

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

(повна назва вищого навчального закладу)

Кафедра загальної фізики і фізики теплоенергетичних та хімічних процесів



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор науково-педагогічної роботи

О.В. Запороженко О.В. Запороженко

2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ І СЕРТИФІКАЦІЇ

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 10 – природничі науки
(шифр і назва)

Спеціальності -105- Прикладна фізика та наноматеріали,

Освітня програма Прикладна фізика та наноматеріали

Вид дисципліни нормативна

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
(назва факультету)

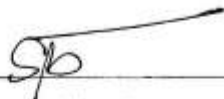
2020 – 2021

Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробники програми:
кандидат фізико-математичних наук, доцент Орловська С.Г.

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри загальної фізики і фізики теплоенергетичних та хімічних процесів
Протокол № 1 від "28" серпня 2020 року

Завідувач кафедри



(підпис)

Гоцунський В.Я.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:

Протокол № 1 від " 3 " вересня _____ 2020 року

Голова НМК



(підпис)

Ніцук Ю.А.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Основи метрології, стандартизації і сертифікації» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки першого (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (бакалавр). Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальності: 105- «Прикладна фізика та наноматеріали»

Освітньо-наукова програма: «Прикладна фізика та наноматеріали»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни :

Кінцева мета навчальної дисципліни «Основи метрології, сертифікації і стандартизації» визначається в наданні знань і умінь, які передбачає освітньо-кваліфікаційна характеристика.

Мета визначається в наданні студентам знань з теорії вимірювань, методів та технічних засобів вимірювань, їх метрологічного та нормативного забезпечення, основ стандартизації та сертифікації, які необхідні для вирішення прикладних задач в галузі фізики з використанням сучасних вимірювальних технологій та отримання вимірювальної інформації високої якості.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- засвоєння студентами знань щодо способів отримання вимірювальної інформації, основ побудови систем одиниць фізичних величин, основ теорії похибок, єдності вимірювань;

- формування знань, умінь і навиків щодо вибору засобів вимірювання широкого спектру фізичних величин, вибору методів вимірювань, проведення оцінок похибок вимірювань;

-засвоєння студентами основ стандартизації і сертифікації.

Інтегральна компетентність (ІК) - здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної або дослідно- інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1),
- Здатність управління інформацією (пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел) (ЗК2),
- Здатність проведення самостійних досліджень (ЗК 9),

Фахові компетентності:

-Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні їх результатів. (ФК 2),

1.3. Кількість кредитів 4

1.4. Загальна кількість годин - 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна
Денна форма навчання
Рік підготовки
3 –й і 4-й
Лекції
Всього 48 год (18 год. – 3 рік, 30 год – 4 рік)
Практичні/семінарські
0 год.
Лабораторні
0-
Самостійна робота
Всього 72 год. (42 год. – 3 рік, 30 год – 4 рік)
У тому числі індивідуальні завдання
-

1.6. Заплановані результати навчання:

Згідно з освітньо-науковою програмою «Прикладна фізика та наноматеріали» спеціальності 105 – Прикладна фізика та наноматеріали студенти можуть досягти наступних результатів навчання:

- оволодіти теоретичною базою з основ метрології: способами отримання вимірювальної інформації, системами одиниць фізичних величин, теорією похибок та способами їх усунення, поняттями єдності вимірювань, еталонів фізичних величин та способів їх відтворення;

- знати метрологічні характеристики засобів вимірювань фізичних величин, способи оцінки їх чутливості, динамічних характеристик, методи оцінки похибок вимірювань.

-оволодіти знаннями щодо метрологічних вимірювань різних фізичних величин;

-оволодіти знаннями з основ стандартизації та сертифікації.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Системи одиниць та теорія похибок

Тема 1. Введення в метрологію

1.1. Історичні аспекти метрології. Основні розділи метрології.

1.2. Основні поняття і категорії метрології (фізична величина, одиниця фізичної величини, міра, вимір; засіб, метод, похибки, точність вимірів; сертифікація, перевірка, калібрування).

1.3. Способи отримання вимірювальної інформації. Шкали вимірів (метричні і неметричні шкали, шкала найменувань, шкала порядку, шкала інтервалів, шкала відношень, абсолютні і умовні шкали).

Тема 2. Основи побудови систем одиниць фізичних величин

2.1. Системи одиниць фізичних величин.

2.2. Формули розмірності фізичних величин

2.3. Основні і додаткові одиниці системи СІ. Похідні одиниці. Позасистемні одиниці.

2.4. Відтворення основних одиниць системи СІ.

2.5. Заходи в метрології і вимірювальній техніці

2.6. Фізичні константи і стандартні довідкові дані.

Тема 3. Основи теорії похибок

3.1. Класифікація похибок. Похибки і невизначеність. Правила округлення результатів вимірів.

3.2. Систематичні похибки і їх класифікація. Постійні, прогресивні, періодичні похибки і похибки, що міняються за складним законом. Інструментальні, методичні похибки, похибки через зміну умов і суб'єктивні похибки. Межі не виключеної систематичної похибки.

3.3. Способи та методи виявлення і усунення систематичних похибок. Метод вимірів заміщенням, метод протиставлення, метод компенсації похибки за знаком, метод рандомізації, графічний метод, метод симетричних спостережень, введення поправок.

3.4. Випадкові похибки. Імовірнісний опис випадкових похибок. Характеристики нормального розподілу.

3.5. Оцінка випадкових похибок. Довірча вірогідність і довірчий інтервал.

3.6. Прямі одноразові виміри з точним визначенням похибки.

3.7. Одноразові виміри з наближеною оцінкою похибки

3.6. Непрямі виміри. Оцінка похибок.

3.8. Спільні виміри.

3.7. Грубі похибки і методи їх виключення.

Тема 4. Єдність вимірювань

4.1. Еталони, класифікація еталонів. Порядок звірення еталонів. Еталони кілограма, метра, секунди.

4.2. Перевірка засобів вимірювання.

4.3. Калібрування засобів вимірювання.

Розділ 2. Вимірювання фізичних величин.

Тема 5. Об'єкти і методи вимірювання, види вимірів, види контролю

5.1. Класифікація вимірів відносно об'єкту і області вимірів. Розмірність вимірюваної величини.

5.2. Вимір, види вимірів за характером часової залежності.

5.3. Прямі, непрямі, спільні і сукупні виміри.

5.4. Методи вимірів, їх класифікація за способом набуття значень (метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою), залежно від вимірювальних засобів (інструментальний, експертний, евристичний, органолептичний), контактні і безконтактні методи.

5.5. Метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою і його різновиди : метод протиставлення, диференційний метод, нульовий метод, метод збігів.

5.6. Контроль. Класифікація видів контролю (руйнівний, неруйнівний, безперервний, періодичний, леткий, вхідний, операційний, приймальний, активний, пасивний, одноразовий, багатократний, суцільний, вибіркового).

5.7. Методика виконання вимірів, її складові частини.

Тема 6. Засоби вимірювання, метрологічні характеристики, класи точності.

6.1. Види засобів вимірювання. Міри, стандартні зразки складу і властивостей речовин.

6.2. Вимірювальні прилади, їх різновиди за способом роботи, відліку і відтворення вимірюваних величин.

6.3. Вимірювальні сигнали, їх характеристики. Модуляція сигналу за амплітудою і фазою.

6.4. Метрологічні показники засобів вимірювання (довжина поділки шкали, ціна поділки шкали, градувальна характеристика, діапазон показників, діапазон вимірів, чутливість приладу, варіація, стабільність).

6.5. Метрологічні характеристики засобів вимірювання (для визначення результатів вимірювання, характеристики похибок, характеристики чутливості, динамічні характеристики).

6.6. Класи точності засобів вимірювання.

Тема 7. Технічні засоби вимірів. Вимірювання електричного струму і напруги

7.1. Електромеханічні прилади. Структурна схема, принцип роботи, градуювальна характеристика.

7.2. Прилади магнітоелектричної системи, принцип роботи, чутливість. Розширення шкали вимірювання і вольтметра.

7.3. Осцилографи. Електронно-променевий осцилограф, синусоїдальна розгортка, метрологічні характеристики. Цифровий осцилограф.

7.4. Компенсатори або потенціометри, принцип вимірювання напруги.

7.5. Цифрові електронні вольтметри, принцип роботи, дискретизація, квантування.

Тема 8. Температурні вимірювання.

8.1. Термометричні властивості речовин. Перші температурні шкали, термодинамічна шкала температур.

8.2. Рідинні термометри, облаштування, дія, види. Максимальні і мінімальні термометри. Термометричні рідини і стекла. Основні джерела похибок.

8.3. Термометри опору, принцип дії, матеріали для виготовлення, конструкції і типи, джерела похибок.

8.4. Термоелектричні термометри (термопари), облаштування і принцип дії, підключення до вимірювального приладу. Типи термопар, основні джерела похибок.

8.5. Пірометри випромінювання. Закони випромінювання і їх використання в пірометрах, яскравісна, радіаційна і колірна температури. Радіаційні, яскравісні і колірні пірометри, принцип дії, джерела похибок.

8.6. Сучасні методи вимірювання температури.

Тема 9. Оптичні вимірювання.

9.1. Класифікація оптичних вимірювальних приладів.

9.2. Фотометричні прилади. Поняття освітленості, світимості, яскравості, сили світла. Одиниці вимірювання. Оптична схема свічоміра.

9.3. Спектральні вимірювальні прилади, різновиди, принцип дії, застосування.

9.4. Рефрактометри, інтерферометри, гоніометри, принцип дії, застосування.

9.5. Метрологічні характеристики оптичних приладів.

Розділ 3. Основи стандартизації та сертифікації.

Тема 10. Основи стандартизації та сертифікації

10.1 Стандартизація, терміни, методи і принципи.

10.2. Параметрична стандартизація.

10.3. Національна стандартизація України, категорії і види нормативних документів.

- 10.4. Сертифікація, об'єкт, предмет, завдання, види, функції сертифікації.
 10.5. Правила і порядок проведення сертифікації.

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	Усього	Лек.	Пр.	Лаб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Системи одиниць та теорія похибок						
<i>Тема 1.</i> Основні поняття і категорії метрології. Способи отримання вимірювальної інформації.	6	2		-	-	4
<i>Тема 2.</i> Основи побудови систем одиниць фізичних величин.	12	4		-	-	10
<i>Тема 3.</i> Основи теорії похибок	38	10		-	-	28
<i>Тема 4.</i> Єдність вимірювань	4	2				2
Розділ 2. Вимірювання фізичних величин.						
<i>Тема 5.</i> Об'єкти, і методи вимірювань, види контролю	4	2		-	-	2
<i>Тема 6.</i> Засоби вимірювання, метрологічні характеристики класи точності	4	2		-	-	2
<i>Тема 7.</i> Технічні засоби вимірювань. Вимірювання електричного струму і напруги	14	6				8
<i>Тема 8.</i> Температурні вимірювання.	16	8				8
<i>Тема 9.</i> Оптичні вимірювання	12	6				6
Розділ 3. Основи стандартизації і сертифікації						
<i>Тема 10.</i> Основи стандартизації і сертифікації	10	6		-	-	4
Усього годин	120	48		-	-	72

4. Самостійна робота

№	Назва теми	Кількість годин
1	Розвиток метрологічної науки	2
2	Метричні і не метричні шкали	2

3.	Системи одиниць. Позасистемні одиниці.	2
4.	Відтворення основних одиниць СІ (метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, кандела)	6
5.	Систематичні похибки. Способи та методи виявлення і усунення систематичних похибок.	6
6.	Прямі одноразові виміри з точним визначенням похибки	4
7.	Одноразові виміри з наближеною оцінкою похибки	4
8.	Грубі похибки і методи їх виключення.	2
9.	Невизначеність результатів вимірювань. Схема виконання оцінки невизначеності	6
10.	Порівняльна характеристика різних підходів до оцінок похибок вимірювань	2
11..	Спільні та сукупні вимірювання	4
12	Перевірка та калібрування засобів вимірювання	2
13.	Контроль. Види контролю	1
14.	Вимірювальні прилади, їх різновиди за способом роботи, відліку і відтворення вимірюваних величин	2
15.	Вимірювальні сигнали, їх характеристики.	2
16.	Вимірювальні перетворювачі, принцип дії	2
17.	Компенсатори або потенціометри, принцип вимірювання напруги. Метрологічні характеристики	4
18.	Електронні та цифрові прилади, їх метрологічні характеристики	5
19.	Температура. Принципи побудови температурної шкали. Температурні шкали, зв'язок між ними	2
20.	Рідинні термометри, принцип дії. Основні джерела похибок.	2
21.	Пірометри, принцип дії, джерела похибок.	2
22.	Ітерферометри, принцип дії, застосування, метрологічне забезпечення.	2
23.	Поляриметри, принцип дії, застосування	2
24.	Стандартизація. Нормативні документи. Міжнародна стандартизація.	2
25	Правила і порядок проведення сертифікації	2
	Всього	72 години

5. Методи навчання

Лекції, самостійна робота, написання контрольних робіт, індивідуальна робота під керівництвом викладача (ІПКВ) та консультації, усне опитування, письмові контрольна і самостійна роботи, реферат.

6.Методи контролю

Поточне опитування, тестування, поточна перевірка самостійної роботи, підсумкові контрольні роботи, оцінка за реферат, перевірка ведення конспекту, підсумкова семестрова робота.

7. Схема нарахування балів

6 семестр

Поточні контрольні роботи, тестування, самостійна робота				Сума
Розділ 1				
T1	T2	T3	T4	100
10	30	50	10	

7 семестр

Поточні контрольні роботи, тестування, самостійна робота						Сума
Розділ 2 і Розділ 3						
T5	T6	T7	T8	T9	T10	100
10	20	20	20	20	10	

T1, T2,T3,... – теми

8. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Підсумковий семестровий контроль (залік) проводиться у усній формі. Екзаменаційний білет містить три теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо. Кінцева оцінка виставляється з урахуванням поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС (ECTS)

Сума балів за всі види навчальної дисципліни	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	Зараховано
85 - 89	B	
75 - 84	C	
70 - 74	D	
60 - 69	E	

35 – 59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

9.Методичне забезпечення

1. Орловська С.Г. Основи метрології, стандартизації і сертифікації/
Навчальний посібник.- Одеса, ОНУ.- 2018.-142 с.
2. Конспекти лекцій, тематичні контрольні роботи, питання до заліку.

10. Рекомендована література

1. Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Метрологія, стандартизація і сертифікація. Київ, 2006. 265 с.
2. Бичківський, Р. В. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація : підручник / Львів : Львів. політехніка, 2004. - 560 с.
3. Ю.В. Димов. Метрология, стандартизация и сертификация. Издательство «Питер», 2004, 432с.
4. Козлов М.Г. Метрология и стандартизация: Учебник М., СПб.: Изд-во «Петербургский ин-т печати», 2001. 372 с.
5. Л.В. Коломієць, П.П. Воробієнко, М.Т. Козаченко, М.Б.Налісний, В.Л. Серебрін, Л.О. Козаченко, О.В. Грабовський, Л.О. Лебединська. Метрологія, стандартизація, сертифікація та управління якістю в системах зв'язку Одеса: ТОВ «ВМВ», 2009.-376 с.
6. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. - 711 с.
7. Микитин, Г. В. Основи метрології : навч. посіб. / Г. В. Микитин. - Львів : Сполум, 2008. - 296 с.
8. Головка, Д. Б. Основи метрології та вимірювань : навч. посіб. / Д. Б. Головка, К. Г. Рего, Ю. О. Скрипник. - К. : Либідь, 2001. - 408с.

9. Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка : підручник. Львів : "Бескид Біт", 2003. - 544с.
10. Тартаковсий Д.Ф., Ястребов Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерения, Москва, Высшая школа, 2001, 205 с.
11. Основи метрології та вимірювальної техніки. У двох томах : підручник. Т.1 : Основи метрології / М. М. Дорожовець, В. П. Мотало, Б. І. Стадник [та ін.] ; Стадник Б.І., Львів : Львів. політехніка, 2005. - 532 с. :
12. Основи метрології та вимірювальної техніки. У двох томах : підручник. Т.2 : Вимірювальна техніка / М. М. Дорожовець, В. П. Мотало, Б. І. Стадник [та ін.] ; Стадник Б.І.,- Львів : Львів. Політехніка, 2005. - 656 с.
13. Метрологія. Еталони державні та вторинні одиниці вимірювань: ДСТУ 3231-95.-К., 2000.- 56с.
14. Марков Б.Ф. Національна еталонна база. Стан і перспективи розвитку // Український метрологічний журнал.- 2014, №4.- С.7-11.