення заводостійкості СА;
- особливості проектування СА з урахуванням існуючих електромагнітних завод.

Уміти:

- раціонально обирати основні показники призначення та відповідні нормативи заводостійкості СА та їх функціональних вузлів;
- знати кількісні та якісні вимоги до заводостійкості СА, методи їх випробовування, підвищення надійності та безпеки функціонування;
- організувати сертифікаційні випробовування згідно основних показники заводостійкості СА;
- раціонально обирати технічні засоби для проведення сертифікаційних випробовувань СА згідно національних нормативних документів
- розробляти та проектувати СА, у тому числі з використанням мікропроцесорної техніки, з урахуванням реальної електромагнітної обстановки в місцях експлуатації СА.

Мати уявлення:

- про шляхи удосконалення вимог щодо основних показників заводостійкості СА;
- перспективи розвитку систем стандартизації та сертифікації продукції та послуг;
- про нормативні документи, вимоги та методи забезпечення заводостійкості СА.

Найважливішими умовами для впровадження сучасних якісних систем забезпечення руху поїздів на магістральному, промисловому транспорті та метрополітенах (СА) є знання методів забезпечення заводостійкості СА, особливо пристроїв безпосередньо пов'язаних з безпекою руху поїздів. Внаслідок цього дисципліна курсу ЗПЗ СА має велике значення при підготовці фахівців з розробки, проектування, виготовлення та експлуатації технічних засобів автоматизації залізничного транспорту та інших галузей промисловості.

Дисципліна «ЗПЗ СА» є важливою ланкою у фаховій підготовці магістра. Дисципліна пов'язана з детальним вивченням і дослідженням питань заводостійкості СА.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться:

- для освітньої програми АКІТ, спеціальності 151 – 180 годин / 6 кредитів ECTS.

3.2 Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Модуль 1

Заводостійкість пристроїв та систем автоматики, проблеми та необхідність її забезпечення на залізничному транспорті.

Вплив електромагнітних завод довкілля, на функційну та інформаційну безпечність систем автоматики, безвідмовність та безперебійність руху поїздів.

Джерела та види електромагнітних завод.

Загальна характеристика чинників, які впливають на параметри джерел електромагнітних

завад.

Способи та пристрої придушення завад в місяцях їх виникнення. Визначення електромагнітної обстановки на об'єкті. Класифікація рівней жорсткості електромагнітної обстановки.

Шляхи електромагнітних завад проникнення в технічні засоби систем.

Причини перенапружень у рейкових колах, в колах живлення та введення-виведення інформації.

Характеристика пристроїв по чутливості до електромагнітних завад.

Способи та пристрої захисту технічних засобів від потужних електромагнітних завад.

Захист людей, приміщень та обладнання від впливів блискавок та тягового струму.

Способи та пристрої захисту технічних засобів від синусоїдальних та імпульсних електромагнітних завад малої потужності

Теоретичні основи побудови електричних фільтрів для захисту від електромагнітних завад.

Способи та пристрої захисту технічних засобів від динамічних змін напруги живлення та електростатичних розрядів.

Модуль 2

Способи та пристрої захисту технічних засобів від радіочастотного електромагнітного поля.

Комплексний захист елементів, пристроїв та систем від електромагнітних завад.

Методи та прилади для вимірювання параметрів електромагнітних завад.

Апаратура моделювання електромагнітних завад. Використання імітаторів завад для визначення завадостійкості пристроїв та систем.

Методи визначення стійкості пристроїв та систем автоматизації до електромагнітних завад. Особливості випробовувань пристроїв та систем залізничної автоматики на стійкість до електромагнітних завад.

Етапи та особливості забезпечення стійкості систем автоматизації до електромагнітних завад.

Випромінювання електромагнітних завад від технічних засобів та систем.

Нормування параметрів випромінювання електромагнітних завад від технічних засобів та систем. Методи та засоби випробування систем автоматизації та залізничної автоматики для визначення параметрів випромінювання електромагнітних завад.

Шляхи підвищення забезпечення стійкості до електромагнітних завад технічних засобів автоматизації та систем керування руху поїздів на залізничному транспорті.

4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1.Кустов В.Ф. “ Основи теорії надійності та функційної безпечності систем залізничної автоматики” . Навчальний посібник. Харків. УкрДАЗТ. 2008 р., 156с.

2.Зіньковський Ю.Ф., Клименко В.Г. Електромагнітна, інформаційна захищеність та сумісність електронних апаратів. – Житомир: ЖІТІ, 1999. – 376 с.

3.Кравченко В.І. Електромагнітна сумісність у техніці високих напруг.// у навч. посібнику Техніка і електрофізика високих напруг. – Харків: НТУ "ХПІ".-2005.-930с.

4.Кравченко В.И. Грозозащита радиоэлектронных средств.-М: Радио и связь, 1991.-264с.

5.Рой В. Ф. Конспект лекцій із дисципліни «Електромагнітна сумісність у системах електроспоживання» (для студентів 5 курсу денної та 6 курсу заочної форм навчання магістерської програми за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / В. Ф. Рой ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 114 с.

6.ДСТУ EN 50121-1:2019 Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 1. Загальні положення (EN 50121-1:2017, IDT)

7.ДСТУ EN 50121-2:2019 Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 2. Емісія завад від залізничної системи в доквілля (EN 50121-2:2017, IDT)

8. ДСТУ EN 50121-3-1:2019 Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 3-1. Рухомий склад. Тяга цільна та з причепом (EN 50121-3-1:2017, IDT)
9. ДСТУ EN 50121-3-2:2019 Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 3-2. Рухомий склад. Апаратура (EN 50121-3-2:2016, IDT).
10. ДСТУ EN 50121-4:2018 (EN 50121-4:2016, IDT). Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 4. Емісія та несприйнятливість сигнальної та телекомунікаційної апаратури.
11. ДСТУ EN 50121-5:2019 Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 5. Емісія завад і несприйнятливість стаціонарних установок електроживлення та апаратури (EN 50121-5:2017, IDT)
12. ДСТУ 4151-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Електромагнітна сумісність. Вимоги та методи випробовування.
7. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність. Вимоги та методи випробовування. Чинний від 01.07.2003.
8. Зінковський Ю.Ф., Клименко В.Г. Електромагнітна, інформаційна захищеність та сумісність електронних апаратів. – Житомир: ЖІТІ, 1999. – 376 с.
9. Шваб А. Электромгнитная совместимость : А. Шваб; пер. с нем. / В. Д. Мазина и С. А. Спектор. – Под. ред. И. П. Кужекина. [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Энергоатомиздат, 1998. – 480 с.
10. Э. Хабигер Электромгнитная совместимость. Основы обеспечения её в технике : пер. с нем. Э. Хабигер, И. П. Кужекина ; Под. ред. Б. К. Макимова. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 304 с.
11. Шаманов В.И. Электромгнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики : учеб. пособие / В. И. Шаманов. – М. : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 244 с.
12. Бадер М.П. Электромгнитная совместимость : учеб. для вузов железнодорожного транспорта / М. П. Бадер. – М. : УМК МПС, 2002. – 638 с.

Додаткова:

1. Методика доказу функційної безпечності комплексів управління та регулювання рухом поїздів. Київ. Транспорт України, 106с.
2. Інструкція про порядок проведення експлуатаційних і приймальних випробувань дослідних зразків пристроїв сигналізації, централізації та блокування. ЦШ 0026. Затверджено та введено в дію наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 17.08.2001 р № 453-Ц. – 14 с.
3. Шапиро Д. Н. Основы теории электромагнитного экранирования : учеб. пособие / Д. Н. Шапиро. – Л. : – Энергия, 1978. – 275 с.
4. Уайт Д. Электромгнитная совместимость радиоэлектронных средств / Д. Уайт Электромгнитная совместимость радиоэлектронных средств // науч. журнал – Сов. радио, 1979. – Вып 1. – С. 120–125.
5. Періодична науково-технічна література.

5.ФОРМИ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Теоретичні знання та практичні навички перевіряються:

- а) при проведенні поточного контролю – в процесі контрольного опитування та за результатами розв'язання тестових завдань на практичних заняттях; при перевірках розв'язань задач, які були задані на самостійну роботу;
- б) при проведенні проміжного контролю – за підсумками модульного тестування на ПЕОМ;
- в) підсумкові – на заліку за дисципліною.

Засоби діагностики успішності навчання

Підсумкові результати навчання оформляють за результатами поточного та тестового контролю упродовж семестру згідно положенню про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ.

6 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1 Розподіл лекцій на модулі, змістові модулі

Тема 1. Завадостійкість пристроїв та систем автоматики, проблеми та необхідність її забезпечення на залізничному транспорті.

Вступ. Роль електронних систем автоматизації та особливості їх роботи в реальних умовах. Вплив електромагнітних завад довкілля, на функційну та інформаційну безпечність систем автоматики, безвідмовність та безперебійність руху поїздів. Предмет та зміст дисципліни, зв'язок з другими дисциплінами. Основні поняття, терміни та визначення електромагнітної сумісності електронних систем (ЕМС ЕС).

Тема 2. Джерела та види електромагнітних завад.

Основні причини виникнення електромагнітних завад на об'єктах автоматизації, види електромагнітних завад та їх джерела. Загальна характеристика чинників, які впливають на параметри електромагнітних завад. Причини перенапружень у електротяговій мережі.

Тема 3. Способи та пристрої придушення завад в місцях їх виникнення. Визначення електромагнітної обстановки на об'єкті.

Способи та пристрої придушення завад. Визначення електромагнітної обстановки на об'єкті. Класифікація рівней жорсткості електромагнітної обстановки

Тема 4. Шляхи електромагнітних завад проникнення в технічні засоби систем.

Кондуктивні завади та завади радіоелектронного випромінювання. Симетричні та несиметричні завади. Особливості проникнення через кола первинного та вторинного живлення, введення-виведення інформації та заземлення, а також через корпуси приладів та шаф керування.

Причини перенапружень у рейкових колах, в колах живлення та введення-виведення інформації.

Характеристика пристроїв по чутливості до електромагнітних завад.

Тема 5. Способи та пристрої захисту технічних засобів від потужних електромагнітних завад.

Характеристика елементів та пристроїв по чутливості до електромагнітних завад. Причини збоїв та теплового пробою електронних елементів та пристроїв у разі дії потужних завад.

Основні способи та пристрої захисту від потужних електромагнітних завад. Особливості наведення симетричних та несиметричних завад та захисту від них. Обмежувачі напруги, струму та потужності. Розрядники, варистори, сап्रेसори, стабілітрони як елементи захисту. Особливості їхнього вибору та використання.

Захист людей, приміщень та обладнання від впливів блискавок та тягового струму.

Тема 6. Способи та пристрої захисту систем автоматики від синусоїдальних та імпульсних електромагнітних завад малої потужності

Просторове розділення джерел завад та чутливих до завад елементів електронних систем. Просторове розділення електричних кіл, що несуть електромагнітні завади та електричних кіл, які приймають їх та передають до чутливих к завадам електронним елементам. Особливості захисту від симетричних та несиметричних завад

Екранування корпусів приладів, кабелів та електричних кіл. Заземлення корпусів приладів та шаф керування, а також екранів кабелів та інших електричних кіл. Чинники, що

впливають на якість контурів заземлення. Металізація корпусів пристроїв та приладів в шафах керування та контролю.

Часова селекція сигналів та електромагнітних завад. Часові селектори на базі транзисторів, мікросхем та RC-фільтрів.

Гальванічна розділення електричних кіл як спосіб захисту від завад. Трансформаторна, оптоелектричне та релейне гальванічне розділення, способи покращення її виконання. Зменшення в них паразитної ємності та підвищення напруги пробою.

Використання витих пар для захисту від симетричних завад.

Програмний захист від імпульсних завад, перезапуск роботи пристроїв, обмеження кількості перезапусків для забезпечення функційної безпечності.

Тема 7. Теоретичні основи побудови електричних фільтрів для захисту від електромагнітних завад.

Частотна селекція сигналів та електромагнітних завад. Електричні фільтри. Найпростіші RC-фільтри. Розрахунок RLC-фільтрів. Особливості визначення кількості нулів та полюсів. Вплив на фільтри опору магнітопроводів. Особливості опору феритових магнітопроводів та залежність їх від частоти сигналів та завад. Способи зменшення паразитної ємності електричних фільтрів.

Тема 8. Способи та пристрої захисту технічних засобів від динамічних змін напруги живлення, електростатичних розрядів

Джерела безперервного живлення, особливості їх використання для захисту електронного обладнання від провалів та короткочасних відключень напруги живлення.

Способи та пристрої захисту від розрядів статичної електрики. Чинники, що впливають на напругу пробою повітря та інших матеріалів. Використання спеціальних ізоляційних матеріалів з підвищеною стійкістю до електричних пробойів, а також до розрядів статичної електрики.

Використання способів та пристроїв, які використовуються для захисту від синусоїдальних та імпульсних електромагнітних завад малої потужності, які наведено в темі 5.

Модуль 2

Тема 9. Способи та пристрої захисту технічних засобів від радіочастотного електромагнітного поля.

Просторове розділення джерел завад та чутливих до завад елементів електронних систем. Просторове розділення електричних кіл, що несуть електромагнітні завади та електричних кіл, які приймають їх та передають до чутливих к завадам електронним елементам. Особливості захисту від симетричних та несиметричних завад

Екранування корпусів приладів, кабелів та електричних кіл. Заземлення корпусів приладів та шаф керування, а також екранів кабелів та інших електричних кіл. Чинники, що впливають на якість контурів заземлення. Металізація корпусів пристроїв та приладів в шафах керування та контролю.

Часова селекція сигналів та електромагнітних завад. Часові селектори на базі транзисторів, мікросхем та RC-фільтрів.

Гальванічна розв'язка електричних кіл як спосіб захисту від завад. Трансформаторна, оптронна та релейна гальванічна розв'язка, способи покращення її виконання. Зменшення в них паразитної ємності та підвищення напруги пробою.

Використання витих пар для захисту від симетричних завад.

Програмний захист від імпульсних завад, перезапуск роботи пристроїв, обмеження кількості перезапусків для забезпечення функційної безпечності.

Тема 10. Комплексний захист елементів, пристроїв та систем від електромагнітних завад.

Використовують комплексно способи та пристрої, які захищають від різних типів завад, але з урахуванням того, що при встановленні пристроїв по одним колам проникнення завад, змінюються шляхи проходження завад в інших місцях.

Тема 11. Методи та прилади для вимірювання параметрів електромагнітних завад.

Апаратура моделювання електромагнітних завад. Використання імітаторів завад для визначення завадостійкості пристроїв та систем.

Тема 12. Методи визначення стійкості пристроїв та систем автоматизації до електромагнітних завад.

Експертний метод визначення стійкості до електромагнітних завад по технічній документації та принциповим схемам, а також по аналізу монтажу в пристроях, друкованих платах, шафах керування та контролю.

Особливості випробовувань пристроїв та систем залізничної автоматики на стійкість до електромагнітних завад.

Тема 13. Етапи та особливості забезпечення стійкості систем автоматизації до електромагнітних завад та їхня характеристика.

Етапи та особливості забезпечення стійкості електронних систем промислової автоматизації до електромагнітних завад.

Етапи та особливості забезпечення стійкості електронних систем в критичних галузях промисловості, де можливі великі наслідки збитків від дії завад.

Етапи та особливості забезпечення стійкості електронних систем залізничної автоматики та їхня характеристика. Особливості доказу функційної безпечності пристроїв та систем у разі впливів електромагнітних завад.

Особливості доказу електромагнітної сумісності та функційної безпечності пристроїв та систем у разі впливів електромагнітних завад.

Тема 14. Випромінювання електромагнітних завад від технічних засобів та систем.

Причини випромінювання електромагнітних завад від технічних засобів та систем. Способи та пристрої зменшення випромінювання електромагнітних завад.

Нормування параметрів випромінювання електромагнітних завад від технічних засобів та систем.

Вимоги національних, європейських та міжнародних стандартів щодо регламентації випромінювання електромагнітних завад.

Методи визначення та засоби випробування систем автоматизації та залізничної автоматики для визначення параметрів випромінювання електромагнітних завад.

Тема 15. Шляхи підвищення забезпечення стійкості до електромагнітних завад технічних засобів автоматизації та систем керування руху поїздів на залізничному транспорті

Тенденції розвитку систем автоматики та систем керування руху поїздів на залізничному транспорті

Шляхи підвищення стійкості до електромагнітних завад технічних засобів автоматизації та систем керування руху поїздів на залізничному транспорті.

6.2 Тематика (зміст) практичних занять.

№ з/п	Назва теми
	Модуль 1
1	Завадостійкість пристроїв та систем автоматики, проблеми та необхідність її забезпечення на залізничному транспорті. Вплив електромагнітних завад довкілля, на функційну та інформаційну безпечність систем автоматики, безвідмовність та безперебійність руху поїздів.

2	Джерела та види електромагнітних завад. Загальна характеристика чинників, які впливають на параметри джерел електромагнітних завад.
3	Способи та пристрої придушення завад в місяцях їх виникнення. Визначення електромагнітної обстановки на об'єкті. Класифікація рівней жорсткості електромагнітної обстановки.
4	Шляхи електромагнітних завад проникнення в технічні засоби систем. Причини перенапружень у рейкових колах, в колах живлення та введення-виведення інформації. Характеристика пристроїв по чутливості до електромагнітних завад.
5	Способи та пристрої захисту технічних засобів від потужних електромагнітних завад. Захист людей, приміщень та обладнання від впливів блискавок та тягового струму.
6	Способи та пристрої захисту технічних засобів від синусоїдальних та імпульсних електромагнітних завад малої потужності.
7	Теоретичні основи побудови електричних фільтрів для захисту від електромагнітних завад.
8	Способи та пристрої захисту технічних засобів від динамічних змін напруги живлення та електростатичних розрядів
	Модуль 2
9	Способи та пристрої захисту технічних засобів від динамічних змін напруги живлення, електростатичних розрядів та радіочастотного електромагнітного поля.
10	Комплексний захист елементів, пристроїв та систем від електромагнітних завад.
11	Методи та прилади для вимірювання параметрів електромагнітних завад. Апаратура моделювання електромагнітних завад. Використання імітаторів завад для визначення завадостійкості пристроїв та систем.
12	Методи визначення стійкості пристроїв та систем автоматизації до електромагнітних завад. Особливості випробовувань пристроїв та систем автоматизації з жорсткими вимогами по функційній безпечності на стійкість до електромагнітних завад.
13	Етапи та особливості забезпечення стійкості систем залізничної автоматики до електромагнітних завад та їх характеристика. Особливості доказу функційної безпечності пристроїв та систем у разі впливів електромагнітних завад.
14	Випромінювання електромагнітних завад від технічних засобів та систем. Нормування параметрів випромінювання електромагнітних завад від технічних засобів та систем. Методи та засоби випробування систем автоматизації та залізничної автоматики для визначення параметрів випромінювання електромагнітних завад.
15	Шляхи підвищення забезпечення стійкості до електромагнітних завад технічних засобів автоматизації та систем керування руху поїздів на залізничному транспорті.

6.3 Самостійна робота

Під час самостійної роботи засвоюються та поглиблюються знання дисципліни шляхом вивчення матеріалу з рекомендованої літератури.

Навчальне навантаження на студента, що відведене на самостійну та індивідуальну роботу, складає:

- для денної повної форми навчання 120 годин;
- для заочної повної форми навчання 162 години.

7. ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Теоретичні знання та практичні навички перевіряються:

а) при проведенні поточного контролю – в процесі контрольного опитування та за результатами розв'язання тестових завдань на практичних заняттях; при перевірках розв'язань задач, які були задані на самостійну роботу;

б) при проведенні модульного контролю – по результатах виконання тестових контрольних завдань на ПЕОМ;

в) підсумково – на заліку за дисципліною.

При оцінюванні результатів навчання керуватися [Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ](https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/pologennya-pro-kontrol-ta-ocinuvannya-yakosti-znanyh-studentiv-v-ukrduzt) (<https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/pologennya-pro-kontrol-ta-ocinuvannya-2015.pdf>) та [змінами до нього](https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/zmin_kon_oc.pdf) (https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/zmin_kon_oc.pdf).

Згідно з Положенням використовується 100-бальна шкала оцінювання.

У складовій “Самостійна робота” оцінюється рівень засвоєння студентом розділів і питань курсу, які визначені для самостійного вивчення. Оцінювання проводиться шляхом тестування на ПЕОМ та усного опитування студентів під час проведення практичних занять.

Поточне тестування оцінює рівень засвоєння матеріалу, який входять до складу відповідного модуля.

Формування оцінки за кожний модуль у складі залікового кредиту за 100-бальною шкалою здійснюється відповідно до виразу

$$OM = OPR + OT,$$

де OPR – сума балів за оцінку на практичних заняттях;

OT – сума балів за модульний тестовий контроль на ПЕОМ.

Бали нараховуються:

-по 1-му та по 2-му модулю (поточна успішність – до 60 балів, тестовий контроль у MOODL – до 40 балів):

	Сума балів по 1 та 2 модулю	Макс. значення
<u>OPR</u>	за кожну відмінну, добру та задовільну оцінку на практичних заняттях	60
<u>OT</u>	за модульний тестовий контроль на ПЕОМ .	<u>40</u>
	Разом	<u>100</u>

До перелічених складових модульної оцінки можуть нараховуватися додаткові бали за участь студента у науковій роботі, підготовці публікацій, робіт на наукові студентські конкурси, участь в студентських олімпіадах, активність на заняттях та консультаціях.

Позитивна підсумкова оцінка може бути виставлена, якщо студенти повністю виконали навчальну програму, тобто вивчили теоретичну частину курсу.

Підсумкова оцінка визначається, як середньоарифметична оцінок двох модулів залікового кредиту.

Отримана таким чином сума балів доводиться до відома студентів після проведення модульного контролю. З його урахуванням відповідна оцінка модуля проставляється у заліково-екзаменаційну відомість.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, переводиться також відповідно до державної шкали 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
ЗАРАХОВАНО	Зараховано – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ЗАРАХОВАНО	Зараховано – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B

	Зараховано – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАРАХОВАНО	Зараховано - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Зараховано – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАРАХОВАНО	Незараховано – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незараховано - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Кількість балів, отримана за результатами поточного навчання, дає студенту можливість для підвищення оцінки на сесії на один ступінь за державною шкалою:

- з (82-89 балів) на (90-100 балів);
- з (69-74 бали) на (75-89 балів);
- з “незадовільно” (35-59 балів) на “задовільно” (60-74 балів).

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

8.1 Бібліотеки та медіатеки

- 1.НТБ УкрДУЗТ (Харків, пл. Феєрбаха, 7).
- 2.Медіатека УкрУЗТ (Харків, пл. Феєрбаха, 7).
- 3.ХДНБ ім. В.Г. Короленка (Харків, пров. Короленка 18).
- 4.Харківський ЦНТЕІ (Харків, просп. Гагаріна, 4).

8.2 Інформаційні ресурси в Інтернеті:

- 1.<https://do.kart.edu.ua/>
- 2.<http://metod.kart.edu.ua/>

Команда викладачів:

Кустов Віктор Федорович - лектор по курсу «Засоби підвищення завадостійкості систем автоматики». Отримав ступінь к.т.н. за спеціальністю 05.22.20- «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» у 1987 році, доцент з – 1994 року.

Тема дисертації - «Методи та засоби випробувань на завадостійкість цифрових пристроїв залізничної автоматики».

Член-кореспондент Транспортної академії України (ТАУ).

Напрямки наукової діяльності:

1.Розроблення та впровадження мікропроцесорних систем та пристроїв залізничної автоматики (керівник проектів з впровадження більш ніж 100 новітніх систем та пристроїв СЦБ, у тому числі релейно-мікропроцесорних та мікропроцесорних систем керування стрілками та сигналами, електронних систем контролю вільності колійних дільниць на станціях та перегонах на базі підрахунку осей рухомого складу, мікропроцесорних систем переїзної сигналізації та диспетчерського контролю за рухом поїздів, а також мікропроцесорної системи напівавтоматичного блокування на базі радіоканалу.

2.Дослідження надійності та безпечності систем залізничної автоматики.

Автор основних нормативних документів галузі, у тому числі національних стандартів з надійності та функційної безпечності ДСТУ 4178, електромагнітної сумісності ДСТУ 4151, галузевої «Методики доказу функційної безпечності мікроелектронних комплексів систем керування та регулювання руху поїздів», 3-х міжнародних документів – Пам’яток Організації співробітництва залізниць (з надійності та електромагнітної сумісності систем залізничної автоматики), які затверджені експертами Комісії по СЦБ цієї організації.

Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним.

Кодекс доступний на сайті університету за посиланням:

<https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/06/kodex.pdf>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на практичних заняттях 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, вміннями 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/>