

**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)

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

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

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

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

**МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ НАВІГАЦІЙНИХ  
СЕНСОРІВ ТА ПРИЛАДІВ**

Код модуля З/П

(назва та код кредитного модуля)

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

**кредитного модуля**

**підготовки** доктора філософії  
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

**галузі знань** 17 "Електроніка та телекомунікації"  
(шифр і назва)

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

**спеціалізації** \_\_\_\_\_  
(назва)

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

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

Протокол від \_\_\_\_\_ 2018р. № \_\_\_\_  
Голова методичної комісії

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Київ – 2018

Робоча програма кредитного модуля Методи забезпечення точності та надійності навігаційних сенсорів та приладів  
(назва кредитного модуля)

для спеціальності 173 "Авіоніка",  
освітньо-кваліфікаційного рівня доктора філософії у галузі знань 17 "Електроніка та телекомунікації", за денною/заочною формою навчання  
складена відповідно до програми навчальної дисципліни Методи забезпечення точності та надійності навігаційних сенсорів та приладів  
(назва навчальної дисципліни)

Розробник робочої програми:

доцент, к.т.н., доцент Черняк М.Г.  
(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

\_\_\_\_\_  
(підпис) В.В. Сухов  
(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
<p style="text-align: center;">Галузь знань <u>17 "Електроніка та телекомунікації"</u> (шифр і назва)</p>	<p style="text-align: center;">Назва дисципліни, до якої належить кредитний модуль <u>Методи забезпечення точності та надійності навігаційних сенсорів та приладів</u></p>	<p style="text-align: center;">Форма навчання <u>Денна/заочна</u> (денна / заочна)</p>
<p style="text-align: center;">Напрямок підготовки _____</p> <p style="text-align: center;">(шифр і назва)</p>	<p style="text-align: center;">Кількість кредитів ECTS <u>4</u></p>	<p style="text-align: center;">Статус кредитного модуля <u>за вибором студентів</u> (нормативний або за вибором ВНЗ/студентів)</p>
<p style="text-align: center;">Спеціальність <u>173 "Авіоніка"</u> (шифр і назва)</p>	<p style="text-align: center;">Кількість розділів <u>1</u></p>	<p style="text-align: center;">Цикл до якого належить кредитний модуль <u>професійної та практичної підготовки</u></p>
<p style="text-align: center;">Спеціалізація _____</p> <p style="text-align: center;">(назва)</p>	<p style="text-align: center;">Індивідуальне завдання <u>реферат</u> (вид)</p>	<p style="text-align: center;">Рік підготовки <u>2</u></p> <hr/> <p style="text-align: center;">Семестр <u>3</u></p>
<p style="text-align: center;">Освітньо-кваліфікаційний рівень <u>доктора філософії</u></p>	<p style="text-align: center;">Загальна кількість годин <u>120</u></p>	<p style="text-align: center;">Лекції <u>18</u> год.</p>
		<p style="text-align: center;">Практичні (семінарські) _____ год.</p>
	<p style="text-align: center;">Лабораторні (комп'ютерний практикум) <u>18</u> год.</p>	
	<p style="text-align: center;">Тижневих годин: аудиторних – <u>2</u> СРС – <u>4,7</u></p>	<p style="text-align: center;">Самостійна робота <u>84</u> год., у тому числі на виконання індивідуального завдання _____ год.</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Вид та форма семестрового контролю <u>диф. залік, усний</u> (екзамен / залік / диф. залік; усний / письмовий / тестування тощо)</p>

Кредитний модуль «Методи забезпечення точності та надійності навігаційних сенсорів та приладів» формує теоретичні знання та практичні навички з точності і надійності (метрологічної) результатів вимірювань навігаційних сенсорів та

приладів, методи та засоби забезпечення точності і надійності навігаційних сенсорів на етапах їх досліджень, розробки, виробництва і експлуатації у складі сучасних систем навігації та керування авіаційної та ракетно-космічної техніки.

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

### **2.1. Мета кредитного модуля.**

Метою кредитного модуля є формування у студентів PhD (аспірантів) наступних професійних компетентностей, визначених в освітньо-науковій програмі доктора філософії з спеціальності 173 "Авіоніка":

- здатність забезпечувати точність та надійність навігаційних сенсорів (НС) та приладів (НП) (ПК-5);
- здатність самостійно виконувати науково-дослідну діяльність у галузі авіоніки із використанням сучасних теорій, методів та інформаційно-комунікаційних технологій (ПК-1);
- здатність розробляти сучасні системи керування та пілотажно-навігаційні роботизовані системи та комплекси (ПК-4).

### **2.2. Основні завдання кредитного модуля.**

Згідно з вимогами освітньо-науковій програмі студенти PhD (аспіранти) після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **знання:**

- основ точності та надійності сучасних навігаційних вимірювань;
- сучасних математичних моделей похибок навігаційних сенсорів та їх вплив на похибки систем навігації та керування авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- методів та засобів ідентифікації математичних моделей похибок навігаційних сенсорів шляхом їх випробувань;
- основ сучасних структурних та алгоритмічних методів забезпечення точності і надійності навігаційних сенсорів на етапах їх досліджень, розробки, виробництва і експлуатації у складі сучасних систем навігації та керування авіаційної та ракетно-космічної техніки;

#### **уміння:**

- розробляти математичних моделей похибок, розраховувати похибки та виконувати аналіз точності вимірювань навігаційних сенсорів та систем навігації та керування на їх основі в умовах експлуатації авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- ідентифікувати шляхом випробувань коефіцієнти математичних моделей похибок навігаційних сенсорів при дії різноманітних впливаючих величин (відповідно до умов експлуатації об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки);
- структурно та алгоритмічно забезпечувати точність і надійність навігаційних сенсорів на етапах їх досліджень, розробки, виробництва і експлуатації у складі сучасних систем навігації та керування авіаційної та ракетно-космічної техніки;

- підвищувати до сучасного рівня структурними та алгоритмічними методами точність існуючих навігаційних сенсорів і систем навігації та керування на їх основі.

### 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
<i>Тема 1.1. Метрологічні моделі основних (ОП) і додаткових похибок (ДП) НС как векторних вимірювальних перетворювачів в умовах експлуатації.</i>	19	4		3	12
<i>Тема 1.2. Методи та засоби ідентифікації параметрів метрологічних моделей НС шляхом їх стендових випробувань.</i>	20	4		6	10
<i>Тема 1.3. Метрологічні моделі вихідних сигналів та вимірювальних величин тривісних блоків АК та ДКШ комплексів командних приборів БНС.</i>	16	3		3	10
<i>Контрольна робота 1. Перша частина МКР за т темами 1 і 2</i>	3	1			2
<i>Тема 2.1. Забезпечення точності та метрологічної надійності НС на етапі досліджень та розробки НС (приладів).</i>	12	2		2	8
<i>Тема 2.2. Забезпечення точності та метрологічної надійності НС на етапі виробництва НС (приладів).</i>	7	2			5
<i>Тема 2.3. Забезпечення точності та метрологічної надійності НС на етапі експлуатації НС (приладів).</i>	10	1		4	5
<i>Контрольна робота 2. Друга частина МКР за темами 3 і 4</i>	3	1			2
<i>Екзамен</i>	30				30
<b>Всього годин</b>	<b>120</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>84</b>

### 4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
-------	--

	<b>Розділ 1. Сучасні метрологічні моделі (ММ) навігаційних сенсорів (приладів) в умовах експлуатації на об'єктах авіаційної і ракетно-космічної техніки, та методи ідентифікації параметрів цих моделей шляхом випробувань</b>
	Тема 1.1. Метрологічні моделі основних (ОП) і додаткових похибок (ДП) НС как векторних вимірювальних перетворювачів в умовах експлуатації
1	Метрологічна модель сумарної похибки (адитивної, мультиплікативної та похибки від не лінійності) НС. Модель адитивної похибки "зміщення нуля" НС (температурна, від довгострокової нестабільності, від нелінійності, додаткові від параметрів руху основи) (температурна, від невідтворюваності, від дрейфу у запуску, від гістерезису, від порогової чутливості та розподільної здатності, додаткові від параметрів руху основи). Динамічний діапазон НС. Література: [1.1] стор. 11-34; [1.4] стор. 5-45; [2.2] стор. 2-10.
2	Модель мультиплікативної похибки НС (температурна, від довгострокової нестабільності, від нелінійності, додаткові від параметрів руху основи). Модель додаткової вібраційної похибки НС в умовах польоту на об'єктах ракетно-космічної техніки. Модель динамічної похибки НС. Література: [1.1] стор. 103-155; [1.10] стор. 14-71; [2.3] стор. 10-85.
	Тема 1.2. Методи та засоби ідентифікації параметрів метрологічних моделей НС шляхом їх стендових випробувань
3	Методи та засоби ідентифікації параметрів ММ адитивної похибки (АП) "зміщення нуля" НС (на прикладі навігаційних акселерометрів (АК) і датчиків кутової швидкості (ДКШ) БІНС). Методи та засоби ідентифікації параметрів ММ мультиплікативної похибки (МП) НС (на прикладі навігаційних АК і ДКШ БІНС). Література: [1.6] стор. 391-402; [1.7].
4	Методи та засоби ідентифікації параметрів ММ вібраційної похибки НС (на прикладі навігаційних АК БІНС). Стендові калібрування НС (на прикладі навігаційних АК і ДКШ БІНС). Формування вимог до стендового обладнання виходячи з заданої точності ідентифікації параметрів метрологічних моделей НС. Вибір стендового обладнання (на прикладі навігаційних АК і ДКШ БІНС). Література: [1.6] стор. ;47-74; [1.7].
	Тема 1.3. Метрологічні моделі вихідних сигналів та вимірювальних величин тривісних блоків АК та ДКШ комплексів командних приборів БІНС.
5	Ідентифікація регресійної однофакторної моделі за даними активного експерименту. Умови проведення активного експерименту. Перевірка гіпотези про однорідність дисперсій, обчислення дисперсії відтворюваності вихідного параметра в дослідах матриці. Перевірка адекватності ідентифікованої моделі. Література: [1.6] стор. ;409-415; [1.7].
13	Ідентифікація регресійної багатофакторної моделі за даними активного експерименту. Особливості планування багатофакторного експерименту.

	<p>Розробка матриці планування. Розрахунок статистичних характеристик, обчислення коефіцієнтів моделі, оцінка значущості отриманих коефіцієнтів регресії. Перевірка адекватності отриманої моделі.</p> <p>Література: [1.6] стор. ;416-431; [1.7].</p> <p>Перша частина МКР за темами 1 і 2.</p> <p>Завдання на СРС №2</p>
	<p>Тема 3. Теоретичні основи та організація випробувань</p>
14,15	<p>Класифікація випробувань на стадіях розробки, виробництва та експлуатації виробів. Основні поняття в галузі випробувань та контролю якості виробів. Категорії та види випробувань на стадіях розробки, виробництва та експлуатації виробів.</p> <p>Література: [1.1] стор. 55-97; [1.2] стор. 133-140, 152-155; [1.12] стор. 87-108.</p> <p>Завдання на СРС №3</p>
	<p>Тема 4. Метрологічні випробування навігаційних систем та їх чутливих елементів</p>
16,17	<p>Визначальні випробування та калібрування блоку акселерометрів (БА) безплатформенної інерціальної навігаційної системи (БІНС), як приклад виконання прийомоздавальних метрологічних випробувань. Об'єкт випробувань, метрологічна модель вихідних сигналів БА, метод випробувань, стенд для проведення випробувань, програма та методика випробувань, перевірки точності ідентифікації коефіцієнтів метрологічної моделі вихідних сигналів БА.</p> <p>Література: [1.8] стор. 38-65; [1.11] стор. 280-301, [1.12].</p>
18,19	<p>Визначальні випробування вимірювальних каналів акселерометрів (ВКА) безплатформенної системи орієнтації (БСО), як приклад виконання експлуатаційних дослідних випробувань. Об'єкт випробувань, мета випробувань і вихідні дані, що обґрунтовують необхідність проведення означальних експлуатаційних випробувань БСО. Методики випробувань та стенд для проведення випробувань, перевірки точності отриманих результатів випробувань.</p> <p>Література: [1.8] стор. 126-147; [1.11] стор. 280-301; [1.12].</p>
20,21	<p>Контрольні випробування інерціального вимірювального модуля (ІВМ) БІНС, як приклад виконання експлуатаційних контрольних випробувань. Об'єкт випробувань, мета випробувань і обґрунтування необхідності проведення контрольних експлуатаційних випробувань ІВМ БІНС, метрологічні моделі вихідних сигналів ІВМ, обґрунтування необхідності проведення контрольних експлуатаційних випробувань ІВМ БІНС. Контрольні випробування каналів вимірювання лінійного прискорення ІВМ, контрольні випробування каналів вимірювання кутової швидкості ІВМ.</p> <p>Література: [1.8] стор. 126-147; [1.11] стор. 305-355; [1.12].</p> <p>Друга частина МКР за темами 3 і 4.</p> <p>Завдання на СРС №4</p>
22	<p>Диференційований залік з дисципліни.</p>

## 5. Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять – закріпити у студентів, шляхом практичного виконання лабораторних робіт на лабораторному обладнанні та реальних пристроях що вивчаються, теоретичних положень кредитних модулів ПП.Н.03/1 і ПП.Н.03/2, 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	Калібрування та паспортизація параметрів функцій перетворення двовісного датчика кутів нахилу об'єкта (ДКН) на мікромеханічних акселерометрах	4
2	Дослідження алгоритма роботи та основних похибок ДКН об'єкта на мікромеханічних акселерометрах	3
3	Ідентифікація та алгоритмічна компенсація температурних похибок ДКН об'єкта на мікромеханічних акселерометрах	4
4	Калібрування блоку акселерометрів БНС на одновісному поворотному стенді	8

## 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Завдання на СРС №1: Скласти таблиці значень найбільш важливих зовнішніх ВФ для апаратури, що встановлюється на наступні рухомі об'єкти: наземні; морські; авіаційні; ракетні; космічні. Література: [1.1] стор. 18-84; [1.4].	4
2	Завдання на СРС №2: Скласти план експерименту з ідентифікації параметрів функції перетворення (ФП) навігаційного акселерометра (види ФП: пряма лінійна, пряма поліноміальна квадратична, пряма поліноміальна кубічна, зворотна лінійна, зворотна поліноміальна квадратична, зворотна поліноміальна кубічна). Література: [1.6]; [1.7]; [1.8].	4
3	Завдання на СРС №3: Розробити програму та методику механічних або кліматичних випробувань вимірювального перетворювача (ВП) (тип ВП та види випробувань визначає викладач), скласти схеми випробувань та вибрати обладнання для проведення випробувань. Література: [1.1]; [1.5]; [1.10]; [2.1].	2



4	Завдання на СРС №4. Розробити програму та методику метрологічних випробувань блоку чутливих елементів (БЧЕ) навігаційної системи, або системи орієнтації рухомого об'єкту (тип системи, тип чутливих елементів її БЧЕ, та види випробувань визначає викладач), скласти схеми випробувань та вибрати обладнання для проведення випробувань. Література: [1.1]; [1.4]; [1.5]; [1.8]; [1.11]; [1.12].	6
---	---	---

### 7. 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 випробувань навігаційних систем та їх чутливих елементів (тип приладу вказано в індивідуальному завданні кожному студенту), а також розробку програми та методики їх випробувань (тип випробування також вказано в індивідуальному завданні кожному студенту).

Напрямки тематики рефератів додаються до робочої програми (Додаток Б). Об'єм реферату – 15-20 сторінок.

### 8. Контрольні роботи

Після вивчення навчального матеріалу тем 1 і 2 проводиться перша модульна (тематична) контрольна робота (перша частина МКР) тривалістю 1 академічна година. До складу завдання МКР входять два питання з навчального матеріалу, який віднесено до аудиторного та самостійного вивчення студентами (під час годин СРС).

Після вивчення навчального матеріалу тем 3 та 4 проводиться друга модульна (тематична) контрольна робота (друга частина МКР) тривалістю 1 академічна година. До складу завдання МКР входять два питання з навчального матеріалу, який віднесено до аудиторного та самостійного вивчення студентами (під час годин СРС).

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

### 9. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що отримуються за: 4 лабораторні роботи; 2 частини модульної контрольної роботи (МКР); активність на лекціях (заохочувальні бали). Семестровим контролем є диференційований залік.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 11 балів. Критерії оцінювання:

- "відмінно", виконання завдання виконання завдання роботи не менше ніж на 90%, своєчасний захист роботи – 11 балів;
- "добре", виконання завдання роботи приблизно на 75...90%, теоретичні знання недостатні, або не своєчасний захист – 10...8 балів;
- "задовільно", виконання завдання роботи приблизно на 60...75%, або немає звіту, або слабкі теоретичні знання – 7...6 балів;
- "незадовільно", виконання завдання роботи менше ніж на 60%, або робота не виконувалась – 0 балів.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює  $116 \times 4 = 44$  бали.

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

Ваговий бал кожної частини МКР – 20 балів. Кількість балів, яку студент отримує за кожну частину МКР включає суму балів за контрольну роботу (максимально 14 балів) та балів за виконання завдань на СРС (відповідно до п. IV.2 робочої навчальної програми) на час проведення відповідної частини контрольної роботи (максимально 6 балів).

Критерії оцінювання кожної частини контрольної роботи:

- "відмінно", повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 14...13 балів;
- "добре", достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 12...11 балів;
- "задовільно", неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 10...8 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 – 6 балів;
- неповне виконання всіх завдань, або невиконання окремих завдань, або матеріал виконаних завдань включено до конспекту лекцій студента не в повному обсязі – 5...4 балів;
- виконано менше 60% завдань - 0 балів.

Максимальна кількість балів за кожну частину МКР дорівнює  $146 + 66 = 20$  балів.

Максимальна кількість балів за МКР дорівнює  $206 + 206 = 40$  балів.

## 3. Реферат

Ваговий бал – 16 балів. Критерії оцінювання:

- "відмінно", творчий підхід до розкриття проблеми – 15...16 балів;
- "добре", глибоке розкриття проблеми, відображена власна позиція – 14...13 балів;
- "задовільно", обґрунтоване розкриття проблеми з певними недоліками – 12...10 балів;
- "незадовільно", тему не розкрито, реферат не захищений – 0 балів.

Максимальна кількість балів за виконання реферату дорівнює 16 балів.

4. Заохочувальні та штрафні бали за:

- творчу активність на заняттях – 4...2 бали;
- відсутність пропусків лекцій – 4...2 бали;
- затримка з захистом реферату – мінус 4...2 бали;
- несвоєчасне відпрацювання лабораторних занять, які пропущено - мінус 4...2 бали;
- несвоєчасна здача реферату на перевірку - мінус 4...1 бал.

Максимальна кількість заохочувальних балів дорівнює 8 балам, а максимальна кількість штрафних балів дорівнює мінус 8 балам.

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру (рейтингова шкала з дисципліни) складає  $R = 44+40+16 = 100$  балів.

Умови позитивної проміжної атестації. Для отримання “зараховано” з першої проміжної атестації (4 тиждень) студент матиме не менше ніж 23 бали (за умови, якщо на початок 4 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів “ідеальний” студент має отримати 46 балів).

Для отримання “зараховано” з другої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менше ніж 45 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів “ідеальний” студент має отримати 90 балів).

Рейтингова оцінка студента з кредитного модуля складає  $RD = R_C + r_S$ , де  $R_C$  – сума всіх рейтингових балів отриманих за всі заходи;  $r_S = 1...8$  - сума заохочувальних та штрафних балів. При цьому максимальна оцінка кредитного модуля, яку може отримати студент (з заохочувальними балами) складає 100 балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є відсутність заборгованостей з лабораторних робіт, позитивна оцінка з реферату та попередній (стартовий) рейтинг студента  $RD \geq 40$  балів. Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг не менш ніж 60 балів мають можливість отримати залік з дисципліни "автоматом". Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше ніж 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку у системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу ( $R_{кр}$ ). При цьому до балів з реферату ( $R_{реф}$ ) додаються бали за залікову контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною для визначення залікової оцінки з кредитного модуля, тобто

$$RD = R_{реф} + R_{кр} .$$

Контрольне завдання цієї роботи складається з двох питань - теоретичного питання, яке перевіряє теоретичні знання студента, та практичної задачі, яка перевіряє практичні навички студента. Кожне питання оцінюється в 42.

Критерії оцінювання теоретичного питання:

- "відмінно", повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 42...38 балів;
- "добре", достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 37...31 балів;
- "задовільно", неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 30...25 балів;

- "незадовільно", незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Критерії оцінювання практичної задачі:

- "відмінно", повне, практично безпомилкове розв'язування задачі (не менше 90% потрібної інформації) – 42...38 балів;

- "добре", повне розв'язування задачі із несуттєвими неточностями (не менше 75% потрібної інформації) – 37...31 балів;

- "задовільно", розв'язування задачі виконано з певними недоліками (не менше 60% потрібної інформації) – 30...25 балів;

- "незадовільно", розв'язування задачі виконано з недоліками (менше 60% потрібної інформації), або зовсім не виконано – 0 балів.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею

Бали RD	Залікова оцінка ECTS	Залікова традиційна оцінка
95...100	A	відмінно
85...94	B	добре
75...84	C	
65...74	D	задовільно
60...64	E	
< 60	FX	незадовільно
< 40, або: реферат не зараховано; є заборгованості з лабораторних робіт	F	не допущено

## 10. Методичні рекомендації

Теми 2, 3, 4 є базовими темами кредитного модуля. При викладанні нового матеріалу цих тем необхідно приводити демонстраційні приклади організації та виконання випробувань конкретних засобів вимірювань, які зараз використовуються як первинні датчики сучасних систем керування літальних апаратів.

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 заліку з дисципліни.

Інформаційно-методичне забезпечення кредитного модуля включає: опис кредитного модуля; положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля; методичні вказівки для виконання лабораторних робіт; інструктивно-методичні матеріали для виконання інструктивно-методичні матеріали (розділи конспекту лекцій викладача та інші) для виконання завдань на СРС.

## **11. Рекомендована література**

### **11.1. Базова**

- 1.1. Глудкин О.П. Методы и устройства испытаний РЭС и ЭВС: Учеб. пособие для вузов.–М.: Высш. шк., 1991.–336 с.
- 1.2. 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.
- 1.3. 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.
- 1.4. ГОСТ РВ 20.304-98. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам.
- 1.5. ГОСТ 20.57.406-81. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний.
- 1.6. Куликовский К.Л., Купер В.Я. Методы и средства измерений: Учеб. пособие для вузов.–М.: Энергоатомиздат, 1986.–448 с.
- 1.7. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов/К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер и др.–М.: Мир, 1977.–552 с.
- 1.8. Синельников А.Е. Низкочастотные линейные акселерометры. Методы и средства поверки и градуировки.–М.: Изд-во стандартов, 1979.– 176 с.
- 1.9. 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.
- 1.10. А. Ленк, Ю. Ренитц. Механические испытания приборов и аппаратов.–М.: Мир, 1976.–195 с.
- 1.11. Инерциальные системы управления / Под ред. Д. Питмана. - М.: Воен. Изд-во Мин. Обороны СССР, 1964. – 456 с.
- 1.12. Коновалов С.В., Никитин Е.А., Селиванова Л.М. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем. Часть 3. Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гиринонтеграторы. Учебное пособие / Под ред. Д. С. Пельпора. - М.: Высшая школа, 1980. – 128 с.

### **11.2. Допоміжна**

- 2.1. Испытательная техника/Под ред. В.В. Ключева.- М.: Машиностроение, 1982. Кн. 1, 2.
- 2.2. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов.
- 2.3. Батуев Г.С. и др. Инженерные методы исследования ударных процессов. .–М.: Машиностроение, 1977.–240 с.
- 2.4. 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.
- 2.5. ГОСТ 8.009-84. Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений.
- 2.6. Система государственных стандартов “Государственная система приборов (ГСП)”

## 12. Інформаційні ресурси

1. Нормативно-технічна документація, навчальна та спеціальна література з випробувань та метрології [Електронні ресурси] – Режим доступу: [http:// antic-r.narod.ru/doc.htm](http://antic-r.narod.ru/doc.htm) .
2. Аристов, А.И. Метрология, стандартизация, сертификация [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.
3. 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.
4. Сизиков, В.С. Обратные прикладные задачи и MatLab [Электронный ресурс] / В.С.Сизиков // 1-е изд., 2011. –256 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/> -Загл. с экрана

### ДОДАТКИ:

1. Додаток А. Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля “Випробування технічних систем”.