

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Механіко-машинобудівний інститут**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**директор механіко-машинобудівного**  
**інституту**  
(назва інституту/факультету)

\_\_\_\_\_ **М.І. Бобир**  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_18\_\_ р.

**МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ**

**Код модуля 10/І**  
(назва та код кредитного модуля)

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**кредитного модуля**

**підготовки першого (бакалаврського) рівня**  
(назва рівня вищої освіти)

**спеціальності \_\_\_\_\_ 173 "Авіоніка"**  
(шифр і назва)

**спеціалізації 173.2620.1 "Системи керування літальними**  
**апаратами та комплексами"**  
(шифр і назва)

**форми навчання денна**  
(денна/заочна)

Ухвалено методичною комісією  
**механіко-машинобудівного**  
**інституту**  
(назва інституту/факультету)

Протокол від \_\_\_\_\_ 2018р. № \_\_\_\_\_

Голова методичної комісії

\_\_\_\_\_ **О.А. Охрименко**  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Київ – 2018

Робоча програма кредитного модуля Метрологія, стандартизація та сертифікація

(назва кредитного модуля)

для студентів за спеціальністю 173 "Авіоніка", спеціалізації 173.2620.1 "Системи керування літальними апаратами та комплексами"

рівня вищої освіти першого (бакалаврського), за денною формою навчання, складена відповідно до програми навчальної дисципліни Метрологія, стандартизація та сертифікація

(назва навчальної дисципліни)

Розробники робочої програми:

доцент, к.т.н., доцент Черняк М.Г.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

ст. викладач Гавриленко В.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри приладів та систем керування літальними апаратами

(повна назва кафедри)

Протокол від « 13 » 06 20 18 року № 11

В.о. завідувача кафедри

В.В. Сухов

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«      » 20 18 р.

© НТУУ «КПІ», 20 18 рік

© НТУУ «КПІ», 20      рік

## 1. Опис кредитного модуля

| Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень   | Загальні показники  | Характеристика кредитного модуля  |
|--|---|---|
| Галузь знань<br><u>17 "Електроніка та телекомунікації"</u><br>(шифр і назва)                                 | Назва дисципліни,<br>до якої належить кредитний модуль<br><u>Метрологія, стандартизація та сертифікація</u> | Форма навчання<br><u>денна</u><br>(денна / заочна)  |
| Спеціальність<br><u>173 Авіоніка</u><br>(шифр і назва)   | Кількість кредитів ECTS<br><u>5</u>   | Статус кредитного модуля<br><u>нормативний</u><br>(нормативний)<br>або за вибором ВНЗ/студентів)                                      |
| Спеціалізація<br><u>173.2620.1 "Системи керування літальними апаратами та комплексами"</u><br>(шифр і назва) | Кількість розділів <u>2</u>   | Цикл до якого належить кредитний модуль<br><u>дисциплін базової підготовки циклу загальної підготовки</u>                             |
|  | Індивідуальне завдання<br><u>реферат</u><br>(вид)   | Рік підготовки <u>2</u>   |
|  |   | Семестр <u>4</u>  |
|  | Загальна кількість годин<br><u>150</u>  | Лекції<br><u>54</u> год.  |
|  |   | Практичні<br><u>8</u> год.  |
|  |   | Лабораторні<br><u>18</u> год.   |
| рівень вищої освіти<br><u>перший (бакалаврський)</u>   | Тижневих годин:<br>аудиторних – <u>4,5</u><br>СРС – <u>3,9</u>  | Самостійна робота<br><u>70</u> год.,<br>у тому числі на виконання індивідуального завдання<br><u>6</u> год.                           |
|  |   | Вид та форма семестрового контролю<br><u>екзамен, усний</u><br>(екзамен / залік / диф. залік;<br>усний / письмовий / тестування тощо) |

Кредитний модуль "Метрологія, стандартизація та сертифікація" формує теоретичні знання та практичні навички студентів в галузі метрології, точності засобів вимірювання та контролю, теорії вимірювань, проведення вимірювань і обробки експериментальних результатів, стандартизації і уніфікації приладів та

систем. Без цих знань важко засвоїти принципи дії, проектування та експлуатації різноманітних інформаційно-вимірювальних приладів, систем та комплексів систем керування рухомих об'єктів.

Вивчення кредитного модуля базується на знаннях, отриманих студентами з курсів вищої математики (1/І), фізики (2/І), технічної механіки (6/І), опору матеріалів (2/ІІ), електротехніки (8/І), електроніки і основ схемотехніки (9/І).

Успішне вивчення кредитного модуля підготовлює студентів до вивчення наступних навчальних дисциплін спеціальності 173 "Авіоніка", таких як приводи систем керування (14/І), чутливі елементи систем керування ЛА (3/ІІ), основи навігації (17/І), основи будови систем керування ЛА (4/ІІ), випробування технічних систем (11/ІІ), системи літальних апаратів (4/ІІ).

## **2. Мета та завдання кредитного модуля**

2.1. Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- застосовувати сучасні методи та засоби вимірювань механічних та електричних величин при вирішенні вимірювальних задач в умовах об'єкту;
- планувати та організовувати вимірювання;
- здійснювати обробку експериментальних результатів вимірювань (РВ);
- розраховувати похибки РВ та забезпечувати необхідні точність вирішення вимірювальної задачі в умовах об'єкту;
- застосовувати нормативні положення систем стандартизації і сертифікації у приладобудуванні до сучасних приладів і систем керування авіаційно-космічної техніки;
- продуктивно засвоювати вказані вище навчальні дисципліни спеціальності 173 "Авіоніка".

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:**

- основ метрології, галузей, методів та видів вимірювань;
- основ теорії вимірювань;
- похибок вимірювань і похибок засобів вимірювань, методів розрахунку та визначення оцінок систематичних і випадкових похибок;
- методів визначення результатів вимірювань при однократних і багатократних вимірюваннях;
- структурно-алгоритмічних методів підвищення точності результатів вимірювань;
- основ державної системи забезпечення єдності вимірювань, еталонів та повірочних схем основних засобів вимірювань;
- нормативних положень систем стандартизації і сертифікації у приладобудуванні;

**уміння:**

- розраховувати похибки вимірювань та проводити аналіз їх складових;

- розраховувати похибки засобів вимірювань;
- вибрати засоби вимірювань (ЗВ) та методи вимірювань (МВ) виходячи з необхідної точності результату вимірювання;
- підвищувати точність результату вимірювання структурними та алгоритмічними методами;

**досвід:**

- планування та практичного виконання технічних вимірювань та вимірювань в галузі навігаційних систем та їх чутливих елементів як ТС рухомих об’єктів;
- обробки експериментальних результатів вимірювань та складати звітні документи за результатами вимірювань;
- визначення похибок РВ та вибору ЗВ та МВ виходячи з необхідної точності результату вимірювання;
- використання нормативних положень систем стандартизації і сертифікації у приладобудуванні;
- самостійної роботи з навчальною, навчально-методичною та довідковою літературою в галузі метрології, стандартизації та сертифікації.

### 3. Структура кредитного модуля

| Назви розділів і тем  | Кількість годин |              |                         |                                      |           |
|---|-----------------|--------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------|
|   | Всього          | у тому числі |                         |                                      |           |
|   |                 | Лекції       | Практичні (семінарські) | Лабораторні (комп’ютерний практикум) | СРС       |
| 1   | 2               | 3            | 4                       | 5                                    | 6         |
| <b>Розділ 1. Метрологія та основи теорії вимірювань і сертифікації у приладобудуванні</b> |                 |              |                         |                                      |           |
| <i>Тема 1.1. Загальні відомості про метрологію та основи теорії вимірювань</i>            | 10              | 6            | 1                       | 1                                    | 2         |
| <i>Тема 1.2. Фізичні величини і одиниці їх вимірювання</i>                                | 7               |              | 1                       |                                      | 6         |
| <i>Тема 1.3. Похибки вимірювань</i>   | 30              | 13           | 3                       | 3                                    | 11        |
| <i>Контрольна робота 1. Перша МКР за темами 1.1 - 1.3</i>                                 | 3               | 1            |                         |                                      | 2         |
| <i>Тема 1.4. Математична обробка результатів вимірювань</i>                               | 9               | 2            | 1                       | 4                                    | 2         |
| <i>Тема 1.5. Основи сертифікації у приладобудуванні</i>                                   | 7               |              |                         | 2                                    | 5         |
| <b>Разом за розділом 1</b>  | <b>66</b>       | <b>22</b>    | <b>6</b>                | <b>10</b>                            | <b>28</b> |
| <b>Розділ 2. Стандартизація, уніфікація та взаємозамінюваність у приладобудуванні</b>     |                 |              |                         |                                      |           |
| <i>Тема 2.1. Стандартизація і уніфікація приладів і систем</i>                            | 14              | 6            |                         | 4                                    | 4         |
| <i>Тема 2.2. Взаємозамінюваність у приладобудуванні</i>                                   | 29              | 13           | 2                       | 4                                    | 10        |
| <i>Контрольна робота 2. Друга МКР</i>   | 3               | 1            |                         |                                      | 2         |

| 1                             | 2          | 3         | 4        | 5         | 6         |
|-------------------------------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|
| за темами 1.4, 1.5, 2.1 і 2.2 |            |           |          |           |           |
| <b>Разом за розділом 2</b>    | <b>48</b>  | <b>22</b> | <b>2</b> | <b>8</b>  | <b>16</b> |
| Підготовка реферату           | 6          |           |          |           | 6         |
| <i>Екзамен</i>                | 30         |           |          |           | 30        |
| <b>Всього годин</b>           | <b>150</b> | <b>44</b> | <b>8</b> | <b>18</b> | <b>80</b> |

#### 4. Лекційні заняття

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)  |
|-------|--|
|       | Розділ 1. Метрологія та основи теорії вимірювань і сертифікації у приладобудуванні   |
|       | Тема 1.1. Загальні відомості про метрологію та основи теорії вимірювань  |
| 1     | Предмет метрології. Терміни та визначення. Види вимірювань. Області вимірювань. Принцип вимірювання. Результат вимірювання (РВ), похибка вимірювання (ПВ). Класифікація засобів вимірювань (ЗВ).<br>Література: [1.1] стор. 7-14; [1.2] стор. 40-44; [2.4] стор. 2, 7-10, 31-34.   |
| 2,3   | Методи вимірювань: метод безпосередньої оцінки, нульовий метод, диференціальний метод, метод заміщення, метод збігу.<br>Література: [1.1] стор. 7-14; [1.2] стор. 40-44; [2.4] стор. 2, 7-10, 31-34.<br>Завдання на СРС №1   |
|       | Тема 1.3. Похибки вимірювань   |
| 4,5   | Терміни та визначення в області похибок вимірювань. Точність вимірювання. Класифікація ПВ: абсолютні, відносні, приведені; адитивні та мультиплікативні; систематичні та випадкові; інструментальні та методичні; основні та додаткові.<br>Література: [1.1] стор. 34-37; [1.3] стор. 14-22; [1.4] стор. 94-103; [1.6] стор. 66-68, 169-184.<br>Завдання на СРС №3 |
| 6     | Розподіл випадкових результатів вимірювання і похибок вимірювання. Сумарна похибка результату вимірювання. Виправлений результат вимірювання.<br>Література: [1.1] стор. 36-42.<br>Завдання на СРС №4  |
| 7     | Визначення довірчих інтервалів для істинного значення вимірюваної величини (ВВ), яка має нормальний розподіл з відомим середньоквадратичним відхиленням (СКВ) $\sigma_x$ .<br>Література: [1.1] стор. 50-58; [1.2] стор. 51-57.  |
| 8     | Визначення точечних оцінок математичного очікування (МО) та СКВ за експериментальними даними. Визначення за експериментальними даними довірчих інтервалів для істинного значення ВВ при невідомих параметрах розподілу РВ.<br>Література: [1.1] стор. 58-66; [1.2] стор. 51-57.  |

|              |   |
|--------------|---|
|              | Завдання на СРС №5  |
| 9,10         | Систематичні похибки (СП) результатів вимірювань. Класифікація систематичних похибок. Постійні, змінні, прогресуючі, періодичні, методичні, інструментальні СП. Способи виявлення СП РВ. Виправлення РВ.<br>Література: [1.1] стор. 66-68; [1.4] стор. 111-112; [2.4] стор. 19-28.  |
| 11,12        | Способи зменшення систематичних похибок РВ: спосіб зміни знаку СП; спосіб інвертування вхідної і вихідної величин. Диференційні схеми побудови ЗВ; спосіб періодичних вимірювань; спосіб рандомізації СП.<br>Література: [1.1] стор. 68-74; [1.3] стор. 48-50; [1.4] стор. 113-120.<br>Перша МКР за темами 1.1, 1.2, 1.3. (проводиться на лекції 11). |
|              | Тема 1.4. Математична обробка результатів вимірювань  |
| 13           | Математична обробка результатів прямих вимірювань.<br>Література: [1.1] стор. 88-94; [1.2] стор. 51-55; [1.6] стор. 117-140; [1.11].<br>Завдання на СРС №6  |
|              | Тема 1.5. Основи сертифікації у приладобудуванні  |
| 14           | Основні поняття, цілі та об'єкти сертифікації. Правове забезпечення сертифікації. Роль сертифікації в підвищенні якості продукції в приладобудуванні. Схеми та системи сертифікації. Види сертифікації.<br>Література: [1.13] стор. 12-16; [2.8] стор. 40-43.<br>Завдання на СРС №7   |
|              | Розділ 2. Стандартизація, уніфікація та взаємозамінюваність у приладобудуванні  |
|              | Тема 2.1. Стандартизація і уніфікація приладів та систем  |
| 15,16        | Державна система стандартизації і уніфікації в приладобудуванні та машинобудуванні. Стандартизація і уніфікація ЗВ.<br>Література: [1.8] стор. 14-20, 412-456; [1.3] стор. 22-25.   |
| 17           | Комплекс державних стандартів “Государственная система приборов (ГСП)”. Принципи побудови та використання системи ГСП у різних галузях народного господарства.<br>Література: [1.5] стор. 58-59; [2.7].<br>Завдання на СРС №8   |
|              | Тема 2.2. Взаємозамінюваність в приладобудуванні  |
| 18,19        | Цілі і задачі взаємозамінюваності в приладобудуванні. Види взаємозамінюваності.<br>Література: [1.8] стор. 32-41.   |
| 20,21,<br>22 | Взаємозамінюваність за геометричними параметрами.<br>Література: [1.8] стор. 41-59; [1.10] стор. 66-91.<br>Завдання на СРС №9   |
| 23-27        | Взаємозамінюваність за формою, розташуванням, хвилястістю і шорсткістю поверхні. Методи і засоби контролю взаємозамінюваності.<br>Література: [1.8] стор. 159-188; [1.10] стор. 91-10.<br>Друга МКР за темами 2.1, 2.2. (проводиться на лекції 25).<br>Завдання на СРС №10  |

## 5. Практичні заняття

Мета практичних занять – закріпити у студентів, шляхом рішення практичних задач, теоретичних положень дисципліни, та дати студентам певні вміння виконання практичних розрахунків з метрології, основ теорії вимірювань, стандартизації взаємозамінюваності у приладобудуванні.

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)  |
|-------|--|
| 1     | Розрахунок складових похибок вимірювань та похибок засобів вимірювань (ЗВ) (відповідно до класифікації ПВ, викладеної в лекціях 4 і 5 (по темах 1.1, 1.2, 1.3).  |
| 2     | Розрахунок випадкових та систематичних похибок вимірювань за експериментальними даними. Підвищення точності результату вимірювань (по темах 1.1, 1.2, 1.3).  |
| 3     | Алгоритми розв'язку типових вимірювальних задач в лабораторних умовах та в умовах рухомих об'єктів. Вибір методу та засобу вимірювань виходячи з умов вимірювальної задачі що вирішується, комплексування результатів вимірювань, отриманих різними методами та засобами (по темах 1.1, 1.2, 1.3). |
| 4     | Розв'язок задач з взаємозамінюваності в приладобудуванні. Нормування допусків і посадок в приладобудуванні (по темах 2.1, 2.2).  |

## 6. Лабораторні заняття

Мета лабораторних занять – закріпити у студентів, шляхом практичного виконання лабораторних робіт на лабораторному обладнанні, теоретичних положень кредитного модуля, та дати студентам певні вміння виконання експериментальних досліджень та обробки отриманих результатів за напрямом підготовки.

Перелік лабораторних робіт наведено у таблиці.

| № з/п | Назва лабораторної роботи  | Кількість ауд. годин |
|-------|--|----------------------|
| 1     | Вимірювання розмірів приладобудівних деталей з використанням штангенциркуля                                    | 4                    |
| 2     | Вимірювання високоточних розмірів чутливих елементів датчиків механічних величин мікрометричним інструментом   | 4                    |
| 3     | Повірка робочого засобу механічних вимірювань методом безпосереднього звірення зі зразковим засобом вимірювань | 2                    |
| 4     | Стандартизація у приладобудуванні  | 4                    |
| 5     | Взаємозамінюваність у приладобудуванні   | 4                    |



## 7. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання   | Кількість годин СРС |
|-------|---|---------------------|
| 1     | Завдання на СРС №1: Державна система вимірювань. Метрологічні заклади України.<br>Література: [1.1] стор. 10-14; [1.2] стор. 40-44; [1.5] стор. 297-330; [2.4] стор. 31-34.   | 2                   |
| 2     | Завдання на СРС №2: Основні поняття і класифікація фізичних величин (ФВ). Поняття про системи ФВ. Міжнародна система одиниць ФВ SI. <i>(самостійне вивчення за конспектом лекцій викладача)</i> .<br>Література: [1.1] стор. 15-34; [1.2] стор. 14-28; [2.5].   | 10                  |
| 3     | Завдання на СРС №3: Скласти класифікацію похибок штангенциркуля ШЦ-1 і мікрометра типу МК.<br>Література: [1.9] стор. 7-26.   | 2                   |
| 4     | Завдання на СРС №4: Параметри розподілу випадкових результатів вимірювання і похибок вимірювання. Закони розподілу випадкових РВ і ПВ. Рівномірний розподіл, трикутний розподіл, нормальний розподіл. Нормована форма нормального розподілу <i>(самостійне вивчення за конспектом лекцій викладача)</i> .<br>Література: [1.1] стор. 42-50; [1.4] стор. 99-103. | 2                   |
| 5     | Завдання на СРС №5: Скласти алгоритм обробки результатів багатократних (n-разів) вимірювань лінійного розміру L штангенциркулем ШЦ-1 і мікрометром типу МК. Порівняти ці результати між собою за точністю.  | 2                   |
| 6     | Завдання на СРС №6: Математична обробка результатів непрямих вимірювань <i>(самостійне вивчення за конспектом лекцій викладача)</i> .<br>Література: [1.1] стор. 94-99; [1.2] стор. 55-59; [1.6] стор. 140-151; [1.11].   | 2                   |
| 7     | Завдання на СРС №7: Якість продукції. Сертифікація систем якості. Організаційно - методичні засади сертифікації в Україні. Регіональні та національна сертифікації. Система сертифікації сертифікації УкрСЕПРО. Міжнародна сертифікація.<br>Література: [2.8] стор. 82-106; [2.9].  | 2                   |
| 8     | Завдання на СРС №8: Вивчити згідно з ГОСТ 22520-85 вимоги до технічних характеристик датчиків тиску, розрідження і різності тисків з електричними аналоговими сигналами системи ГСП.  | 6                   |
| 9     | Завдання на СРС №9: Ознайомитися з нормуванням допусків і посадок в приладобудуванні.<br>Література: [1.10].  | 6                   |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 10 | Завдання на СРС №10: Ознайомитися з нормуванням допусків форми і розташування поверхонь в приладобудуванні.<br>Література: [1.10]. | 4 |
|----|--|---|

### 8. Індивідуальні завдання

Робочім навчальним планом за напрямом підготовки 6.051103 передбачено виконання в межах даного кредитного модуля індивідуального завдання у вигляді реферату.

Завдання на реферат передбачає аналіз сучасного стану і тенденцій розвитку вирішення різноманітних вимірювальних задач в умовах ЛА, а також дослідження сучасних тенденцій розвитку методів та засобів вимірювань конкретних фізичних величин.

Тематику рефератів формує викладач з урахуванням побажань студентів. Об'єм реферату 10 – 15 сторінок.

### 9. Контрольні роботи

Після вивчення навчального матеріалу розділу 1 проводиться перша частина МКР. До складу завдання першої МКР входять два питання з навчального матеріалу розділу 1, який віднесено до аудиторного та самостійного вивчення студентами (під час годин СРС).

Після вивчення навчального матеріалу розділу 2 проводиться друга частина МКР. До складу завдання другої МКР входять два питання з навчального матеріалу розділу 2, який віднесено до аудиторного та самостійного вивчення студентами (під час годин СРС).

Мета проведення МКР – перевірка рівня знань студентів навчального матеріалу, який віднесено до аудиторного та самостійного вивчення студентами.

Екзамен з дисципліни приймається усно за білетами, кожний білет містить два теоретичних питання і дві практичних задачі.

### 10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що отримуються за: 5 лабораторних робіт; 5 практичних занять; 2 частини модульної контрольної роботи (МКР); один реферат; відповідь на екзамені; активність на лекціях (заохочувальні бали). Семестровим контролем є екзамен.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

#### 1. Практичні заняття

Ваговий бал – 2 бали. Критерії оцінювання:

- "добре", виконання завдання заняття не менше ніж на 75%, добрі знання базового теоретичного матеріалу з тем за якими проводиться заняття – 2 бали;

- "задовільно", виконання завдання заняття приблизно на 60...75%, задовільне знання базового теоретичного матеріалу з тем за якими проводиться заняття – 1 бал;

- "незадовільно", виконання завдання заняття менше ніж на 60%, або відсутність на занятті – 0 балів.

Максимальна кількість балів за всі практичні заняття дорівнює  $26 \times 5 = 10$  балів.

## 2. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 4 бали. Критерії оцінювання:

- "відмінно", виконання завдання роботи не менше ніж на 90%, своєчасний захист роботи – 4 бали;
- "добре", виконання завдання роботи приблизно на 75...90%, теоретичні знання недостатні, або не своєчасний захист – 3 бали;
- "задовільно", виконання завдання роботи приблизно на 60...75%, або немає звіту, або слабкі теоретичні знання – 2 бал;
- "незадовільно", виконання завдання роботи менше ніж на 60%, або робота не виконувалась – 0 балів.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює  $46 \times 5 = 20$  балів.

## 3. Модульний контроль (одна МКР з 2-х частин)

Ваговий бал кожної частини МКР – 10 балів. Кількість балів, яку студент отримує за кожну частину МКР включає суму балів за контрольну роботу (максимально 8 балів) та балів за виконання завдань на СРС (відповідно до п. IV.2 робочої навчальної програми) на час проведення відповідної частини контрольної роботи (максимально 2 бали).

Критерії оцінювання кожної частини контрольної роботи:

- "відмінно", повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 7 балів;
- "добре", достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 6 балів;
- "задовільно", неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 5 балів;
- "незадовільно", незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Критерії оцінювання виконання завдань на СРС:

- повне виконання всіх завдань, матеріал виконаних завдань включено до конспекту лекцій студента – 2 бали;
- неповне виконання всіх завдань, або невиконання окремих завдань, або матеріал виконаних завдань включено до конспекту лекцій студента не в повному обсязі – 1 бал;
- виконано менше 60% завдань - 0 балів.

Максимальна кількість балів за кожну частину МКР дорівнює  $86 + 26 = 10$  балів.

Максимальна кількість балів за МКР дорівнює  $106 + 106 = 20$  балів.

## 4. Заохочувальні та штрафні бали за:

- творчу активність на заняттях – 2...1 бал;
- відсутність пропусків лекцій – 2...1 бал;
- несвоєчасне відпрацювання лабораторних занять, які пропущено - мінус 2...1 бал.

Максимальна кількість заохочувальних балів дорівнює 4 балам, а максимальна кількість штрафних балів дорівнює мінус 4 балам.

*Рейтингова шкала* з кредитного модуля складає

$$R = R_{CM} + R_{EM} = 506 + 506 = 100 \text{ балів, де:}$$

- $R_{CM}$  - максимальна сума балів за контрольні заходи протягом семестру (максимальна величина стартового рейтингу з кредитного модуля), яка складає  $R_C = 10 + 20 + 20 = 50$  балів;

-  $R_{EM} = 50$  балів - максимальна сума балів за відповідь на екзамені.

Умови позитивної проміжної атестації. Для отримання “зараховано” з проміжної атестації студент матиме не менше ніж 20 балів.

Рейтингова оцінка студента з кредитного модуля складає

$$RD = R_C + R_E,$$

де:  $R_C$  – стартовий рейтинг студента, як сума всіх рейтингових балів (отриманих за всі заходи) і заохочувальних (штрафних) балів. При цьому максимальна величина  $R_C$ , яку може отримати студент (з заохочувальними балами) складає 50 балів;  $R_E$  – сума балів отриманих за екзаменаційну контрольну роботу.

Необхідною умовою допуску до екзамену є відсутність заборгованостей з лабораторних робіт та стартовий рейтинг студента  $R_C \geq 25$  балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох запитань - теоретичного питання, яке перевіряє теоретичні знання студента, та практичної задачі, яка перевіряє практичні навички студента. Кожне запитання оцінюється в 25 балів.

Критерії оцінювання на екзамені теоретичного питання:

- "відмінно", повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 25...24 бали;
- "добре", достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 23...20 балів;
- "задовільно", неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 19...15 балів;
- "незадовільно", незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Критерії оцінювання на екзамені практичної задачі:

- "відмінно", повне, практично безпомилкове розв'язування задачі (не менше 90% потрібної інформації) – 25...24 бали;
- "добре", повне розв'язування задачі із несуттєвими неточностями (не менше 75% потрібної інформації) – 23...20 балів;
- "задовільно", розв'язування задачі виконано з певними недоліками (менше 60% потрібної інформації), або зовсім не виконано – 19...15 балів;
- "незадовільно", завдання не виконано – 0 балів.

Рейтингова оцінка студента переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею

| Рейтингові бали,<br>$RD$                                | Оцінка за університетською<br>шкалою |
|---|--------------------------------------|
| $95 \leq RD \leq 100$                                   | Відмінно                             |
| $85 \leq RD \leq 94$                                    | Дуже добре                           |
| $75 \leq RD \leq 84$                                    | Добре                                |
| $65 \leq RD \leq 74$                                    | Задовільно                           |
| $60 \leq RD \leq 64$                                    | Достатньо                            |
| $RD < 60$   | Незадовільно                         |
| Невиконання умов<br>допуску до семестрового<br>контролю | Не допущено                          |

## 11. Методичні рекомендації

Теми 1.2 і 1.3 є базовими темами розділу 1. При викладанні нового матеріалу цих тем необхідно приводити демонстраційні приклади класифікації ПВ, алгоритмів їх розрахунку та математичної обробки результатів вимірювань конкретних засобів вимірювань, які зараз використовуються як первинні датчики сучасних систем керування літальних апаратів.

При викладанні тем 2.1 і 2.2 доцільно приводити демонстраційні приклади стандартизації, уніфікації та взаємозамінюваності за різними параметрами в конструкціях конкретних приладів та систем літальних апаратів.

Індивідуальні заняття студенти проходять за конспектом лекцій викладача.

Лабораторні роботи виконуються студентами за графіком, розробленим викладачем. Захист результатів попередньої лабораторної роботи здійснюється в процесі виконання чергової лабораторної роботи. Всі лабораторні роботи повинні бути захищені до здачі екзамену з дисципліни.

## 12. Рекомендована література

### 12.1. Базова

1.1. Рудзит Я.А., Плуталов В.Н. Основы метрологии, точность и надежность в приборостроении: Учеб. пособие для студентов приборостроительных специальностей вузов.–М.: Машиностроение, 1991.–304 с.

1.2. Брянский Л.Н., Дойников А.С. Краткий справочник метролога: Справочник.–М.: Изд-во стандартов, 1991.–79 с.

1.3. Полишко С.П., Трубенко А.Д. Точность средств измерений: Учебн. пособие для вузов.–К.: Вища шк. Головное изд-во, 1988.–149 с.

1.4. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники.–К.: Вища шк. Головное издательство, 1985.–455 с.

1.5. Юдин М.Ф., Селиванов М.Н., Тищенко О.Ф., Скороходов А.И. Основные термины и определения в области метрологии. Словарь-справочник.–М.: Изд-во стандартов, 1989.–113 с.

1.6. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб: В 2-х кн.–М.: Изд-во стандартов, 1990.–Кн. 1.–С. 1-428.

1.7. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб: В 2-х кн.–М.: Изд-во стандартов, 1990.–Кн. 2.–С. 529-960.

1.8. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.–М.: Машиностроение, 1974.–472 с.

1.9. Вимірювання механічних величин та перевірка їх засобів вимірювань: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Метрологія, стандартизація та сертифікація" та "Метрологія та стандартизація" / Уклад.: М.Г. Черняк. - К.: НТУУ «КПІ», 2015.- 93с.

1.10. Методичні вказівки до вивчення курсу "Метрологія, стандартизація та теорія вимірювань". Тема "Вивчення метрологічних характеристик засобів вимірювань за експериментальними даними" / Укл. Черняк М.Г. – К. : НТУУ "КПІ", 2000.-32с.

1.11. Метрология, стандартизація і теорія вимірювань. Метрологія і стандартизація: Метод. указання к выполн. лабор. работ для иностран. студ. направлений подготов. “Авионика” и “Авиа- и ракетостроение” / Сост. Н.Г. Черняк. – К.: НТУУ “КПИ”, 2008. – Ч.1.: Механические измерения. – 36 с.

1.12. Метрология, стандартизація і теорія вимірювань. Метрологія і стандартизація: Метод. указання к выполн. лабор. работ для иностран. студ. направлений подготов. “Авионика” и “Авиа- и ракетостроение” / Сост. Н.Г. Черняк. – К.: НТУУ “КПИ”, 2008. – Ч.2.: Проверка средств механических измерений. – 32 с.

## 12.2. Допоміжна

2.1. Шабалин С.А. Прикладная метрология в вопросах и ответах.– М.: Изд-во стандартов, 1990.-192 с.

2.2. ГОСТ 16263-70. Метрология. Термины и определения.

2.3. ОСТ 81117-81. Единицы физических величин.

2.4. ГОСТ 8.009-84. Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений.

2.5. Система государственных стандартов “Государственная система приборов (ГСП)”

2.6. ГОСТ 8.179-76. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерения постоянного линейного ускорения твердого тела в диапазоне 0.001-200м/с<sup>2</sup>.

2.7. Технічні описи (ТО) та технічні умови (ТУ) на засоби вимірювань механічних величин типу ОДГ-10, КО-10, КО-60, МБС-9.

## 13. Інформаційні ресурси

1. Аристов, А.И. Метрология, стандартизація, сертификація [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев, Д.С. Фатюхин. –М.: ИНФРА-М, 2012. –256 с.-Режим доступа: <http://znanium.com> /-Загл. с экрана.

2. Книги и учебные материалы по метрологии, стандартизации и сертификации [Электронные ресурсы] – Режим доступа: [http:// www.metrob.ru](http://www.metrob.ru) .

3. Нормативно-технічна документація, навчальна та спеціальна література з метрології [Электронні ресурси] – Режим доступу: [http:// antic-r.narod.ru](http://antic-r.narod.ru) [antic-r.narod.ru/doc.htm](http://antic-r.narod.ru/doc.htm) .

4. Книги по метрологии. Радиолюбительская библиотека [Электронные ресурсы] – Режим доступа: [http:// www. http://rbook.ucoz.ru/publ/metrologija](http://www.http://rbook.ucoz.ru/publ/metrologija)

5. Ревенков, А.В. Теория и практика решения технических задач [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.В. Ревенков, Е.В. Резчикова. -2 е изд., испр. и доп. М.:Форум, 2009.-384 с. -Режим доступа: <http://znanium.com> /-Загл. с экрана.

### ДОДАТКИ:

1. Додаток А. Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля “Метрологія, стандартизація та сертифікація”.