

# МЕТРОЛОГІЯ ТА ЕЛЕКТРИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

## ОПИС КУРСУ

Курс "Метрологія та електричні вимірювання" спрямований на формування у студентів фундаментальних знань та практичних навичок в області вимірювань електричних і неелектричних величин, розуміння метрологічних характеристик приладів та методів оцінки точності вимірювань. Основною метою є забезпечення студентів знаннями, необхідними для застосування вимірювальних методик та сучасних приладів у технічній і науковій діяльності, що є ключовим для забезпечення надійності та точності виробничих процесів і наукових досліджень.

Запропонований курс має високу *актуальність*. У сучасному світі, де якість і точність продукції відіграють критичну роль у промисловості, питання метрології та точності вимірювань набувають особливої значущості. Метрологія дозволяє контролювати процеси, досягати відповідності стандартам і забезпечувати безперебійне функціонування технічних систем. *Особливість* дисципліни у комплексному підході до формування теоретичного та практичного базису з: Основ метрології: Вивчення основних понять і принципів, таких як точність, похибка, калібрування, метрологічне забезпечення; Методів та засобів вимірювань: Ознайомлення з приладами та методами для вимірювання електричних величин та неелектричних параметрів за допомогою електричних методів. Дослідження ролі аналого-цифрових перетворювачів, цифрових вимірювальних приладів; Практичному підході: Залучення лабораторних робіт та практичних завдань, спрямованих на закріплення знань щодо метрологічних характеристик приладів, методів вимірювань та інтерпретації результатів.

Для освітньо-професійної програми «Інжиніринг електропостачання та електромеханічних систем у металургії та гірництві» освітній компонент «Метрологія та електричні вимірювання» є обов'язковим, для інших програм цей курс може стати частиною індивідуальної траєкторії навчання здобувача, що допоможе йому набути професійно-орієнтованих компетентностей з основ метрології та електричних вимірювань та здійснення відповідних вимірювань .

## ВИМОГИ

- математичні знання та навички: елементарна математика, диференціальне та інтегральне обчислення, матричне обчислення, комплексні числа;
- знання та навички з основних фізичних законів і теорій, насамперед з електромагнетизму та колювання і хвиль;
- знання та навички з основних законів і теорій електротехніки;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до деканату)

**Шрамко Юрій**

[yurii.shramko@mipolytech.education](mailto:yurii.shramko@mipolytech.education)  
кандидат технічних наук, фахівець у електроприводу, систем керування



**mip** metinvest  
polytechnic

Освітній рівень

Бакалавр

Кількість  
кредитів

4,0 / 5,0

Назва кафедри,  
яка пропонує  
дисципліну

Автоматизації,  
електро- та  
робототехнічних  
систем

## ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- Знати й розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань і вміти застосовувати вимірювальні прилади для вирішення професійних завдань у системах електропостачання та електроприводу.
- Уміти здійснювати аналіз процесів у електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні на основі результатів вимірювань і діагностики.
- Уміти за результатами вимірювань оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем гірничо-металургійних підприємств.
- Вміти самостійно опановувати нові знання та вдосконалювати навички роботи з сучасним вимірювальним обладнанням і прикладним програмним забезпеченням у сфері метрології та електричних вимірювань.

## ТЕМАТИКА

Вступ до метрології та електричних вимірювань. Основні поняття і терміни. Одиниці вимірювання, системи одиниць (SI). Основи теорії вимірювань: похибки, точність, відтворюваність. Види похибок, їхні причини та способи оцінки. Обробка результатів вимірювань. Метрологічне забезпечення: стандартизація, сертифікація. Класифікація засобів вимірювальної техніки, їхні метрологічні характеристики. Вимірювання електричної напруги та сили струму. Вимірювання електричного опору: методи і прилади. Вимірювання потужності та енергії в електричних колах. Вимірювання індуктивності та ємності: принципи і методи. Методи та засоби вимірювання частоти та фазового зсуву. Вимірювання параметрів напівпровідникових пристроїв. Вимірювання параметрів магнітних кіл. Магнітна індукція, магнітна проникність. Вимірювання геометричних параметрів, механічних зусиль та параметрів руху. Вимірювання температури. Вимірювання витрати газів та рідини. Аналого-цифрові перетворювачі та їх застосування. Цифрові вимірювальні прилади: принципи роботи. Вимірювання якості електричної енергії. Основи калібрування, повірки електровимірювальних приладів. Метрологія в системах автоматизованих вимірювань. Вимірювальні інформаційні системи, датчики, перетворювачі. Датчики та перетворювачі електричних величин.

## ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

- Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проблемно орієнтованих лабораторних і практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок – з іншого.
- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття у вигляді сполучення пояснень викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції.
- Лабораторні роботи передбачають практичне виконання завдань, з подальшими розрахунками та аналізом отриманих результатів.
- Практичні заняття передбачають навчальні дискусії з аналізу умовно змодельованих ситуацій та реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу, або розв'язання аналітично-розрахункових задач різних рівнів; їх відвідування є бажаним.
- Студент має виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».
- З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», штрафні санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.

- Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті заняття або в персональній розмові в MS Teams.

## ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

### Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Всього	
Види контроль. точок																				
Робота на практичних заняттях			5					5			5			5			5			25
Виконання та захист лабораторних робіт		5			5				5							5				20
Складання індивідуальних завдань																		10		10
Модульні контрольні роботи						15						15							15	45
Всього				30					30					40						100

### Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Виконання та захист лабораторних робіт	<p>ЛР №1 Вимірювання електричної напруги електромеханічними вольтметрами з декількома номінальними величинами напруги</p> <p>ЛР №2 Вимірювання сили електричного струму електромеханічним амперметром з декількома номінальними величинами струму</p> <p>ЛР №3 Вимірювальні електричної напруги, сили струму та активної потужності лабораторними електромеханічними приладами</p> <p>ЛР №4 Повірка омметра цифрового універсального приладу через використання багатозначної міри опору</p> <p>Підготовлена згідно методичних вказівок робота у форматі файлу *.docx або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle та перевіряється протягом тижня після здачі. Оскарження оцінки може бути здійснене не пізніше двох тижнів з моменту оцінювання роботи.</p> <p><b>Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт (максимум 5 балів):</b></p> <p>5 балів - повністю виконано програму лабораторної роботи ; підготовано, логічно й обґрунтовано викладено та бездоганно оформлено звіт, який за змістом, обсягом, структурою відповідає вимогам; виявив високий рівень практичних умінь під час виконання завдань; упевнено та аргументовано здійснив захист лабораторної</p> <p>4- бали - повністю виконано програму лабораторної роботи; підготовано, викладено з певними незначними порушеннями послідовності та оформлено звіт з лабораторної роботи , який за змістом, обсягом, структурою в основному відповідає, вимогам; виявив рівень умінь під час виконання завдань лабораторної, необхідний для переважно успішного розв'язання завдань; здійснив захист лабораторних з деякими неточностями у другорядному матеріалі, які виправив самостійно.</p>

Робота на практичних заняттях	<p>ПР №1. Вивчення класифікації засобів вимірювань та принципів маркування</p> <p>ПР №2. Вивчення метрологічних характеристик засобів вимірювань.</p> <p>ПР №3. Розрахунок похибок вимірювань.</p> <p>ПР №4. Вивчення способів розширення меж вимірювань приладів.</p> <p>ПР №5. Дослідження методів вимірювання температури</p> <p>Підготовлена згідно методичних вказівок робота у форматі файлу *.docx або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle та перевіряється протягом тижня після здачі. Оскарження оцінки може бути здійснене не пізніше двох тижнів з моменту оцінювання роботи.</p> <p>Критерії оцінювання виконання практичних робіт (максимум 5 балів):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 балів – повна відповідність оцінці 4 бали, також ініціативність студента у роботі над проблемою, логічність та структурованість вербальної відповіді під час навчальної дискусії, здатність комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, у т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним;</li> <li>• 4 бали – всі дослід/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів повний та обґрунтований, звіт оформлений акуратно;</li> <li>• 3 бали – дослід/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів неповний, або звіт оформлений неохайно;</li> <li>• 2 бали – у дослід/розрахунках присутні певні помилки, або аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно;</li> <li>• 1 бал – у дослід/розрахунках присутні певні помилки, аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно.</li> </ul>
Складання індивідуальних завдань	<p>I3. Сучасні системи та прилади вимірювання технологічних параметрів.</p> <p>Підготовлений згідно методичних вказівок звіт у форматі файлу *.pdf або *.pptx розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle та перевіряється протягом тижня після здачі. Оскарження оцінки може бути здійснене не пізніше двох тижнів з моменту оцінювання роботи.</p> <p>Критерії оцінювання виконання індивідуального завдання (макс. 10 балів):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9-10 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий логічно, повно й обґрунтовано, звіт оформлений акуратно та відповідно до вимог;</li> <li>• 7-8 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий логічно, повно й обґрунтовано, але звіт оформлений неохайно;</li> <li>• 5-6 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий не повно та/або не обґрунтовано, але звіт оформлений акуратно;</li> <li>• 3-4 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий не повно та/або не обґрунтовано, звіт оформлений неохайно;</li> <li>• 1-2 бали – матеріал завдання підготовлений не повно, деякі розділи відсутні, звіт оформлений неохайно.</li> </ul>
Модульні контрольні роботи	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. У разі неявки на таке заняття або неможливості виконання МКР з поважних причин допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб складання МКР обмежується однією. Кожна модульна контрольна робота включає блок з тестів у вигляді теоретичних завдань та розрахункових задач з матеріалу модуля (макс 15 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Задачі передбачають виконання певних розрахунків та обрання вірної відповіді із запропонованих. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю.</p>

**Додаткові зауваження щодо контрольних точок:**

- студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи: Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#));
- оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях, не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;
- викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або



модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти;

### Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Категорія	Варіант вивчення як обов'язкової	Варіант вивчення як вибіркової
Форма підсумкового контролю	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю (контрольних точок) без проведення додаткових контрольних заходів	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю (контрольних точок) без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	Якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання	Якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання
Порядок визначення підсумкової оцінки	<p>Для варіанту заліку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях;</li> <li>– в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів під час сесії здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік». Перескладання у цьому разі допускається у встановлені терміни ліквідації академічної заборгованості.</li> </ul>	

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	Залік
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки		
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки	Задовільно	
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни		
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

## ОСОБЛИВІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

– У разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні (дисципліни «Метрологія», «Вимірювальні прилади», «Автоматизовані вимірювальні системи» та ін.), то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи: Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора групи або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– Здобувач освіти, який має досвід виконання електромонтажних робіт, налагодження чи експлуатації електрообладнання на виробничих підприємствах з використанням вимірювального обладнання, та може подати відповідне підтвердження з місця роботи (довідка, акти виконаних робіт, пункти посадової інструкції де вказуються роботи з вимірювальними приладами, накази тощо). За результатами внутрішньої експертизи кафедри можливо: скорочення обсягу аудиторного навантаження (без зменшення загального обсягу СКТС); зарахування окремих видів поточного контролю (наприклад, практичного або лабораторного заняття).

– У разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;

– У разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики систем виробництва електроенергії (наприклад, Coursera, UdeMy або інших платформ, у т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) у разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті ([Нормативні документи: Polytechnic \(metinvest.university\)](#)), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– У разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті (Нормативні документи: Polytechnic (metinvest.university)), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням Студентам: Polytechnic (metinvest.university)..

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. 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.

2. Вимірювання параметрів електричних кіл: навч. посіб. для студентів спец. 152 "Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка" / Б. М. Горкунов, С. Г. Львов, Є. А. Борисенко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків : НТУ "ХПІ", 2020. 165 с.
3. Метрологія та основи вимірювань: навч.-метод. посіб. з вивч. лекц. матеріалу для студентів спец. 174 "Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка" / [А. К. Бабіченко (уклад.) та ін.] ; за ред. А. К. Бабіченка ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т", Укр. держ. ун-т залізн. трансп. Харків : Мірошниченко О. А. [вид.], 2023. 140 с.
4. Стандартизація, сертифікація, метрологія та управління якістю : навч. посіб. / уклад. М. М. Воробець, І. В. Кондрачук ; Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці : ЧНУ ім. Ю. Федьковича : Рута, 2022. 103 с.
5. Метрологія і стандартизація [Текст] : конспект лекцій / уклад.: І. В. Янчук, О. Д. Галунка, О. В. Сумарюк ; Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці : ЧНУ ім. Ю. Федьковича : Рута, 2021. 103 с.
6. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація : навч. посіб. / О. І. Макота, Л. П. Олійник, З. М. Комаренська ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2019. 171 с.
7. R. K. Rajput Electrical Measurements and Measuring Instruments. - S. Chand, 2009. 741 p.

## АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагиату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу.

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.

– Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

– Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

– Використання ШІ не заборонене, разом з тим, воно має здійснюватися відповідально і з урахуванням «живих» політик щодо використання ШІ в Університеті: студент відповідає за повноту, вірогідність інформації, яка була згенерована/знайдена з використанням великих мовних моделей, здатний ідентифікувати у відповіді, яка частина інформації отримана з використанням технологій ШІ,



а що є його власним здобутком/позицією.

– Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university/uk/academic-policies)