

Затверджено  
рішенням вченої ради факультету  
Інформаційно-керуючих систем та  
технологій

протокол № 1 від «27» серпня 2020 р.

Рекомендовано  
на засіданні кафедри  
“Автоматика та комп’ютерне телекерування  
рухом поїздів”

протокол № 14 від «26» серпня 2020 р.

## СИЛАБУС

### ОСНОВИ ТЕОРІЇ НАДІЙНОСТІ ТА ФУНКЦІЙНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ

#### **Семестр та рік навчання**

**За освітньою програмою:** організацію контролю систем керування рухом поїздів (ОКСКРП) – 5 семестр 3 року повної форми навчання, 4 семестр 2 року скороченої форми навчання

#### **Освітній рівень перший (бакалаврський)**

#### **Галузь знань**

27 «Транспорт»

#### **Шифр та назва спеціальностей:**

273 «Залізничний транспорт»

**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 (057) 730-10-32, e-mail: [kustov.vf@kart.edu.ua](mailto:kustov.vf@kart.edu.ua), [kvf@satep.com.ua](mailto:kvf@satep.com.ua)

Години прийому та консультації: відповідно до графіку індивідуальних консультацій, що розміщений на інформаційному стенді кафедри

Розміщення кафедри: місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 1 корпус, 2 поверх, 222 аудиторія.

#### **Веб-сторінки курсу:**

<http://kart.edu.ua/vupysk-tekhn-ta-kol-ua/akit-ua>

<http://kart.edu.ua/v-shkil-ta-yeh-ua/akit-ua>

<http://kart.edu.ua/v-shkil-ta-yeh-ua/akszt-ua>[http://kart.edu.ua/images/stories/novunu/25-10-2019/pol\\_pro\\_sil.pdf](http://kart.edu.ua/images/stories/novunu/25-10-2019/pol_pro_sil.pdf)

## **Предмет дисципліни**

Предметом дисципліни «Основи теорії надійності та функційної безпечності» (ОТНФБ) є методи та засоби забезпечення необхідного рівня надійності та функційної безпечності пристроїв та систем керування рухом поїздів. Об'єктом – показники надійності та функційної безпечності, чинники, що впливають на них.

Міждисциплінарні зв'язки. Курс ОТНФБ є однією із фахових дисциплін і базується на знаннях, які отримані студентами під час вивчення наступних дисциплін: "Фізика", "Теоретичні основи електротехніки та електромеханіки", "Електроніка та мікросхемотехніка", «Теорія імовірностей», Теорія автоматичного керування», "Комп'ютерна техніка та технології".

Дисципліна ОТНФБ є базовою для подальшого вивчення основних дисциплін у галузі організацію контролю систем керування рухом поїздів. Дисципліна забезпечує вивчення професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін навчального плану підготовки спеціаліста, а також забезпечує виконання курсових робіт (проектів), кваліфікаційних робіт та дипломних робіт (проектів).

Дисципліна ОТНФБ дозволяє формувати такі компетенції студента:

**Ціннісно-смыслову компетентність** - формування та розширення світогляду студента в області методів та засобів забезпечення необхідного рівня надійності та функційної безпечності пристроїв та систем керування рухом поїздів, а також в області безпечного проектування сучасних систем керування та контролю.

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

**Навчально-пізнавальну компетентність** - формування у студента зацікавленості про стан та перспективи розвитку в області сучасних пристроїв та систем керування рухом поїздів; 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.

**Інформаційну компетентність** - розвиток вмінь студента до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору методів та засобів забезпечення надійності та функційної безпечності пристроїв та систем керування рухом поїздів

**Комунікативну компетентність** - розвиток у студента навичок роботи в команді шляхом реалізації групових проектів в області проектування сучасних надійних та безпечних систем контролю та керування рухом поїздів, вміння презентувати власні засоби та методи їх використання та кваліфіковано вести дискусію у досліджуваній сфері.

**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 забезпечення надійності та функційної безпечності систем контролю та керування рухом поїздів

## **Чому Ви маєте обрати цей курс?**

Сучасні мікропроцесорні та комп'ютерні системи контролю та керування використовуються у різних галузях техніки та все частіше використовуються у відповідальних технологічних процесах, де їх надійна та безпечна робота має дуже велике значення.

Дуже важливо розробити сучасні системи керування та контролю, але якщо не забезпечувати їх надійність та безпеку, це призводить до загибелі людей, дуже великого збитку та недопустимого впливу на довкілля. Виробляти та використовувати ненадійні системи практично не має сенсу,

Для ефективного впровадження та експлуатації сучасних цифрових технологій студенти повинні знати за рахунок чого досягається необхідна надійність та безпека на етапах розроблення, проектування, виготовлення та експлуатації систем керування рухом поїздів. Особливо це важливо для електронних та програмованих пристроїв, тому що на них впливають дуже багато різних чинників і студенти повинні про них знати, вміти ефективно їх враховувати та розробляти високонадійні та безпечні системи.

На жаль можна навести деякі приклади недостатньої надійності та безпечності у різних галузях транспорту та промисловості, які мали великий резонанс у суспільстві, призводили до загибелі багатьох людей та мільярдних збитків.

### **1 Залізничний транспорт**

#### **1.1.Зіткнення двох високошвидкісних поїздів у провінції Вєньчжоу, Китай, 2011 р.**

Це перша залізнична катастрофа високошвидкісних поїздів у Китаї.

Причина - хибний сигнал від електронних пристроїв контролю вільності колійних дільниць, на яких був поїзд, внаслідок перегорання запобіжника 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.

#### **1.2. Найбільша у СРСР залізнична катастрофа**

У 1989 р біля м. Уфа під час зустрічного проходження двох пасажирських поездів № 211 «Новосибирск — Адлер» и № 212 «Адлер — Новосибирск», виник дуже сильний вибух газу, який витікав у низину з трубопроводу, що проходив неподалік залізниці,

Причиною цього стало те, що систему контролю за витіком газу не було впроваджено, надія була на місцевих жителів, які будуть за запахом газу надавати про це інформацію.

Загинуло 575 осіб, у тому числі 181 дитина, 600 було поранено, з них багато дуже тяжко.

#### **1.3. «Залізнична катастрофа століття»**

На станції Єльніково Піденної залізниці (при СРСР – Белгородське відділення) внаслідок встановлення електромеханіком СЦБ перемички на колійному реле зіткнулися 1 швидкий поїзд, 1 пасажирський та вантажний з вибухонебезпечним вантажем.

## **2.Авіація.**

**2.1.У жовтні 2018 р. та березні 2019 р. 2 літака сучасної розробки Boeing 737 Max розбилися у Індонезії та Ефіопії внаслідок недостатньої надійності електронних систем та збоїв у їхній роботі.**

Загинули відповідно 189 та 157 осіб.

Після цього почала діяти всесвітня заборона на ці літаки, у тому числі в Україні також призупинили постачання 5 літаків.

**Матеріальний збиток компанії Boeing від цього склав за різними оцінками від 19 до 23 млрд. доларів, більш ніж на третину зменшилися доходи цієї корпорації, це призвело до кризи всесвітньої авіокомпанії. На модернізацію літака було додатково витрачено 6,3 млрд. \$.**



Boeing 737 MAX 8



**2.2. 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.



**2.3. Авіаційна подія на літаку A-330 у жовтні 2008 р., Австралія**  
Причина – не тільки збій обладнання, але й помилка у алгоритмі обробки даних. З великим і складнощами командиру вдалося посадити літак на резервному аеродромі. 119 осіб – поранення, 12 з них тяжкі.

### **3. Морський транспорт**

**3.1. Катастрофа пасажирського парому «Донья Пас» на Філіпінах у 1987 р.** після зіткнення с танкером «Вектор».

Причина людський фактор. На паромі і танкері не було спеціального навігаційного обладнання та найпростішого зв'язку, навіть радіозв'язку.

Загинуло біля 4300 человек – це найбільша морська катастрофа у світі у мирний час

**3.2. Зіткнення нефтяного танкера Alnic MC з війсьним есмінцем США біля Сингапура,** яке пов'язано як з людським фактором, так і з помилками у проектування електронної системи керування кораблем.

10 осіб – загинули, 48 травмовані.

Внаслідок цього прийнято рішення замінити усі нові сенсорні системи керування на есмінцах на старі механічні.

### **4. Системи електропостачання**

Найбільша аварія у світі в системі електропостачання.

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

Офіційно матеріальний збиток від цього склав 6 млрд. доларів.

## **5.Ракетнокосмічна галузь**

### **5.1.Катастрофа на космодромі Байконур у 1960р. при запуску міжконтинентальної балістичної ракети Р-16**

Виникла внаслідок несанкціонованого пуску двигуна 2-ступені ракети (до пуску 1-ї). Це призвело до руйнування баків 1- ступені та вибуху ракетного палива.

У пожежі загинуло до 126 человек. Серед тих, що загинули, були керівники ракетно-космічної галузі, відомі конструктора та науковці, у тому числі і головнокомандувач РВСН, головний маршал артилерії М. І. Неделін.

## **6.Ядерна техніка**

### **6.1.Глобальна аварія з дуже великими наслідками – Чернобильська АЕС, 1986 р.-**

У докiлля було викинуто 190 тонн радіоактивних речовин, постраждало до 300 осіб, забруднено більш ніж 160 тис. км<sup>2</sup> ряда держав Європи та Азії.

Більше 400 тисяч осіб були евакуйовані з зони зараження.  
Матеріальний збиток – мільярдний.

### **6.2 Дослідницький реактор НТРЕ в м. Ричланд, штат Вашингтон, серйозна аварія.**

Збій у системі керування викликав викид радіоактивних речовин у докiлля.

### **6.3 Хімічний комбінат «Маяк», сховище радіоактивних відходів у Челябінській обл.**

Вибух виник внаслідок порушення у роботі автоматичної системи охолодження бетонної ємності, де зберігалися 75 тонн рідких радиоактивних відходів. У докiлля попала радіація на території Челябінської, Курганської та Свердловської областей довжиною 300 та шириною 50 кілометрів, в зоні яких знаходилися 217 населених пунктів та проживало 272 тис. осіб.

## **Висновок**

Ці приклади наочно вказують на необхідність вивчення курсу «Основи теорії надійності та функційної безпечності» (ОТНФБ) та використання його для інженерної діяльності.

## **1 Огляд курсу**

Метою викладання дисципліни ОТНФБ є підготовка студентів до рішення проблем надійності та функційної безпечності пристроїв та систем керування рухом поїздів.

Основними завданнями вивчення дисципліни ОТНФБ є засвоєння теоретичних та практичних навичок забезпечення надійності та функційної безпечності пристроїв та систем керування рухом поїздів, методів розрахунку показників надійності та безпечності.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**Знати** – основні поняття та математичні методи теорії надійності пристроїв та систем керування рухом поїздів, проблему безпеки руху поїздів і напрямки її рішення; основні показники безвідмовності та функційної безпечності систем управління та контролю; основні чинники, які впливають на надійність та безпеку технічних засобів залізничної автоматики, принципи побудови безпечних систем керування рухом поїздів, методи визначення та розрахунку їх надійності та функційної безпечності

**Уміти** – робити аналіз надійності та функційної безпечності систем керування рухом поїздів, виконувати розрахунки їх основних показників, забезпечувати потрібний рівень надійності та безпеки технічних засобів автоматизації, які розробляються та експлуатуються.

**Мати уявлення**– про проблеми надійності та функційної безпечності, які виникають у зв'язку з сучасними тенденціями розвитку мікроелектронної техніки та впровадженням комп'ютерних технологій в системах керування рухом поїздів.

## **2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Курс ОТНФБ складається з лекцій та практичних занять та розрахунков-графічної роботи.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться для освітньої програми ОКСКРП– 120 годин /4 кредита ECSTS.

### **Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:**

1. Основні поняття та визначення теорії надійності.
2. Показники надійності та функційної безпечності систем керування рухом поїздів.
3. Методи визначення показників безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів.
4. Резервування об'єктів, розрахунок показників безвідмовності та функційної безпечності у разі використання різних способів резервування.
5. Вплив тривалості періодичного контролю та відновлення пристроїв на безвідмовність і функційну безпечність об'єктів.
6. Методи та принципи побудови безпечних пристроїв та систем керування рухом поїздів.
7. Загальна характеристика чинників, які впливають на експлуатаційну надійність та безпеку функціонування систем керування рухом поїздів.
8. Електромагнітна сумісність систем контролю та керування рухом поїздів.
9. Нормування, доказ та контроль надійності та функційної безпечності технічних засобів та систем контролю та керування рухом поїздів.
10. Експлуатаційна надійність елементів і пристроїв систем контролю та керування рухом поїздів.

## **2 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна:**

1. Кустов В.Ф. “ Основи теорії надійності та функційної безпечності систем залізничної автоматики” . Навчальний посібник. Харків. УкрДАЗТ. 2008 р., 156с.
2. Кустов В.Ф. Методичні вказівки для виконання розрахунково-графічних та контрольних робіт до курсу “Основи теорії надійності та функційної безпечності”. Харків. УкрДАЗТ. 2007 р., 36с.

### **Додаткова:**

1. Методика доказу функційної безпечності комплексів управління та регулювання рухом поїздів. Київ. Транспорт України, 106с.
2. 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.
3. ДСТУ 4151-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Електромагнітна сумісність. Вимоги та методи випробовування. Чинний від 01.01.2004.
4. Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики. Под ред. Сапожникова В.В. М.:Транспорт, 1995.
5. Сертификация и доказательство безопасности систем железнодорожной автоматики. Под ред. Сапожникова В.В. М.:Транспорт, 1997.
6. Періодична науково-технічна література.

#### **4.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 лабораторних заняттях; при перевірках розв'язань задач, які були задані на самостійну роботу; при перевірках звітів з лабораторних робіт по результатам досліджень;
- б) при проведенні проміжного контролю – за підсумками модульного тестування на ПЕОМ;
- в) підсумкові – на іспиті 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

<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf>

### **5 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

#### **Розподіл лекцій на модулі, змістові модулі**

#### **МОДУЛЬ 1**

**Показники надійності та функційної безпечності технічних засобів, методи їх визначення"**

#### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1**

#### **Основні поняття та визначення теорії надійності**

#### **Тема 1.Основні поняття та визначення теорії надійності**

Вступ. Роль систем керування рухом поїздів в організації руху поїздів та забезпеченні їх безпеки. Предмет та зміст дисципліни, зв'язок з другими дисциплінами. Визначення надійності, її складові частини. Основні поняття, терміни та визначення теорії надійності. Безвідмовність, функційна безпечність, ремонтпридатність, довговічність та збережуваність. Відмови та пошкодження, види відмов. Поняття про небезпечну відмову. Стани технічних систем з позиції аналізу їх надійності. Працездатність та справність технічних засобів. Об'єкти, що відновлюються та невідновлюються.

#### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2**

#### **Показники надійності та функційної безпечності систем керування рухом поїздів**

#### **Тема 2. Показники безвідмовності систем керування рухом поїздів**

Кількісні показники безвідмовності систем керування рухом поїздів. Імовірність відмов, імовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, щільність розподілу наробітку до відмови, середній наробіток до відмови.

#### **Тема 3. Показники функційної безпечності систем керування рухом поїздів. Закони розподілу відмов**

Кількісні та якісні показники функційної безпечності систем керування рухом поїздів. Імовірність небезпечних відмов, імовірність безпечної роботи, інтенсивність небезпечних відмов, щільність розподілу наробітку до небезпечної відмови, середній наробіток до небезпечної відмови.

Вимоги з функціональної безпеки до технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів.

Закони розподілу відмов. Кількісні показники безвідмовності та функційної безпечності при експоненціальному законі розподілу відмов.

### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3**

**Методи визначення показників безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів**

**Тема 4. Метод розрахунку показників безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів за розрахунково-логічними схемами надійності.**

Методика складання розрахунково-логічних схем безвідмовності та функційної безпечності.

Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів за розрахунково-логічними схемами безвідмовності та функційної безпечності.

**Тема 5. Метод розрахунку показників безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів за графами їх станів.**

Методика складання графів безвідмовності та функційної безпечності.

Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів за графами безвідмовності та функційної безпечності.

### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 4**

**Резервування об'єктів, розрахунок показників безвідмовності та функційної безпечності у разі використання різних способів резервування**

**Тема 6. Способи резервування та їх класифікація. Загальна характеристика.**

Загальне, роздільне та мажоритарне навантажувальне резервування, особливості використання, типи розв'язувальних елементів та пристроїв узгодження з об'єктами керування.

**Тема 7. Загальне навантажувальне резервування. Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпечності при загальному навантажувальному резервуванні.**

Розрахунок імовірності небезпечної відмови, Розрахунок нормативних показників функційної безпечності. Розрахунок імовірності відмови, безвідмовної роботи, наробітку до відмови.

**Тема 8. Роздільне навантажувальне резервування. Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпечності систем при роздільному навантажувальному резервуванні. Оптимальне роздільне резервування.**

Розрахунок імовірності небезпечної відмови, Розрахунок нормативних показників функційної безпечності. Розрахунок імовірності відмови, безвідмовної роботи, наробітку до відмови.

**Тема 9. Мажоритарне резервування. Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпечності систем керування рухом поїздів при мажоритарному резервуванні "n" із "m".**

Розрахунок імовірності небезпечної відмови, Розрахунок нормативних показників функційної безпечності. Розрахунок імовірності відмови, безвідмовної роботи, наробітку до відмови.

**Тема 10. Ненавантажувальне резервування. Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпечності при загальному ненавантажувальному резервуванні.**

Розрахунок імовірності небезпечної відмови, Розрахунок нормативних показників функційної безпечності. Розрахунок імовірності відмови, безвідмовної роботи, наробітку до відмови.

**Тема 11. Роздільне та ковзне ненавантажувальне резервування. Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпечності систем при роздільному та ковзному ненавантажувальному резервуванні.**



Розрахунок імовірності небезпечної відмови, Розрахунок нормативних показників функційної безпечності. Розрахунок імовірності відмови, безвідмовної роботи, наробітку до відмови.

## **МОДУЛЬ 2**

**Чинники, які впливають на надійність та функційну безпечність пристроїв залізничної автоматики та комп'ютерних систем керування**

### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 5**

**Вплив тривалості періодичного контролю та відновлення пристроїв на безвідмовність і функційну безпечність об'єктів.**

**Тема 12. Вплив періодичного контролю на безвідмовність і функційну безпечність резервованих та нерезерованих об'єктів.**

Розрахунок показників надійності та функційної безпечності при навантажувальному дублюванні з періодичним контролем. Розрахунок показників надійності та функційної безпечності при мажоритарному резервуванні "2" із "3" з періодичним контролем.

**Тема 13. Вплив відновлення на кількісні характеристики безвідмовності та функційної безпечності нерезерованих та резервованих технічних засобів залізничної автоматики.**

Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпечності резервованих об'єктів з відновленням.

### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 6**

**Методи та принципи побудови безпечних пристроїв та систем керування рухом поїздів**

**Тема 14. Методи побудови безпечних схем на елементах з несиметричними та симетричними відмовами.**

Правила побудови відповідальних електричних кіл управління та контролю. Правила та методи забезпечення функційної безпечності релейних схем. Безпечні пристрої сполучення з об'єктами контролю та керування.

Класифікація методів забезпечення функційної безпечності пристроїв та систем керування рухом поїздів та їх аналіз. Структурні методи підвищення безпеки. Безпечні схеми порівняння з несиметричною характеристикою відмов. Принципи побудови безпечних схем на елементах з несиметричними відмовами

Безпечний інтерфейс. Вимоги до спеціалізованих пристроїв сполучення з виконавчими об'єктами. Класифікація елементів сполучення. Пристрої сполучення з виконавчими реле.

### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 7**

**Загальна характеристика чинників, які впливають на експлуатаційну надійність та безпеку функціонування систем керування рухом поїздів**

**Тема 15. Загальна характеристика чинників, які впливають на експлуатаційну надійність та безпеку функціонування систем керування рухом поїздів.**

Чинники, які впливають на експлуатаційну надійність та безпеку функціонування систем керування рухом поїздів. Вплив комплектуючих виробів та режимів їх функціонування на надійність об'єктів. Особливості вибору комплектуючих елементів для систем керування рухом поїздів, до яких встановлюються підвищені вимоги з функційної безпечності. Вплив структури об'єктів на їх безвідмовність та функційну безпечність.

Класифікація зовнішніх впливів на апаратуру залізничної автоматики та їх аналіз. Кліматичні, механічні, електромагнітні та біологічні чинники.

## **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 8**

### **8.Електромагнітна сумісність систем керування рухом поїздів.**

**Тема 16.** Електромагнітна сумісність систем керування рухом поїздів. Основні поняття, терміни та визначення.

Джерела та види електромагнітних завад, шляхи їх проникнення в технічні засоби залізничної автоматики.

**Тема 17.**Способи та пристрої захисту пристроїв залізничної автоматики від електромагнітних завад.

**Тема 18.** Випробування систем керування рухом поїздів на електромагнітну сумісність. Характеристика нормативної бази, методів випробувань та випробувального обладнання.

## **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 9**

**Нормування, доказ та контроль надійності та функційної безпеки технічних засобів залізничної автоматики**

**Тема 19.** Етапи доказу функційної безпеки технічних засобів залізничної автоматики та їх характеристика.

Основні етапи доказу функційної безпеки технічних засобів залізничної автоматики та їх характеристика. Визначення показників функційної безпеки розрахунковими методами. Стендові, полігонні та експлуатаційні випробування. Експертні оцінки. Імітаційне моделювання.

Вимоги до документа «Доказ функційної безпеки». Нормативні документи, що регламентують вимоги надійності та функційної безпеки технічних засобів залізничної автоматики. Методи визначення нормативів з функційної безпеки технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів.

**Тема 20.** Сертифікація технічних засобів залізничної автоматики.

Сертифікація технічних засобів залізничної автоматики. Функції сертифікаційних органів та випробувальних центрів. Характеристика нормативної бази, методів випробувань та випробувального обладнання.

## **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 10**

**Експлуатаційна надійність елементів і пристроїв залізничної автоматики та комп'ютерних систем керування**

**Тема 21.** Характеристика надійності елементів та пристроїв залізничної автоматики.

Характеристика надійності електромагнітних реле і релейної апаратури, конденсаторів, резисторів, дроселів, трансформаторів, розрядників, варисторів.

Експлуатаційна надійність електронних елементів: діодів, транзисторів, тиристорів, інтегральних мікросхем, оптронів.

**Тема 22.** Шляхи підвищення надійності та функційної безпеки технічних засобів керування руху поїздів на залізничному транспорті.

Тенденції розвитку систем керування рухом поїздів та систем керування. Шляхи підвищення надійності та функційної безпеки технічних засобів керування руху поїздів на залізничному транспорті.

**Тема 23.** Аналіз актуальних питань надійності та функційної безпеки технічних засобів керування руху поїздів на залізничному транспорті.

Актуальні питання теорії надійності та функційної безпеки технічних засобів керування руху поїздів на залізничному транспорті. Основні проблеми, які виникають при впровадженні мікроелектронних пристроїв та систем керування рухом поїздів, забезпеченні та доказу їх безпеки функціонування.

### **1.2.2 Семінарські заняття**

Не передбачено навчальним планом

### 1.2.3 Практичні заняття

№ з/п	Назва теми
1	Основні поняття та визначення теорії надійності Показники безвідмовності систем керування рухом поїздів
2	Показники функційної безпечності систем керування рухом поїздів. Метод розрахунку показників безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів за розрахунково-логічними схемами надійності.
3	Способи резервування та їх класифікація.
4	Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпеки при загальному та роздільному навантажувальному резервуванні
5	Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпеки при мажоритарному навантажувальному резервуванні
6	Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпеки при загальному, роздільному та ненавантажувальному резервуванні
7	Захист РГР
8	Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпеки пристроїв залізничної автоматики при використанні періодичного контролю
9	Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпеки пристроїв залізничної автоматики при використанні відновлення
10	Методи побудови безпечних схем на елементах з несиметричними та симетричними відмовами.
11	Чинники, що впливають на експлуатаційну надійність та безпеку функціонування систем керування рухом поїздів. Джерела та види електромагнітних завад, шляхи їх проникнення в технічні засоби залізничної автоматики.
12	Електромагнітна сумісність технічних засобів залізничної автоматики
13	Сертифікація технічних засобів залізничної автоматики. Функції сертифікаційних органів та випробувальних центрів. Характеристика нормативної бази, методів випробувань та випробувального обладнання.
14	Етапи доказу функційної безпечності технічних засобів залізничної автоматики та їх характеристика. Вимоги до документа «Доказ функційної безпечності»
15	Шляхи підвищення надійності та функційної безпечності технічних засобів керування руху поїздів на залізничному транспорті.

### 1.2.4 Лабораторні заняття - немає

### 1.2.5 Самостійна робота

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

До часу, відведеного на самостійну роботу, також відноситься виконання індивідуальних завдань (РГР).

### 1.2.6 Індивідуальні завдання

#### Денна та заочна форма навчання

Тема завдання (проекту, роботи)	Вид завдання	
	повна	скорочена
Розрахунок надійності та функційної безпечності заданого пристроя залізничної автоматики	РГР	РГР

### 3. 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 іспитах за дисципліною; по результатах захисту курсової роботи.

При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf>).

Згідно з Положенням використовується 100-бальна шкала оцінювання.

За складову «Відвідування лекцій та практичних занять» за відвідування кожної лекції та практичного заняття нараховується 1 бал. Бали за складову скасовуються і не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% занять у модулі без поважних причин.

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 та захисту курсової роботи.

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

$$OM = O3 + OPR + OKP + OT,$$

де O3 – сума балів за відвідування лекцій та практичних занять;

OPR – сума балів за оцінку на практичних заняттях;

OKP – сума балів за виконання та захист РГР;

OT – сума балів за модульний тестовий контроль на ПЕОМ;

Оцінка курсової роботи проводиться згідно з таблицею 1.

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, виконали та захистили курсову роботу.

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

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

Екзаменаційна оцінка визначається, як середньоарифметична оцінок двох модулів залікового кредиту, якщо вона складає менше 60 балів або у разі незгоди студента з отриманою сумою балів її можна покращити на екзамені.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена 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
<b>ВІДМІННО – 5</b>	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A

<b>ДОБРЕ – 4</b>	<b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<b>Добре</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
<b>ЗАДОВІЛЬНО - 3</b>	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
<b>НЕЗАДОВІЛЬНО - 2</b>	<b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

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

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

### ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. [http://www.uz.gov.ua/about/general\\_information/entertainments/pktbit/](http://www.uz.gov.ua/about/general_information/entertainments/pktbit/)
3. [http://www.uz.gov.ua/press\\_center/up\\_to\\_date\\_topic/page-4/451889/](http://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/page-4/451889/)
4. <http://uz-cargo.com/>
5. <http://www.tmssoft-ltd.com/ua/about/about.php>

#### Команда викладачів:

**Кустов Віктор Федорович** - лектор по теорії надійності та функційної безпечності системам залізничної автоматики. Отримав ступінь к.т.н. за спеціальністю 05.22.20-«Експлуатація та ремонт засобів транспорту» у 1987 році, доцент з – 1994 року.

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 ділянок на станціях та перегонах на базі підрахунку осей рухомого складу, мікропроцесорних систем переїзної сигналізації та диспетчерського контролю за рухом поїздів.

2. Дослідження надійності та безпечності систем керування рухом поїздів (є автором 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», міжнародних документів – Пам’яток Організації співробітництва залізниць та ін.

#### 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/>