

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ПРОМИСЛОВОЇ АВТОМАТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

Циклова комісія машинобудування, автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

в.о. директора ФКПАІТ ОНТУ

підписано Ольга ЄПУР

02.09.2024року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ І ЗАСОБИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ

обов'язкова

Освітньо-професійна програма	<u>Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</u>
Код та найменування спеціальності	<u>151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</u>
Шифр та найменування галузі знань	<u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u>
Мова навчання	<u>українська</u>

Розроблено та забезпечується: цикловою комісією машинобудування, автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки ВСП «Фаховий коледж промислової автоматики та інформаційних технологій Одеського національного технологічного університету»

Розробник:

Антоніна ДІЛОВА, викладач першої кваліфікаційної категорії ФКПАІТ ОНТУ

Розглянуто та схвалено на засіданні циклової комісії машинобудування, автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Протокол №1 від 30.08.2024р.

Голова циклової комісії підписано Антоніна ДІЛОВА
(підпис)

Гарант освітньо-професійної програми підписано Антоніна ДІЛОВА
(підпис)

Розглянуто та схвалено Методичною радою ФКПАІТ ОНТУ

Протокол №1 від 02.09.2024р.

Голова Методичної ради ФКПАІТ ОНТУ підписано Марина ДАНИЛОВА
(підпис)

1. Пояснювальна записка

Вступ

Програма вивчення навчальної дисципліни «Основи метрології і засоби технологічного контролю» складена відповідно до Стандарту фахової передвищої освіти із спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» підготовки фахових молодших бакалаврів.

Предмет вивчення

Предмет вивчення дисципліни «Основи метрології і засоби технологічного контролю» - це комплекс понять, принципів, інструментів та практичних навичок, пов'язаних з процесом вимірювання та налаштування контрольно-вимірювальних приладів та засобів автоматизації.

Міждисциплінарні зв'язки

Попередні – вища математика, фізика, електротехніка, електроніка, мікроелектроніка і схемотехніка; послідовні – автоматизація технологічних процесів, монтаж та налагодження технічних засобів автоматизованих систем.

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Основи метрології і засоби технологічного контролю» є вироблення у здобувачів освіти системного метрологічного підходу до основних понять вимірювальної техніки з урахуванням розподілу процедури вимірювання на основні вимірювальні операції, особливостей аналізу похибок і обчислення невизначеності при прямих та непрямих одноразових та багаторазових методах отримання результатів вимірювання; вивчення призначення та основних задач Державної метрологічної системи України, ознайомлення з основними видами метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки, що використовуються.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи метрології і засоби технологічного контролю» є:

1. Оволодіння навичками користування сучасними засобами вимірювальної техніки;
2. Обробка результатів прямих та непрямих вимірювань;
3. Визначення видів та причин виникнення похибок, що виникають під час вимірювань сучасними засобами вимірювальної техніки;
4. Розуміння організації державної метрологічної служби та правових основ метрологічної діяльності.

Ці завдання спрямовані на те, щоб здобувачі освіти отримали практичні навички у поданні результатів вимірювання з урахуванням вітчизняних і зарубіжних стандартів; в обробці результатів при прямих і непрямих одноразових і багаторазових вимірюваннях та обчислення похибок і невизначеності засобів вимірювальної техніки на структурному рівні.

Компетентності та результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Основи метрології і засоби технологічного контролю» здобувач освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в Стандарті фахової передвищої освіти зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/Fakhova%20peredvyshcha%20osvita/Zatverdzeni.standarty/2021/12/08/151-Avtomatyiz.ta.komp-intehr.tekhn.08.12.pdf> та освітньо-професійній програмі «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» <https://promavt.od.ua/storage/uploads/OPBu1yS2jcygH7AM0ME884AGsw77hE103UAVhmFK.pdf> підготовки фахових молодших бакалаврів.

Загальні компетентності:

ІК1. Здатність вирішувати типові спеціалізовані задачі в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій або у процесі навчання, що вимагає застосування положень і методів відповідних наук та може характеризуватися певною невизначеністю умов; нести відповідальність за результати своєї діяльності; здійснювати контроль інших осіб у визначених ситуаціях.

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК2. Здатність застосовувати знання загальної фізики, електротехніки та електромеханіки, електроніки і мікропроцесорної техніки в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації;

СК3. Здатність застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання основних технологічних параметрів, необхідних для обслуговування систем автоматизації;

СК4. Здатність аргументувати вибір технічних засобів автоматизації на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; мати навички налагодження та обслуговування технічних засобів автоматизації і систем керування;

СК6. Здатність аналізувати об'єкти автоматизації; вміти вибирати параметри контролю і керування процесами; застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження та аналізу систем автоматизації.

Програмні результати навчання:

РН2. Використовувати основні принципи фізики, електротехніки, електромеханіки, електроніки, схемотехніки, мікропроцесорної техніки для розрахунку параметрів та характеристик типових елементів систем автоматизації;

РН3. Знати основні принципи та методи вимірювання основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик;

РН4. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; демонструвати навички налагодження технічних засобів автоматизації.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

2.1 Тематичний план

Таблиця 2.1 – Тематичний план навчальної дисципліни

№	Назва змістових модулів і тем
Змістовий модуль 1. Метрологія, стандартизація, сертифікація.	
Тема 1	Вступ. Основні поняття.
Тема 2	Основні поняття теорії похибок.
Тема 3	Характеристики та параметри засобів вимірювальної техніки (ЗВТ).
Змістовий модуль 2. Вимірювання електричних величин.	
Тема 4	Технічні характеристики магнітоелектричних, електромагнітних та електродинамічних систем
Тема 5	Характеристика феромагнітних та індукційних приладів.
Тема 6	Електричні вимірювання неелектричних величин. Первинні вимірювальні перетворювачі.
Тема 7	Види діаграм і методи розрахунків контролюючих параметрів.
Тема 8	Методи розрахунку коефіцієнтів потужності.
Змістовий модуль 3. Прилади ДСП. Вимірювання технологічних параметрів.	
Тема 9	Метода та засоби вимірювання температури.
Тема 10	Метода та засоби вимірювання тиску.
Тема 11	Прилади для вимірювання рівня.
Тема 12	Прилади та засоби вимірювання витрат та кількості рідини та газів.
Тема 13	Прилади та засоби вимірювання маси.
Тема 14	Прилади та засоби вимірювання дозування.
Змістовий модуль 4. Прилади вимірювання різних параметрів.	
Тема 15	Прилади та засоби вимірювання оптичних аналізаторів.
Тема 16	Прилади та засоби вимірювання вологості.
Тема 17	Прилади та засоби вимірювання в'язкості та густини речовин.
Змістовий модуль 5. Вимірювально-інформаційні системи.	
Тема 18	Вимірювально-інформаційні системи виробництв.
Тема 19	Вимірювальні інформаційні системи (ВІС).
Тема 20	Визначення метрологічних характеристик каналів ІВС.
Разом: 150 годин	

2.2 Зміст дисципліни

Змістовий модуль 1. Метрологія, стандартизація, сертифікація.

Тема 1. Вступ. Основні поняття.

Основні поняття метрології, стандартизації і сертифікації, задачі метрології. Одиниці і системи одиниць фізичних величин. Еталони та повірочні схеми. Міжнародні, регіональні та національні організації України з метрології. Техніка безпеки при виконанні робіт, що гарантує на виробництві безпечні й сприятливі умови праці. Безпечне використання лабораторних стендів, а також вимірювальних засобів. Дотримання правил техніки безпеки проведення електричних вимірювань. Правила роботи з електроприладами.

Тема 2. Основні поняття теорії похибок.

Похибки вимірювань. Класифікація похибок вимірювання (за способом вираження, з причин і умов виникнення, за характером змін, в залежності від вимірюваної величин, залежно від впливу характеру зміни вимірюваної величини). Робочі умови вимірювань. Межа основної та допустимої похибки. Похибки прямих та непрямих вимірювань (детермінована та ймовірна форми). Методи зниження похибок вимірювання. Зменшення складової випадкової похибки.

Тема 3. Характеристики та параметри засобів вимірювальної техніки (ЗВТ).

Метрологічні характеристики, засоби вимірювальної техніки, засіб вимірювань, вимірювальний пристрій, параметри засобів вимірювання. Поділка, ціна поділки, роздільна здатність засобів вимірювання. Діапазон вимірювань, час встановлення (час заспокоєння), стабільність засобу вимірювання, точність засобу вимірювання, правильність засобу вимірювань, збіжність засобу вимірювань, стабільність засобу вимірювань. Діапазон показань, діапазон вимірювань, показ вимірювального приладу. Вимірювальний перетворювач. Вимірювальний експеримент і методики виконання вимірювання. Характеристики електровимірювальних приладів. Умовні позначення, які наносять на електровимірювальні прилади.

Змістовий модуль 2. Вимірювання електричних величин.

Тема 4. Технічні характеристики магнітоелектричних, електромагнітних та електродинамічних систем.

Властивості й технічні характеристики приладів магнітоелектричних, електромагнітних та електродинамічних систем. Класифікація, призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики. Переваги та недоліки.

Тема 5. Характеристика феромагнітних та індукційних приладів.

Класифікація, призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики. Принцип дії однофазного індукційного лічильника електричної енергії. Порядок вмикання однофазного індукційного лічильника електричної енергії.

Тема 6. Електричні вимірювання неелектричних величин.

Первинні вимірювальні перетворювачі. Необхідність перетворювачів. Види датчиків (реостатний перетворювач, електромагнітний перетворювач, тензометричний перетворювач, термоелектричний перетворювач, механотрон). Сутність електричних вимірювань неелектричних величин. Електроконтактні датчики (класифікація, призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики).

Тема 7. Види діаграм і методи розрахунків контролюючих параметрів.

Характеристики самописних та реєструючих приладів. Результати реєстрації. Функціональний зв'язок між кількома вимірюваними величинами. Принцип роботи реєструючих приладів. Осцилографічний спосіб запису. Магнітний спосіб запису.

Принцип роботи самописних приладів. Призначення діаграм, види контролюючих параметрів, методи розрахунків, аналіз діаграм.

Призначення приладів, принципи дії, конструкції та характеристики

Тема 8. Методи розрахунку коефіцієнтів потужності.

Методи визначення електричних навантажень. Метод коефіцієнта попиту. Визначення розрахункового навантаження за встановленою потужністю і коефіцієнтом попиту. Статистичний метод розрахунку навантажень. Метод впорядкованих діаграм. Коефіцієнт максимуму. Розрахункове реактивне навантаження.

Характеристика одно- і трифазних лічильників, схеми підключення, схеми підключення приладів, визначення коефіцієнту потужності.

Змістовий модуль 3. Прилади ДСП. Вимірювання технологічних параметрів.

Тема 9. Метода та засоби вимірювання температури.

Первинні перетворювачі. Датчики температури. Термометри розширення. Манометричні термометри. Термометри опору. Термопара. Пірометри випромінювання. Вторинні прилади та системи вимірювання температури. Класифікація, призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики. Електронні автоматичні самопишущі мости. Аварійна сигналізація та запис результатів.

Тема 10. Метода та засоби вимірювання тиску.

Використання манометрів. Рідинний манометр. Деформаційні манометри. Дифманометр (диференційний манометр) Електроконтактні манометри (ЕКМ). Класифікація, призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики. Дослідження роботи диференційно-трансформаторної системи вимірювання. Вимірювання тиску за допомогою манометра з електричною дистанційною передачею показників.

Тема 11. Прилади для вимірювання рівня.

Методи вимірювання рівня (контактний та безконтактний). Візуальні прилади вимірювання рівня (показчики рівня). Класифікація, призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики. Гідростатичні рівноміри (ємнісний, манометричний, пневмометричний). Ультразвукові рівноміри, радарні (мікрохвильові), радіоізотопні. Механічні рівноміри (поплавковий, буйковий, ваговий мембранний, вібраційний). Сигналізатори рівня (Вібраційні, роторні (прапорцеві) сигналізатори). Кондуктометричні датчики рівня. Датчики рівня по тиску.

Тема 12. Прилади та засоби вимірювання витрат та кількості рідини та газів.

Точність вимірювання витрат. Методи вимірювання витрати газу. Методи, які ґрунтуються на використанні гідрогазодинамічних, електромагнітних, теплових, ультразвукових і оптичних явищ. Діафрагмові звужувальні пристрої (труби Вентурі, витратовимірні сопла). Звужувальні пристрої. Застосування пластинкових чи трубчастих струменевих випрямлячів.

Класифікація, призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики.

Тема 13. Прилади та засоби вимірювання маси.

Принцип еквівалентності інертної і гравітаційної маси. Тензометр. Класифікація, призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики. Способи вимірювання деформацій. Тензометричний датчик. Використання закону Гука для всіх типів тензометричних датчиків. Оцінка продуктивності.

Тема 14. Прилади та засоби вимірювання дозування.

Ваговий дозатор для автоматичного дозування необхідної маси або обсягу сипучих матеріалів. Дозуючий пристрій. Однокомпонентні і багатокомпонентні дозатори. Одноканальні і багатоканальні дозатори. Програмні дозатори. Шнекові дозатори. Об'ємні дозатори. Масові дозатори. Мультикомпонентний дозатор. Їх призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики.

Змістовий модуль 4. Прилади вимірювання різних параметрів.

Тема 15. Прилади та засоби вимірювання аналізаторів якості.

Вимірювачі каламутності розчинів і води. Аналіз якості води. Перевірка якості води. Прилади для вимірювання рівня рН. Сфери застосування кондуктометрів. Автоматичне калібрування. Типи сучасних калориметрів. Пристрій, який має здатність визначати концентрацію одного або кількох видів іонів у водних розчинах (іономір). Характеристики колориметри, турбідиметри, нефелометри, рефрактометри.

Тема 16. Прилади та засоби вимірювання вологості.

Види вологомірів та їх застосування. Портативні вологоміри. Індикатор вологості. Голчастий вологомір з РК-дисплеєм. Реєстратор кліматичних даних (для вимірювання та запису температури повітря та відносної вологості). Пірометр для виявлення цвілі. Щуповий вологомір. Потоківі вологоміри.

Класифікація, призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики.

Гігрометри психрометричні. Гігрометри сорбційні.

Експрес визначення вологості.

Тема 17. Прилади та засоби вимірювання в'язкості та густини речовин.

Методи визначення в'язкості: метод капілярного витікання; вібраційний метод; ротаційний метод; метод падаючої кульки (метод Стокса); пенетрація; пластометрія. Принципи роботи віскозиметра. Різновиди. Використання. Непрямі методи визначення в'язкості. Густиноміри. Класифікація, призначення, області використання, принципи дії, конструкції та характеристики. Різновиди. Прилади-аналоги.

Змістовий модуль 5. Вимірювально-інформаційні системи.

Тема 18. Вимірювально-інформаційні системи виробництв.

Класифікація, архітектура, призначення, області використання, функції та характеристики. Позначення ЗВТ на схемах автоматизації.

Тема 19. Вимірювальні інформаційні системи (BIC).

Основні характеристики BIC. Види і структури BIC. Основні компоненти BIC. Розвиток вимірювальних інформаційних систем.

Тема 20. Визначення метрологічних характеристик каналів BIC.

Структура та класифікація ВІС. Методи визначення метрологічних характеристик ВІС. Експериментальне визначення метрологічних характеристик ВІС.

2.3 Перелік практичних робіт з дисципліни

Таблиця 2.2 – Тематичний план практичних робіт

№	Тема практичних роботи
1	Встановлення похибок прямих та непрямих вимірів.
2	Вивчення метрологічних характеристик засобів вимірювань.
3	Вивчення способів розширення меж вимірювань приладів .
4	Вимірювальні кола первинних вимірювальних перетворювачів.
5	Повірка манометра з електричною дистанційною передачею показників.
6	Вивчення пристроїв при вимірюванні рівня.
7	Вимірювання вологості твердих та сипких матеріалів
8	Методи та засоби вимірювання в'язкості та густини рідини
9	Вивчення позначень ЗВТ на схемах автоматизації.
10	Повірка метрологічних характеристик ІВС.
	Всього: 20 годин

2.4 Перелік лабораторних робіт з дисципліни

Таблиця 2.3 – Тематичний план лабораторних робіт

№	Тема лабораторних роботи
1	Прилади магнітоелектричної, електродинамічної та електромагнітної систем.
2	Вимірювання струмів та напруг у колах постійного струму.
3	Дослідження принципу роботи вимірювальних мостів.
4	Дослідження роботи приладів для контролю за постійним, змінним струмом та потужністю.
5	Дослідження залежності опору провідника від температури.
6	Повірка вторинних вимірювальних приладів температури.
7	Вивчення принципу роботи технічних манометрів.
8	Прилади та засоби вимірювання витрат та кількості рідини та газів.
9	Дослідження силових параметрів за допомогою тензометричних датчиків.
10	Принцип роботи багатокомпонентного вагового дозатора.
	Всього: 20 годин

2.5. Кількість годин разом за програмою дисципліни

Розподіл дисципліни у годинах								
Курс	I		II		III		IV	Всього
Семестр	1	2	3	4	5	6	7	
Повний обсяг часу					150			150

Аудиторні заняття, годин					80			80
із них (кількість годин):								
лекції					40			40
лабораторні					20			20
практичні					20			20
Самостійна робота					70			70

3. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає дисципліна

Для проведення лабораторних робіт здобувачі освіти використовують лабораторні стенди, а також наступні вимірювальні засоби: амперметри, вольтметри, ватметри, авометр, осцилографи, генератор, пірометри, люксметр, рН – метр, психрометр.

4. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. В.Г. Муратов, Метрологія, технологічні вимірювання та прилади, К., «Освіта України», 2012
2. Стадник Б.І., Дорожовець М.М., Метрологія та вимірювання, Львівська політехніка, 2012
3. Ціделко В.Д., Яремчук Н.А., Затока С.А., Бурченков Г.К., Шведова В.В., Стасевич В.А., Основи метрології та вимірювальної техніки. Підручник. – К: Видавництво «Політехніка», 2014. – 304 с.
4. 1. Нестерчук Д.М. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О.Квітка, С.В.Галько. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 206 с.
5. Димов Ю. В. Метрологія, стандартизація и сертифікація. СПб: 2006. – 432с
6. ДСТУ 2682-94. "Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологічне забезпечення. Основні положення".
7. ДСТУ 2708-94. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація і порядок проведення.
8. ДСТУ 3215-95. Метрологічна атестація засобів вимірювання.
9. ДСТУ 3231-95. Метрологія. Еталони одиниць фізичних величин: основні положення, порядок розроблення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування.
10. ДСТУ 3400-2000. Метрологія. Державні випробування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення і розгляду результатів.
11. ДСТУ 3651.0-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення.

Додаткові (за наявності):

1. Захаров І.П. Обробка результатів вимірювань. Навчальний посібник. – Харків: НУВС, 2000. – 126с.
2. Захаров І.П. Теоретична метрологія. Навчальний посібник. – Харків: ХТУРЕ, 2000. – 172 с.
3. Головка Д.Б., Рєго К.Г., Скрипник Ю.О. Основи метрології та вимірювань – Київ: Либідь, 2001. – 408с.

5. Форма підсумкового контролю

Залік (V семестр), поточний контроль.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Перевірка та оцінювання знань здобувачів освіти може проводитись кількома методами:

1. Оцінювання знань здобувача освіти під час практичних занять.
2. Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань.
3. Захист практичних робіт.
4. Тестування.
5. Проведення поточно-модульного контролю.
6. Проведення заліку.