



МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 - Механічна інженерія
Спеціальність	131 - Прикладна механіка
Освітня програма	Інструментальні системи інженерного дизайну
Статус дисципліни	Навчальна дисципліна циклу професійної та практичної підготовки
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	2,5 кредитів ЄКТС, 45 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	Лекції – 27 год., лабораторні – 18 год. за розкладом Департаменту навчальної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лектор: кандидат технічних наук, доцент Адаменко Юрій Іванович Кафедра: Корпус КПІ 22, кімната 611, тел. (044)204-82-55 пошта: yuriy.adamenko@ukr.net Лабораторні: канд. техн. наук., доц. Адаменко Ю.І.
Розміщення курсу	Ресурс «Електронний кампус»

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Метрологія, стандартизація і сертифікація» є однією з базових у структурі підготовки бакалаврів у галузі механічної інженерії.

Метою дисципліни є знання основ метрології, стандартизації та уміння застосовувати нормативну документацію з нормування точності деталей механізмів у своїй практичній діяльності під час проектування, виготовлення, сертифікації та експлуатації виробів машинобудування.

Предмет навчальної дисципліни. Основи метрології, стандартизації, основні норми взаємозамінності, положення державної системи стандартизації, нормування параметрів точності, методів і засобів контролю розмірів, відхилень форми, розташування та шорсткості поверхонь деталей, якість та сертифікація продукції.

У результаті вивчення дисципліни студент набуде наступних компетентностей:

Здатність

- Використовувати нормативні та довідкові данні для контролю відповідності технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.

Знання

- Вимог чинних державних та міжнародних стандартів, методів і засобів проектування машин та технологій.
- Засобів контролю стану технологічного обладнання та процесів.

- Основних методів та підходів щодо організації, планування, керування та контролю робіт з проектування, розроблення, післяпроектного супроводу, виробництва, випробування, експлуатації та утилізації обладнання та оснащення машинобудування.

Уміння

- Будувати інформаційні моделі предмету дослідження: описувати його суттєві параметри, вхідні та змінні величини, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між ними.
- Готувати вихідні дані для обґрунтування технічних рішень, застосовувати стандартні методики розрахунків при проектуванні або виборі покупного обладнання.
- Перевіряти технічний стан та залишковий ресурс технологічного обладнання.
- Розробляти інструкції з експлуатації обладнання та оснащення, засобів механізації та автоматизації технологічних процесів та пояснювальні записки до них, проводити аналіз технічної документації на відповідність існуючим державним стандартам та технічним регламентам.
- Здійснювати інформаційно-аналітичні дослідження заданої тематики.
- Проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Метрологічне забезпечення інструментального виробництва» базується на наступних дисциплінах:

- Метрологія та стандартизація
- Математика
- Хімія
- Загальна фізика
- Інженерна та комп'ютерна графіка
- Інформатика

У свою чергу дисципліну «Метрологічне забезпечення інструментального виробництва» застосовують для подальшої підготовки з дисциплін:

- Переддипломна практика
- Дипломне проектування

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Метрологія та метрологічне забезпечення виробництва

Тема 1.1 Метрологічне забезпечення виробництва. Нормативна база метрології.

Тема 1.2 Системи фізичних величин. Міжнародна система фізичних одиниць.

Розділ 2. Основні поняття про вимірювання, відтворення одиниць фізичних величин

Тема 2.1 Види вимірювань, методи вимірювань, види контролю та їх характеристики. Вибір засобів вимірювання.

Тема 2.2 Відтворення одиниць фізичних величин. Еталони. Повірка та калібрування засобів вимірювання.

Розділ 3. Обробка результатів вимірювання

Тема 3.1 Похибки вимірювань. Класифікація похибок. Систематичні похибки.

Тема 3.2 Випадкові похибки. Закони розподілення випадкових величин.

Тема 3.2 Обробка результатів спостережень.

Розділ 4 Засоби вимірювання та їх повірка

Тема 4.1 Засоби вимірювання, їх класифікація та метрологічні характеристики.

Тема 4.2 Механічні, оптико-механічні, пневматичні, електричні, фотоелектричні засоби вимірювання. Вибір засобів вимірювання.

Тема 4.3 Спеціальні засоби вимірювання, розрахунок калібрів.

Розділ 5 Якість вимірювального процесу, метрологічна експертиза

Тема 5.1 Якість вимірювань. Невизначеність вимірювання. Встановлення відповідності.

Тема 5.2 Метрологічна експертиза конструкторської та технологічної документації.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

- ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення
- ДСТУ OIML D 2:2007 Метрологія. Узаконені одиниці фізичних величин
- ДСТУ OIML D 8:2008 Метрологія. Еталони. Вибір, визнання, застосування, зберігання та документація.
- ДСТУ OIML D 5:2007 Метрологія. Повірочні схеми для засобів вимірювальної техніки. Правила розроблення.
- ДСТУ 3741:2015 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання довжини
- ДСТУ OIML D 9:2008 Метрологія. Принципи метрологічного нагляду.
- ДСТУ OIML D 16:2008 Метрологія. Принципи забезпечення метрологічного контролю
- ДСТУ OIML D 27:2008 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки первинна за наявності у виробника системи управління якістю.
- ДСТУ-Н ПМГ 44:2013 Метрологія. Порядок визнання методик виконання вимірювання.
- ДСТУ OIML D 20:2008 Метрологія. Первинна та періодична повірка засобів вимірювальної техніки і контроль процесів вимірювання.
- ДСТУ-Н РМГ 51:2006 Метрологія. Документи до методик повірки засобів вимірювання. Основні положення.
- ДСТУ OIML R 34:2014 Метрологія. Класи точності засобів вимірювальної техніки.
- ДСТУ OIML G 19:2018 Роль невизначеності вимірювання під час прийняття рішень про оцінку відповідності в законодавчо регульованій метрології.
- ДСТУ ISO/TS 21749:2013 Невизначеність вимірювання в метрологічній практиці. Повторні вимірювання та ієрархічні експерименти.
- Ігнаткін В.У. Метрологічне забезпечення якості продукції. – Запоріжжя: Запорізький національний технічний університет, 2017. – 202 с.
- Схиртладзе А.Г., Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и технические измерения: Учебник для вузов. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 420 с.

Додаткова література

- <https://www.iso.org/home.html>
- <http://uas.org.ua/ua/>
- <http://csm.kiev.ua/>

Наведена література знаходиться в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського та в мережі Internet.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

- Фізичні величини та одиниці їх вимірювання. Системи фізичних величин. Міжнародна система фізичних одиниць.
- Нормативна база метрології. Метрологічне забезпечення виробництва.
- Види вимірювань. Рівноточні, нерівноточні, однократні, багатократні, статичні, динамічні, технічні, метрологічні, прямі, непрямі, спільні, сукупні. Методи вимірювань. Безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою, нульовий метод, контактний, безконтактний. Види контролю.
- Відтворення одиниць фізичних величин. Еталони. Повірка та калібрування засобів вимірювання. Повірочні схеми.
- Похибки вимірювань. Класифікація похибок. Систематичні похибки та методи їх усунення.
- Випадкові похибки. Причини виникнення похибок вимірювань. Закони розподілення випадкових величин. Надмірні похибки та методи їх вилучення.
- Обробка результатів спостережень. Оцінка похибок вимірювань. Обробка результатів вимірювань багаторазових прямих рівноточних, прямих нерівноточних, одноразових, непрямих.
- Засоби вимірювання. Класифікація засобів вимірювання. Міри, вимірювальні прилади, вимірювальні системи, автоматизовані та автоматичні засоби вимірювань. Метрологічні характеристики засобів вимірювання.
- Механічні засоби вимірювання: штангенінструменти, мікрометричні інструменти, важільно-механічні прилади.
- Оптико-механічні засоби вимірювань: оптиметри, інтерферометри, проектори, мікроскопи, координатно-вимірювальні машини.
- Пневматичні, електричні, фотоелектричні засоби вимірювання.
- Спеціальні засоби вимірювання. Калібри шліцьові, різьбові, їх розрахунок. Вибір засобів вимірювання.
- Якість вимірювань. Невизначеність вимірювання. Встановлення відповідності технічним специфікаціям.
- Метрологічна експертиза конструкторської та технологічної документації.

Лабораторні роботи

На лабораторних роботах студенти опановують методики вибору засобів вимірювальної техніки, методики та техніки вимірювань за допомогою універсальних та спеціальних засобів вимірювання, а також обробки отриманих експериментальних даних. Перед початком кожної лабораторної роботи студент проходить тестовий контроль. Якщо відповіді на тести подані після встановленого терміну, то вони не оцінюються. Тестові завдання складаються та оновлюються кожного семестру. Звіт з лабораторних робіт захищається на останньому лабораторному занятті до початку заліку за курсом. Тематика лабораторних робіт охоплює основні розділи технічних вимірювань деталей машин.

- Визначення метрологічних показників вимірювальної техніки. Класифікація способів та засобів вимірювання. Вибір універсальних засобів вимірювання.
- Повірка плоско-паралельних кінцевих мір довжини 5-го розряду.
- Повірка штангенциркуля. Вимірювання лінійних розмірів штангенінструментом.
- Повірка мікрометра. Вимірювання лінійних розмірів мікрометричним інструментом.
- Вимірювання кутових розмірів за допомогою кутоміра та мікроскопа.

- Вимірювання відхилень від прямолінійності за допомогою оптичної лінійки.
- Обробка результатів прямих багаторазових вимірювань.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Контрольні роботи

Метою проведення контрольних робіт є перевірка знань, засвоєних студентами в процесі вивчення відповідних розділів кредитного модуля.

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді двох контрольних робіт по 1 год. кожна. Контрольна робота-1 виконується за розділами 1, 2 і 3. Контрольна робота-2 виконується за розділами 4 і 5.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. Проте, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Відвідування лабораторних робіт є обов'язковим. У разі відсутності студента на лабораторній роботі, у тому числі і за станом здоров'я, йому необхідно пропущену роботу відпрацювати. На одному занятті (2 год.) можна відпрацювати лише одну пропущену лабораторну роботу. Відпрацювання лабораторних робіт відбувається лише за розкладом викладача відповідно до його педагогічного навантаження. Звіт з лабораторних робіт захищається на останньому лабораторному занятті до початку залікового заняття.

Відвідування модульних контрольних робіт є обов'язковим. Якщо студент пропустив МКР з поважних причин, наприклад, за станом здоров'я, то за наявності підтверджуючого документа (довідки) він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку МКР не оцінюється. Перескладання контрольної роботи на вищу оцінку є неможливим.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Лабораторні роботи (r_1)

Ваговий бал однієї лабораторної роботи – 8 балів, з них 4 бали – експрес-контроль, 4 бали – захист лабораторної роботи (табл. 1, табл. 2). Мінімальна кількість балів, яка повинна бути набраною, щоб лабораторна робота вважалась зарахованою – 4,8 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи: $r_1=8$ балів \times 6 = 48 балів.

Рейтингові бали за експрес-контроль до лабораторної роботи

Таблиця 1

Бали	Критерії оцінювання
4,0	Вірна відповідь на п'ять питань
3,2	Вірна відповідь на чотири питання
2,4	Вірна відповідь на три питання
0,0	Вірна відповідь менше, ніж на три питання

Рейтингові бали за захист лабораторної роботи

Таблиця 2

Бали	Критерій оцінювання
4,0	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
3,6	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань
3,2	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
2,8	Робота виконана, отримано вірні результати, звіт має помилки
2,4	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
0,0	Робота не виконана, звіт не представлений

Контрольні роботи (r_2)

Одна контрольна робота складається з трьох завдань.

Ваговий бал однієї контрольної роботи – 26.

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 3.

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$r_2=26$ балів \times 2 = 52 бали.

Рейтингові бали за контрольну роботу

Таблиця 3

Бали	Критерій оцінювання
52	Вірна відповідь більш ніж на 95 % питань
46,8	Вірна відповідь на 90 % питань
41,6	Вірна відповідь на 80 % питань
36,4	Вірна відповідь на 70 % питань
31,2	Вірна відповідь на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали (табл. 4), які додаються або віднімаються від суми вагових балів усіх контрольних заходів. Загальна сума штрафних балів не може перевищувати $100 \times 0,1 = (-10)$ балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати $100 \times 0,1 = (+10)$ балів.

Бали штрафні та заохочувальні

Таблиця 4

Дія	Бали
Несвоєчасне представлення результатів лабораторного заняття	мінус 1 бал (але в сумі не більш, ніж мінус 10)
Участь (перемога) в I етапі Всеукраїнської студентської олімпіади з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»	плюс 1 бал за правильно виконане завдання, (але не більше, ніж плюс 10)
Застосування оригінального підходу при вирішенні задач	плюс 1 бал

Умови рубіжної атестації

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента), проводиться як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни (освітнього компонента) є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50% від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу

Критерії залікового оцінювання

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідно до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань (рис. 1).

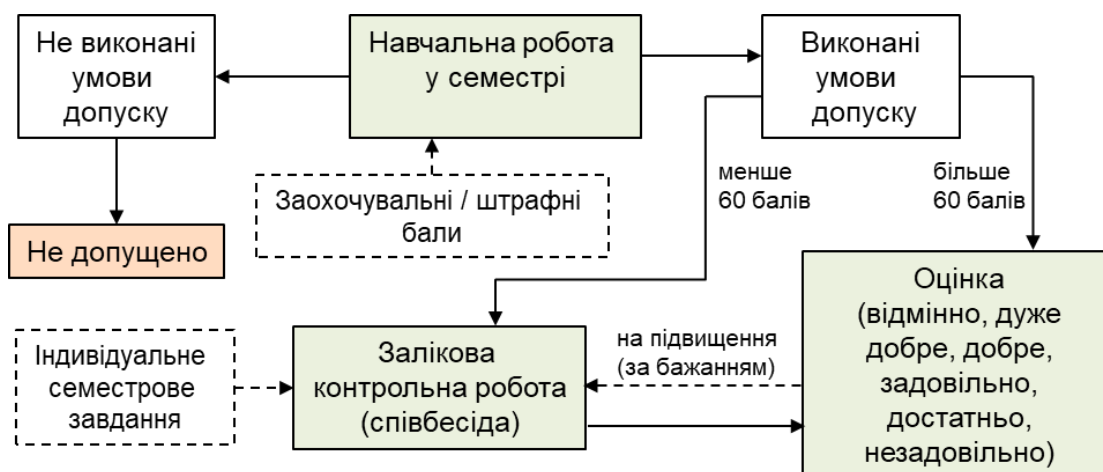


Рис. 1 – Блок-схема функціонування РСО з дисципліни

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

У цьому випадку бали, отримані за індивідуальну роботу залишаються, а бали отримані за модульні контрольні роботи скасовуються.

Залікове зняття проводиться у вигляді усної співбесіди або залікового завдання. Залікове завдання складається з п'яти питань. Максимальна кількість балів отриманих за залікову контрольну роботу складає 52 бали.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

1. За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних та штрафних балів без залікової контрольної роботи:

$$R = r_1 + r_2 = 48 + (26 + 26) = 100 \text{ балів}$$

2. За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних та штрафних балів з заліковою контрольною роботою:

$$R = r_1 + r_4 = 48 + 52 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку (табл. 5).

Таблиця 5

Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95 ... 100	Відмінно
85 ... 94	Дуже добре
75 ... 84	Добре
65 ... 74	Задовільно
60 ... 64	Достатньо
Менше 60 балів	Незадовільно
Не виконані умови допуску до семестрового контролю	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склав:

Доцент кафедри конструювання машин, кандидат технічних наук

Юрій АДАМЕНКО

Ухвалено кафедрою конструювання машин (Протокол № 1 від 30.08.2021)

Погоджено методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (Протокол № від)