



Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

2024 р.

### СИЛАБУС

Навчальна дисципліна Метрологія, технологічні вимірювання і прилади

Освітньо-наукова програма Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

#### Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Мартинюк Валерій Володимирович
Профайл викладача	<a href="http://kiis.khmnu.edu.ua/personnel/martynyuk-valerij-volodymyrovych/">http://kiis.khmnu.edu.ua/personnel/martynyuk-valerij-volodymyrovych/</a>
E-mail викладача(ів)	martyniukva@khmnu.edu.ua
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	<a href="https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=5071">https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=5071</a>
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	<b>Очні:</b> вівторок, 6-а пара, 4-316; п'ятниця, 3-а пара, 4-316; <b>онлайн:</b> за необхідністю та попередньою домовленістю

#### Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	залік	іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні Заняття						
О	Д	3	5	5	150	68	34	34			82				+

#### Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна викладається для студентів денної форми навчання першого (бакалаврського) рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема оглядові лекції, елементи комп'ютерного моделювання тощо.

#### Мета і завдання дисципліни

**Мета дисципліни.** Формування особистості фахівця, здатного виконувати прикладні та наукові дослідження, спрямовані на підвищення якості управління метрологічними системами.

**Завдання дисципліни.** Формування загальних та спеціальних компетентностей щодо уміння планувати та здійснювати прикладні дослідження метрологічних систем; володіння навичками моделювання об'єктів та предметів дослідження; вміння використовувати автоматизовані системи в професійній діяльності; вміння оцінювати та узагальнювати виробничий досвід для впровадження сучасних технологій та прогресивної техніки відповідно до вимог ринку.

**Пререквізити:** фізика, вища математика, інженерна та комп'ютерна графіка.

**Кореквізити:** технічна механіка, електротехніка та електроніка, теоретичні основи метрології та виміральної техніки.

**Очікувані результати навчання.**

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: **формулювати** тему, актуальність, новизну, теоретичну і практичну значущість дослідження; **розрізняти** і **визначати** об'єкт і предмет дослідження; **добирати** матеріал для досліджень; **оформлювати** наукові результати згідно з вимогами до публікацій; **презентувати** результати наукового дослідження; **організовувати** науково-дослідну діяльність; **шукати** наукову інформацію; **встановлювати** достовірність та об'єктивність одержаних результатів.

**Тематичний план дисципліни і календар його виконання.**

**Таблиця 3 – Тематичний план дисципліни**

№ тижня	Тема лекції	Тема лабораторного заняття	Самостійна робота студентів		
			Зміст	Год.	Література
1	2	3	4	5	6
1	Основи метрології. Метрологія. Єдність вимірювань. Точність вимірювань. Вимірювання прямі, осередковані, сукупні, сумісні. Методи вимірювання. Принципи вимірювання.	-	Опрацювання лекційного матеріалу підготовка до ЛР1	4	[1, с. 27-30; 3, с. 5-17]
2	Похибки та засоби вимірювання. Похибки вимірювання фізичних величин. Результати вимірювань. Чинники похибок випадкових, грубих, систематичних.	ЛР 1 Контроль розмірів деталей	Самостійне опрацювання матеріалу	4	[1, с. 30-40; 3, с. 18-34]
3	Загальні положення. Абсолютний тиск. Барометричний тиск. Вакууметричний тиск.	-	Опрацювання лекційного матеріалу підготовка до ЛР2	4	[1, с. 40-42]
4	Рідинні прилади виміру тиску. Двотрубні прилади тиску. Чашкові манометри.	ЛР 2 Повірка моста опору	Самостійне опрацювання матеріалу	5	[1, с. 42-44]
5	Деформаційні прилади виміру тиску. Принцип дії деформаційних манометрів. Трубочасті одновиткові пружини (трубки Бурдона).	-	Опрацювання лекційного матеріалу підготовка до ЛР3	5	[1, с. 44-47]
6	Методи вимірювання температури. Манометри опору. Пьезоелектричні манометри. Тензорезисторні перетворювачі тиску. Ємнісні перетворювачі тиску. Принцип дії вимірювання температури термометрами розширення. Принцип дії скляних термометрів. Принцип дії біметалевих та дилатометричних термометрів. Принцип дії манометричних термометрів. Термоелектричний ефект. Термопари. Схеми підключення термопар. Статичні характеристики стандартних термоелектричних термоперетворювачів. Термоелектричні перетворювачі, їх переваги і недоліки.	ЛР 3 Зняття кривої перехідного процесу перетворювачів опору	Самостійне опрацювання матеріалу	5	[1, с. 47-50]
7	Пірометричні вимірювачі температури. Пірометри. Принцип дії. Радіаційний пірометр. Стаціонарний інфрачервоний пірометр. Квазімонохроматичний (оптичний) пірометр.	-	Опрацювання лекційного матеріалу підготовка до ЛР4	5	[1, с. 50-65]
8	Методи та засоби вимірювання кількості та втрат. Витрати. Кількість речовини. Витратомір. Лічильники.	ЛР 4 Повірка електронного автоматичного потенціометра	Самостійне опрацювання матеріалу	5	[1, с. 65-66]
9	Принцип дії швидкісних, об'ємних лічильників.	-	Опрацювання лекційного матеріалу підготовка до ЛР5	5	[1, с. 66-68]
10	Електромагнітні витратоміри.	ЛР 5 Повірка мікрометра	Самостійне опрацювання матеріалу	5	[1, с. 72-75]
11	Витратоміри постійного перепаду тиску.	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до ЛР6	5	[1, с. 78-79]
12	Вихрові витратоміри.	ЛР 6 Зняття кривої перехідного	Самостійне опрацювання матеріалу	5	[1, с. 81-83]

		процесу термопар			
13	Ультразвукові витратоміри.	-	Опрацювання лекційного матеріалу підготовка до ЛР7	5	[1, с. 83-87]
14	Витратоміри змінного рівня (щілинні витратоміри).	ЛР 7 Вивчення приладів для вимірювання тиску	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу	5	[1, с. 75-78]
15	Витратоміри Коріоліса.	-	Опрацювання лекційного матеріалу підготовка до ЛР8	5	[1, с. 79-81]
16	Загальні положення про датчики положення	ЛР 8 Вивчення приладів для вимірювання рівня	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу	5	[1, с. 130-131]
17	Оптичні датчики положення. Індуктивні датчики положення. Ємнісні датчики положення.	-	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу	5	[1, с. 131-138]

#### **Політика дисципліни.**

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції, практичні та лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене практичне чи лабораторне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До практичних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набуті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перерахування результатів навчання у ХНУ.

#### **Критерії оцінювання результатів навчання.**

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом розв'язання задач та захисту курсової роботи. Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми; вміння студента обґрунтувати прийняті рішення та розв'язувати задачі; своєчасне виконання домашніх завдань з теми.

#### **Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

Аудиторна робота								Самостійна, індивідуальна робота				Підсумковий контроль		
Лабораторні роботи №								Контрольна робота				Тестовий контроль		Іспит
1	2	3	4	5	6	7	8	1				1	2	1
0,25								0,25				0,1		0,4

#### **Оцінювання тестових завдань**

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти п'яти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 25. Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою. Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

Сума балів за тестові завдання	1–13	14–16	17–22	23–25
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 30 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

**Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС**

Оцінка ECTS	Інституційна шкала балів	Інституційна оцінка	Критерії оцінювання	
A	4,75-5,00	5	Зараховано	<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків.
B	4,25-4,74	4		<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками.
C	3,75-4,24	4		<b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками.
D	3,25-3,74	3		<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією.
E	3,00-3,24	3		<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00-2,99	2	Незараховано	<b>Незадовільно</b> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00-1,99	2		<b>Незадовільно</b> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни.

**Контрольні питання з дисципліни.**

1. Основні поняття та визначення метрології.
2. Які ви знаєте принципи і методи вимірювання?
3. Міжнародна система одиниць СІ та її роль у міжнародному співробітництві.
4. Похибки вимірювання фізичних величин: систематичні, випадкові, промахи, адаптивні, мультиплікативні, адитивні, та ін.
5. Які ви знаєте засоби вимірювання та їхні основні види?
6. Похибки засобів вимірювання та їхні класи.
7. Основні властивості засобів вимірювання та їхні метрологічні характеристики.
8. Державна система приладів і засобів автоматизації.
9. Система дистанційних передач сигналів вимірювальної інформації.
10. Вимірювальні та нормуючі перетворювачі.
11. Поняття про температуру. Температурні шкали. Класифікація засобів вимірювання температури.
12. Термометр розширення. Принцип дії. Будова і використання в промисловості.
13. Манометричні термометри: принцип дії, будова і використання в промисловості.
14. Термостатичні термометри, принцип дії, типи, характеристики, їх використання в промисловості.
15. Термометри опору. Основні типи. Принцип дії та будова.
16. Пірометри вимірювання. Призначення. Принцип дії.
17. Які ви знаєте види тиску?
18. Рідинні прилади для вимірювання тиску.
19. Деформаційні манометри. Принцип дії. Види чутливих елементів.
20. Електричні манометри: принцип роботи, будова та їх використання.
21. Прилади та методи вимірювання кількості та витрати.
22. Лічильники призначення. Принцип дії.
23. Витратоміри змінного перепаду тиску. Принцип дії.
24. Витратоміри постійного перепаду тиску (ротаметри). Принцип дії.
25. Витратоміри змінного рівня (щільні витратоміри). Призначення. Принцип дії.
26. Електромагнітні витратоміри. Принцип роботи, схема будови та використання.
27. Коріолісові витратоміри. Принцип дії.
28. Вихрові витратоміри. Призначення. Принцип дії.
29. Ультразвукові витратоміри. Призначення, принцип дії.
30. Теплові витратоміри. Призначення, принцип дії.
31. Автоматичні терези, дозатори, лічильники готової продукції.
32. Прилади та методи вимірювання рівня та їх класифікація.
33. Поплавкові рівнеміри. Призначення, принцип дії.
34. Гідростатичні рівнеміри. Призначення, принцип дії.
35. Ємнісні рівнеміри та сигналізатори рівня.
36. Кондуктометричні сигналізатори рівня.
37. Ультразвукові рівнеміри. Призначення, принцип дії.
38. Радарні (мікрохвильові) рівнеміри. Принцип дії.
39. Прилади для вимірювання густини. Принцип дії.
40. Вагові густиноміри. Принцип дії.
41. Вібраційний густомір. Призначення, принцип дії.
42. Психометричний метод вимірювання вологості.
43. Принцип дії і конструкція гігрометрів.
44. Прилади для вимірювання рН. Принцип дії скляних та порівняльних електродів.
45. Кондуктометричні концентратоміри, їхні переваги та недоліки.
46. Автоматичні рефрактометри. Призначення, принцип дії.

47. Автоматичні поляриметри. Призначення, принцип дії.
48. Автоматичні віскозиметри. Різновиди. Призначення, принцип дії.
49. Принцип дії теплових газоаналізаторів. Призначення, принцип дії.
50. Магнітні газоаналізатори. Призначення, принцип дії.
51. Оптико-адсорбційні методи спектрального аналізу. Призначення.
52. Вимірювання каламутності (нефелометри).
53. Принцип дії і призначення безконтактних оптичних датчиків положення.
54. Принцип дії і призначення безконтактних ємнісних датчиків положення.
55. Принцип дії і призначення безконтактних індукційних датчиків положення.

#### *Рекомендована література*

##### Основна

1. Величко О. М. Основи метрології та метрологічна діяльність : підручник / О. М. Величко, Л. В. Коломієць, Т. Б. Гордієнко ; за заг. ред. О. М. Величка. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 574 с.
2. Васілевський О. М. Непевність результатів вимірювань, контролю та випробувань : підручник / О. М. Васілевський, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 350 с.
3. Botsiura O.A., Zakharov I.P. Increasing the Reliability of Evaluation of Expanded Uncertainty in Calibration of Measuring Instruments //Measurement Techniques, 2020 Volume: 63, Issue: 6, pp. 414-420. (Scopus, WOS).
4. Zakharov I.P., Botsiura O.A., Patsenko M. Measurement uncertainty evaluation at mass calibration // Ukrainian Metrological Journal, 2020, No 3, 36-41 (WOS).
5. Rawashdeh L.A.M., Zakharov I.P., Zaporozhets O.V. Nonlinearity Correction in Dy-namic Measuring Devices Using Neural Network Models // Pomiary Automatyka Robotyka, 2020, №4, pp. 57-60.

##### Допоміжна

6. ДСТУ 2568-94. Метрологія. Порядок атестації і використання довідкових даних про фізичні сталі та властивості речовин і матеріалів
7. ДСТУ 2681-94. "Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологія. Терміни та визначення".
8. ДСТУ 2682-94. "Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологічне забезпечення. Основні положення".
9. ДСТУ 2708-94. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація і порядок проведення.
10. ДСТУ 3215-95. Метрологічна атестація засобів вимірювання.
11. ДСТУ 3231-95. Метрологія. Еталони одиниць фізичних величин: основні положення, порядок розроблення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування.
12. ДСТУ 3400-2000. Метрологія. Державні випробування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення і розгляду результатів.
13. ДСТУ 3651.0-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення.
14. ДСТУ 3651.2-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні положення, позначення, назви та значення.
15. ДСТУ 3742-98. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань температури. Контактні засоби вимірювань температури

Розробник:



д.т.н., професор Валерій МАРТИНЮК

Погоджено:

Завідувач кафедри АКІТтаР



д.т.н., професор Валерій МАРТИНЮК

Гарант ОПШ «АКІТтаР»



к.т.н., доцент Юрій ФОРКУН