

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. декана факультету комп’ютерних наук

Свгенія КОЛОВАНОВА

“ 30 ” червня 2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи метрології

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

спеціальність 151 – Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

освітня програма Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

вид дисципліни обов’язкова

факультет комп’ютерних наук

2023 / 2024 навчальний рік

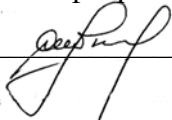
Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук
«29» червня 2023 року, протокол № 14

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

кандидат технічних наук, доцент закладу вищої освіти кафедри теоретичної та прикладної
системотехніки Тетяна БИКОВА,

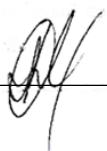
Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки
«08» червня 2023 року, протокол № 13

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки


Сергій ШМАТКОВ


Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології»

Гарант освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»


Дмитро ЛАБЕНКО

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук
«21» червня 2023 року, протокол № 12

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук


Лариса ВАСИЛЬЄВА

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Основи метрології» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є дати студентам знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів та сформувані умінь та навички обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик (*відповідно до ПРН 7 Стандарту вищої освіти та освітньо-професійної програми для спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»*)

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

Основними завданнями вивчення дисципліни є формування знань про процеси вимірювання фізичних величин, умінь оцінювати метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки і навичок обґрунтування вибору засобів вимірювальної техніки для прикладних завдань.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності.

Інтегральна компетентність.

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

+

Загальні компетентності (ЗК).

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 6. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК 7. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК 10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)

ФК 1. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК 2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерноінтегрованих технологіях.

ФК 3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ФК 4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК 5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ФК 6. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

ФК 7. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

ФК 8. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ФК 10. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень.

ФК 11. Врахування комерційного та економічного контексту при проектуванні систем автоматизації.

1.3. Кількість кредитів – 3.

1.4. Загальна кількість годин – 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й	-й
Лекції	
16 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	год.
Лабораторні заняття	
32 год.	год.
Самостійна робота	
42 год.	год.
У тому числі контрольна робота	
1	

1.6. Заплановані результати навчання:

У результаті вивчення даного курсу студент повинен знати:

1. Законодавчу та нормативно- правову базу, а також державні та міжнародні вимоги, практики і стандарти в області метрології.
2. Технічні характеристики, конструктивні особливості, правила експлуатації засобів виміральної техніки.
3. Принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів.
4. Види метрологічних характеристик ЗВТ і методи їх оцінювання.

уміти:

1. Обґрунтовувати вибір ЗВТ для вимірювання параметрів технологічних процесів з заданими метрологічними характеристиками.
2. Оцінювати похибки і невизначеності результатів вимірювань параметрів технологічних процесів.
3. Аналізувати і оцінювати метрологічні характеристики ЗВТ.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).

ПРН 4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПРН 6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПРН 7. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні відомості про вимірювання та засоби виміральної техніки

Тема 1. Предмет та завдання дисципліни. Базові поняття та терміни метрології та вимірювання. Базові поняття і терміни метрології та вимірювань. Класифікація засобів виміральної техніки (ЗВТ) та вимірювань. Системи фізичних величин та одиниць вимірювань. Етапи процесу вимірювань.

Тема 2. Класифікація ЗВТ, вимірвальних приладів, вимірювань. Класифікація ЗВТ. Класифікація вимірвальних приладів і вимірювань. Різновиди методів прямих вимірювань.

Тема 3. Загальні відомості про метрологічну діяльність та Метрологічну службу України. Метрологічна служба України. Метрологічний контроль і нагляд. Державні випробування, метрологічна атестація, повірка та калібрування ЗВТ. Передача розмірів одиниць вимірювань. Акредитація на право здійснення різних видів метрологічної діяльності.

Розділ 2. Основи теорії похибок вимірювань та відомості про метрологічні характеристики засобів виміральної техніки.

Тема 4. Ймовірнісні та статистичні характеристики похибок результатів вимірювань. Класифікація похибок вимірювань. Показники якості вимірювань. Ймовірнісні характеристики похибок і результатів вимірювань. Статистичні оцінки характеристик вимірювань.

Тема 5. Перевірка гіпотези про вид щільності ймовірності результатів вимірювань. Методи виявлення та вилучення грубих результатів вимірювань та систематичних похибок.

Тема 6. Методи об'єднання похибок вимірювань. Визначення сумарної систематичної або випадкової похибки вимірювання. Визначення повної похибки прямих багаторазових вимірювань.

Тема 7. Метрологічні характеристики ЗВТ. Мета і задачі їх нормувань. Нормовані метрологічні характеристики (НМХ), які призначені для визначення результату вимірювань. Визначення та різновиди похибок ЗВТ.

Тема 8. Нормовані метрологічні характеристики (НМХ) для визначення інструментальної складової похибки вимірювань. Вибір комплексу нормованих складових інструментальної похибки вимірювань. Методи нормування складових інструментальної похибки вимірювань. Класи точності ЗВТ.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Загальні відомості про вимірювання та засоби вимірювальної техніки												
Тема 1. Предмет та завдання дисципліни. Базові поняття та терміни метрології та вимірювання. Базові поняття і терміни метрології та вимірювань. Класифікація засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) та вимірювань. Системи фізичних величин та одиниць вимірювань. Етапи процесу вимірювань	12	2		4		6						
Тема 2. Класифікація ЗВТ, вимірювальних приладів, вимірювань. Класифікація ЗВТ.	12	2		4		6						

Класифікація вимірювальних приладів і вимірювань. Різновиди методів прямих вимірювань.												
Тема 3. Загальні відомості про метрологічну діяльність та Метрологічну службу України. Метрологічна служба України. Метрологічний контроль і нагляд. Державні випробування, метрологічна атестація, повірка та калібрування ЗВТ. Передача розмірів одиниць вимірювань. Акредитація на право здійснення різних видів метрологічної діяльності.	12	2		4		6						
Разом за розділом 1	36	6		12		18						
Розділ 2. Основи теорії похибок вимірювань та відомості про метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки.												
Тема 4. Ймовірнісні та статистичні характеристики похибок результатів вимірювань. Класифікація похибок вимірювань. Показники якості вимірювань. Ймовірнісні характеристики похибок і результатів вимірювань. Статистичні оцінки характеристик вимірювань.	12	2		4		6						

<p>Тема 5. Перевірка гіпотези про вид щільності ймовірності результатів вимірювань. Методи виявлення та вилучення грубих результатів вимірювань та систематичних похибок.</p>	12	2		4		6						
<p>Тема 6. Методи об'єднання похибок вимірювань. Визначення сумарної систематичної або випадкової похибки вимірювання. Визначення повної похибки прямих багаторазових вимірювань.</p>	10	2		4		4						
<p>Тема 7. Метрологічні характеристики ЗВТ. Мета і задачі їх нормувань. Нормовані метрологічні характеристики (НМХ), які призначені для визначення результату вимірювань. Визначення та різновиди похибок ЗВТ.</p>	10	2		4		4						
<p>Тема 8. Нормовані метрологічні характеристики (НМХ) для визначення інструментальної складової похибки вимірювань. Вибір</p>	8	2		2		4						

комплексу нормованих складових інструментальної похибки вимірювань. Методи нормування складових інструментальної похибки вимірювань. Класи точності ЗВТ.												
Разом за розділом 2	52	10		18		24						
Контрольна робота за розділами 1,2	2			2								
Усього годин	90	16		32		44						

4. Темы лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Обробка результатів прямих однократних вимірювань	4
2.	Обробка результатів опосередкованих вимірювань	4
3.	Обробка груп результатів нерівноточних вимірювань	4
4.	Обробка результатів прямих багатократних вимірювань	4
5.	Обчислення основних і додаткових похибок ЗВТ	4
6.	Визначення статичної характеристики ЗВТ	4
7.	Визначення класу точності ЗВТ	4
8.	Контрольна робота	2
9.	Підведення підсумків	2
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види та зміст завдання	Кількість годин
1	Підготовка до лекцій	18
1.1	По темі 1. Самостійно ознайомитись з роботою та історією міжнародних організацій в області метрології.	4
1.2	По темі 3. Повторити методи аналізу випадкових величин	2
1.3	По темі 4. Повторити види математичних операцій над випадковими величинами	2
1.4	По темі 6. Самостійно ознайомитись зі структурою і роботою Державної метрологічної служби України	6
1.5	По темі 7. Проаналізувати задачі метрології в майбутньому	4
2	Підготовка до лабораторних робіт	36
2.1	Розв'язання задач на визначення абсолютної та відносної похибок вимірювання	4
2.2	Розв'язання задач на визначення методичної похибки	4

	вимірювання	
2.3	Розв'язання задач на визначення функції та закону розподілу випадкових величин	4
2.4	Побудова гістограми по результатам вимірювання	4
2.5	Розв'язання задач на визначення інструментальних похибок	4
2.6	Розв'язання задач на визначення числових характеристик суми незалежних похибок	4
2.7	Пошук викидів результатів, спотворених грубими похибками спостережень	4
2.8	Розв'язання задач на визначення основних та додаткових похибок ЗВТ.	4
2.9	Вибір засобів вимірювань за класом точності	4
	Разом	54

6. Методи навчання

Лекційні, практичні та лабораторні заняття проводяться аудиторне з використанням методів проблемного і дослідницького навчання.

В умовах дії карантину та військового стану заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторне або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

7. Методи контролю

Контроль засвоєння студентами навчального матеріалу на лекційному занятті здійснюється шляхом концентрації уваги студентів постановкою питань за раніше вивченим матеріалом, пов'язаним з тематикою лекції.

Присутність студента на лекційному занятті оцінюється в 0,5 балу. Максимальна кількість балів за присутність студента на лекціях складає 4 бали. Присутність студента на лабораторному занятті оцінюється в 0,5 балу. Максимальна кількість балів за присутність студента на лабораторних заняттях складає 8 балів.

На лабораторному занятті контроль знань студентів робиться по результатам виконання завдань. Рівень знань, продемонстрований студентами на кожному завданні оцінюється 6 балами. Максимальна кількість балів за письмові роботи 42 бали.

Студенти виконують контрольну роботу, передбачену навчальним планом. Рівень знань, продемонстрований студентами на контрольній роботі оцінюється максимально 6 балами.

Максимальна кількість балів за результатами контролю поточної успішності складає 60 балів.

Підсумковий контроль здійснюється шляхом проведення заліку.

Екзаменаційний квиток включає два теоретичних і одне практичне питання. Теоретичні питання оцінюються в 10 балів кожен, практичний - в 20.

Максимальна кількість балів за результатами іспиту складає 40 балів.

Максимальна кількість балів за результатами вивчення дисципліни складає 100 балів.

8. Схема нарахування балів

Бали за поточний контроль знань протягом семестру (по темах)								Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом сума балів у семестрі	Залік	Загальна сума балів
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8				
7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	1,5	6	60	40	100

T1, T2, T3, T4 ... – теми занять.

Рівень знань, продемонстрований студентами, оцінюється таким чином:

- за темою 1(T1) – 7,5 бала: 1 лекція і 1 лабораторна робота;
- за темою 2(T2) – 7,5 бала: 1 лекція і 1 лабораторна робота;
- за темою 3(T3) – 7,5 бала: 1 лекція і 1 лабораторна робота;
- за темою 4 (T4) – 7,5 бала: 1 лекція і 1 лабораторна робота;
- за темою 5 (T5) – 7,5 бала: 1 лекція і 1 лабораторна робота;
- за темою 6 (T6) – 7,5 бала: 1 лекція і 1 лабораторна робота;
- за темою 7 (T7) – 7,5 бала: 1 лекція і 1 лабораторна робота;
- за темою 8(T8) – 1,5 бала: 1 лекція, 1 контрольна робота і 1 підсумкове заняття;
- за контрольну роботу (T1 – T8) – 6 балів.

Критерії оцінювання

Критерії оцінювання знань студентів за письмові роботи

Визначення	Кількість балів
Відповідь без помилок	3
Виконання відповіді з незначними помилками	2
Відповідь є з певною кількістю помилок, які не заважають достатньо повному висвітленню питання	1
Неправильна відповідь, мають місце грубі помилки, нерозуміння суті питання	0

Критерії оцінювання знань студентів за виконання контрольній роботи

Визначення	Кількість балів
Дані повні відповіді на кожне практичне питання показано тверде знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань, зроблені повні і правильні висновки	5-6
У відповідях на поставлені практичні питання показано знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань за наявності незначних помилок зроблені достатньо повні і правильні висновки	4
У відповідях на поставлені практичні питання показано достатньо знання навчального матеріалу при наявності суттєвих помилок, зроблені висновки	3
У відповідях показано розуміння суті поставлених питань за наявності принципових помилок при рішенні практичних завдань,	2

відсутні висновки	
У відповідях на показано слабкі знання навчального матеріалу при наявності принципових помилок при рішенні практичних завдань, відсутні висновки	1

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Визначення	Кількість балів
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені повністю, завдання вирішене правильно, зроблені висновки	40
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання достатньо освітлені, завдання вирішене правильно з незначними помилками, зроблені висновки	35-39
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з помилками, завдання вирішене правильно з незначними помилками. Зроблені неповні висновки	25-34
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з суттєвими помилками, завдання вирішене з помилками. Зроблені неповні висновки	15-24
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з суттєвими помилками, завдання вирішене частково або не повністю. Зроблені неповні висновки	1-14

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для чотирирівневої шкали оцінювання (іспит)
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

9. Рекомендована література

Основна література

1. 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.1 Основи метрології.- 532с.

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.

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

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.

5. Засоби та методи вимірювання неелектричних величин: Підручник / Є.С.Поліщук, М.М. Дорожовець, Б.І.Стадник; За ред. Є.С. Поліщука.- Львів:Бескид Біт, 2008. - 611с.

Допоміжна література

1. Володарський Є.Т. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навчальний посібник. / Є.Т. Володарський, В.В. Кухарчук, В.О. Поджаренко, Г.Б. Сердюк – Вінниця: ВДТУ, 2001 – 219 с.

2. Скіцько І.Ф. Обробка результатів фізичних вимірювань [Електронний ресурс]: навч. Посібник / І.Ф. Скіцько, О.І. Скіцько – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018 – 88с.

