

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ПРИЛАДОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Голова Атестаційної комісії  
приладобудівного факультету

Декан Григорій ТИМЧИК  
« \_\_\_\_ » « \_\_\_\_\_ » 2021 р.

М.П.

## **ПРОГРАМА**

**комплексного фахового випробування**

для вступу на освітню програму підготовки магістра  
«Інформаційні вимірювальні технології»

*за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка*

Програму рекомендовано кафедрою  
інформаційно-вимірювальних технологій  
протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2021 р.  
в.о. зав. кафедри

\_\_\_\_\_ Володимир ЄРЕМЕНКО

## ВСТУП

Дана програма розроблена для проведення комплексного фахового випробування для вступу на освітній рівень «магістр» професійного/наукового спрямування за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка та освітньою програмою «Інформаційні вимірювальні технології».

Мета програми – систематизація основних питань з фахових та професійно-орієнтованих дисциплін базової підготовки бакалаврів, знання яких є необхідним для виконання завдань комплексного вступного фахового випробування.

До складу Програми ввійшли питання з таких дисциплін:

- Вимірювальні прилади-2. Цифрові вимірювальні прилади.
- Вимірювальні системи.
- Метрологія та вимірювання.
- Інформаційно-вимірювальні системи.
- Системні вимірювальні прилади.
- Мікропроцесорні системи.
- Теоретичні основи інформаційно-вимірювальної техніки.
- Аналітичні екологічні прилади.
- Основи метрології і інформаційно-вимірювальної техніки.

Програма містить дев'ять розділів, у кожному розділі наведено перелік питань з відповідної дисципліни.

Комплексне фахове випробування проводиться з метою визначення умінь абітурієнтів застосовувати теоретичні знання для аналізу та розв'язання практичних завдань, а також для формування фахового конкурсного балу.

Екзаменаційний білет складається з трьох завдань з наведеного вище переліку дисциплін: двох теоретичних та одного практичного. Проведення вступного випробування триває не більше 2 астрономічних годин (120 хвилин) без перерви.

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### I. Питання з дисципліни «Вимірювальні прилади-2. Цифрові вимірювальні прилади»

1. Розглянути схему, принцип дії, особливості побудови та похибки аналого-цифрового перетворювача зіставлення паралельного принципу дії.

2. Провести аналіз структурних схем, рівнянь перетворення та похибок аналого-цифрових перетворювачів зіставлення послідовного принципу дії.

3. Провести аналіз структурних схем, рівнянь перетворення та похибок аналого-цифрових перетворювачів врівноваження.

4. Проаналізувати динамічні похибки аналого-цифрових перетворювачів розгортуючого і слідкуючого врівноваження.

5. Провести аналіз схем, рівнянь перетворення та похибок перетворювачів коду в інтервал часу, частоту та фазовий зсув.

6. Провести аналіз схем, рівнянь перетворення та похибок перетворювачів код-напруга з ваговими резисторами та з ваговими генераторами струму.

7. Розглянути схему, принцип дії, рівняння перетворення, похибки та шляхи розширення діапазону вимірювання цифрових частотомірів зіставлення.

8. Розглянути схему, принцип дії, рівняння перетворення та похибки цифрових вимірювачів інтервалів часу в області середніх значень часу.

9. Провести аналіз структурних схем, рівнянь перетворення та похибок цифрових фазометрів зіставлення середніх значень різниці фаз.

10. Розглянути принцип дії, рівняння перетворення, похибки та шляхи зменшення часу вимірювання цифрового вольтметра двотактного інтегрування.

11. Розглянути схему, принцип дії, особливості побудови та похибки аналого-цифрового перетворювача на основі сигма-дельта модуляції.

12. Проаналізувати основні алгоритми числових вимірювальних перетворень, спадкову та машинну похибки в цифрових вимірювальних приладах із числовими вимірювальними перетворювачами.

### II. Питання з дисципліни «Вимірювальні системи»

1. Розглянути узагальнену архітектуру вимірювальної інформаційної системи. Розглянути модель функціонування вимірювальної інформаційної системи та забезпечення ресурсами для підтримання її функціонування.

2. Розглянути класифікацію вимірювальних інформаційних систем за принципами побудови. Подати їх основні структури та особливі властивості.

3. Пояснити обґрунтування вимог до вимірювальної інформаційної системи. Розглянути задачі системного проектування вимірювальних

інформаційних систем. Пояснити зміст задач аналізу та синтезу в проектуванні системи.

4. Пояснити роль моделювання в процесі створення вимірювальної інформаційної системи. Розглянути блочний метод побудови та використання моделі на комп'ютері.

5. Розглянути основні метрологічні характеристики та способи атестації вимірювальних інформаційних систем.

6. Провести аналіз метрологічної моделі вимірювального каналу вимірювальної інформаційної системи.

7. Розглянути етапи обробки вимірювальної інформації в вимірювальних інформаційних системах. Визначити задачі, які вирішуються на кожному з етапів та особливості реалізації алгоритмів вирішення цих задач.

8. Провести аналіз видів завад, які впливають на вимірювальні ланцюги вимірювальних систем з рознесенням вимірювальних каналів у просторі. Навести основні способи боротьби з завадами.

9. Розглянути організацію багатоканальної передачі вимірювальної інформації по каналу зв'язку з частотним розділенням каналів. Виконати аналіз похибок, які виникають в вимірювальних системах з частотним розділенням каналів.

10. Розглянути організацію багатоканальної передачі вимірювальної інформації по каналу зв'язку з часовим розділенням каналів. Привести способи розділення каналів, виконати аналіз похибок, які виникають в вимірювальних системах з часовим розділенням каналів.

11. Розглянути питання забезпечення сумісності інтерфейсів. Подати принципи організації інтерфейсів. Розглянути класифікацію та основні структури інтерфейсів. Навести приклади стандартних інтерфейсів та магістралей вимірювальних інформаційних систем.

12. Дати визначення та склад вимірювального комутатора. Навести класифікацію, основні характеристики та типи комутуючих елементів вимірювальних комутаторів. Провести аналіз роботи та аналіз похибок вимірювального комутатора в статичному та динамічному режимах.

### **III. Питання з дисципліни «Метрологія та вимірювання»**

1. Характеристики випадкових похибок:

- Обчислення математичного сподівання та середнього квадратичного відхилення, знаходження границь довірчого інтервалу за довірчою ймовірністю для нормального та рівномірного розподілів щільності ймовірності.

2. Класи точності засобів вимірювань:

- Знаходження абсолютної та відносної похибки вимірювання за позначенням класу точності та результатом вимірювання.

3. Опрацювання результатів прямих і опосередкованих вимірювань:

- Компенсація систематичних похибок вимірювання.

- Обчислення комбінованої стандартної невизначеності результату прямого одноразового вимірювання за наявністю декількох складових похибки вимірювання.
- Обчислення результату та середнього квадратичного відхилення прямого багаторазового вимірювання.
- Обчислення похибки опосередкованого вимірювання за рівнянням вимірювання та результатами прямих вимірювань.
- Обчислення комбінованої стандартної та розширеної невизначеності опосередкованого вимірювання за результатами прямих вимірювань.

#### **IV. Питання з дисципліни «Інформаційно-вимірювальні системи»**

1. Класифікація інформаційно-вимірювальних систем.
2. Загальна структурна схема інформаційно-вимірювальної системи.
3. Організація вимірювального каналу ІВС.
4. Організація каналу управління ІВС. Широко-імпульсна модуляція.
5. Первинні вимірювальні перетворювачі ІВС. Резистивні перетворювачі температури.
6. Модулі вводу аналогових сигналів. Ввод сигналів струму та напруги.
7. Модулі вводу аналогових сигналів. Ввод сигналів зміни опору.
8. Алгоритми збору і попередньої обробки вимірювальної інформації.
9. Канали зв'язку та інтерфейси ІВС.
10. Внутрішньо приладові інтерфейси I<sup>2</sup>C, SPI.
11. Машинні інтерфейси RS-232, RS-485.
12. Організація індикації в інформаційно-вимірювальних системах.

#### **V. Питання з дисципліни «Мікропроцесорні системи»**

1. Основні типи архітектури мікропроцесорних систем. Класифікація мікропроцесорів. Організація мікропроцесорної системи. Двох- і трьохшинна архітектура. Сполучення портів вводу-виводу і пам'яті з процесором.
2. Вхідні і вихідні каскади мікропроцесорних елементів. Еквівалентні схеми вихідних каскадів. Діапазони логічних рівнів. Підвищення завадостійкості мікропроцесорних систем. Виходи з трьома станами та відкритим колектором. Сполучення цифрових та аналогових пристроїв з мікропроцесорними системами.
3. Організація однокристалного мікроконтролера MCS-51. Типи пам'яті. Карта пам'яті. Режими адресації. Особливості системи команд: команди пересилання.
4. Регістрова структура мікроконтролера MCS-51. Особливості системи команд: арифметичні команди, логічні команди, бітові операції, команди передачі керування.

5. Однокристальний мікроконтролер MCS-51: порти вводу-виводу, система переривань. Службові регістри переривань, процедура обробки переривань.
6. Однокристальний мікроконтролер MCS-51: система таймерів-лічильників. Структура таймерів-лічильників. Службові регістри. Режими роботи. Приклад обробки переривань від таймера 0.
7. Платформа Java. Створення та виконання програми. Принципи об'єктно-орієнтованого підходу. Інкапсуляція. Композиція. Наслідування. Поліморфізм.
8. Платформа Java. Типи даних. Організація пам'яті. Структура класів. Статичні елементи. Конструктори. Абстрактні класи та інтерфейси. Внутрішні класи.
9. Платформа Java. Конструктори. Абстрактні класи та інтерфейси. Внутрішні класи.
10. Платформа Java: організація графічного інтерфейсу користувача. Компоненти і контейнери.
11. Платформа Java: Диспетчери компонування. Механізм обробки подій.
12. Платформа Java: потоки вводу виводу. Класифікація потоків. Класи-фільтри. Байтові та текстові потоки. Файли.

#### **VI. Питання з дисципліни «Системні вимірювальні прилади»**

1. Розрахувати резистивний подільник напруги в колі постійного струму.
2. Розрахувати резистивний подільник напруги в колі змінного струму.
3. Розрахувати частотно компенсований подільник напруги.
4. Розрахувати АЦП послідовної лічби в режимі стеження.
5. Розрахувати АЦП за методом подвійного інтегрування.
6. Розрахувати АЦП послідовної лічби.
7. Знайти СКЗ напруги завади на виході схеми.
8. Знайти мультиплікативну похибку схеми.
9. Розрахувати опори резистивного багато-граничного подільника напруги з перемикачем на виході
10. Розрахувати дисперсію і СКВ шуму на виході схеми.
11. Знайти СКЗ напруги (завади) на виході схеми.
12. Розробити схему 4-розрядного послідовно-паралельного АЦП.

#### **VII. Питання з дисципліни «Теоретичні основи інформаційно-вимірювальної техніки»**

1. Еквівалентність, порядок, адитивність як узагальнюючі властивості об'єктів.
2. Інформаційні процедури. Загальна характеристика.
3. Інформаційна процедура «контроль».
4. Вірогідність контролю.
5. Інформаційна процедура «вимірювання» (ДСТУ 2681-94, ДСТУ 3966-2000, ДСТУ 1.5:2003).
6. Співвідношення між вимірюванням і контролем.

7. Мінімально необхідне число вимірювань.
8. Аксиоми приладобудування.
9. Особливості результату (виміру).
10. Середнє квадратичне відхилення середнього арифметичного.
11. Показники точності вимірювань.
12. Довірча ймовірність, довірчий інтервал.
13. Вимірювальний сигнал. Схема формування. Функція передачі модуляції ТЗВ.
14. Структурна схема ТЗВ. Критерії якості ТЗВ. Фізична модель формування вимірювального сигналу ТЗВ.

### **VIII. Питання з дисципліни «Аналітичні екологічні прилади»**

1. Хемілюмінесцентний метод вимірювання оксиду азоту.
2. Структурна схема хемілюмінесцентного газоаналізатора з можливістю виміру NO<sub>2</sub>, принцип дії.
3. Флуоресцентний газоаналізатор SO<sub>2</sub> принцип дії, функціональна схема.
4. Узагальнена структурна схема люмінесцентного аналізатора та принцип роботи.
5. Схемні рішення люмінесцентних аналітичних приладів (схема комбінована структурна).
6. Фізичні основи процесів люмінесценції. Види люмінесценції і їх класифікація.
7. Вимірювання параметрів суміші газів. Багатокомпонентні аналітичні прилади і системи (опис та схема), їх статичні характеристики, параметри, похибки.
8. Напівпровідникові (адсорбційні) первинні вимірювальні перетворювачі. Класифікація оптичних абсорбційних методів аналізу.
9. Вимірювальні схеми термокондуктометричних та термохімічних газоаналізаторів.
10. Термохімічні газоаналізатори (ТХГ).
11. Термомагнітний метод аналізу (схеми комбіновані структурні з О- подібною та кільцевою камерою, схема вимірювального перетворювача).
12. Узагальнена структурна схема аналітичних приладів та систем (АПС). Характеристика АПС.
13. Метод зменшення випадкової похибки вимірювань.
14. Метод негативного зворотного зв'язку.
15. Статичні характеристики і параметри аналітичних приладів і систем.
16. Похибки аналітичних приладів і систем.

### **IX. Питання з дисципліни «Основи метрології і інформаційно-вимірювальної техніки»**

1. Класифікація похибок за характером прояву;
2. Класифікація похибок за способом вираження;
3. Зв'язок похибки з вимірюваною фізичною величиною;
4. Класифікація похибок за впливом зовнішніх умов;

5. Класифікація похибок за характером поведінки зміни вимірюваних величин протягом часу вимірювання;
6. Класифікація похибок в залежності від причин виникнення.
7. Засоби вимірювання, у яких переважає адитивна складова похибки.
8. Засоби вимірювання, в яких переважає мультиплікативна похибка.
9. Клас точності засобів вимірювання, в яких адитивна та мультиплікативна складові похибки рівновеликі.

### **ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ**

1. Розглянути схему, принцип дії, особливості побудови та похибки аналого-цифрового перетворювача зіставлення паралельного принципу дії.
2. Розглянути основні метрологічні характеристики та способи атестації вимірювальних інформаційних систем.
3. При виконанні прямого одноразового вимірювання обчислено відносну похибку від взаємодії засобу вимірювання з об'єктом вимірювання  $\delta B = -2\%$ . Результат вимірювання  $x=10,0$  А. Знайти виправлений результат вимірювання (з введенням поправки).

### **ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ**

#### **Використання допоміжного матеріалу.**

Під час проведення вступного випробування абітурієнту забороняється використовувати сторонні джерела інформації – допоміжні матеріали, мобільні пристрої, довідники та технічні засоби, за виключенням калькулятора, але не з мобільного телефону.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

1. Оцінювання здійснюється за результатами відповідей на три екзаменаційні завдання з наведеного вище переліку дисциплін.
2. Відповідь на кожне завдання білету оцінюється за 100-бальною шкалою:

Бали Ri	Критерії оцінювання відповіді на кожне завдання білету
95...100	Абітурієнт володіє глибокими і міцними знаннями в обсязі програми навчальної дисципліни, усвідомлено використовує їх для прийняття правильних та обґрунтованих технічних рішень в нестандартних ситуаціях. Абітурієнт продемонстрував уміння та навички достатні для одержання відмінного безпомилкового розв'язку завдання в повному обсязі та отримав правильну відповідь.
85...94	Абітурієнт володіє узагальненими знаннями в обсязі програми навчальної дисципліни, аргументовано використовує їх для прийняття правильних рішень в



	<p>нестандартних ситуаціях.</p> <p>Абітурієнт продемонстрував уміння та навички достатні для правильного розв'язку та отримання правильної відповіді.</p>
75...84	<p>Абітурієнт самостійно і логічно відтворює матеріал, в обсязі програми навчальної дисципліни, аргументовано використовує їх для прийняття правильних рішень в нестандартних ситуаціях.</p> <p>Абітурієнт продемонстрував уміння та навички для правильного розв'язку завдання та отримання відповіді. з несуттєвими помилками або нераціональним способом розв'язку, чи при розв'язанні допущені помилки в математичних обчисленнях.</p>
65...74	<p>Абітурієнт виявляє знання і розуміння основних теоретичних положень в обсязі програми навчальної дисципліни, обгрунтовано використовує їх для прийняття правильних рішень в стандартних ситуаціях, але має труднощі у використанні умінь у нестандартних умовах.</p> <p>Абітурієнт при розв'язку завдання та одержані відповіді допускає суттєві помилки.</p>
60...64	<p>Абітурієнт володіє базовими знаннями в обсязі програми навчальної дисципліни, що дозволяє використовувати їх для прийняття обгрунтованих рішень тільки в стандартних ситуаціях.</p> <p>Завдання виконано задовільно - частково наведені лише декілька кроків, окремі формули, в відповіді допущені суттєві помилки.</p>
0	<p>Абітурієнт не проявив базові знання в обсязі програми навчальної дисципліни, або володіє матеріалом на початковому рівні, значну частину матеріалу відтворює на репродуктивному рівні. Відповідь або відсутня, або не правильна, не відповідає змісту питання, або отримана за допомогою сторонніх джерел інформації.</p>

3. Сумарна оцінка відповіді на екзаменаційний білет оцінюється за 100-бальною шкалою, як середнє арифметичне значення балів оцінок з кожного

питання 
$$R_0 = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$
, округлене до найближчого цілого.

4. Максимальна кількість балів, які можна отримати за відповідь на екзаменаційний білет – 100 балів.

5. Перерахунок балів сумарної оцінки в підсумок додаткового вступного випробування абітурієнта, згідно критеріїв ECTS, визначається за наступною шкалою:

Сума набраних балів $R_0$	Оцінка
95...100	A
85...94	B
75...84	C
65...74	D
60...64	E
менше 60	F <sub>x</sub>

6. Перерахунок балів фахового вступного випробування абітурієнта в 200-бальну шкалу для формування конкурсного балу проходить за наступною таблицею:

Таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100...200 балів)

Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабак В., Бабак С., Єременко В. та ін. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем. Підручник. К.: Ун-т новітніх технологій, 2017. – 496 с.
2. Дорожовець С., Мотало В., Стадник Б. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки. Том 2. Вимірювальна техніка. За редакцією Б. Стадника. Навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 638 с.
3. Губар В.І., Павленко Ю.Ф., Величко О.М. та ін. Вимірювання параметрів електричних сигналів. Під редакцією В.І. Губара. Навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. – К.: [Університет “Україна”], 2007. – 352 с.
4. Горлач А.А. и др. Цифровая обработка сигналов в измерительной технике. - К.: Техніка, 1985.- 151 с.
5. Рубичев Н.А. Измерительные информационные системы: учебное пособие. – М.: Дрофа, 2010. -334 с.: ил.
6. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х томах. Пер. с франц. –М.: Мир, 1983. – т. 2. 256с.: ил.
7. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. –М.: Мир, 1989. – 540 с.

8. Ціделко В.Д., Яремчук Н.А., Затока С.А. Основи метрології та вимірювальної техніки: у 2 т: навч. посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 1т. – 236 с., 2015. – 2т. – 268 с.
9. Володарский Е.Т., Малиновский Б.Н., Туз Ю.М. Планирование и организация измерительного эксперимента. К.: Вища школа, 1987, 280с.
- 10.Оборський Г.О. Вимірювальна техніка від А до Я. Енциклопедичний словник / Г.О. Оборський, С.Г. Антошук, Д.Б. Головка, А.М. Гуржій, В.М. Петренко, Ю.О. Скрипник, П.Т. Слободянюк, К.Л.Шевченко. – Одеса: Освіта України, 2014. – 976 с.
- 11.Губар В.І. та інші. Вимірювання параметрів електричних сигналів. Навчальний посібник. – Дніпродзержинськ, 2008, 710 с.
12. Ратхор, Т.С. Цифровые измерения. АЦП/ЦАП: учебник-монография / Т.С. Ратхор; пер. с англ. Ю.А. Заболотной; под ред. Е.Л. Свинцова. – 2-е изд., доп. – М. : Техносфера, 2006. – 392 с.
- 13.Раннев Г. Г. Измерительные информационные системы: учебник для студ. высш. учеб. заведений / — М. Издательский центр «Академия», 2010.
14. Фишер-Криппс А.С. Интерфейсы измерительных систем. Справочное руководство. ИД "Технологии", 2006.- 336 с.
15. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы. М.: Энергоатомиздат, 1985, 438с.
16. Васильев А.Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых при-ложений.-СПб.: БХВ-Петербург, 2008.-304с.
17. Магда Ю.С. Микроконтроллеры серии 8051: практический подход.-М.:ДМК Пресс, 2008.-228 с.
18. Хорстманн К.С., Корнелл Г. Java 2, том 1.Основа.-М.:Вильямс, 2007.-896 с.

## РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

*Шевченко Костянтин Леонідович,  
доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри  
інформаційно-вимірювальних технологій*

*Яремчук Ніна Антонівна,  
кандидат технічних наук, доцент,  
професор кафедри  
інформаційно-вимірювальних технологій*

*Маркін Максим Олександрович,  
кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри  
інформаційно-вимірювальних технологій*