

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ФАКУЛЬТЕТ АВІАЦІЙНИХ І КОСМІЧНИХ СИСТЕМ

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Вченою радою факультету  
авіаційних та космічних систем  
Протокол № \_\_\_\_ від 27.02.2017 року

Голова Вченої ради

О.В.Збруцький

**ПРОГРАМА**

додаткового випробування для вступу на освітньо-професійну  
програму підготовки магістра  
спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка  
по спеціалізації «Метрологія та вимірювальна техніка»

Програму рекомендовано кафедрою  
інформаційно-вимірювальної техніки  
Протокол № 16 від 08.02.2017 рок

Завідувач кафедри

Н.А.Яремчук

Київ-2017

## Вступ

Метою додаткового вступного випробування є оцінка рівня професійних компетенцій, що відповідають освітньо-кваліфікаційній характеристиці бакалавра за спеціальністю «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка».

Додаткове випробування проводиться за матеріалами 2-х дисциплін навчального плану підготовки бакалаврів:

1. Метрологія та вимірювання.
2. Вимірювальні прилади.

Екзаменаційний білет додаткового вступного випробування складається з п'яти запитань:

- три – теоретичних за трьома розділами програми,
- два – задачі (за 4-м і 5-м розділами).

Час виконання додаткового вступного випробування обмежено 2 годинами (120 хвилин – без перерви).

# ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

## 1. Загальні поняття метрології.

- 1.1. Визначення метрології. Властивість і величина. Розмір і рід величини (ст.14, 15).
- 1.2. Основні і похідні величини. Розмірність величини (ст.20, 21).
- 1.3. Одиниці вимірювання, основні та похідні. Міжнародна система одиниць SI (ст.23-26).
- 1.4. Вимірювання, види вимірювань (ст.29-31).
- 1.5. Результат вимірювання, невизначеність вимірювання (ст.31-34).
- 1.6. Процедура вимірювання, вимірювальні операції (ст.34-35).
- 1.7. Засоби вимірювальної техніки (ст.35-38).
- 1.8. Методи вимірювання. Метод зіставлення. Метод зрівноваження (ст.38-40).
- 1.9. Методи вимірювання. Метод одного збігу, метод Ноніуса. Диференційний метод вимірювання. Метод заміщення.

## 2. Похибки вимірювання.

- 2.1. Характеристики якості вимірювання: точність вимірювання; правильність вимірювання; збіжність результатів вимірювання; відтворюваність вимірювань (ст.43, 44).
- 2.2. Визначення похибки вимірювання, абсолютна похибка, відносна похибка (ст.45).
- 2.3. Систематична похибка, випадкова похибка, адитивна похибка, мультиплікативна похибка (ст.46, 47).
- 2.4. Статична похибка, динамічна похибка, методична похибка, інструментальна похибка, основна похибка, додаткова похибка (ст.47, 48).

- 2.5. Розподіл випадкових похибок, точкові характеристики випадкових похибок: математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення (ст.61-63).
- 2.6. Інтервальні характеристики випадкових похибок (ст.65, 66).
- 2.7. Нормування класів точності засобів вимірювальної техніки.  
Нормування класу точності за відносною похибкою (ст.87-89).
- 2.8. Нормування класу точності за зведеною похибкою (ст.90-92).
- 2.9. Нормування класу точності за двома складовими похибки.  
Позначення класів точності засобів вимірювальної техніки (ст.92-95).

### **3. Вимірювальні прилади.**

- 3.1. Вимірювальний перетворювач з розімкненою структурною схемою (ст.149-152).
- 3.2. Вимірювальний перетворювач з замкненою структурною схемою (ст.153-155).
- 3.3. Похибка цифрових засобів вимірювання від квантування (ст.204-206).
- 3.4. Похибка квантування часового інтервалу (ст.206-208).
- 3.5. Математична модель цифрових засобів вимірювання або рівняння вимірювання (ст.208-210).
- 3.6. Квантування і дискретизація (ст.201-203).
- 3.7. Види вимірювальних перетворювачів (ст.141-142).
- 3.8. Характеристики вимірювальних перетворювачів (ст.142-145).
- 3.9. Похибки вимірювальних перетворювачів (ст.145-148).

#### **4. Оцінювання похибки прямого одноразового вимірювання. Подання результату вимірювання з невизначеністю.**

Приклади практичних завдань:

4.1. Клас точності засобу вимірювання позначено як 0,5/0,2. Знайти абсолютну похибку при вимірюванні напруги 50 В, якщо діапазон засобу вимірювання становить 100 В.

4.2. На амперметрі з нормованим максимальним значенням струму 100 мА нанесено позначення класу точності 0,5, що відповідає зведеній похибці 0,5%. Знайти відносну похибку вимірювання струму 20 мА у відсотках.

4.3. При обробці даних дев'яти вимірювань отримано значення вибіркового середнього квадратичного відхилення  $S = 0,9$  В. Знайти розширену невизначеність результату вимірювання (середнього арифметичного значення) з ймовірністю 0,95, якщо коефіцієнт Стюдента за умови 9-ти вимірювань дорівнює 2,3. Розширену невизначеність подати з заокругленням до двох значущих цифр.

#### **5. Оцінювання похибки опосередкованого вимірювання.**

Приклади практичних завдань.

5.1. При вимірюванні двох величин  $x_1$  і  $x_2$  студент отримав наступні результати:  $x_1 = 10$  см;  $\Delta_1 = -1$  см;  $x_2 = 20$  см;  $\Delta_2 = 2$  см; де  $\Delta_1$  і  $\Delta_2$  - систематичні похибки. Знайти відносну систематичну похибку суми  $x_1 + x_2$  (у відсотках).

5.2. При прямих вимірюваннях отримано наступні результати :

$a = (5 \pm 1)$  см;  $b = (18 \pm 2)$  см;  $c = (20 \pm 1)$  см.

Обчисліть розширену невизначеність з рівнем довіри  $P = 1$  (максимальну границю інтервалу) для опосередкованого вимірювання величини  $y$ , що визначається як  $y = a + b + c$  (в сантиметрах).

5.3. При прямому вимірюванні отримано наступний результат:

$m=(18 \pm 1)$  г. Обчисліть розширену невизначеність з рівнем довіри  $P = 1$  (максимальну границю інтервалу) для опосередкованого вимірювання величини  $y$ , що визначається як  $y = 4 m$  (в грамах).

5.4. При прямому вимірюванні отримано наступний результат:

$r=(5.0 \pm 0.1)$  см. Обчисліть максимальну відносну похибку (за модулем), опосередкованого вимірювання величини  $y$ , що визначається як  $y = r^2$ .

Відносну похибку подати у відсотках.

5.5. При прямих одноразових вимірюваннях отримано наступні

результати:  $a=(5 \pm 1)$  см;  $b=(18 \pm 2)$  см;  $c=(20 \pm 1)$  см. Обчисліть

комбіновану стандартну невизначеність для опосередкованого

вимірювання величини  $y$ , що визначається як  $y=a+b+c$ . Обчислення

провести за умов рівномірного розподілу похибок прямого вимірювання,

тобто за умов  $u = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$ . Результат подати в см з заокругленням до двох

значущих цифр.

## Приклад екзаменаційного білета (завдання)

1. Засоби вимірювальної техніки .
2. Розподіл випадкових похибок, точкові характеристики випадкових похибок: математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення.
3. Вимірювальний перетворювач з замкненою структурною схемою.
4. На амперметрі з нормованим максимальним значенням струму 100 мА нанесено позначення класу точності 0,5, що відповідає зведеній похибці 0,5%. Знайти відносну похибку вимірювання струму 20 мА у відсотках.
5. При прямому вимірюванні отримано наступний результат:  
 $r = (5.0 \pm 0.1)$  см. Обчисліть максимальну відносну похибку (за модулем), опосередкованого вимірювання величини  $y$ , що визначається як  $y = r^2$ .  
Відносну похибку подати у відсотках.

## Прикінцеві положення

1. При складанні комплексного фахового випробування дозволяється користуватися калькулятором і довідниками з таблицями для статистичних обчислень.

2. Критерії оцінювання.

Максимальна результуюча оцінка відповіді за білетом R складає 100 балів.

Оцінювання кожної відповіді на завдання білету  $R_i$  проводиться в балах, виходячи з наступних критеріїв

$R_i$	Критерії оцінювання
95...100	Відповідь правильна. Зауважень немає.
85...94	Відповідь правильна. Незначні зауваження.
75...84	Відповідь правильна, але є зауваження.
65...74	Відповідь неповна.
60...64	Відповідь неповна. Суттєві зауваження.
0...59	Відсутність повної відповіді. Багато помилок.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) за білет

його результуюча рейтингова оцінка R обчислюється за формулою  $R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$ , де

$n$  - кількість завдань в білеті та переводиться згідно з таблицею:

R	Оцінка ECTS та визначення	Чисельний еквівалент
95...100	A	5
85...94	B	4,5
75...84	C	4
65...74	D	3,5
60...64	E	3
0...59	F	0

При відповідності загальної оцінки градації F результат додаткового випробування переводиться у підсумок «незараховано», усі інші «зараховано».



## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. В.Д. Ціделко, Н.А. Яремчук, С.А. Затока . « Основи метрології та вимірювальної техніки», том 1. Київ, НТУУ «КПІ», 2013.

## РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ

1. Н.А.Яремчук, к.т.н., доцент, зав.кафедри ІВТ.