**Силабус**
**вибіркового компоненту**

**Інтелектуальні датчики**

| | |
|---|---|
| Назва дисципліни: | **Інтелектуальні датчики** |
| Рівень вищої освіти: | **перший (бакалаврський)** |
| Сторінка курсу в Moodle: | *https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=2949* |
| Обсяг освітнього компоненту | **4 кредити (120 годин)** |
| Форма підсумкового контролю | **Залік** |
| Консультації: | **за графіком** |
| Назва кафедри: | **кафедра метрології та безпеки життєдіяльності** |
| Мова викладання: | **українська** |
| Керівник курсу: | **Коваль Андрій Олександрович, к.т.н., доцент** |
| Контактний телефон: | *(+380)686062068* |
| E-mail: | *koval_andrey79@ukr.net* |

**Короткий зміст освітнього компоненту:**
**Метою є** розвинення дослідницьких навичок в області теорії і методології побудови інтелектуальних датчиків, засвоєння нових теоретичних знань щодо сучасних моделей інтелектуальних датчиків, набуття практичних навичок та вмінь застосовувати основні методи та підходи для виявлення причин та пошуку джерел невизначеності вимірювань інтелектуальних датчиків бортових вимірювальних систем автомобілів та дорожніх машин.
**Предмет*:*** теоретичні та методологічні основи побудови інтелектуальних датчиків.
**Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:**

– обґрунтування і представлення єдиних теоретико-методологічних основ принципів побудови інтелектуальних датчиків;

– вивчення методології побудови інтелектуальних датчиків;

– формування напрямків удосконалення і розвитку інтелектуальних датчиків бортових вимірювальних систем автомобілів та дорожніх машин;

– формування навичок організації самостійної науково-дослідницької роботи і презентації результатів наукових досліджень.

**Передумови для вивчення освітнього компоненту:**
Функціональні пристрої вимірювальних інформаційних систем, Основи метрології та вимірювальна техніка.

**Компетентності, яких набуває здобувач:**
***Загальні компетентності*:**

Здатність до абстрактного мислення, аналізу, синтезу та застосовування знань у практичних ситуаціях;

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, застосування інформаційних і комунікаційних технологій;

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

***Спеціальні (фахові) компетентності:***

Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання.

Здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи.

Здатність застосовувати базові знання методів і заходів, спрямованих на забезпечення, підтримку та підвищення достовірності обробки даних результатів

вимірювань, випробувань і контролю виробів, на всіх стадіях їх життєвого циклу, а також вивчення сучасних інформаційно-аналітичних технологій обробки даних.

**Результати навчання:**

Уміти застосовувати інформаційні технології, програмні засоби та Internet при вирішенні конкретних задач професійної діяльності.

Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки.

Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту.

**Тематичний план**

| № теми | Назва тем (ЛК, ЛЗ, ПЗ, СЗ, СР) | Кількість годин |
|---|---|---|
| | | очна |
| 1 | ЛК1. Поняття та місце інтелектуальних датчиків у інтелектуальних інформаційно-вимірювальних системах. Еволюція вимірювальних датчиків. Критерії інтелектуальності. Рівні інтелекту в ІІВС. Датчик як первинний носій вимірювального інтелекту | 2 |
| | ПЗ1. Порівняльний аналіз традиційного та інтелектуального датчика. | 2 |
| | СР1. Аналіз сучасних інтелектуальних датчиків за технічною документацією (datasheet) | 11 |
| | ЛК2. Архітектура інтелектуального датчика. Функціональні блоки. Розподіл апаратних та програмних функцій. Вбудований мікроконтролер / DSP. Інформаційні потоки всередині датчика | 2 |
| | ПЗ2. Моделювання вимірювального каналу інтелектуального датчика. Первинний перетворювач. АЦП. Цифрова обробка. | 2 |
| | СР2. Моделювання структури та функціональних блоків інтелектуального датчика. | 11 |
| 2 | ЛК3. Метрологічні характеристики інтелектуальних датчиків. Статичні МХ. Динамічні МХ. Вплив цифрової обробки на МХ. Перехід від характеристик датчика до характеристик результату вимірювання. | 2 |
| | ПЗ3 Дослідження параметрів аналого-цифрового перетворення. | 2 |
| | СР3. Метрологічні наслідки оцифрування вимірювальних сигналів | 11 |
| | ЛК4. Аналого-цифрове перетворення в інтелектуальних датчиках. Квантування та дискретизація. Джерела похибок АЦП. Вплив розрядності та частоти дискретизації. Сумарна похибка вимірювального каналу. | 2 |
| | ПЗ4. Оцінка впливу АЦП на похибку та невизначеність вимірювань. | 2 |
| | СР4. Числове моделювання аналого-цифрового перетворення. | 11 |
| 3 | ЛК5. Алгоритми лінеаризації та компенсації похибок. | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| | Компенсація нелінійності. Температурна компенсація. Корекція зсуву та чутливості. Програмні таблиці та апроксимаційні моделі. | |
| | ПЗ5. Алгоритмічна лінеаризація та компенсація нелінійності. | 2 |
| | СР5. Алгоритмічна лінеаризація та компенсація статичних похибок. | 11 |
| | ЛК6. Цифрова фільтрація та зменшення шуму в інтелектуальних датчиках.<br>Типи шумів у датчиках. Фільтрація як елемент датчика. Вплив фільтрації на динамічну похибку. Компроміс «шум – швидкодія». | 2 |
| | ПЗ6. Дослідження цифрової фільтрації в інтелектуальному датчику. | 2 |
| | СР6. Цифрова фільтрація та аналіз динамічної похибки. | 11 |
| | ЛК7. Самодіагностика та метрологічна надійність інтелектуальних датчиків.<br>Принципи самоконтролю. Ознаки деградації. Контроль шумових параметрів. Показники достовірності результатів. | 2 |
| | ПР7. Аналіз часових рядів для самодіагностики датчика. | 2 |
| | СР7. Самодіагностика та оцінка метрологічної надійності інтелектуальних датчиків. | 11 |
| 4 | ЛК8. Невизначеність вимірювань та роль інтелектуальних методів.<br>Похибка та невизначеність ІД. Вбудована оцінка невизначеності вимірювань в ІД. Зменшення невизначеності за рахунок алгоритмів. Інтелектуальний датчик у складі ІІВС та IoT. | 2 |
| | ПЗ8. Оцінка невизначеності та структурний синтез інтелектуального датчика. | 2 |
| | СР8. Системний синтез інтелектуального датчика. | 11 |
| **Разом** | ЛК | 16 |
| | ПР | 16 |
| | СР | 88 |

**Методи навчання:**
МН1–словесний метод (лекція, навчальна дискусія, пояснення, розповідь);
МН2 – практичний метод (практичні заняття);
МН3 – наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
МН4 – робота з літературою (навчально-методичною; нормативною літературою; пошук інформації за завданням);
МН5 – відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання (дистанційні);
МН6 – самостійна робота;

**Форми та методи оцінювання**
ФМО2 – підсумковий контроль (залік)
ФМО4 – письмовий контроль (індивідуальні завдання)
ФМО5 – тестовий контроль (стандартизовані тести, підсумкові комплексні тести)
ФМО7 – практична перевірка (захист практичних робіт)

**Система оцінювання та вимоги:**

Оцінка з дисципліни та її переведення в оцінки за національною шкалою і шкалою ECTS здійснюється згідно з СТВНЗ 90.1-02:2023 «Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

**Поточна успішність**

**1** Поточна успішність здобувачів за виконання навчальних видів робіт на навчальних заняттях і за виконання завдань самостійної роботи оцінюється за допомогою чотирибальної шкали оцінок з наступним перерахуванням у 100-бальною шкалу. Під час оцінювання поточної успішності враховуються всі види робіт, передбачені навчальною програмою.

**1.1** Лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання конкретизованих завдань.

**1.2** Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання, виконання та оформлення практичної роботи.

**2** Оцінювання поточної успішності здобувачів вищої освіти здійснюється на кожному практичному занятті за чотирибальною шкалою («5», «4», «3», «2») і заносяться у журнал обліку академічної успішності.

– «відмінно»: здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі знання з відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення;

– «добре»: здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

– «задовільно»: здобувач в основному опанував теоретичні знання навчальної теми, або дисципліни, орієнтується у першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, невпевнено відповідає на додаткові питання, не має стабільних знань; відповідаючи на питання практичного характеру, виявляє неточність у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою професією;

– «незадовільно»: здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

**3** Підсумковий бал за поточну діяльність визнається як середньоарифметична сума балів за кожне заняття, за індивідуальну роботу за формулою:

$$K^{поточ} = \frac{K1 + K2 + ... + Kn}{n},$$

де $K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю;

$K1, K2, ..., Kn$ – оцінка успішності $n$-го заходу поточного контролю;

$n$ – кількість заходів поточного контролю.

Оцінки конвертуються у бали згідно шкали перерахунку (таблиця 1).

**Таблиця 1** – Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу

| 4-бальна шкала | 100-бальна шкала | 4- бальна шкала | 100-бальна шкала | 4- бальна шкала | 100-бальна шкала | 4- бальна шкала | 100- бальна шкала |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 100 | 4,45 | 89 | 3,90 | 78 | 3,35 | 67 |
| 4,95 | 99 | 4,4 | 88 | 3,85 | 77 | 3,3 | 66 |
| 4,9 | 98 | 4,35 | 87 | 3,80 | 76 | 3,25 | 65 |
| 4,85 | 97 | 4,3 | 86 | 3,75 | 75 | 3,2 | 64 |
| 4,8 | 96 | 4,25 | 85 | 3,7 | 74 | 3,15 | 63 |
| 4,75 | 95 | 4,20 | 84 | 3,65 | 73 | 3,1 | 62 |
| 4,7 | 94 | 4,15 | 83 | 3,60 | 72 | 3,05 | 61 |
| 4,65 | 93 | 4,10 | 82 | 3,55 | 71 | 3 | 60 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,6 | 92 | 4,05 | 81 | 3,5 | 70 | від 1,78 до 2,99 | від 35 до 59 |
| | | | | | | повторне складання | |
| 4,55 | 91 | 4,00 | 80 | 3,45 | 69 | від 0 до 1,77 | від 0 до 34 |
| 4,5 | 90 | 3,95 | 79 | 3,4 | 68 | повторне вивчення | |

**Підсумкове оцінювання**

**1** Здобувач вищої освіти отримує залік на останньому занятті з дисципліни за результатами поточного оцінювання. Середня оцінка за поточну діяльність конвертується у бали за 100-бальною шкалою, відповідно до таблиці перерахунку (таблиця 1).

Здобувачі вищої освіти, які мають середню поточну оцінку з дисципліни нижче ніж «3» (60 балів), на останньому занятті можуть підвищити свій поточний бал шляхом складання тестів з дисципліни.

Оцінювання знань здобувачів шляхом тестування здійснюється за шкалою:

– «Відмінно»: не менше 90 % правильних відповідей;

– «Дуже добре»: від 82 % до 89 % правильних відповідей;

– «Добре»: від 74 % до 81 % правильних відповідей;

– «Задовільно»: від 67 % до 73% правильних відповідей;

– «Задовільно достатньо»: від 60 % до 66 % правильних відповідей;

– «Незадовільно»: менше 60 % правильних відповідей.

**2** Умовою отримання заліку є:

– відпрацювання всіх пропущених занять;

– середня поточна оцінка з дисципліни не нижче «3» (60 балів).

**3** За виконання індивідуальної самостійної роботи та участь у наукових заходах здобувачам нараховуються додаткові бали.

**3.1** Додаткові бали додаються до суми балів, набраних здобувачем вищої освіти за поточну навчальну діяльність (для дисциплін, підсумковою формою контролю для яких є залік), або до підсумкової оцінки з дисципліни, підсумковою формою контролю для якої є екзамен.

**3.2** Кількість додаткових балів, яка нараховується за різні види індивідуальних завдань, залежить від їх об'єму та значимості:

– призові місця з дисципліни на міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 20 балів;

– призові місця з дисципліни на всеукраїнських олімпіадах – 20 балів;

– участь у міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 15 балів

– участь у міжнародних / всеукраїнських наукових конференціях студентів та молодих вчених – 12 балів;

– участь у всеукраїнських олімпіадах з дисципліни – 10 балів

– участь в олімпіадах і наукових конференціях ХНАДУ з дисципліни – 5 балів;

– виконання індивідуальних науково-дослідних (навчально-дослідних) завдань підвищеної складності – 5 балів**.**

**3.3** Кількість додаткових балів не може перевищувати 20 балів.

**4** Результат навчання оцінюється *(обрати потрібне)*:

– за 100-бальною шкалою (для диференційованого заліку) згідно з таблицею 3.

Підсумкова оцінка разом з додатковими балами не може перевищувати 100 балів.

**Таблиця 2** – Шкала оцінювання знань здобувачів за результатами підсумкового контролю з навчальної дисципліни

| Оцінка в балах | Оцінка за національною шкалою | | Оцінка за шкалою ЄКТС | |
|---|---|---|---|---|
| | екзамен | залік | Оцінка | Критерії |
| **90-100** | **Відмінно** | **Зараховано** | **A** | Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального |
| **80–89** | **Добре** | **Зараховано** | **B** | Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального |
| **75-79** | | | **C** | Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, деякі практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками |
| **67-74** | **Задовільно** | | **D** | Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, можливо, містять помилки |
| **60–66** | | | **E** | Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, багато передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального. |
| **35–59** | **Незадовільно** | **Не зараховано** | **FX** | Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання) |
| **0–34** | **Неприйнятно** | | **F** | Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов’язковим повторним курсом) |

**Політика курсу:**
– курс передбачає роботу в колективі, середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики;
– освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу;
– самостійна робота передбачає вивчення окремих тем навчальної дисципліни, які винесені відповідно до програми на самостійне опрацювання, або ж були розглянуті стисло;
– усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
– якщо здобувач вищої освіти відсутній на заняттях з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача;
– під час вивчення курсу здобувачі вищої освіти повинні дотримуватись правил академічної доброчесності, викладених у таких документах: «Правила академічної доброчесності учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_dobroch_1.pdf), «Академічна доброчесність. Перевірка тексту академічних, наукових та кваліфікаційних робіт на плагіат» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_85.1-02.pdf), «Морально-етичний кодекс учасників освітнього процесу ХНАДУ (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_MEK_1.pdf).
– у разі виявлення факту плагіату здобувач отримує за завдання 0 балів і повинен повторно виконати завдання, які передбачені у силабусі;
– списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування.

**Рекомендована література:**


1. Вимірювальні перетворювачі (сенсори): підручник / Ванько В. М, Поліщук Є. С., Дорожовець М. М., Яцук В. О., Яцук Ю. В. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2015. 584с.
2. Коваль А. О. Інтелектуальні датчики : конспект лекцій. Електронний ресурс. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2024. 94 с. URL: https://griml.com/rc1Ry. (дата звернення 21.08.2024).
3. Коваль О. А. Методи оптимізації у вимірювальних інформаційних системах: конспект лекцій . Електронний ресурс. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2024. 88 с. URL: https://griml.com/26b8u. (дата звернення 21.08.2024).


**Додаткові джерела:**

1. Дистанційний курс: https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=2949.

Розробник силабусу навчальної дисципліни _____ Андрій. КОВАЛЬ
підпис ПІБ

Завідувач кафедри _____ Олег БОГАТОВ
підпис ПІБ