

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Групи (потік)

ММ-31
ММ_т1-21
ММ-31з

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор з НІР
професор _____ С. Я. Ходирєв
" ____ " _____ 2020 року

СИЛАБУС
(РОБОЧА ПРОГРАМА)

навчальної дисципліни "Вимірювальні перетворювачі"
(назва навчальної дисципліни згідно освітньої програми)

підготовки бакалавра
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

в галузі знань 15 "Автоматизація та приладобудування"
(шифр і назва галузі знань)

спеціальності¹ 152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка"
(шифр і назва спеціальності)

за освітньою програмою² "Інтелектуальні інформаційно-вимірювальні технології"
(назва освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми)

мова навчання державна
(мова, на якій проводиться навчання за робочою програмою)

2020 рік

¹ Якщо силабус (робоча програма) навчальної дисципліни розроблений для декількох спеціальностей, то вказуються усі спеціальності

² Якщо силабус (робоча програма) навчальної дисципліни розроблений для декількох освітніх програм за даною спеціальністю, то вказуються усі освітні програми

1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є набуття студентом компетенції, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з урахуванням сучасних підходів та методів до побудови та експлуатації вимірювальних перетворювачів засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), використання сучасних методів корегування та компенсації похибок вимірювань датчиків, методів обробки результатів вимірювань цифрових датчиків та передачі вимірювальної інформації згідно заданих протоколів інформаційного обміну.

(п.2.2 листа МОН №1/9-434 від 09 липня 2018 року, як в ОП)

2. Набуті компетентності (згідно ОПП)

Інтегральні:

ІК - Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки в процесі професійної діяльності, що передбачає застосування теорій та методів метрологічної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні:

ЗК1 - Здатність до абстрактного мислення, аналізу, синтезу та застосування знань у практичних ситуаціях.

ЗК2 - Знання та розуміння предметної області і професійної діяльності з можливостями проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК3 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, застосування інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4 - Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Фахові:

ФК6 - Здатність засвоєння результатів математичних, фізичних (аналітичних і імітаційних) досліджень моделей і методів застосованих при проектуванні вимірювальних процесів, під час моделювання, постановки та розв'язання інженерних задач; володіння сучасними комп'ютерними технологіями в дослідженні різних моделей з використанням спеціальних програм прикладного програмного забезпечення.

ФК10 - 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.

3. Передумови для вивчення дисципліни:

Вивченню дисципліни передують дисципліни: "Фізика", "Вища математика", "Фізичні величини та вимірювання", "Загальна електротехніка", "Функціональні пристрої вимірювальних інформаційних систем", "Теорія електричних сигналів та кіл", "Вступ до фаху", "Основи метрології та вимірювальної техніки"..

За нею слідує дисципліни: "Мікропроцесорні засоби вимірювальної техніки", "Динамічні характеристики ЗВТ", "Моделювання ЗВТ на ЕОМ", "Вимірювальні алгоритми", "Проектування та конструювання ЗВТ на ЕОМ".

(вказати які дисципліни передують її вивченню та слідує за нею)

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Формування у студентів знань та умінь, що забезпечують розв'язання професійних задач, які використовуються у метрології та вимірювальних інформаційних технологіях.

(п.2.3 листа МОН №1/9-434 від 09 липня 2018 року, як в освітній програмі)

5. Наявність стандарту вищої освіти: Освітньо-професійна програма "Інформаційно-вимірювальні технології" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю № 152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка" галузі знань № 15 "Автоматизація та приладобудування". Кваліфікація: бакалавр з метрології та інформаційно-вимірювальної техніки. Затверджена Вченою радою Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (протокол № 9/16 від " 01 " липня 2016 р.). Введена у дію з "01" вересня 2016 р. (наказ ХНАДУ № 85 від "07" липня 2016 р.).

(назва, № наказу і дата затвердження, посилання)

6. Загальні відомості. Опис навчальної дисципліни (згідно ОПП)

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни			
	денна форма навчання	заочна (дистанційна) форма навчання		
Кількість кредитів – 7,5 Кількість годин – 270	за вибором ВНЗ			
Семестр викладання дисципліни	5	6	9	10
Вид контролю:	Екзамен	Екзамен	Залік	Екзамен
Розподіл часу:				
- лекції (годин)	48	32	18	8
- лабораторні роботи (годин)	32	32	8	
- практичні заняття (годин)	32		10	
- самостійна робота студентів (годин)	53	101	144	132
- курсовий проект (годин)				
- курсова робота (годин)				
- розрахунково-графічна робота (контрольна робота)				
- підготовка та складання екзамену (годин)				
Усього				

7. Послідовність вивчення дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять³

³ Указується послідовність вивчення дисципліни – Л-ЛР-ПЗ-СЗ-СРС (якщо дисципліни викладається декілька семестрів, то теми розбивати по семестрово).

Назва теми лекційного матеріалу	Кількість годин		Назва тем ПР, ЛР, СЗ,СРС	Кількість годин		Літ-ра
	очна	заочна		очна	заочна	
5 (9) семестр						
Тема 1 Загальні теоретичні відомості.	8	3		8	4	
Лекція 1. Елементи загальної теорії вимірювальних перетворювачів.	2	1	ПР 1. Розв'язання рівняння вимірювального перетворювача як чотириполюсника	2	1	[1. с. 11-21]
			ПР 2. Використання методу аналогій для досліджень вимірювальних перетворювачів.	2	1	
Лекція 2. Статичні та динамічні характеристики вимірювальних перетворювачів.	2	1	ПР 3. Визначення перехідних характеристик перетворювача другого порядку.	2	1	[1. с. 21-30]
Лекція 3. Метрологічні характеристики вимірювальних перетворювачів.	2	1	ПР 4. Визначення похибок перетворювачів у статичному та динамічному режимі.	2	1	[1. с. 30-44]
Лекція 4. Класифікація вимірювальних перетворювачів.	2					[1. с. 38-30]
Тема 2. Пружні елементи перетворювачів.	6	2		10		
Лекція 5. Основні різновиди деформацій.	2					[1. с. 47-49]
Лекція 6. Пружні елементи перетворювачів механічних зусиль.	2	1	ПР 5. Визначення пружної деформації мембрани датчика тиску.	2		[1. с. 49-54]
Лекція 7. Пружні елементи перетворювачів параметрів руху.	2	1	ПР 6. Визначення амплітудно-частотної характеристики інерціальної системи віброметра.	4	1	[1. с. 54-57]

Назва теми лекційного матеріалу	Кількість годин		Назва тем ПР, ЛР, СЗ,СРС	Кількість годин		Літ-ра
	очна	заочна		очна	заочна	
			ПР 7. Визначення амплітудно-частотної характеристики інерціальної системи акселерометра.	4	1	
Тема 3. Резистивні та тензорезистивні перетворювачі.	4	2		6	1	
Лекція 8. Резистивні перетворювачі.	2	1	ЛР 1. Дослідження резистивного перетворювача лінійних переміщень.	2	1	[1. с. 61-66]
Лекція 9. Тензорезистивні перетворювачі.	2	1	ЛР 2. Дослідження консольних первинних перетворювачів сили (тиску).	2		[1. с. 66-79]
			ЛР 3. Дослідження консольних первинних перетворювачів сили кручення.	2		
Тема 4. Ємнісні перетворювачі.	6	3		12	4	
Лекція 10. Ємнісні перетворювачі тиску та різниці тиску.	2	1	ПР 8. Визначення функції перетворення ємнісного перетворювача з плоскопаралельними електродами.	4	1	[1. с. 81-92]
			ПР 9. Визначення функції перетворення коаксіального ємнісного перетворювача.	4	1	
Лекція 11. Ємнісні перетворювачі рівня рідин.	2	1	ЛР 4. Дослідження ємнісного перетворювача рівня рідини.	2	1	[1. с. 92-96]
Лекція 12. Ємнісні перетворювачі лінійних розмірів.	2	1	ЛР 5. Дослідження ємнісного перетворювача лінійних розмірів.	2	1	[1. с. 96-99]
Тема 5. П'єзоелектричні та п'єзорезонансні перетворювачі.	4	1		6		

Назва теми лекційного матеріалу	Кількість годин		Назва тем ПР, ЛР, СЗ,СРС	Кількість годин		Літ-ра
	очна	заочна		очна	заочна	
Лекція 13. П'єзоелектричні перетворювачі.	2	1	ЛР 6. Дослідження функції перетворення п'єзоелектричного перетворювача сили.	2		[1. с.99-111]
			ЛР 7. Дослідження п'єзоелектричного акселерометра.	2		
Лекція 14 П'єзорезонансні перетворювачі.	2		ЛР 8. Дослідження п'єзорезонансного акселерометра.	2		[1. с. 111-115]
Тема 6. Електромагнітні перетворювачі.	8	3		6	2	
Лекція 15. Індуктивні та взаємодуктивні перетворювачі. Індукційні перетворювачі.	2	1	ЛР 9. Дослідження індуктивного перетворювача.	2		[1. с. 117-127]
			ЛР 10. Дослідження індукційного тахоперетворювача	2	1	
Лекція 16. Магнітопружні та магнітоанізотропні перетворювачі.	2	1				[1. с. 127-131]
Лекція 17. Гальваномагнітні перетворювачі	2	1	ЛР 11. Дослідження датчика Холла.	2	1	[1. с. 131-138]
Лекція 18 Вихрострумові перетворювачі.	2					[1. с. 139-143]
Тема 7. Теплові перетворювачі.	4	2		8	2	
Лекція 19. Термоелектричні перетворювачі.	2	1	ЛР 12. Дослідження термопари.	4	1	[1. с. 143-147]
Лекція 20. Терморезистивні перетворювачі температури.	2	1	ЛР 13. Дослідження терморезистивних перетворювачів температури	4	1	[1. с. 147-159]
Тема 8. Оптичні елементи перетворювачів.	2	1		6	1	
Лекція 21. Оптичні перетворювачі.	2	1	ПР 10. Розрахунок схем ввімкнення фоторезистивних та фотодіодних перетворювачів.	4		[1. с. 185-207]
			ЛР 14. Дослідження оптичного далекоміра	2	1	

Назва теми лекційного матеріалу	Кількість годин		Назва тем ПР, ЛР, СЗ,СРС	Кількість годин		Літ-ра
	очна	заочна		очна	заочна	
Тема 9. Акустичні елементи перетворювачів.	6	1		4	3	
Лекція 22. Принципи побудови акустичних перетворювачів.	2					[1. с. 209-217]
Лекція 23. Електромагнітомеханічні способи збудження і приймання акустичних хвиль.	2					[1. с. 217-226]
Лекція 24. Ультразвукові перетворювачі.	2	1	ЛР 15. Дослідження ультразвукового далекоміра.	2	1	[1. с. 226-244]
			ПР 11 Розрахунок невизначеності вимірювань відстані ультразвуковим далекоміром.	2	2	
Усього за семестр	48	18		64	18	
6 (10) семестр						
Тема 10. Системи збирання вимірювальних даних.	4	2		8		
Лекція 25. Комп'ютеризація вимірювань.	2	1	ЛР 16. Дослідження блоку узгодження модулів збирання інформації з комп'ютером.	2		[1. с. 323-342]
			ЛР 17. Дослідження температурного логгера.	2		
			ЛР 18. Дослідження трьохпараметричної вимірювальної системи.	2		
Лекція 26. Пристрої аналого-цифрового перетворення та опрацювання цифрових даних в датчиках.	2	1	ЛР 19. Дослідження 10 та 24 розрядних АЦП.	2		[1. с. 342-348]
Розділ 11. Кондиціонери сигналів – уніфікуючі перетворювачі сигналів для систем збирання вимірювальних даних.	4	2		8		
Лекція 27. Уніфікуючі перетворювачі (кондиціонери) вихідних електричних сигналів сенсорів.	2	1	ЛР 20. Дослідження уніфікуючого перетворювача тензодатчика.	2		[1. с. 359-450]

Назва теми лекційного матеріалу	Кількість годин		Назва тем ПР, ЛР, СЗ,СРС	Кількість годин		Літ-ра
	очна	заочна		очна	заочна	
			ЛР 21. Дослідження уніфікуючого перетворювача термопари.	2		
			ЛР 22. Дослідження уніфікуючого перетворювача фотодатчика.	2		
Лекція 28. Завади та шуми у пристроях кондиціонування вимірювальних сигналів.	2	1	ЛР 23. Дослідження рівня шумів пристроїв кондиціонування на похибки вимірювань тиску та температури.	2		[1. с. 450-457]
Тема 12. Зворотні перетворювачі (актуатори).	8	1		10		
Лекція 29. Механічні актуатори.	2		ЛР 24. Дослідження механічного мікроактуатора.	2		[1. с. 461-471]
Лекція 30. Електричні актуатори.	2	1	ЛР 25. Дослідження гіроскопа датчика MPU 6050.	2		[1. с. 471-489]
			ЛР 26. Дослідження акселерометра датчика MPU 6050.	2		
Лекція 31. П'єзоелектричні актуатори.	2		ЛР 27. Дослідження п'єзоелектричного датчика рівня.	2		[1. с. 489-494]
Лекція 32. Теплові актуатори.	2		ЛР 28. Дослідження теплового актуатора УЗО.	2		[1. с. 494-513]
Тема 13. Приклади застосування датчиків у вимірювальних інформаційних системах.	6	3		6		
Лекція 33. Вимірювальні лабораторії на основі комп'ютера.	2	1	ЛР 29. Дослідження безпроводної комп'ютеризованої вимірювальної лабораторії тиску та температури.	2		[1. с. 342-348]
Лекція 34. Сенсорні системи в автомобілях та дорожній техніці.	2	1	ЛР 30. Дослідження вимірювальної системи просторового положення елементів конструкції дорожньої машини.	2		[1. с. 342-348]

Назва теми лекційного матеріалу	Кількість годин		Назва тем ПР, ЛР, СЗ,СРС	Кількість годин		Літ-ра
	очна	заочна		очна	заочна	
Лекція 35. Інтелектуальний будинок.	2	1	ЛР 31. Дослідження методів формування відносної метрики сигналів в часово-частотному полі аналізу.	2		[1. с. 342-348]
Усього за семестр	32	8		32		
УСЬОГО за дисципліну	80	26		96	18	

8. Орієнтовна тематика індивідуальних та/або групових занять⁴

Методи та способи побудови вимірювальних перетворювачів електричних та неелектричних параметрів (згідно з тематикою дипломних робіт студентів).

(за наявності)

9. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішності вивчення студентом дисципліни та проходження підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімального порогового рівня оцінки за кожним запланованим результатом навчання, який дорівнює 60 балів за ЄКТС.

Відповідність підсумкових семестрових рейтингових оцінок у балах оцінкам за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	
		Оцінка	Критерії
90-100	Відмінно	A	“Відмінно” - 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 .
82 – 89	Добре	B	“Дуже добре” - 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 – 81		C	“Добре” - 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 помилкам

⁴ Вказується орієнтовна тематика КП, КР, РГР, якщо вони передбачені навчальним планом

67 – 74	Задовільно	D	“Задовільно” - 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	“Достатньо” - теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, багато передбачені програмою навчання навчальні завдання не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального.
35 – 59	Незадовільно	FX	“Незадовільно” - 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)
1 – 34		F	“Неприйнятно” - 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 значимого підвищення якості виконання навчальних завдань.(з обов’язковим повторним курсом)

(п.2.4 листа МОН №1/9-434 від 09 липня 2018 року, як в ОП, посилання на «Положення ...» ХНАДУ)

10. Засоби діагностики результатів навчання

Екзамен, стандартизовані тести, презентації виконаних завдань та досліджень, виступи на наукових заходах, різні види індивідуальних та групових завдань. Поточний контроль здійснюється шляхом усних та письмових опитувань, тестування, практичних завдань. Підсумковий контроль здійснюється у вигляді екзамену із обов’язковим виконанням курсової роботи.

(п.2.5 листа МОН №1/9-434 від 09 липня 2018 року)

11. Наявність дистанційного курсу

<http://dl.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=1195>

(Посилання на курс в інтернеті (якщо є))

12. Форми поточного та підсумкового контролю

Тести, розрахунково-графічні задачі, курсова робота, екзамен.

(критерії оцінювання кожного виду занять, заліку, екзамену, КР(КП), ргр тощо, посилання на «Положення ...» ХНАДУ)

13. Необхідне обладнання та програмне забезпечення

Необхідним обладнанням є персональні комп’ютери з програмним забезпеченням: MATLAB, MS Word, MS Excel, STATISTICA.

(за потреби)

14. Рекомендовані джерела інформації

14.1. Базова література

1.1 В. М. Ванько, Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук, Ю. В. Яцук. Вимірювальні перетворювачі (сенсори): Підручник: - Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2015.- 584с.

1.2 Дорожовець М. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2т./ М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик; За ред. Б. Стадника.- Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005.- Т.2 Вимірювальна техніка.- 656с.

1.3 Головка Д.Б. Основи метрології та вимірювань / Д.Б. Головка, К.Г. Реґо , Ю.О. Скрипник.- К.: Либідь, 2001.- 408с.

1.4 Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко; за ред.. проф. Є.С. Поліщука.- Львів: Видавництво «Бескид Бет», 2003.- 544с.

(друковані матеріали, які є в бібліотечі)

14.2. Допоміжна література

2.1. Спектор С. А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений: Учебное пособие для вузов/ С. А. Спектор.- Л.: Энергоатом издат, 1987.-243с.

2.2 Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин /Э.Г.Атамалян.- М: Высш. шк., 1982.- 233с.

2.3 Алиев Т.М. Измерительная техника / Т.М. Алиев, А.Л. Тер-Хачатуров.- М: Высш. шк., 1991.- 230с.

2.4 Евтихеев Н.Н. Измерение электрических и неэлектрических величин / Н.Н. Евтихеев.- М: Энергоатомиздат, 1990.-189с.

(інші друковані матеріали)

14.3. Інформаційні ресурси

3.1 <https://studfiles.net/preview/5558221/>

3.2 www.klubok.net/Downloadses-index-req-viewdownloadaddetalis-lid-414.html

3.3 <https://studfiles.net/preview/3583768/>

(адреси сайтів з матеріалами)

Розроблено та внесено: кафедрою метрології та безпеки життєдіяльності

(повне найменування кафедри)

Розробник (и) силябусу: доцент кафедри МБЖД, к.т.н. А. О. Коваль

(посада, наук. ступінь, вчене звання) , (підпис) (ПІБ розробників)

ID ORCID, e-mail розробника: <https://orcid.org/0000-0001-6819-6423>,
koval_andrey79@ukr.net.

(ID із ЄДЕБО)

Гаранта ОП: доцент кафедри МБЖД к.т.н. доц. Є. О. Поляков

(посада, наук. ступінь, вчене звання) , (підпис) (ПІБ гаранта)

ID ORCID, e-mail гаранта <https://orcid.org/0000-0002-3248-7461>,
eug_p@ukr.net.

(ID із ЄДЕБО)

Обговорено та рекомендовано до затвердження на засіданні кафедри протокол № _____ від “ _____ ” _____ 20__ р.

(номер)

(та дата протоколу)

Завідувач кафедри

Д.Т.Н., проф.

(науковий ступінь, вчене звання)

О. В. Полярус

(підпис)

(ПІБ завідувача кафедри)

«Погоджено⁵»
Завідувач кафедри _____
(повна назва випускової кафедри)

_____ (наук. ступінь, вчене звання) _____ (підпис) _____ (ПІБ завідувача кафедри)
“ ____ ” _____ 20 ____ року
(день) (місяць) (рік)

.....

«РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАТВЕРДЖЕННЯ»

Вченою радою факультету _____
протокол № ____ від “ ____ ” _____ 20 ____ р.
голова Вченої ради д.т.н., проф. _____ І. Г. Кириченко
(вчене звання) (підпис) (ПІБ)

© _____, 20 ____ рік

© _____, 20 ____ рік

Примітки:

Силабус (Робоча програма) навчальної дисципліни розробляється відповідною кафедрою у 2-х екземплярах на 4 роки і затверджується до 30 серпня: 1 екземпляр – у навчальний відділ; 2-екземпляр залишається на кафедрі. Електронний варіант розміщується на сайті факультету.

Форма в редакції ХНАДУ відповідно до листа МОН України за №1/9-434 від 09 липня 2018 року доповнена.

Рекомендована до затвердження Методичною радою ХНАДУ « ____ » _____ 20 ____ року протокол № ____.

⁵ якщо програма навчальної дисципліни розроблена для декількох освітніх програм за вказаною спеціальністю, то погодження робиться з кожною випусковою кафедрою.

Підпис погодження не повинен знаходитись на окремому аркуші.