



СИЛАБУС ДИСЦИПЛІНИ «Інформаційно-вимірювальні комплекси»

Ступінь вищої освіти - Бакалавр

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма « Бакалавр »

Рік навчання 4 , семестр 2

Форма навчання _____ денна _____

Кількість кредитів ЄКТС 4

Мова викладання (____ українська ____)

Лектор курсу

Контактна інформація
лектора (e-mail)

Сторінка курсу в eLearn

Д.т.н. проф. Коваль Валерій Вікторович
ст. викладач Теплоук Віктор Михайлович
 тел. 527-8266;

v.koval@nubip.edu.ua teplyuk@nubip.edu.ua

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=268>

ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Інформаційно-вимірювальні комплекси» (ІВК) вивчається студентами на останньому курсі і є дисципліною, яка, фактично, поєднує навички і знання, набуті за весь попередній період навчання під час вивчення окремих спеціальних дисциплін.

За мету навчання дисципліни ставиться:

- **надати** студентам знання щодо структури, технічних і програмних засобів, алгоритмів функціонування інформаційно-вимірювальних комплексів, причин виникнення та методів компенсації похибок, які виникають в елементах інформаційно-вимірювальних комплексів;
- сформувані у студентів навички роботи з існуючим та розробки нового програмного забезпечення для функціонування ІВК.;
- закріпити у студентів такі сформовані професійні компетентності :
 - креативну - здатність до проектувальних робіт;
 - самонавчання та самовдосконалення - здатність до самостійного засвоєння нового матеріалу ;
 - роботу в колективі (групах);
 - мовну – перевірити та закріпити знання іноземної мови при вивченні технічної літератури

Завдання дисципліни:

1. Ознайомити студентів з:
 - основними визначеннями та термінами;
 - основними структурами ІВК;
 - принципом дії основних вузлів ІВК;
 - теоретичними основами перетворення електричних сигналів функціональними вузлами цифрових ІВК.

- основними похибками які виникають в елементах ІВК, причинами їх виникнення та способами компенсації.
 - основними програмними засобами, які використовуються при функціонуванні ІВК.
2. Навчити студентів виконувати розрахунки основних вузлів ІВК для забезпечення необхідної точності вимірювань.
 3. Творча складова: на лабораторних заняттях розрахувати, написати програмне забезпечення, зібрати та налагодити сегмент ІВК для вимірювання температури на базі програмованого контролера та персонально комп'ютера.

Вивчення студентами теоретичного матеріалу базується на :

- матеріалі, який студенти засвоїли при вивченні попередніх спеціальних дисциплін;
- теоретичному матеріалі, який студенти отримуватимуть під час лекцій;
- матеріалі, який студенти мають опанувати самостійно; цей матеріал надається у вигляді повнотекстових статей із наукових журналів, документації, яка надається фірмами-виробником вузлів ІВК, посилань на друковані матеріали та гіперпосилань на Інтернет-ресурси; деякі матеріали студенти повинні будуть знайти самостійно.

Робота елементів і вузлів ІВК розглядаються у такій послідовності:

- призначення елемента;
- його будова та принцип дії;
- теоретичні викладки, які описують перетворення вимірюваного параметра в електричний сигнал та перетворення цього електричного сигналу у функціональному блоці;
- електрична сумісність елемента із іншими ланками;
- похибки, які вузол (блок) вносить у результати вимірювань;
- методи компенсації або позбавлення цих похибок.

Результатом вивчення дисципліни є здатність студентів проектувати, впроваджувати та експлуатувати інформаційно-вимірювальні комплекси у виробничих умовах.

Компетентності ОП:

Інтегральна компетентність (ІК):

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

Дисципліною забезпечуються загальні компетенції (ЗК):

ЗК1 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК5 - Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел

Дисципліною забезпечуються фахові компетентності спеціальності (ФК):

ФК6 - 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

ФК7 - 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

ФК9 - Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати

прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації

Програмні результати навчання:

ПРН3 - Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси.

ПРН6 - Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.

ПРН7 - 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.

ПРН8 - Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПРН9 - Вміти проектувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології.

ПРН10 - Вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

ПРН11 - Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ПРН12 - Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для реалізації типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

СТРУКТУРА КУРСУ

Тема	Години (лекції/лабораторні, практичні, семінарські)	Результати навчання	Завдання	Оцінювання
1 семестр				
Модуль 1. Технічні засоби інформаційно-вимірювальних комплексів				
Тема1. Інформаційно-вимірювальні комплекси. Основні поняття та визначення. Структури ІВК	Лекцій: 2 години	Студент повинен знати: Основні визначення. Роль і місце ІВК в структурі Інформаційної техніки. . Основні процеси, які дозволяють отримувати інформацію. Визначення ІВК. Покоління ІВК та їх основні характеристики. Класифікація інформаційно-вимірювальних систем (ІВК). Структурні схеми типових ІВК четвертого покоління: промислові комп'ютери та контролери, модулі збору даних, конвертори інтерфейсних сигналів, внутрісистемні та міжсистемні інтерфейси. Характеристика типових структур сучасних ІВК. Структурно-функціональна схема підсистеми вводу аналогових сигналів. Основні структурні елементи модулів збору даних: вимірювальні схеми, нормалізатори сигналів, нормуючі підсилювачі, фільтри, комутатори, пристрої вибірки-зберігання та їх призначення. Основні характеристики модулів збору даних. Студент повинен вміти: вибирати структуру та її типові елементи при розробці, проектуванні та впровадженні ІВК.	Теоретична частина: Вивчення лекційного матеріалу	Тестування результатів вивчення модуля 1 та результатів виконання лабораторних робіт
Тема 2. Аналогові елементи інформаційно-вимірювальних комплексів	Лекцій: 14 годин; Лабораторних занять: 8 годин			
Тема 2. Частина 1.Первинні перетворювачі та вимірювальні ланки.	Лекцій: 4 години; Лабораторні заняття: 2 години.	Студент повинен знати: Первинні перетворювачі, їх похибки та методи компенсації похибок різних типів первинних перетворювачів. Градувальні таблиці. Математичні моделі, що описують ПП. Вимірювальні ланки. Основні типи вимірювальних ланок для резистивних первинних перетворювачів: дільникова, мостова, на джерелі струму; двохпровідникові та трьох провідникові схеми підключення резистивних ПП, їх похибки та методи компенсації: Вимірювальні ланки для підключення термопар: компенсація холодного спаю термопар, використання терморезисторів для компенсації впливу «холодного» спаю термопар, компенсація «паразитних» ЕРС спаїв термопар, компенсація перепадів температури холодного спаю.	Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом. Лабораторні заняття: виконання і здача лабораторної роботи Розрахувати та зібрати на лабораторному макеті вимірювальну ланку для ПП резистивного типу для вимірювання температури в заданих межах.	Тестування результатів вивчення модуля 1 та результатів виконання лабораторних робіт Лабораторна робота: від 4 до 7 балів. При отриманні нижче 4-х балів

		<p>Студент повинен вміти: вибирати та розраховувати елементи види та елементи вимірювальних ланок, компенсувати похибки, які останні вносять в результати вимірювань при розробці, проектуванні та впровадженні ІВК.</p>		робота не зараховується.
<p>Тема 2. Частина 2. Вимірювальні підсилювачі.</p>	<p>Лекції: 4 години; Лабораторні заняття: 2 години.</p>	<p>Студент повинен знати: Вимірювальні (інструментальні) підсилювачі (ВП): основні вимоги до вимірювальних підсилювачів, підсилювач на одному ОП, вимірювальний підсилювач на трьох ОП; основні характеристики ВП: коефіцієнт підсилення, коефіцієнти підсилення та ослаблення синфазного сигналу; причини виникнення похибок у ВП та методи їх компенсації</p> <p>Студент повинен вміти: вибирати та розраховувати інструментальні підсилювачі при розробці, проектуванні та впровадженні ІВК.;</p>	<p>Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом.</p> <p>Лабораторні заняття: виконання і здача лабораторної роботи</p> <p>Розрахувати та зібрати на лабораторному макеті вимірювальний підсилювач на 3-х ОП та з'єднати його з вимірювальною ланкою для ПП резистивного типу для вимірювання температури в заданих межах.</p>	<p>Тестування результатів вивчення модуля 1 та результатів виконання лабораторних робіт.</p> <p>Лабораторна робота: від 4 до 7 балів. При отриманні нижче 4-х балів робота не зараховується.</p>
<p>Тема 2. Частина 3. Аналогові фільтри.</p>	<p>Лекції: 4 години; Лабораторні заняття: 4 години</p>	<p>Студент повинен знати: Аналогові фільтри. Основні поняття та визначення. Види електричних фільтрів:</p> <p>Фільтри нижніх частот: динамічні характеристики, основні показники, передатні характеристики, передатна функція багатоступінчастих ФНЧ.</p> <p>Основні види ФНЧ, амплітудно-частотні характеристики фільтрів; способи завдання характеристик ФНЧ; реалізація активних ФНЧ високих порядків; розрахунок активних ФНЧ.</p> <p>Студент повинен вміти: вибирати та розраховувати елементи фільтрів низької частоти при розробці, проектуванні та впровадженні ІВК.</p>	<p>Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом.</p> <p>Лабораторні заняття: виконання і здача лабораторної роботи</p> <p>Розрахувати та перевірити на математичній моделі задані ФНЧ.</p>	<p>Тестування результатів вивчення модуля 1 та результатів виконання лабораторних робіт.</p> <p>Лабораторна робота: від 8 до 15 балів. При отриманні нижче 4-х балів робота не зараховується.</p>
<p>Тема 2. Частина 4. Комутатори аналогових сигналів та пристрої вибірки-зберігання .</p>	<p>Лекції: 2 години;</p>	<p>Студент повинен знати: Комутатори. Загальні відомості. Основні параметри комутаторів. Комутаційні елементи та комутаційні ключі, їх характеристики.</p> <p>Електронні комутатори, Аналогові мультиплексори та аналогові комутатори, опис роботи аналогового комутатора, Експлуатаційні</p>	<p>Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом.</p>	<p>Тестування результатів вивчення модуля 1 та результатів виконання</p>

		<p>параметри аналогових комутаторів, характеристики моделей комутаторів і мультиплексорів.</p> <p>Пристрої вибірки-зберігання: опис роботи схеми; основні показники та параметри ПВЗ; приклади ПВЗ та їх характеристики.</p> <p>Студент повинен вміти: вибирати комутатори аналогових сигналів та пристрої вибірки-зберігання при розробці, проектуванні та впровадженні ІВК.</p>		лабораторних робіт
Тема 3. Аналого-цифрова частина ІВК				Тестування результатів вивчення модуля 1 та результатів виконання лабораторних робіт
Тема 3. Частина 1. Цифро-аналогові перетворювачі	Лекції: 2 години;	<p>Студент повинен знати: Цифро-аналогові перетворювачі: загальні поняття та визначення, Класифікація ЦАП за схемотехнічними ознаками. Основні структури ЦАП: паралельні ЦАП з додаванням вагових струмів; ЦАП з перемикачами й матрицею постійного імпедансу, ЦАП на джерелах струму, ЦАП з додаванням напруг. основні показники та параметри ЦАП.</p> <p>Студент повинен вміти: вибирати ЦАП з урахуванням їх параметрів при розробці, проектуванні та впровадженні ІВК.</p>	Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом	
Тема 3. Частина 2. Аналого-цифрові перетворювачі	Лекції: 2 години; Лабораторні роботи: 4 години	<p>Студент повинен знати: Аналого-цифрові перетворювачі : основні визначення, класифікація АЦП.</p> <p>Основні структури АЦП: паралельні АЦП; АЦП послідовного підрахунку; АЦП послідовного наближення; АЦП двотактного інтегрування. Переваги і недоліки кожного.</p> <p>Інтерфейси АЦП: паралельний та послідовний.</p> <p>Статичні параметри АЦП: розподільна здатність, погрішність повної шкали, погрішність зсуву нуля.</p> <p>Динамічні параметри АЦП: максимальна частота дискретизації (перетворення), час перетворення ($t_{пр}$), час вибірки.</p> <p>Алгоритм управління аналого-цифровими перетворювачами.</p>	Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом Лабораторні заняття: виконання і здача лабораторної роботи: Вивчення роботи та дослідження АЦП у складі PIC-контролера	Тестування результатів вивчення модуля 1 та результатів виконання лабораторних робіт Лабораторна робота: від 8 до 15 балів. При отриманні нижче 4-х балів

		<p>Приклади АЦП провідних виробників.</p> <p>Студент повинен вміти: вибирати АЦП з урахуванням їх параметрів при розробці, проектуванні та впровадженні ІВК.</p>		робота не зараховується.
Тема 4. Цифрова частина ІВК. Промислові контролери та комп'ютери	Лекції: 4 години; Лабораторні роботи: 2 години	<p>Студент повинен знати: Загальна структура дворівневих ІВК. Вимоги до ІВК. Внутрісистемні інтерфейси: стандарт ISA/PCI; стандарт VME; стандарт compact PCI; стандарт PC/104.</p> <p>Промислові контролери. Класифікація контролерів: PC – сумісні контролери; архітектура PC-контролерів.</p> <p>Стандарт PC/104 та його розширення; побудова системи на модулях стандарту PC-104; процесорні плати PC/104; модулі аналогового введення-виведення аналогової інформації; плати цифрового введення-виведення; комунікаційні модулі; відеоконтролер; модулі зберігання даних; модулі розширення X-BLOCK; джерела живлення; корпуси для модулів PC/104;</p> <p>Модулі збору даних: структура, приклади реалізації.</p> <p>Промислові комп'ютери: серверні платформи; плати промислових комп'ютерів; пасивні об'єднувальні плати; вмонтовувані комп'ютери; промислові робочі станції; панельні комп'ютери.</p>	<p>Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом</p> <p>Лабораторні заняття: виконання і задача лабораторної роботи Вивчення будови та роботи PC-сумісного контролера.</p>	Тестування результатів вивчення модуля 1 та результатів виконання лабораторних робіт Лабораторна робота: від 4 до 7 балів. При отриманні нижче 4-х балів робота не зараховується
Тема 5. Інтерфейси ІВК	Лекції: 4 години; Лабораторні роботи: 4 години	<p>Студент повинен знати: Основні визначення та класифікація зовнішніх інтерфейсів:</p> <p>Типові структурні схеми ІВК побудовані з використанням стандартних інтерфейсів та різних типів зв'язку</p> <p>Канали передачі даних.</p> <p>Міжсистемні інтерфейси (RS 485, RS232, CAN, I2C, LINET, GPIB). Загальна характеристика послідовних інтерфейсів ІВК.</p> <p>Основи роботи з інтерфейсами RS232 та RS485, структура; вхідні/вихідні сигнали обміну даними, формат даних в інтерфейсі RS232 та RS485. Алгоритм програмування та роботи з послідовним портом RS-232. Програма модель UART.</p> <p>Студент повинен вміти: налаштовувати та програмувати міжсистемні інтерфейси при розробці та впровадженні програмного забезпечення при проектуванні та впровадженні ІВК.</p>	<p>Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом</p> <p>Лабораторні заняття: виконання і задача лабораторної роботи Розробка програмного забезпечення для обміну даними по інтерфейсах RS232 та RS485.</p>	Тестування результатів вивчення модуля 1 та результатів виконання лабораторних робіт Лабораторна робота: від 8 до 15 балів. При отриманні нижче 4-х балів робота не зараховується

<p>Тема 6. Використання контролерів I-7000 – I-8000 та модулів серії I-7000 для побудови інформаційно-вимірювальних систем</p>	<p>Лекції: 2 години; Лабораторні роботи: 2 годин</p>	<p>Студент повинен знати: загальна класифікація інформаційно-вимірювальних систем Структура ІВК на базі контролерів компанії ICP DAS Загальна характеристика обладнання серії I-7000 і I-8000 Характеристики та призначення модулів збору даних серії I-7000 Склад сімейства модулів I-7000 і I-8000. PLC-контролери I-7188 та I-8437. Протоколи обміну даними.</p> <p>Полядок побудови системи збору даних на базі модулів серії I-7000 та персонального комп'ютера.</p>	<p>Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом Лабораторні заняття: виконання і здача лабораторної роботи Вивчення будови PC-сумісних контролерів серії I-7000 та I-8000 компанії ICP DAS</p>	<p>Тестування результатів вивчення модуля 1 та результатів виконання лабораторних робіт Лабораторна робота: від 4 до 7 балів. При отриманні нижче 4-х балів робота не зараховується</p>
		<p>Модуль 2. Програмне забезпечення інформаційно-вимірювальних комплексів та обробка результатів вимірювання</p>		
<p>Тема 7. Програмне забезпечення ІВК</p>	<p>Лекції: 6 години; Лабораторні роботи: 4 годин</p>	<p>Студент повинен знати: Призначення та класифікація програмного забезпечення Цифрова обробка інформації. Цифрові фільтри. Операційні системи для побудови ІВК. Операційні системи реального часу. SCADA-системи. Системи імітаційного моделювання ІВК Студент повинен вміти: розробляти нове або адаптувати існуюче програмне забезпечення при проектуванні та впровадженні розосереджених систем вимірювання та контролю.</p>	<p>Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом Лабораторні заняття: виконання і здача лабораторної роботи Побудови системи збору даних на базі модулів серії I-7000 та комп'ютера.</p>	<p>Тестування результатів вивчення модуля 2 та результатів виконання лабораторних робіт Лабораторна робота: від 8 до 15 балів. При отриманні нижче 4-х балів робота не зараховується</p>
<p>Тема 8. Обробка результатів вимірювання в цифрових ІВК</p>	<p>Лекції: 6 години; Лабораторні роботи: 2 годин</p>	<p>Студент повинен знати: Метод синхронної фільтрації. Метод ковзного середнього. Метод зваженого ковзного середнього. Метод експоненційного ковзного. Фільтр Калмана.</p> <p>Студент повинен вміти та застосовувати: методи згладжування та фільтрації результатів вимірювання фізичних величин в умовах завод.</p>	<p>Теоретична частина: вивчення лекційного матеріалу та додаткової літератури, передбаченої навчальним планом Лабораторні заняття: виконання і здача лабораторної роботи Обробка результатів вимірювання</p>	<p>Тестування результатів вивчення модуля 2 та результатів виконання лабораторних робіт.</p>

			фізичної величини в умовах завад.	Лабораторна робота: від 4 до 7 балів. При отриманні нижче 4-х балів робота не зараховується
Всього за семестр				70
Екзамен				30
Всього за курс				100

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Рекомендовані джерела інформації

1. Metrology of heat flux measurements: [monograph] / V. P. Babak, S. I. Kovtun, L. V. Dekusha ; [The NAS of Ukraine, Inst. of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine]. - Kyiv : Akadempriodika, 2022. - 117 с.

2. Сертифікація та підтвердження відповідності : навч. посіб. для здобувачів вищ. освіти освіт. ступеня "магістр" ден. та заоч. форм здобуття освіти спец. 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка / Р. М. Тріщ, Г. С. Грінченко ; Укр. інж.-пед. акад. - Харків : Друкарня Мадрид, 2021. - 226 с.
3. Метрологія, вимірювання, прилади : навч. посіб. для здобувачів освіт. ступеня бакалавра галузей знань 14 "Електрична інженерія", 15 "Автоматизація та приладобудування", 13 "Механічна інженерія" / Черепанська І. Ю. [та ін.] ; Поліс. нац. ун-т. - Житомир : Поліс. нац. ун-т, 2021. - 155 с.
4. Інформація, інформатика та метрологія : монографія / [В. У. Ігнаткін та ін.] ; за ред. проф. В. У. Ігнаткіна ; Черкас. нац. ун-т ім. Богдана Хмельницького. - Черкаси : Нова ідеологія, 2021. - 488 с
5. Лавренова, Д. Л. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Д. Л. Лавренова, В. М. Хлистов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Електронні текстові дані – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 133 с.
6. Основи метрології та електричних вимірювань. Частина I : конспект лекцій / В. В. Кухарчук – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 148 с.
7. Науково-дослідні основи стандартизації [Текст] : навч. посіб. для здобувачів вищ. освіти освіт.-наук. ступеня "д-р філософії" ден., вечір. та заоч. форм здобуття освіти спец. 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка / Г. С. Грінченко, Р. М. Тріщ, Ю. А. Даниленко ; Укр. інж.-пед. акад. - Харків : Міськдрук, 2023. - 254 с.