

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

### НАДІЙНІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ ЗАЛІЗНИЧНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

**Семестр та рік навчання** - II семестр 1 навчального року, I, II семестр - II навчального року

**Освітній рівень** третій (доктор філософії)

**галузь знань** 27 Транспорт

**спеціальність** 275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

Час та аудиторія проведення занять: згідно індивідуального розкладу  
<http://kart.edu.ua/pidgotovka-nayk-kadriv-ua/prijom-do-aspirantu-ua>

#### Команда викладачів:

Лектор та керівник практичних занять:

Кустов Віктор Федорович (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-32, e-mail: [kvf@satap.com.ua](mailto:kvf@satap.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://do.kart.edu.ua/>

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

**Метою викладання навчальної дисципліни «НАДІЙНІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ ЗАЛІЗНИЧНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ» (НБ ЗСА)** є підготовка аспірантів для творчої участі в розробці, проектуванні та дослідженні сучасних та перспективних систем управління технологічними процесами із застосуванням мікропроцесорних пристроїв та ЕОМ; до рішення проблем надійності та функційної безпечності пристроїв і систем залізничної автоматики; забезпечення можливості створювати нові системоутворюючі знання та/або прогресивні технології, а також розв'язувати важливі наукові або прикладні проблеми, які мають загальнонаціональне або світове значення.

Предметом дисципліни «НАДІЙНІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ ЗАЛІЗНИЧНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ» (НБ ЗСА) є методи та засоби забезпечення необхідного рівня надійності та безпечності пристроїв та систем залізничної автоматики. Об'єктом – показники надійності та функційної безпечності, чинники, що впливають на них.

Дисципліна НБ ЗСА дозволяє формувати такі компетенції:

- 1. Ціннісно-смыслову компетентність** - формування та розширення світогляду студента в області методів визначення надійності та безпечності пристроїв та систем залізничної автоматики, а також в області проектування надійних сучасних засобів керування та регулювання руху поїздів.
- 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 надійності та безпечності пристроїв та систем залізничної автоматики; здатності студента формувати цілі дослідження з метою їх досягнення, вміння знаходити рішення у нестандартних ситуаціях в контексті розробки, доказу функційної безпечності та експлуатації пристроїв та систем залізничного транспорту України.
- 4. Інформаційну компетентність** - розвиток вмінь студента до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору методів розрахунку надійності та безпечності пристроїв та систем залізничної автоматики з урахуванням вимог базових європейських та міжнародних стандартів.
- 5. Комунікативну компетентність** - розвиток у студента навичок роботи в команді шляхом реалізації групових проектів в області розроблення та проектування сучасних пристроїв та систем залізничної автоматики, 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 пристроїв та систем залізничної автоматики.

### **Чому ви маєте обрати цей курс?**

Сучасні мікропроцесорні та комп'ютерні системи 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 транспортних технологій здобувачі повинні знати за рахунок чого досягається необхідна надійність та безпека на етапах розроблення, проектування, виготовлення та експлуатації пристроїв та систем. Особливо це важливо для електронних та програмованих пристроїв, тому що на них впливають дуже багато різних чинників і аспіранти повинні про них знати, вміти ефективно їх враховувати та розробляти високонадійні та безпечні системи.

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

## Огляд курсу

Цей курс, який вивчається протягом трьох семестрів (I курс – 2 семестр, II курс – 1 та 2 семестри) дає аспірантам глибоке розуміння застосування основних наукових методів дослідження надійності та безпечності пристроїв та систем залізничної автоматики для транспортних систем та технологій.

Курс складається з однієї лекції та п'яти практичних занять на семестр протягом трьох семестрів. Він супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Аспіранти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання шляхом обговорень в аудиторії для виконання кваліфікаційної роботи з транспортних технологій.

Практичні заняття курсу передбачають виконання завдань з формування оптимізаційних моделей динамічних транспортних систем та технологій (на прикладі залізничного транспорту та попередню підготовку до виконання кваліфікаційної роботи). Дисципліна фіналізується контрольними заходами (залік у кожному семестрі). Виконання завдань супроводжується посиланнями на суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у аспіранта інноваційну, інформаційну та комунікативну компетентності.

## Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://kart.edu.ua/pidgotovka-nayk-kadriiv-ua/prijom-do-aspiranturu-ua>), включаючи необхідні методичні матеріали, презентації та правила оцінювання курсу)

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі Дистанційне навчання <http://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=1454> поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення в аудиторії. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку лекції або практичного заняття. Під час обговорення ми запропонуємо вам критично поміркувати над тим, як використовуються методи оптимізації транспортних систем для формування автоматизованих інтелектуальних технологій для залізничного транспорту. Аспіранти повинні вміти проводити дискусії та мозкові штурми.

Приклади питань для обговорення:

- 1) Методи визначення показників надійності та функційної безпечності залізничних систем автоматики;
- 2) Особливості визначення показників функційної безпечності залізничних систем автоматики
- 3) Методи розрахунку показників безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів за розрахунково-логічними схемами надійності;
- 4) Особливості розрахунку показників безвідмовності та функційної безпеки при різних способах резервування;
- 5) Основні методи та засоби забезпечення електромагнітної сумісності залізничних систем автоматики;
- 6) Особливості доказу, сертифікації та експертизи функційної безпечності залізничних систем автоматики

Електромагнітна сумісність залізничних систем автоматики

Аспіранти можуть задавати питання, а також обговорювати і аналізувати теми дисципліни поза лекціями. Аспіранти можуть задавати питання та отримувати консультації щодо індивідуального завдання та проблеми залізничного транспорту в цілому.

## Розподіл лекцій на змістовні модулі

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Методи визначення показників надійності та функційної безпечності залізничних систем автоматики (2 сем. 1 року навчання).**

Аналіз основних методів визначення показників надійності та функційної безпечності залізничних систем автоматики.

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

Особливості розрахунку безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів за графами безвідмовності та функційної безпечності.

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Електромагнітна сумісність залізничних систем автоматики (1 сем. 2 року навчання)**

Електромагнітна сумісність систем залізничної автоматики. Джерела та види електромагнітних завад, шляхи їх проникнення в технічні засоби залізничної автоматики. Способи та пристрої захисту пристроїв залізничної автоматики від електромагнітних завад. Випробування систем залізничної автоматики на електромагнітну сумісність. Характеристика нормативної бази, методів випробувань та випробувального обладнання.

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Доказ та експертиза функційної безпечності залізничних систем автоматики (2 сем. 2 року навчання)**

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

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

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

#### **Семінарські заняття**

Не передбачено навчальним планом.

#### **Практичні заняття**

| № з/п                     | Назва теми   |
|---------------------------|--|
| <b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1</b> |  |
| 1                         | Аналіз основних методів визначення показників надійності та функційної безпечності залізничних систем автоматики.  |
| 2                         | Метод розрахунку показників безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів за розрахунково-логічними схемами надійності.   |
| 3                         | Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпеки при загальному, роздільному та мажоритарному навантажувальному резервуванні   |
| 4                         | Метод розрахунку показників безвідмовності та функційної безпечності технічних засобів за графами станів   |
| 5                         | Розрахунок показників безвідмовності та функційної безпеки при використанні періодичного контролю та відновлення   |
| <b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2</b> |  |
| 6                         | Електромагнітна сумісність технічних засобів залізничної автоматики. Нормативна база та вимоги з електромагнітної сумісності.  |
| 7                         | Джерела та види електромагнітних завад, шляхи їх проникнення в технічні засоби залізничної автоматики.   |
| 8                         | Способи та пристрої захисту від електромагнітних завад.  |
| 9                         | Методи визначення електромагнітної сумісності систем залізничної автоматики  |
| 10                        | Сертифікація технічних засобів залізничної автоматики на електромагнітну сумісність  |
| <b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3</b> |  |
| 11                        | Етапи доказу функційної безпечності технічних засобів залізничної автоматики. Особливості доказу функційної безпечності технічних засобів залізничної автоматики на етапах розрахунків показників безпечності. |
| 12                        | Особливості доказу функційної безпечності технічних засобів залізничної автоматики на етапах стендових випробувань   |
| 13                        | Вимоги до документів «Доказ функційної безпечності», «Висновок з функційної безпечності»   |
| 14                        | Сертифікація технічних засобів залізничної автоматики на функційну безпечність.  |
| 15                        | Шляхи підвищення якості доказу функційної безпечності залізничних систем автоматики.   |

## Самостійна робота

| № з/п | Назва теми  |
|-------|---|
| 1     | Опрацювання лекційного матеріалу                                      |
| 2     | Підготовка практичних робіт   |
| 3     | Підготовка та складання модулів, тестів, заліку з курсу               |
| 4     | Опрацювання окремих розділів програми, які не викладаються на лекціях |

### Заплановані результати навчання

Основними завданнями вивчення дисципліни є засвоєння теоретичних та практичних навичок забезпечення надійності та функційної безпечності пристроїв і систем залізничної автоматики, методів розрахунку показників надійності та безпечності.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти повинні:

**ЗНАТИ:**

1. Основні показники безвідмовності та функційної безпечності систем управління та контролю.

2. Основні методи визначення надійності та безпечності залізничних систем автоматики, проблему безпеки руху поїздів і напрямки її рішення.

3. Основні чинники, які впливають на надійність та безпеку технічних засобів залізничної автоматики, принципи побудови безпечних систем залізничної автоматики.

4. Методи визначення та розрахунку їх надійності та функційної безпечності.

**УМІТИ:**

1. Робити аналіз надійності та функційної безпечності пристроїв та систем залізничної автоматики, 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 на залізничному транспорті.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин/ 5,0 кредитів ECTS.

**знаходити** та аналізувати потрібну наукову інформацію в галузі транспортних технологій з метою удосконалення процедури управління транспортною системою та запобігання плагіату.

**вміти вести дискусію** на наукових конференціях та симпозіумах та представляти власні проекти або кваліфікаційну роботу як цілісну структуру.

**набути** вміння до системного креативного мислення щодо генерації можливих ідей або підходів в процесі управління транспортними технологіями.

### Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) аспіранта, 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                                 | <b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок        | 90-100                | A           |
| ДОБРЕ – 4                                    | <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           |
| ЗАДОВІЛЬНО - 3                               | <b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків               | 69-74                 | D           |
|  | <b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії                   | 60-68                 | E           |

|                  |   |       |    |
|------------------|---|-------|----|
| НЕЗАДОВІЛЬНО - 2 | <b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля) | 35-59 | FX |
|                  | <b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)                     | <35   | F  |

Відвідування лекцій:

Бали за цю складову не нараховуються взагалі, якщо аспірант не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. **Максимальна сума становить 10 балів.**

Практичні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями та стислою презентацією виконаного завдання. **Максимальна сума становить 25 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 щодо методів оптимізації транспортних систем, застосування сучасних засобів та методів наукового дослідження транспортних технологій (для 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 аспірантам рівні та справедливі можливості для підвищення власної залученості. **Максимальна сума становить 10 балів.**

Завдання на самостійну роботу:

Здобувачам (аспірантам) відповідно до обраної теми кваліфікаційної роботи пропонується визначити ступінь використання тематики дисципліни «НБ ЗСА». За вчасне та вірне виконання цього завдання нараховується до **15 балів** до поточного контролю.

Залік:

- Аспірант отримує оцінку за залік на підставі поточного контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати аспірант становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів під час заліку). Якщо аспірант не погоджується із запропонованими балами, він може підвищити їх на заліку, відповівши на питання викладача (<http://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=1454>)

**Команда викладачів:**

**Кустов Віктор Федорович** - лектор по надійності та безпечності залізничних систем автоматики. Отримав ступінь к.т.н. за спеціальністю 05.22.08 - "Експлуатація залізничного транспорту" (275 транспортні технології, за переліком 2015) 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 дільниць 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 залізничної автоматики (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 аспіранти можуть консультуватися з викладачами та з іншими аспірантами, 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 аспірантами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

## Інтеграція аспірантів 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.

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

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

## 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 побудови безпечних систем комп'ютерних систем”. Харків. УкрДАЗТ. 2007 р., 36с.
- 3.Кустов В.Ф. Конспект лекцій з дисципліни «Стандартизація та сертифікація систем забезпечення руху поїздів (електронна версія).
- 4.Погасій С. О. Конспект лекцій з дисципліни «Стандартизація, сертифікація, метрологія» / С. О. Погасій, Ю. В. Краснокутська; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 172с.

### Додаткова:

1. 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.
2. ДСТУ 4151-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Електромагнітна сумісність. Вимоги та методи випробовування. Чинний від 01.01.2004.
3. Методика доказу функційної безпечності комплексів управління та регулювання рухом поїздів. Київ. Транспорт України, 106с.
- 4.Лисенков В.М. Безопасность технических средств в системах управления движением поездов. М.: Транспорт, 1992.
5. Лисенков В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов. М.: Транспорт, 1999.
- 6.Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики. Под ред. Сапожникова В.В. М.:Транспорт, 1995.
- 7.Сертификация и доказательство безопасности систем железнодорожной автоматики. Под ред. Сапожникова В.В. М.:Транспорт, 1997.
8. Періодична науково-технічна література.

## 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>