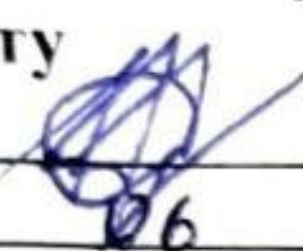


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ПОГОДЖЕНО

В.о. декана інженерно – енергетичного
факультету

 Каріне ГОРБУНОВА
“ 20 ” 06 2022 року



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор
Дмитро БАБЕНКО

“ 22 ” 06 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

„ Вимірювання електричних величин”

для здобувачів початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти денної форми
навчання (1 курс) на 2022-2023 навчальний рік

Освітній ступінь – молодший бакалавр

Кваліфікація: Молодший бакалавр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Галузь знань – 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність – 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Мова викладання – українська

Миколаїв – 2022 рік

Програма відповідає вимогам освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» для здобувачів початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти – молодший бакалавр, яка затверджена Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 22.02.2022р. (протокол №7).

Розробники: доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Лариса ВАХОНІНА, Миколаївський національний аграрний університет.

Програма розглянута на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Протокол № 14 від " 09 " 05 2022 року.

Завідувач каф. електроенергетики,
електротехніки та
електромеханіки,
д-р. техн. наук. професор



(підпис)

Андрій СТАВИНСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-енергетичного факультету
Протокол № 10 від " 07 " 06 2022 року.

Голова науково-методичної
комісії д-р. пед. наук. доцент кафедри
електроенергетики, електротехніки
та електромеханіки



(підпис)

Лона БАЦУРОВСЬКА
(прізвище та ініціали)

Анотація

Технологічний процес сучасного підприємства здійснюється із застосуванням багаточисельних електродвигунів, електропечей, електрозварювальних апаратів, різного роду електричних пристроїв. Нормальна робота такого підприємства, не згадуючи вже про роботу електростанцій і електромереж неможлива без застосування великої кількості різноманітних електровимірювальних приладів. Покази цих приладів у більшості випадків є єдиною підставою для висновків щодо заходів, які необхідні для підтримання неперервності і правильності роботи всього комплексу обладнання. Важко знайти галузь сучасного виробництва, де б не використовувались методи і засоби контрольно-вимірювальної техніки. Значення вимірювань і контролю у даний час зросло у зв'язку з широкою автоматизацією технологічних процесів у різних галузях промисловості. Особлива роль належить електровимірювальній техніці, яка має ряд переваг порівняно з іншими засобами: відносна простота проведення вимірювань, висока точність, чутливість, швидкодія, можливість передачі інформації на великі відстані, можливість сумісності з електронними засобами, ЕОМ та інше.

Електровимірювальна техніка застосовується у сучасному виробництві не тільки для отримання інформації про ті, чи інші електричні і неелектричні фізичні величини, але і для автоматизації контролю і керування виробничими процесами. При створенні сучасних засобів автоматизації часто користуються технічними рішеннями, які вироблені на базі електровимірювальної техніки; У більшості автоматичних пристроїв є вимірювальна ланка, роль якої виконує одна із тих електричних схем, які вже давно застосовуються в електровимірювальній техніці. Широко використовуються телевимірювання, при яких об'єкт вимірювання і спостерігач можуть знаходитися на дуже великій відстані один від одного.

Ключові слова: вимірювання, електровимірювальний пристрій, електровимірювальні прилади безпосередньої оцінки і прилади порівняння, абсолютна електростатична система.

Annotation

The technological process of a modern enterprise is carried out with the use of numerous electric motors, electric furnaces, electric welding machines, various types of electrical devices. Normal operation of such an enterprise, not to mention the operation of power plants and power grids is impossible without the use of a large number of different electrical meters. The readings of these devices in most cases are the only basis for conclusions about the measures needed to maintain the continuity and correct operation of the entire set of equipment. It is difficult to find a branch of modern production where methods and means of control and measuring equipment are not used. The importance of measurement and control has now increased due to the extensive automation of technological processes in various industries. A special role belongs to electrical measuring technology, which has a number of advantages over other means: relative ease of measurement, high accuracy, sensitivity, speed, the ability to transmit information over long distances, compatibility with electronic means, computers and more.

Electrical measuring technology is used in modern production not only to obtain information about certain electrical and non-electrical physical quantities, but also to automate the control and management of production processes. At creation of modern means of automation technical decisions which are made on the basis of electric measuring equipment are often used; Most automatic devices have a measuring link, the role of which is performed by one of those electrical circuits that have long been used in electrical measuring technology. Televisions are widely used, in which the object of measurement and the observer can be at a very great distance from each other.

Key words: measuring, electric measuring device, electric measuring devices of direct estimation and comparison devices, absolute electrostatic system.

2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Вимірювання електричних величин»

Галузь знань **14 "Електрична інженерія"**

Спеціальність **141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

Освітній ступінь **молодший бакалавр**

Кваліфікація: Молодший бакалавр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Семестр **II**

Кількість кредитів ECTS **3,0**

Кількість модулів **3**

Загальна кількість годин **90 годин**

Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:

Лекції **20 годин кредитів ECTS 0,6**

Практичні (лабораторні, семінарські) заняття **20 годин кредитів ECTS 0,6**

Самостійна робота **50 годин кредити ECTS 1,8**

Форма підсумкова контрольного заходу **залік**

Під час вивчення навчальної дисципліни застосовуються інноваційні педагогічні технології навчання, які включають системний набір прийомів та засобів з організації освітньої діяльності, охоплюють процес навчання від мети до програмних результатів. У освітньому процесі використовується освітня платформа Moodle, яка дозволяє використовувати дистанційні підходи у опанування навчального матеріалу, технології Jitsi Meet, а також презентаційні матеріали. Робоча програма щорічно оновлюється з урахуванням пропозицій усіх груп стейкхолдерів. Оновлюється відповідно до робочих навчальних планів підготовки здобувачів вищої освіти миколаївського національного аграрного університету, також оновлюються теми лекцій відповідно до розвитку досліджень та технологічного рівня обладнання яке стосується даної дисципліни.

Якісні зміни до робочої програми:

Робоча програма розроблена в перше.

Підстава: зміни ОП, результати опитування здобувачів вищої освіти.

Передбачені неформальні освітні заходи. Здобувачам пропонуються протягом вивчення дисципліни: індивідуальні завдання, участь у відкритих лекціях, які проводять поза межами навчального процесу, проходження курсів. Здобувач має право самостійно обирати напрям і вид неформальних освітніх заходів. Оцінка їхніх результатів відбувається за наявності документального підтвердження (сертифікат, свідоцтво, скріншот, програма, запрошення тощо). Перезарахування дисципліни або окремих тем відбувається за бажання здобувача на підставі нормативної внутрішньої документації та Положень МНАУ.

Передбачені інформальні заходи освіти. Передбачається, що здобувач у ході життєвого досвіду має застосовувати здобуті знання та результати,

наприклад, вивчаючи наступну тему чи готуючись до всіх видів робіт. І навпаки – здобувачі використовують життєві приклади для трансформації їх в освітній процес, зокрема щодо інженерного розрахунку.

Можливості набуття програмних результатів в умовах інклюзивної освіти. Вхід факультету облаштовано кнопкою виклику чергового. Є відповідальні особи, які організують освітній процес (декан, заступники декана, куратор).

Можливість дистанційного (або очно-дистанційного) навчання через:

- систему Moodle (<https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=2367>) - лекційний матеріал, практичні завдання, напрями наукової та творчої роботи, завдання на самостійне опрацювання);
- платформу онлайн-занять Zoom – для проведення індивідуальних практичних занять, консультацій тощо;
- електронний репозитарій МНАУ – для використання інформаційних матеріалів (<http://dspace.mnau.edu.ua/jsru1>);
- аудіо- та відеоповідомлення з лекційним матеріалом, поясненням особливостей завдань та напрямками їх виконання тощо;
- спілкування через електронну пошту (vakhonina-1@ukr.net) та телефонний зв'язок;
- залучення до освітньо-наукових заходів в онлайн-режимі;
- індивідуальний підхід до викладення матеріалу навчальної дисципліни;
- можливість залучення до освітнього процесу куратора академічної групи та людини, яка знаходиться поряд з здобувачем вищої освіти з особливими освітніми потребами (батьки, сестра, брат та інших).

Мовна підготовка. Дисципліна викладається українською мовою. Водночас, з кожної теми виділено ключові слова, які здобувачі вивчають англійською мовою. Здобувачі мають можливість брати участь у вебінарах та наукових заходах англійською, польською мовою.

Форми навчання. Заочна (дистанційна, змішана – за наказом по університету, наприклад у зв'язку із дотриманням карантинних заходів). Освітній процес реалізується у таких формах: навчальні заняття (лекційні заняття, практичні заняття, консультації), індивідуальні завдання, самостійна робота, контрольні заходи.

Методи навчання:

- за джерелом знань: виконання індивідуальних завдань, самостійна робота, практичні заняття.
- за характером навчально-пізнавальної діяльності: дискусії, тематичні доповіді в студентських конференціях, наукова діяльність;
- за дидактичними завданнями: методи організації навчально-пізнавальної діяльності, методи оцінки та перевірки результатів.

У процесі навчання всі учасники освітнього процесу зобов'язані дотримуватися принципів **академічної доброчесності** – сукупності етичних принципів та визначених правил провадження освітньої та наукової діяльності, які є обов'язковими для всіх учасників такої діяльності та мають на меті забезпечувати довіру до результатів навчання та наукової діяльності, з

урахуванням вимог Закону України «Про вищу освіту», «Про освіту», методичних рекомендацій Міністерства освіти і науки України для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності, Кодексу академічної доброчесності у Миколаївському національному аграрному університеті та інших документів.

Усі академічні тексти (освітні та наукові) здобувачів вищої освіти обов'язково перевіряються щодо їх відповідності принципам академічної доброчесності, у т. ч. за допомогою програми Unicheck.

Дотримання вимог академічної доброчесності під час створення академічних текстів

Автором (співавтором) освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору є особа, яка зробила особистий інтелектуальний внесок до проведення дослідження, безпосередньо брала участь у його створенні та несе відповідальність за його зміст.

Під час оприлюднення освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору мають бути зазначені всі його автори. Не допускається зазначати як автора освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору особу, яка не відповідає критеріям, визначеним абзацом першим цієї частини. Якщо у проведенні дослідження або створенні освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору брали участь інші особи, що не вказані як його автори, це має бути зазначено у творі із визначенням внеску кожної такої особи.

Освітній (освітньо-науковий, науковий) твір має містити достовірні відомості про використані методи, джерела даних, результати дослідження та отримані наукові (науково-технічні) результати.

Якщо під час проведення дослідження та/або створення освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору були використані розробки, наукові (науково-технічні) результати, що належать іншим особам, це має бути зазначено в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі з посиланням на джерело їх оприлюднення.

Використання загальновідомих фактів чи ідей не потребує окремого зазначення.

Всі текстові запозичення, що використовуються в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі (окрім стандартних текстових кліше), мають бути позначені з посиланням на джерело запозичення.

Текстові запозичення мають бути позначені у спосіб, який дозволяє чітко відокремити їх від власного тексту автора (авторів).

У разі використання автором (авторами) власних, розробок, наукових (науково-технічних) результатів, які були оприлюднені раніше, він (вони) мають зазначити це в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі.

Дотримання вимог академічної доброчесності для здобувачів освіти

Здобувачі освіти зобов'язані виконувати вступні, навчальні, контрольні, кваліфікаційні, конкурсні та інші види завдань самостійно. Самостійність у виконанні завдання означає, що воно має бути виконане:

1) для індивідуальних завдань – особисто здобувачем, а для групових завдань – лише визначеною групою здобувачів, без втручання інших осіб, під

керівництвом та контролем викладачів, що визначені як керівники, та затвержені відповідно до нормативної документації закладу вищої освіти з урахуванням індивідуальних потреб і можливостей осіб з особливими освітніми потребами;

2) якщо умови або характер завдання передбачають обмеження у можливих джерелах інформації – без використання недозволених джерел інформації.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані поважати гідність, права, свободи та законні інтереси всіх учасників освітнього процесу, дотримуватися етичних норм.

Дотримання вимог академічної доброчесності під час оцінювання

Оцінювання у сфері вищої освіти і науки відповідає вимогам об'єктивності, валідності та справедливості. Оцінювання є об'єктивним, якщо воно ґрунтується на заздалегідь визначених критеріях. Оцінювання є валідним, якщо воно здійснюється відповідно до критеріїв, що визначаються законодавством України та суб'єктом внутрішнього забезпечення якості освіти. Оцінювання є справедливим, якщо воно проводиться за відсутності конфлікту інтересів, дискримінації та неправомірного впливу на оцінювача.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна "Вимірювання електричних величин" направлена на підготовку фахівців, які спроможні орієнтуватись у питаннях сучасного машино- та приладобудування, використовувати нові технології, досягнення науки, техніки та вимоги стандартів, що гарантує високу якість продукції.

Мета дисципліни – отримати знання з теорії та технологій електричних вимірювань у сфері виробництва та експлуатації електропобутової техніки та вміння виконувати вимірювання електричних величин з використанням сучасної вимірювальної техніки.

Завдання дисципліни показати студентам сучасний стан створення машин побутового призначення в якому широко використовується стандартизація, метрологія та результати електричних вимірювань.

Після вивчення дисципліни студент зобов'язаний:

Знати:

- основні поняття в галузі стандартизації, метрології та організації вимірювань, методів вимірювання електричних величин;
- принципи побудови вимірювальних приладів, установок та систем;
- способи застосування вимірювальної техніки;

Вміти:

- визначати оптимальні параметри засобів вимірювальної техніки для конкретного застосування;
- проводити електричні вимірювання, а на основі отриманих результатів формувати висновки щодо їх відповідності стандартам, нормам та технічним умовам на види електропобутової техніки;

- вести обробку результатів вимірювання та користуватися її результатами.

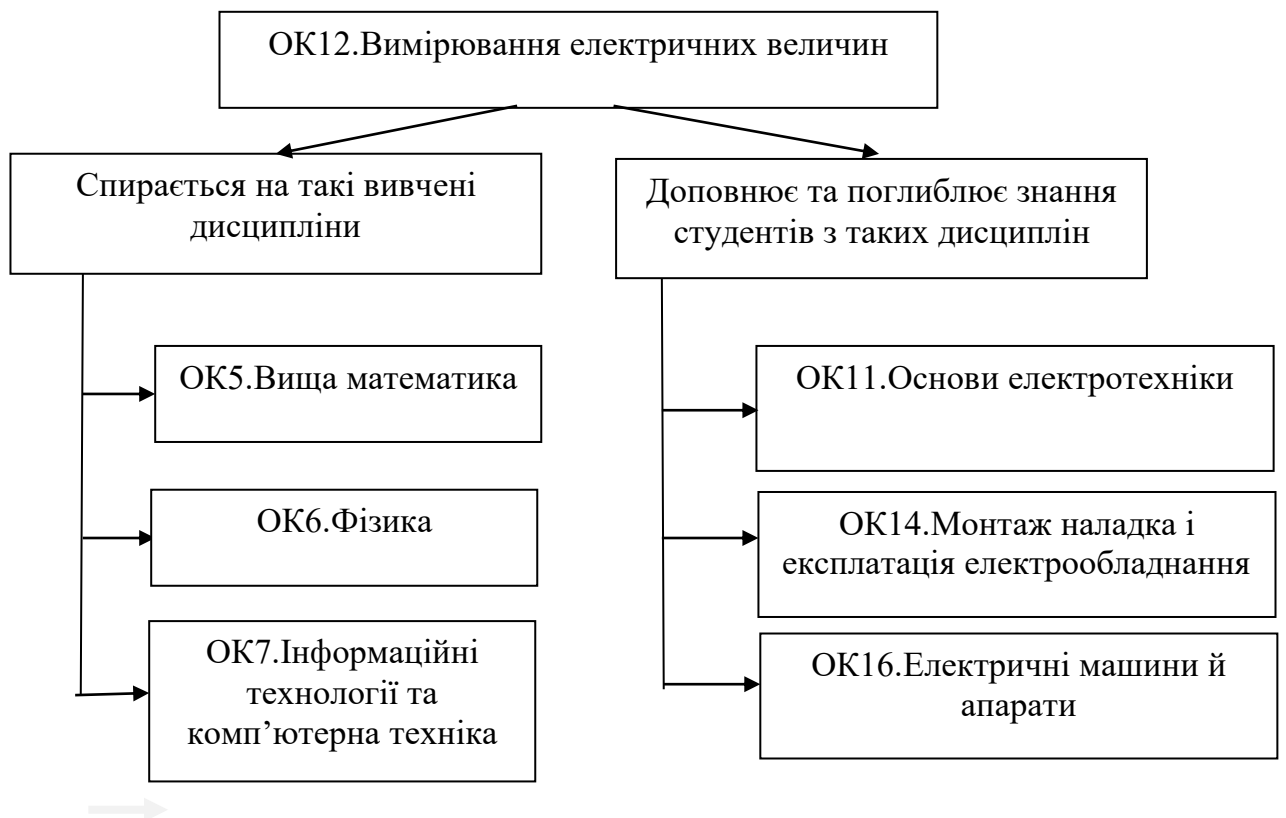
В результаті вивчення дисципліни формуються програмні компетентності, зокрема, інтеграційні (ІК), загальні (ЗК) та спеціальні компетентності (СК).

Таблиця 1 Компетентності здобувачів вищої освіти

Компетентності	Змістовність
Інтегральні	ІК. Здатність розв'язувати типові спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних знань, практичних навичок та фахових кваліфікацій електричної інженерії
Загальні	ЗК01. Здатність вчитися, здобувати, застосовувати нові знання, уміння та навички для професійного та особистісного розвитку.
	ЗК04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
	ЗК05. Здатність працювати самостійно та в команді, виявляти та вирішувати проблеми.
	ЗК06. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
	ЗК08. 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 використовувати різні види та форми рухової активності
Фахові	ФК08. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, електробезпеки, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.
	ФК11. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах виробничих ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.
Програмні результати навчання	ПРН1 Отримувати і застосовувати нові знання, уміння, навички для професійного та особистісного розвитку.
	ПРН5 Уміти працювати самостійно та в команді,

	виявляти та вирішувати проблеми.
	ПРН 16 Демонструвати здатність використовувати спеціалізовані знання, уміння та навички для організації роботи відповідно до вимог електробезпеки, охорони праці та безпеки життєдіяльності, виробничої санітарії, охорони довкілля для об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

4. Місце дисципліни у структурі навчальних дисциплін



5. Передумови для вивчення дисципліни

Вказуємо перелік навчальних дисциплін, які мають бути вивчені раніше або перелік раніше досягнутих результатів навчання, які дають можливість розпочати навчання за цією дисципліною:

- ОК5.Вища математика;
- ОК6.Фізика;
- ОК7.Інформаційні технології та комп'ютерна техніка;

6. Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

«Вимірювання електричних величин»

Таблиця 2. Змістовні модулі та їхнє наповнення

Модулі	Теми
Змістовий модуль 1. Процес і засоби вимірювання.	Тема 1. Предмет і завдання метрології
	Тема 2. Забезпечення єдності вимірювань
	Тема 3. Засоби вимірювальної техніки
	Тема 4. Класифікація вимірювань
Змістовий модуль 2. Похибки вимірювань	Тема 5. Систематичні, прогресуючі та регулярні похибки
	Тема 6. Міри фізичних величин
Змістовий модуль 3. Вимірювальні прилади і методи вимірювань.	Тема 7. Вимірювальні перетворювачі
	Тема 8. Аналогові вимірювальні прилади
	Тема 9. Цифрові вимірювальні прилади
	Тема 10. Вимірювання струму і напруги

7. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ:

Відповідно до навчального плану спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» навчальна дисципліна «Вимірювання електричних величин» вивчається здобувачами вищої освіти протягом 2-го семестру (1 курс підготовки початкового (короткий цикл) рівня вищої освіти молодший бакалавр). Навчальна дисципліна «Вимірювання електричних величин» розрахована на 90 годин / 3,0 кредити ЕКТС (3 змістовні модулі), у тому числі теоретичний курс включає: 20,0 годин лекцій / 0,6 кредити ЕКТС, 20 годин практичних занять / 0,6 кредити ЕКТС, самостійну роботу – 50,0 годин / 1,8 кредити ЕКТС.

Таблиця 3. Розподіл освітнього часу за видами занять та контрольні заходи

Змістовні модулі курсу			Теми	Розподіл навчального часу			Термін виконання, тиждів	Термін і контрольний захід
Найменування	Обсяг, кредити	Сума балів		Лекції	Лабораторні	самостійна робота		
Змістовий модуль 1. Процес і засоби вимірювання.	0,3	3 - 6	Тема 1. Предмет і завдання метрології	2	2	5	1,2 тиждів	
	0,3	3 - 6	Тема 2. Забезпечення єдності вимірювань	2	2	5	3,4 тиждів	
	0,3	3 - 6	Тема 3. Засоби вимірювальної техніки	2	2	5	5,6 тиждів	
	0,3	3 - 6	Тема 4. Класифікація вимірювань	2	2	5	7,8 тиждів	Проміжний контроль
Змістовий модуль 2. Похибки вимірювань	0,3	4 - 6	Тема 5. Систематичні, прогресуючі та регулярні похибки	2	2	5	9,10 тиждів	
	0,3	4 - 6	Тема 6. Міри фізичних величин	2	2	5	11,12 тиждів	Проміжний контроль
Змістовий модуль 3. Вимірювальні прилади і методи вимірювання.	0,3	4 - 6	Тема 7. Вимірювальні перетворювачі.	2	2	5	13,14 тиждів	
	0,3	4 - 6	Тема 8. Аналогові вимірювальні прилади.	2	2	5	15 тиждів	
	0,3	4 - 6	Тема 9. Цифрові вимірювальні прилади.	2	2	5	16,17 тиждів	
	0,3	4 - 6	Тема 10. Вимірювання струму і напруги.	2	2	5	18, 19 тиждів	Проміжний контроль
Всього	3,0	36-60	Всього годин по навчальній дисципліні	20	20	50	x	x

7.1. Загальний розподіл годин і кредитів, склад, обсяг і терміни виконання змістових модулів

Таблиця 4 Змістовні модулі та розподіл часу

Змістові модулі курсу			Теми	Розподіл навчального часу			Термін виконання, тиж-день	Термін контролю - льного заходу
Найменування	Обсяг, кредит	Сума балів		ЛК	ЛР	СР		
Змістовий модуль 1. Процес і засоби вимірювання.	1,2	12-24	Тема 1. Предмет і завдання метрології. Тема 2. Забезпечення єдності вимірювань. Тема 3. Засоби вимірювальної техніки. Тема 4. Класифікація вимірювань.	8	8	20	1 - 7	7
Змістовий модуль 2. Похибки вимірювань	0,6	8-12	Тема 5. Систематичні, прогресуючі та регулярні похибки. Тема 6. Міри фізичних величин.	4	4	10	8 - 9	9
Змістовий модуль 3. Вимірювальні прилади і методи вимірювань.	1,2	16-24	Тема 7. Вимірювальні перетворювачі. Тема 8. Аналогові вимірювальні прилади. Тема 9. Цифрові вимірювальні прилади. Тема 10. Вимірювання струму і напруги.	8	8	20	10-14	14
Всього	3,0	36-60	-	20	20	50	x	x

7.2. Перелік та короткий зміст тем змістовних модулів

Модуль 1. Процес і засоби вимірювання.

Тема 1. Предмет і завдання метрології.

Означення метрології. Законодавча, теоретична та прикладна метрологія. Короткий огляд розвитку метрології як науки. Якісні характеристики вимірюваних величин.

Тема 2. Забезпечення єдності вимірювань.

Єдність та необхідна точність вимірювань. Метрологічне забезпечення вимірювань. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Загальні відомості.

Тема 3. Засоби вимірювальної техніки.

Вимірювальні системи-це сукупність вимірювальних каналів, інших засобів вимірювальної техніки і зв'язку, обчислювальних та інших технічних пристроїв, а також керуючих та обчислювальних програм, об'єднаних для отримання вимірювальної інформації про стан досліджуваного об'єкта загалом. Нормовані метрологічні характеристики ЗВТ. Основні метрологічні характеристики ЗВТ.

Тема 4. Класифікація вимірювань.

Принцип вимірювання. Метод вимірювання. Методи безпосереднього оцінювання. Методи збігу. Разові вимірювання. Багаторазові вимірювання.

Модуль 2. Похибки вимірювань

Тема 5. Систематичні, прогресуючі та регулярні похибки.

Випадкові похибки. Найнебезпечнішими є сталі систематичні похибки, оскільки під час вимірювань вони не проявляються, зокрема при повторних вимірюваннях показ приладу залишається незмінним.

Тема 6. Міри фізичних величин.

Однозначна міра. Багатозначна міра. До мір електричних величин ставлять загальні вимоги, найважливішими з яких є: стабільність параметрів міри в часі і висока точність підгонки дійсного значення міри до номінального.

Модуль 3. Вимірювання та вимірювальні прилади

Тема 7. Вимірювальні перетворювачі.

Основи компенсаційного методу вимірювання. Застосування потенціометрів. Вимірювання напруги. Вимірювання струму. Вимірювання потужності. Вимірювання опорів. Автоматичні потенціометри. Потенціометри змінного струму.

Тема 8. Аналогові вимірювальні прилади.

Вимірювання потужності в колах постійного струму. Вимірювання потужності однофазного змінного струму.

Тема 9. Цифрові вимірювальні прилади.

Загальні відомості про цифрові вимірювальні прилади. Аналого-цифрові перетворювачі. Цифрові вимірювальні прилади з квантуванням за рівнем.

Тема 10. Вимірювання струму і напруги.

Автоматизація вимірювального процесу. Узагальнені структурні схеми автоматичних засобів вимірювання. Автоматичний контроль. Основні компоненти структур автоматичних засобів вимірювань і контролю.

7.3. Перелік та план лекцій

МОДУЛЬ 1. ПРОЦЕС І ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ.

Лекція 1. Предмет і завдання метрології.

План

1. Метрологія - наука про вимірювання.
2. Роль метрології в загальнонаукових методах пізнання.
3. Спостереження, вимірювання, експеримент - складові частини метрології.
4. Метрологія у структурі науки, виробництва, освіти й торгівлі.
5. Якісні та кількісні характеристики вимірюваних величин
6. Шкали вимірювань.
7. Роль суб'єктивного чинника у вимірюваннях.

Лекція 2. Забезпечення єдності вимірювань.

План

1. Єдність вимірювань та їх метрологічне забезпечення.
2. Державна система забезпечення єдності вимірювань.
3. Метрологічна служба України.
4. Міжнародні метрологічні організації.
5. Еталони одиниць фізичних величин.
6. Ієрархічні схеми передачі розмірів одиниць фізичних величин.

Лекція 3. Засоби вимірювальної техніки.

План

1. Різновиди засобів вимірювальної техніки.
2. Аналогові і цифрові прилади.
3. Вимірювальний канал.
4. Вимірювальні системи.
5. Вимірювальна устава.
6. Вимірювальні пристрої.
7. Характеристики ЗВТ.

Лекція 4. Класифікація вимірювань.

План

1. Загальна класифікація вимірювань.
2. Принцип і метод вимірювань.

3. Класифікація методів вимірювань.
4. Інші ознаки вимірювань.

МОДУЛЬ 2. ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ

Лекція 5. Систематичні, прогресуючі та регулярні похибки.

План

1. Систематичні похибки.
2. Прогресуючі похибки.
3. Регулярні похибки.

Лекція 6. Міри фізичних величин.

План

1. Основні метрологічні характеристики та класифікація мір фізичних величин.
2. Основні вимоги до мір електричних величин.
3. Міри електрорушійної сили постійного струму.
4. Калібратори електричних величин.
5. Міри ємності.

МОДУЛЬ 3. ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ І МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ.

Лекція 7. Вимірювальні перетворювачі.

План

1. Основні метрологічні характеристики та класифікація вимірювальних перетворювачів.
2. Шунти.
3. Додаткові резистори.
4. Подільники напруги.
5. Вимірювальні трансформатори.
6. Вимірювальні підсилювачі

Лекція 8. Аналогові вимірювальні прилади.

План

1. Загальні відомості. Класифікація аналогових вимірювальних приладів.
2. Основні метрологічні характеристики та умови застосування аналогових вимірювальних приладів.
3. Електромеханічні аналогові вимірювальні прилади: структура, функція перетворень, системи.
4. Магнітоелектричні вимірювальні прилади.
5. Електродинамічні та феродинамічні вимірювальні прилади.

Лекція 9. Цифрові вимірювальні прилади.

План

1. Загальні відомості. Класифікація цифрових вимірювальних приладів.

2. Аналого-цифрові перетворювачі.
3. Цифроаналогові перетворювачі.
4. Цифрові прилади для вимірювання електричних величин.

Лекція 10. Вимірювання струму і напруги.

План

1. Планування і організація вимірювального експерименту.
2. Вимірювання постійного струму і напруги.
3. Вимірювання змінного струму і напруги.

7.4. Перелік та план лабораторних занять

Лабораторне заняття — форма навчального заняття, при якому особа, що навчається, зокрема учень, слухач, студент, курсант тощо, під керівництвом викладача, особисто проводить натурні або імітаційні експерименти, чи досліди з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень даної навчальної дисципліни; набуває практичних навичок роботи з лабораторним устаткуванням, обладнанням, обчислювальною технікою, вимірювальною апаратурою, методикою експериментальних досліджень у конкретній предметній галузі.

Таблиця 5. Перелік тем лабораторних занять

Назва змістового модуля/тема	Обсяг годин	Форма контролю
Модуль 1. Процес і засоби вимірювання.	8	х
1. Вимірювання напруги постійного струму вольтметром	2	Письмовий або усний захист лабораторної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
2. Вимірювання інтегральних значень напруги змінного струму	2	Письмовий або усний захист лабораторної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
3. Вимірювання потужності споживачів у однофазних колах змінного струму	2	Письмовий або усний захист лабораторної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
4. Вимірювання електричного опору на постійному струмі	2	Письмовий або усний захист лабораторної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
Модуль 2. Похибки вимірювань	4	х

Назва змістового модуля/тема	Обсяг годин	Форма контролю
1. Метрологічна перевірка аналогових амперметрів і вольтметрів методом безпосереднього порівняння зі зразковим приладом	2	Письмовий або усний захист лабораторної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
2. Вимірювання потужності споживачів у трифазних колах змінного струму	2	Письмовий або усний захист лабораторної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
Модуль 3. Вимірювальні прилади і методи вимірювань.	8	х
1. Метрологічна перевірка однофазних лічильників активної електричної енергії	2	Письмовий або усний захист лабораторної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
2. Пряме та опосередковане вимірювання сили постійного струму	2	Письмовий або усний захист лабораторної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
3. Вимірювання параметрів електричних сигналів за допомогою електронного осцилографа	2	Письмовий або усний захист лабораторної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
4. Повірка однофазного лічильника	2	Письмовий або усний захист лабораторної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
Разом по дисципліні	20	х

7.5 Теми, форма контролю та перевірки завдань, які винесені на самостійне обов'язкове опрацювання

Самостійна робота здобувачів вищої освіти містить у собі, вивчення теоретичного курсу за конспектом лекцій та поглиблена переробка матеріалу за рекомендованими темами.

Обсяг самостійної роботи – 50 годин – передбачено та узгоджено з годинами, що виділяються деканатом факультету з сумарного бюджету часу здобувача вищої освіти.

Робота здобувачів вищої освіти над теоретичним курсом перевіряється за рахунок тестів, при виконанні та захисту лабораторних робіт, а також на консультаціях.

Здобувачі вищої освіти, які не виявляють активності у самостійній роботі, викликаються на консультації, запрошуються на засідання кафедри, їх прізвища повідомляються у деканат факультету.

Також самостійна робота здобувача включає: опанування навчального матеріалу, проведення наукових досліджень, підготовку наукових публікацій, матеріалів для участі в студентських наукових конференціях.

Таблиця 6. Теми для самостійної роботи

Назва змістового модуля/тема	Обсяг годин	Завдання
Модуль 1. Процес і засоби вимірювання.	20	х
1. Процес і засоби вимірювань.	5	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
2. Міри електричних величин.	5	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
3. Вимірювальні прилади і методи вимірювань.	5	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
4. Системи електровимірювальних приладів.	4	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
Модуль 2. Похибки вимірювань	10	х
1. Вимірювальні трансформатори.	5	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.

Назва змістового модуля/тема	Обсяг годин	Завдання
2. Вимірювання опорів.	5	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
Модуль 3. Вимірювальні прилади і методи вимірювань.	20	x
1. Компенсаційний метод.	5	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
2. Вимірювання потужності та електричної енергії.	5	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
3. Вимірювання потужності у колах трифазного змінного струму.	5	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
4. Вимірювання електричної енергії.	5	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
Разом	50	x

Таблиця 7. Форма перевірки та оцінювання завдань самостійної роботи

№	Модулі*	Кількість заходів	Оцінка в балах		Сума балів	
			min	max	min	max
1.	Самостійна та індивідуальна робота, есе, виступи-доповіді на студентських наукових конференціях МНАУ.	2	20,5	29,5	20,5	29,5
	змістовний модуль перший	1	9,0	11,0	9,0	11,0
	змістовний модуль другий	1	9,0	10,0	9,0	10,0
	змістовний модуль третій	1	2,5	8,5	2,5	8,5

Разом за змістовними модулями (семестр)	х	х	х	20,5	29,5
Разом				20,5	29,5

7.6. Наукова робота здобувачів вищої освіти

Під час вивчення навчальної дисципліни «Вимірювання електричних величин» здобувачі вищої освіти мають можливість прийняти участь у неформальних освітніх заходах та підготувати тез наукові доповіді, щодо обраної тематики дослідження на студентських науково-теоретичних конференціях які проводять на базі університету:

- Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Перспективна техніка і технології»;
- Студентська науково-теоретична конференція «Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу країни»;
- Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку».

Вивчення навчальної дисципліни передбачає підготовку індивідуальних робіт у вигляді тез доповідей щодо досліджуваних питань. За результатами наукової роботи та участі у студентських науково-теоретичних конференціях готуються збірки тез доповідей, які представлено на сайті університету.

7.7 Питання для підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти

1. В чому суть та зміст вимірювань у процесах життєдіяльності людини?
2. Основні положення Закону України № 113/98 – ВР від 11 лютого 2010 року “Прометрولوгію та метрологічну діяльність”.
3. Якою є структура державних органів метрології та стандартизації?
4. Які Ви знаєте методи та засоби електричних вимірювань?
5. Похибки вимірювань фізичних величин. Класифікація похибок.
6. Що таке клас точності вимірювального пристрою і як визначити граничне значення похибки за класом точності.
7. Як визначаються абсолютні та відносні похибки?
8. У чому принципова різниця між шунтами та додатковими резисторами? Яким чином можна розширити діапазон вимірювання струмів амперметрами.
9. У чому принципова різниця, між вимірювальними трансформаторами струму та трансформаторами напруги?
10. Що називається еталонами? Класифікація еталонів.
11. Що є мірами ЕРС, опору, ємності і індуктивності?
12. Що таке аналогові вимірювальні прилади?
13. Назвіть основні характеристики робочих еталонів струму та напруги.
14. Які Ви можете назвати конструктивні елементи аналогових вимірювальних приладів
15. В чому полягає непрямий метод вимірювання електричних величин?
16. Що визначає клас точності приладу? Які ви знаєте класи точності амперметрів та вольтметрів?

17. Опишіть будову магнітоелектричного вимірювального механізму?
18. Поясніть принцип роботи вимірювальних механізмів електромагнітної системи.
19. Перерахуйте основні переваги приладів магнітоелектричної системи.
20. Назвіть відмінні ознаки магнітоелектричних та електромагнітних, електродинамічних та феродинамічних приладів.
21. Охарактеризуйте призначення та область використання мостових та компараторів.
22. Опишіть структуру електронних вимірювань приладів
23. Нарисуйте схему будови трансформатора струму.
24. Що називається похибкою струму і кутовою похибкою трансформатора струму?
25. Що називається похибкою напруги і кутовою похибкою трансформатора напруги?
26. Які Ви знаєте методи та засоби вимірювання постійних струмів та напруг?
27. Опишіть схеми вимірювання струму та напруги промислової частоти.
28. В чому полягають особливості вимірювань струмів та напруг підвищеної частоти?
29. Як вимірюються параметри елементів електричних ланцюгів-резисторів, конденсаторів, індуктивних катушок?
30. Яким чином можна виміряти активну потужність в трифазних колах?
31. Яким чином можна виміряти реактивну потужність в трифазних колах?
32. Проаналізуйте методи вимірювання реактивної потужності трифазних кіл.
33. Поясніть будову електронно-променевого осцилографа
34. Які Ви знаєте прилади для вимірювання потужності та енергії в ланцюгах промислової частоти?
35. Поясніть принцип роботи електронно-променевого осцилографа.
36. Поясніть суть способу вимірювання кута зсуву фаз за допомогою амперметра та ватметра.
37. Нарисуйте схему будови трансформатора струму.
38. Класифікація перетворювачів неелектричних величин.
39. Опишіть будову резистивних та теплових вимірювальних перетворювачів.
40. Поясніть будову індукційного лічильника електричної енергії.
41. Що являє собою п'єзоелектричний перетворювач?
42. Наведіть приклади застосування п'єзоелектричних перетворювачів.

8. ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ, КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗНАТЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ З ДИСЦИПЛІНИ

Оцінювання знань здобувачів вищої освіти під час семінарських і практичних занять та виконання самостійних завдань проводиться за такими критеріями:

- 1) обсяг володіння та розуміння навчального матеріалу;
- 2) вільне, самостійне та аргументоване викладання теоретичного матеріалу та його пояснення під час усних виступів і письмових відповідей на питання;

- 3) здатність до аналізу самостійно вивченого матеріалу;
- 4) розуміння, ступінь засвоєння, та використання професійної та наукової термінології;
- 5) вчасна здача та оформлення звітів з практичних робіт.

Оцінювання знань здобувачів вищої освіти за дисципліни «Вимірювання електричних величин» за якою відповідно до навчальних планів передбачено іспит, здійснюється на основі результатів поточного та підсумкового контролю знань.

Завданням поточного контролю є перевірка розуміння та засвоєння навчального матеріалу, забезпечення зворотного зв'язку між викладачем і студентом у формі усного опитування, письмового експрес-контролю, комп'ютерного тестування, вироблення навичок проведення розрахункових завдань, умінь працювати в команді, умінь опрацьовувати тексти, здатність осмислити теми чи розділу, умінь публічно чи письмово представити певний матеріал (презентацію) тощо.

Завданням підсумкового контролю є перевірка розуміння здобувачем вищої освіти програмного матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання накопичених знань, уміння сформулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни та виконувати індивідуально-дослідницьку роботу за проблемою, що розглядається в дисципліні.

З навчальної дисципліни «Вимірювання електричних величин», оцінювання рівня знань здійснюється на основі результатів поточного та підсумкового контролю, завдання поточного контролю оцінюються в 60 балів, а завдання, що виконується на підсумковий контроль – 40 балів.

№	Змістові модулі	Кількість заходів	Оцінка в балах		Сума балів	
			min	max	min	max
	Змістовий модуль 1.					
1.	Виконання практичних робіт, аналітична оцінка	4	4	5	6	10
2.	Проміжний контроль по завершенню модулю	1	2	3	6	5
3.	Самостійна робота, тези, доповіді на студентських конференціях.	4	2	2	5	5
	Разом за змістовним модулем 1	9	x	x	12	20
	Змістовий модуль 2.					
1.	Виконання практичних робіт, аналітична оцінка	2	4	5	6	10

2.	Проміжний контроль по завершенню модулю	1	2	5	6	5
3.	Самостійна робота, тези, доповіді на студентських конференціях.	2	2	5	5	5
	Разом за змістовним модулем 2	5	x	x	12	20
	Змістовий модуль 3.					
1.	Виконання практичних робіт, аналітична оцінка	4	4	5	6	10
2.	Проміжний контроль по завершенню модулю	1	2	5	6	5
3.	Самостійна робота, тези, доповіді на студентських конференціях.	4	2	5	5	5
	Разом за змістовним модулем 3	9	x	x	12	20
	Разом за семестр		x		36	60
	Залікова робота				24	40

8.1 Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Здобувачі вищої освіти до заліку повинні отримати 60 балів за шкалою ЕКТС за виконані завдання.

9. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЧЕННЯ, ЯКЕ ПЕРЕДБАЧЕНО НАВЧАЛЬНОЮ ДИСЦИПЛІНОЮ

З метою поширення знань щодо застосування дистанційних технологій у освітньому процесі МНАУ використовується програмний продукт Moodle, який дозволяє значно розширити можливості спілкування усіх учасників освітнього процесу. Платформа Moodle, має доступ до програми Jitsi, яка є комунікаційним клієнтом, що підтримує здійснення голосових викликів, відеодзвінків і обмін миттєвими повідомленнями. Jitsi Meet - це безкоштовне програмне забезпечення з відкритим кодом для відео конференції.

З сервісних функцій можна відзначити організацію телеконференцій, запис розмов, надання віддаленого доступу до робочого столу, передача файлів, повідомлення про пропущені виклики, імпорт адресної книги Google Contacts, використання фільтрів. Організації відеоконференцій підтримується на базовому рівні. Можливо створювати багатопрокольні телеконференції, в яких можуть брати участь користувачі різних мереж, об'єднати різні дзвінки в телеконференцію.

Під час викладання навчальної дисципліни «Вимірювання електричних величин» використовуються усі можливості освітньої платформи Moodle. Проводяться онлайн лекції, захист практичних та лабораторних робіт.

Науково-дослідницька лабораторія кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки: № 208.

Навчальний корпус Інженерно-енергетичного факультету, вул. Крилова 17а.

10. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

10.1. Базова

1. Burak V., Holovko D. Вимірювання прискорення при рівноприскореному русі в умовах диференціації навчання. *Освітній вибір*. 2021.

2. Ivanchuk V., Gaevskii O., Korniienko I. Система вимірювання параметрів фотоелектричних модулів в реальних умовах експлуатації. *Vidnovluyana energetika*. 2019. Т. 57, № 2. С. 32–39.

3. Vasilevskyi O., Kucheruk V. Підвищення точності вимірювання моментних характеристик електричних машин з використанням моделей самогальмування. 2020.

4. Квасніков В. П., Катаєва М. О., Квашук Д. М. Розробка стенду для вимірювання метрологічних характеристик електродвигунів. *Aerospace technic and technology*. 2021. Т. 2, № 12-18.

5. Коржов І., Кравченко Я., Борисенко Є. Аналіз основних складових похибки визначення твердості за методом Брінелля з використанням оптичних систем. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2021. Т. 70, № 4.

10.2. Додаткова:

1. Основи метрології та електричних вимірювань / В. Грабко та ін. Херсон : Олді-плюс, 2020. 538 с.

10.3. Інформаційні ресурси

1. Babichenko A., Kravchenko Y., Babichenko J., Krasnikov I., Lysachenko I., Velma V. Algorithmic tools for optimizing the temperature regime of evaporator at absorption refrigeration units of ammonia production. *eastern-european journal of enterprise technologies*. 2018. vol. 4. no. 2 (94). p. 29-35.

2. Gorkunov B., Lvov S., Borysenko Y., Shamardina V., Nour S.A., Chorna O. Application of electromagnetic transducer for noncontact monitoring of shaft torque in electromechanical systems. *iee problems of automated electrodrive. theory and practice (paep): conference paper. ieee, 2020. p. 1-4.*
<https://doi.org/10.1109/paep49887.2020.9240804>.

3. Reichardt A., Shapiro A., Otis R., Dillon R., Borgonia J., Mcenerney B., Hosemann P., Beese A. Advances in additive manufacturing of metal-based functionally graded materials. *international materials reviews*. 2020. vol. 66. no. 1. p. 1-29. <https://doi.org/10.1080/09506608.2019.1709354>.

11. ДОСТУП ДО МАТЕРІАЛІВ ДИСЦИПЛІНИ

Матеріали з навчальної дисципліни узагальнено у освітній платформі Moodle за посиланням — (<https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=2367>)

Бібліотека Миколаївського національного аграрного університету за посиланням — <https://lib.mnau.edu.ua/>.

Репозитарій Миколаївського національного аграрного університету за посиланням — <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/>

Офіційні сайти для збору та обробки інформації (інтернет джерела).

Робоча програма
складена викладачем


(підпис)

Лариса ВАХОНІНА
(прізвище та ініціали)