НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ФАКУЛЬТЕТ АВІАЦІЙНИХ І КОСМІЧНИХ СИСТЕМ

Вченою радою факультету

авіаційних та космічних систем

Протокол № 0 від 00.00.2017 року

Голова Вченої ради О.В.Збруцький

**ПРОГРАМА**

комплексного фахового 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 року

Завідувач кафедри Н.А.Яремчук

Київ-2017

ЗАТВЕРДЖЕНО

**В с т у п**

Метою комплексного фахового випробування є оцінка рівня професійних компетенцій, що відповідають освітньо- кваліфіційній характеристиці бакалавра за напрямом «Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології».

Комплексне фахове випробування проводиться за матеріалами 3-х дисциплін навчального плану підготовки бакалаврів:

1. Метрологія та вимірювання.

2. Вимірювальні прилади – 2. Цифрові вимірювальні прилади.

3. Вимірювальні системи.

Екзаменаційний білет комплексного фахового випробування складається з п’яти запитань: три – теоретичних за розділами програми, два – задачі (вибірково з трьох розділів). Час виконання комплексного вступного випробування обмежено 2 годинами (120 хвилин – без перерви).

Тому програма фахового випробування складається з трьох розділів за цими дисциплінами.

**Розділ 1. Метрологія та вимірювання**

**1.1.** Сформулювати визначення вимірювання. Розглянути види вимірювань.

(1.2 с. 23-31).

**1.2.** Розглянути визначення, класифікацію і склад засобів вимірювальної техніки. (1.2 с. 35-40).

**1.3.** Розглянути визначення основних методів вимірювань. Метод зіставлення (1.2 с. 38-40).

**1.4.** Розглянути визначення основних методів вимірювання. Метод зрівноваження (1.2 с. 38, 40).

**1.5.** Розглянути визначення основних методів вимірювань. Метод одного збігу , метод Ноніуса (1.2 с. 38, 41, 42).

**1.6.** Розглянути визначення основних методів вимірювань. Диференційний метод вимірювання. Метод заміщення. (1.2 с. 38, 40, 43).

**1.7.** Розглянути класифікацію і визначення похибок вимірювання.

(1.2 с. 43-49).

**1.8.** Результат вимірювання. Подання результату вимірювання з невизначеністю. (1.2 с. 31-34).

**1.9.** Розглянути склад процедури вимірювання (вимірювальні операції).

(1.2 С.34-35).

**1.10.** Визначення повірки засобів вимірювальної техніки, види повірки.

**1.11.** Визначення еталону одиниці фізичної величини. Види еталонів і їх похибки.

**1.12.** Розглянути перелік нормованих метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки і вимоги до цього переліку.

**1.13.** Розглянути статичну модель засобу вимірювання (рівняння вимірювання).

**1.14.** Пояснити способи нормування класів точності засобів вимірювальної техніки. (1.2 с. 87-95).

**1.15.** Характеристики випадкових похибок, розподіл, точкові характеристики. (1.2 с. 62-64).

**1.16.** Інтервальні характеристики випадкових похибок (1.2 с. 65-66).

**1.17.** Випадкові похибки з нормальним розподілом (1.2 с. 70-74).

**1.18.** Класифікація методів підвищення точності. Методи підвищення точності, що ґрунтуються на запобіганні виникнення похибок (1.2 с. 96-97).

**1.19.** Методи підвищення точності, що ґрунтуються на зменшенні наявної похибки. Методи корекції сталої систематичної похибки (1.2 с. 98-102).

**1.20.** Методи корекції змінної систематичної похибки (1.2 с. 106 -107).

**1.21**. Статистична мінімізація випадкових похибок (1.2 с. 107- 109).

**1.22**. Динамічні похибки лінійних вимірювальних перетворювачів

(1.2 с. 198 - 200).

**1.23.** Задача з нормування класу точності.

**1.24.**Задача з оцінювання невизначеності прямого одноразового вимірювання.  
(1.3. с.64-78).

**1.25.**Задача з оцінювання невизначеності прямого багаторазового вимірювання  
(1.3 с.101-112).

**1.26.** Задача з оцінювання невизначеності опосередкованого вимірювання

(1.3 с.145-157).

##### 

**Розділ 2. Вимірювальні прилади-2. Цифрові вимірювальні прилади**

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

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

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

**2.4.** Проаналізувати способи відпрацьовування компенсуючої величини та часу перетворення в аналого-цифрових перетворювачах розгортуючого врівноваження.

**2.5.** Проаналізувати динамічні похибки аналого-цифрових перетворювачів розгортую чого і слідкуючого врівноваження.

**2.6.** Провести аналіз схем, рівнянь перетворення та похибок перетворювачів код-опір і код-провідність.

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

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

**2.9**. Провести аналіз схем, рівнянь перетворення та похибок перетворювачів код-напруга на сітках R-2Rз джерелом зразкової напруги та з генераторами струму.

**2.10.** Провести аналіз схем, рівнянь перетворення та похибок перетворювачів код-напруга час-імпульсного та само балансуючого типу.

**2.11**. Провести аналіз схем, рівнянь перетворення та похибок перетворювачів різниці фаз в інтервал часу.

**2.12**. Провести аналіз схем, рівнянь перетворення та похибок перетворювачів ємності, опору та індуктивності в інтервал часу та в період коливання.

**2.13**. Розглянути схеми, принцип дії, особливості побудови та похибки перетворювачів миттєвих значень напруги в інтервал часу.

**2.14**. Розглянути схему, принцип дії, особливості побудови та похибки перетворювачів напруги в частоту з імпульсним зворотнім зв’язком.

**2.15**. Провести аналіз схем, рівнянь перетворення та похибок перетворювачів напруги в частоту з розширеним діапазоном частот та з переключенням напрямку інтегрування

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

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

**2.18**. Провести аналіз принципу дії, рівнянь перетворення та похибок цифрових вимірювачів коротких інтервалів часу з перетворенням інтервалів часу в постійну напругу,з множенням інтервалу часу, ноніусного типу

**2.19**. Провести аналіз принципу дії та похибок цифрового статистичного вимірювача коротких інтервалів часу.

**2.20**. Розглянути принцип дії, рівняння перетворення, похибки та шляхи усунення залежності показань від частоти сигналу цифрових фазометрів зіставлення миттєвих значень різниці фаз.

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

**2.22.** Провести аналіз принципу дії та динамічних похибок слідкуючого перетворювача напруга-код.

**2.23**. Розглянути принцип дії, рівняння перетворення, похибки та шляхи зменшення часу вимірювання цифрового вольтметру двотактного інтегрування.

**2.24**. Розглянути схему, принцип дії, особливості побудови та похибки аналогоцифрового перетворювача на основі сигма-дельта модуляції.

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

**2.26**. Задача з визначення числа рівнів квантування та числа розрядів аналого-цифрового перетворювача.

**2.27.** Задача з визначення похибки квантування інтервалів часу в цифрових вимірювальних приладах.

**2.28.** Задача з визначення частоти дискретизації цифрового вимірювального приладу.

**2.29.** Задача з визначення максимальної динамічної похибки 2-го роду аналого-цифрового перетворювача.

**2.30.** Задача з визначення допустимої швидкості зміни чи частоти вхідної напруги аналого-цифрового перетворювача слідкуючого врівноваження.

**2.31**. Задача з визначення вимог до похибок розрядів цифро-аналогового перетворювача.

**2.32**. Задача з визначення максимальної методичної похибки вимірювання цифрового статистичного вимірювача інтервалів часу.

**2.33**. Задача з визначення мінімального коефіцієнта завадо захищеності цифрового вимірювального приладу.

**2.34.** Задача з визначення приведеної спадкової (трансформованої) похибки цифрового вимірювального приладу з числовим вимірювальнім перетворювачем.

**Розділ 3. Вимірювальні системи**

**3.1**. Визначення та узагальнена архітектура вимірювальної інформаційної системи. Ресурси для побудови та підтримання функціонування вимірювальної інформаційної системи.

**3.2**. Класифікації вимірювальних інформаційних систем.

**3.3.** Методологія проведення системного аналізу.

**3.4.** Етапи обробки вимірювальної інформації в вимірювальних інформаційних системах.

**3.5**. Збір та попередня обробка даних.

**3.6**. Причини та наслідки наявності тренду вихідних даних. Способи реалізації процедури видалення тренду.

**3.7.** Задача на визначення щільності ймовірності суми двох незалежних випадкових величин з апріорно відомими законами розподілу.

**3.8.** Задача на побудову функціональної схеми корелометра виду «значення-значення» з додаванням шуму.

**3.9.** Bимірювальний канал вимірювальної системи.

**3.10**. Вимірювальні комутатори.

**3.11**. Види завад, які впливають на вимірювальні ланцюги вимірювальних систем з рознесенням вимірювальних каналів у просторі.

**3.12**. Організація багатоканальної передачі вимірювальної інформації по каналу зв’язку з частотним розділенням каналів.

**3.13**. Організація багатоканальної передачі вимірювальної інформації по каналу зв’язку з часовим розділенням каналів

**3.14**. Стандартні інтерфейси та магістралі вимірювальних інформаційних систем.

**3.15**. Задача на розрахунок параметрів вимірювального комутатора.

**3.16.** Задача на визначення похибок від завад, які виникають у вимірювальних ланцюгах вимірювальних систем з рознесенням вимірювальних каналів у просторі.

**3.17.** Задача на розрахунок параметрів системи багатоканальної передачі вимірювальної інформації по каналу зв’язку з КІМ.

**3.18.** Задача на розрахунок параметрів системи багатоканальної передачі вимірювальної інформації по каналу зв’язку з ЧІМ.

**3.19**. Методологія системного підходу до проектування вимірювальних інформаційних систем.

**3.20**. Система обробки вимірювальної інформації як об’єкт проектування.

**3.21**. Принципи побудови комп’ютерних систем обробки вимірювальної інформації.

**3.22**. Ефективність та показники якості вимірювальних інформаційних систем. Формулювання задачі проектування вимірювальної системи

**3.23.** Задача на визначення ефективності вимірювальної інформаційної системи.

**3.24**.Mетрологічні характеристики вимірювальних систем. Атестація вимірювальних систем.

**3.25**. Метрологічна модель вимірювального каналу вимірювальної системи.

**Прикінцеві положення**

1. При складанні 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 Ri проводиться в балах, виходячи

з наступних критеріїв

|  |  |
| --- | --- |
| Ri | 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 (ЕCTS та традиційних) за білет

його результуюча рейтингова оцінка **R** обчислюється за формулою , де

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| R | Оцінка ЕCTS 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 вступник виключається з

конкурсного відбору.

**3.** Приклад типового завдання комплексного фахового випробування.

1. Розглянути визначення, класифікацію і склад засобів вимірювальної техніки.

2. Розглянути схему, принцип дії, особливості побудови та похибки аналого-

цифрового перетворювача на основі сигма-дельта модуляції.

3. Причини та наслідки наявності тренду вихідних даних. Способи реалізації

процедури видалення тренду.

4. Розрахувати значення приведеної спадкової (трансформованої) похибки

цифрового вимірювального приладу з числовим вимірювальним перетворювачем,

якщо функція перетворення у=х2 а число двійкових розрядів використовуваного

аналого-цифрового перетворювача 8.

5. При прямих одноразових вимірюваннях отримано наступні результати:

*а*=(5±1) см; b=(18±2) см; с = (20±1) см. Обчисліть комбіновану стандартну

невизначеність для опосередкованого вимірювання величини, **у**, що визначається як

у=*а*+b-с. Обчислення провести за умов рівномірного розподілу похибок прямого

вимірювання, тобто за умов Результат подати в см з заокругленням до

двох значущих цифр.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

Матеріали з наведених розділів програми представлені на сайті та наведені в

наступних навчально-методичних виданнях кафедри інформаційно-вимірювальної

техніки.

1. **Метрологія та вимірювання:**

**1.1.** WWW. mimt.kpi.ua

**1.2.** Основи метрології та вимірювальної техніки: 1-й том; навчальний посібник

/В.Д. Ціделко, Н.А. Яремчук, С.А. Затока та ін.- К.: НТУУ «КПІ», 2013 – 236 с.

**1.3.** Основи метрології та вимірювальної техніки: 2-й том; навчальний посібник

/В.Д. Ціделко, Н.А. Яремчук, С.А. Затока та ін.- К.: НТУУ «КПІ», 2015 – 262 с.

1. **Цифрові вимірювальні прилади.**

**2.1.** Дистанційний курс "Цифрові вимірювальні прилади" для напряму підготовки 6.051001 "Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології". Курс лекцій". - http://second.udec.ntu-kpi.kiev.ua/lspace /bakalavr\_cip/shedule.nsf/ second1. - НТУУ "КПІ", 2009р.

**2.2**. Дистанційний курс "Цифрові вимірювальні прилади" для напряму підготовки 6.051001 "Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології". Лабораторний практикум." - http://second.udec.ntu-kpi.kiev.ua/lspace/bakalavr\_cip\_lab/shedule.nsf/ second1 - НТУУ "КПІ", 2009р.

**2.3**.Дистанційний курс "Цифрові вимірювальні прилади" для напряму підготовки 6.051001 "Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології". Практичні заняття та курсове проектування." - http:// second.udec.ntu-kpi.kiev.ua/lspace/ bakalavr\_cip\_pract/shedule.nsf/second1 - НТУУ "КПІ", 2009р.

**2.4**. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы. - К.: "Вища школа", 1986. - 504 с.

**2.5.** Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. - К.: "Вища школа", 1983. - 455 с.

**2.6.** 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. зак. – Львів: Видавництво Національного університе-ту «Львівська політехніка», 2005. – 638 с.

**2.7.** 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. зак. – К.: [Університет “Україна”], 2007. – 352 с.

**2.8**. Горлач А.А. и др. Цифровая обработка сигналов в измерительной технике. - К.: Техніка,1985.- 151 с.

**2.9**. Методы электрических измерений.Под ред. Цветкова Э.И.- Л.: Энергоатомиздат, 1990. - 288 с.

**2.10**. Вострокнутов Н.Н. Цифровые измерительные устройства. Теория погрешностей, испытания, поверка.- М.: Энергоатомиздат, 1990. - 208 с.

**2.11**. Мелик-Шахназаров А.М. и др. Измерительные приборы со встроенными микропроцессорами. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 240 с.

**3*.* Вимірювальні системи*:***

Навчальні програми → Вимірювальні системи → Опис кредитного модуля

**3.1.**  WWW. mimt.kpi.ua

**3.2.**  imt. сareer.kpi.ua → навчання.

Розробники програм:

1. Н.А.Яремчук, к.т.н., доцент, зав.кафедри ІВТ.
2. Ю.В.Бобков, к.т.н., доцент, доцент кафедри ІВТ.

1. С.В.Шантир, ст.викладач кафедри.ІВТ.