

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова приймальної комісії  
Національного аерокосмічного  
університету ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»



Олексій ЛИТВИНОВ

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**ПРОГРАМА  
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

для здобуття освітнього ступеня магістра  
за освітньо-професійною програмою  
зі спеціальності

176 «Мікро- та наносистемна техніка»  
(код та найменування)

(освітня програма «Мікро- та наносистемна техніка»)  
(найменування)

**у 2024 році**

Харків  
2024

## ВСТУП

Вступне випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності

176 «Мікро- та наносистемна техніка»

(код та найменування)

(освітня програма «Мікро- та наносистемна техніка»)

(найменування)

відбувається відповідно до «Правил прийому на навчання до Національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» в 2024 році» у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає фахова екзаменаційна комісія з певної спеціальності (освітньої програми), склад якої затверджується наказом ректора Університету.

До фахового іспиту входять питання за темами:

- вимірювальні перетворювачі;
- електроніка та схемотехніка;
- основи конструювання засобів вимірювальної техніки;
- технологія виготовлення засобів вимірювальної техніки;
- контроль та діагностика засобів вимірювальної техніки.

Перелік питань за темами наведений у програмі.

### Критерії оцінювання знань

1. Результат фахового іспиту визначається за шкалою від 100 до 200 балів.

2. Екзаменаційний білет складається з 24-х закритих тестових завдань. Серед запропонованих у білеті відповідей на тестове завдання вступнику слід обрати одну правильну. Правильна відповідь на тестове завдання оцінюється у 5 балів, а неправильна – у 0 балів.

Результат фахового іспиту розраховується за формулою:

$80+k*n$ , де  $k$  – кількість балів за правильну відповідь на питання,  $n$  – кількість правильних відповідей)

3. Якщо вступник отримав менше ніж 100 балів, то вважається що він не склав іспит і до участі в конкурсі не допускається.



# 1 Питання за темою Вимірювальні перетворювачі (найменування)

1. Принципи побудови перетворювачів кутових і лінійних переміщень у цифровий код. Класифікація первинних перетворювачів переміщень (ППП). Метод послідовної лічби та метод зчитування. Методи підвищення точності та перешкодозахищеності. Перетворення коду Грея в позиційний двійковий код.

2. Індуктивні та трансформаторні перетворювачі кута повороту в код. Принципи побудови та загальні вимоги до конструювання таких перетворювачів. Перетворювач кута в код на магнітному барабані.

3. Перетворювачі інтервалів часу в код. Методи побудови перетворювачів часового інтервалу в код. Особливості перетворення однократних інтервалів малої тривалості в код.

4. Перетворювачі фаза – код. Класифікація перетворювачів фаза – код. Перетворювачі фаза – код з вимірюванням миттєвого значення фази. Перетворювачі фаза – код з постійним часом вимірювання.

5. Фотоелектричні перетворювачі переміщень (ФПП). ФПП з перекиванням світлового потоку. Растрові ФПП. ФПП з кодовими масками. Волоконно-оптичні функціональні перетворювачі.

6. П'єзоелектричні перетворювачі з цифровим виходом. Фізичні основи та сфера використання п'єзоелектричних перетворювачів. П'єзоелектричні перетворювачі сили, тиску та прискорення.

7. Цифрові прилади з напівпровідниковими перетворювачами. Класифікація таких приладів. Принципи побудови датчиків тиску. Вимірювач постійного струму з використанням датчика Холла.

8. Перетворювачі частоти в код. Методи перетворення частоти в код. Цифровий частотомір прямого перетворення. Перетворювач частоти в код на інтеграторах з послідовним переносом.

9. Цифро-аналогові перетворювачі код – напруга. Перетворювачі паралельного та послідовного двійкового коду в напругу.

10. Аналого-цифрові перетворювачі напруга – код (ПНК). Перетворювачі напруги в код, що побудовані за методами послідовної лічби. ПНК порозрядного кодування. ПНК зчитування. Послідовно-паралельні ПНК.

Вимірювальні перетворювачі з частотним виходом.

11. Класифікація перетворювачів з частотним виходом. Автогенераторні перетворювачі. Датчики зі струнними та стрижневими резонаторами.

12. Перетворювачі з вібруючим циліндром. Схеми таких перетворювачів, призначення, основні характеристики та особливості їх проектування.

13. П'єзоелектричні перетворювачі з частотним виходом. П'єзорезонансні перетворювачі та вимірювальні перетворювачі, основані на використанні поверхневих акустичних хвиль (ПАХ).

14. Лазерні вимірювальні системи. Оптичні інтерферометри. Лазерні акселерометри частотного типу.

15. Сучасні п'єзорезонансні перетворювачі. Сучасні п'єзорезонансні датчики тиску та акселерометри.

## Література:

1. Кошовий М.Д. Проектування вимірювальних перетворювачів: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Харків: ФАКТ – Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2000. – 152 с.
2. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин. За ред. Є.С.Поліщука – Львів: Вид. «Бескид Біт». 2008. – 618 с.
3. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. Первинні вимірювальні перетворювачі фізичних величин: Навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ, 2018. – 311 с.

## **2 Питання за темою Електроніка та схемотехніка**

(найменування)

1 Елементи мікроелектроніки. Визначення, класифікація та номенклатура інтегральних схем.

2 Базові елементи логіки розповсюджених серій цифрових мікросхем. Базові елементи TTL, CMOS, ECL, p-MOS, n-MOS, I<sup>2</sup>L. Статичні та динамічні характеристики цифрових мікросхем.

3 Схеми з пам'яттю. Відмінності комбінаційних та послідовних схем. Поняття тригера та їх різновиди. Особливості конструкції та застосування D-, T-, JK- та RS- тригерів.

4 Базові елементи на схемах з пам'яттю. Особливості побудови паралельних та послідовних регістрів. Побудова лічильників та одно- та мультівібраторів на тригерах.

5 Основи побудови підсилювачів електричних сигналів. Різновиди та основні характеристики підсилювачів. Поняття операційного підсилювача.

6 Застосування зворотного зв'язку в операційних підсилювачах. Принцип роботи послідовного, паралельного, позитивного та негативного зворотного зв'язку за напругою та струмом.

7 Базові схеми на операційних підсилювачах. Інвертуючий та неінвертуючий підсилювач, схеми суматора та віднімача.

8 Реалізація спеціальних функцій на операційних підсилювачах. Особливості побудови інтегратора, компаратора, тригера Шмітта та мультівібратора.

9 Широтно-імпульсна модуляція (ШІМ) аналогового сигналу. Принцип перетворення. Побудова модуляторів та демодуляторів на операційних підсилювачах.

10 Базові елементи цифрової обробки сигналу.

11 Системи представлення чисел. Особливості застосування та переходу між системами числення. Біполярні коди.

12 Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП). Статичні характеристики та основні показники ЦАП. Аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП). Статичні характеристики та основні показники АЦП.



## Література

1. Електронна та мікропроцесорна техніка в метрології й інформаційно-вимірювальних системах: навч. посібник до лаб. практикуму / М.В. Цеховський, О.В. Світличний, О.В. Заболотний, В.О. Книш. - Х.: Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2009. - 80 с.

2. Електронна та мікропроцесорна техніка в метрології й інформаційно-вимірювальних системах: навч. наочний посібник / М.В. Цеховський, О.В. Світличний. - Х.: Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2009. - 124 с.

3 Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я., Зорі А.А., Співак В.М. Основи технічної електроніки: книга 1. Підручник - К.: НТУ «КПІ», 2017 – 510 с.

4 Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник 2-е вид. /За ред.. А.Г.Соскова. – К.: Каравела, 2009 – 416 с.

5 Сосков А. Г. Промислова електроніка : підручник / А. Г. Сосков, Ю. П. Колонтаєвський ; за ред. д-ра техн. наук, проф. А. Г. Соскова. – Київ : Каравела, 2016. – 536 с.

### **3 Питання за темою Основи конструювання засобів вимірювальної техніки** (найменування)

1. Методи конструювання електронної апаратури, переваги і недоліки методів.

2. Ієрархічна структура несучих конструкцій приладів. Складові ієрархічної структури. Вимоги до несучих конструкцій.

3. Типи конструктивних модулів електронної апаратури, переваги та недоліки. Приклади конструктивних рішень приладів.

4. Умови експлуатації засобів вимірювальної техніки. Дія механічних, радіаційних та кліматичних факторів. Середньостатистичні дані характеристик механічних впливів для різних видів транспорту.

5. Друкована плата та критерії вибору її конструкції. Число шарів друкованої плати. Матеріал основи друкованої плати, фізико-механічні властивості матеріалів.

6. Габарити друкованої плати та густина друкованого малюнку. Топологічне конструювання друкованою плати. Компонування друкованої плати.

7. Методи кріплення навісних елементів на платі. Особливості установлення мікросхем та напівпровідникових приладів. Методи кріплення друкованих вузлів в корпусі приладу. Особливості конструювання каркасних та безкаркасних вузлів.

8. Вплив умов експлуатації на працездатність друкованих вузлів. Математичне моделювання способів кріплення навісних елементів та друкованих плат.

9. Власна частота коливань математичних моделей кріплення елементів. Умови механічного резонансу. Розрахунок виводів навісних елементів на віброміцність та статичну міцність.

10. Власна частота коливань друкованої плати. Розрахунок друкованих вузлів на жорсткість. Ребра жорсткості, їх види, матеріали та характеристики поперечного перетину. Вплив ребер жорсткості на працездатність вузлів.

11. Загальна характеристика способів захисту приладів від механічних впливів. Методи підвищення жорсткості конструкції. Амортизатори, їх типи та особливості будови. Умови раціонального монтажу амортизаційної системи. Розрахунок амортизаторів.

12. Температурний режим приладів. Теплофізичні основи конструювання приладів. Поняття теплообміну. Способи теплообміну. Характеристики теплообміну. Теплове коло. Температурний режим приладів. Розрахунок теплових характеристик приладів.

13. Захист засобів вимірювальної техніки від теплового впливу. Забезпечення надійного теплового контакту на шляху передачі теплового потоку. Способи охолодження приладів, переваги та недоліки.

14. Конструювання приладу. Розробка загальної конструкції приладу. Вибір електронної бази. Розрахунок навісних елементів та друкованих вузлів. Тепловий розрахунок приладу. Проектування та розрахунок амортизаційної системи.

#### Література

1. Основи конструювання засобів вимірювальної техніки: підруч./ М.Д. Кошовий, В.О. Книш, О.В. Заболотний та ін. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2010. – 234 с.

2. Основи стандартизації: підручник / О.В. Заболотний, М.Д. Кошовий, В.О. Книш та ін. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2010. – 304 с.

3. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації: У 3-х кн. Кн. 2. Основи конструювання: Навчальний посібник / Є. М. Травніков, В. С. Лазебний, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський, В. М. Співак, В. Б. Швайченко. За загальною редакцією В. С. Лазебного – К.: «КАФЕДРА», 2015. – с.: іл.

#### **4 Питання за темою Технологія виготовлення засобів вимірювальної техніки** (найменування)

1. Характеристика засобів вимірювання, їх елементів і пристроїв як об'єктів виробництва. Специфіка авіаційного приладобудування. Конструктивні, технологічні та експлуатаційні вимоги до вимірювальних та авіаційних приладів і особливості їх виробництва, що пов'язані з призначенням і умовами експлуатації.

2. Значення технологічної дисципліни на виробництві. Особливості виробництва засобів вимірювання: необхідність забезпечення високої точності геометричних, механічних, електричних і фізичних якостей; динамічних характеристик.

3. Виріб як об'єкт виробництва і його кінцевий продукт. Види виробів: деталі, складальні одиниці, комплекси та комплекти. Основні відомості про виробничий процес. Структура підприємства. Поняття про технологічний



процес (ТП), операцію, перехід, робоче місце, оснащення. Класифікація технологічних процесів по їх видах, ознаці організації, основному призначенню і ступеню деталізації.

4. Характеристика одиничного, серійного і масового виробництва. Визначення типу виробництва за допомогою коефіцієнта закріплення операцій. Технологічна підготовка виробництва та її стадії. Основні положення єдиної системи технологічної підготовки виробництва.

5. Проектування уніфікованих технологічних процесів. Сутність, значення і сфера застосування уніфікованих технологічних процесів. Проектування типових технологічних процесів. Проектування групових технологічних процесів.

6. Початкові дані для проектування ТП та технологічна документація. Базова інформація. Керуюча інформація. Довідкова інформація. Загальні відомості про технологічні документи. Види технологічних документів. Загальні правила оформлення технологічних документів відповідно до стандартів ЄСТД. Відпрацювання конструкцій виробів на технологічність.

7. Технологічність конструкції виробу, основні поняття і визначення. Задачі і напрямки відпрацювання конструкції виробу на технологічність. Якісні і кількісні показники технологічності. Забезпечення технологічності конструкції деталей, складальних одиниць і виробів. Комплексний показник технологічності.

8. Техніко-економічний аналіз ТП. Техніко-економічні показники: продуктивність праці та економічність. Шляхи підвищення продуктивності праці. Структура технічних норм часу. Собівартість виробу. Технологічна собівартість. Визначення оптимального варіанту ТП за собівартістю та продуктивністю.

9. Теорія і розрахунки точності виробництва. Виробничі похибки. Фактори, що впливають на точність обробки деталей та точність складальних одиниць. Причини появи і класифікація похибок. Теоретичний (розрахунковий) та експериментальний (статистичний) методи визначення точності ТП. Методи забезпечення заданої точності вихідних параметрів складальних одиниць.

10. Якість поверхневого шару деталі з фізичної та геометричної точок зору. Зміцнення поверхневого шару деталі та залишкова напруга в поверхні. Шорсткість поверхні та параметри її оцінки. Методи контролю та оцінки якості поверхневого шару деталі. Вплив якості поверхні на експлуатаційні властивості деталей.

11. Технологічні процеси виготовлення деталей засобів вимірювання. Загальна схема ТП виготовлення деталей. Два принципово протилежних напрямки при розробці ТП виготовлення деталей. Зміст і послідовність робіт при розробці ТП виготовлення деталей. Визначення послідовності операцій.

12. Технологічні процеси виготовлення деталей без видалення шару матеріалу. Литво та його особливості. Спеціальні види литва. Лиття під тиском, лиття в кокіль, лиття в оболонкові форми, лиття по виплавленим моделям. Види холодної обробки тиском. Особливості термореактивних та термопластичних пластмас. Виготовлення деталей із термореактивних пластмас гарячим пресуванням.



13. Технологічні процеси обробки зі зняттям шару матеріалу. Обробка на металорізальних верстатах (точіння, фрезерування, свердлення, протягування, шліфування, та ін.). Викінчувальні процеси обробки. Методика розрахунку режимів обробки різанням.

14. Спеціальні процеси обробки. Електрофізична обробка. Ультразвукова обробка. Електронно-променева обробка. Лазерна обробка. Електрохімічна обробка.

15. Покриття, їх класифікація та сфери застосування. Необхідність зміни властивостей поверхневого шару деталей з метою підвищення їх якості. Металеві, хімічні, лакофарбові та полімерні покриття.

16. Технологія виготовлення друкованих плат. Класифікація друкованих плат і методів їх виготовлення. Механічна обробка друкованих плат. Створення рисунку друкованих плат. Особливості виготовлення багатошарових друкованих плат. Гнучкі друковані плати і гнучкі друковані кабелі. Контроль і випробування плат.

17. Проектування технологічних процесів складання. Зміст та послідовність проектування ТП складання. Встановлення послідовності процесу складання і розробка технологічних схем складання. Розробка змісту операцій. Організаційні форми складання.

18. Технологічні процеси з'єднання деталей. Рознімні з'єднання. З'єднання з натягом. З'єднання заклепками. Склеювання. Паяння. Зварювання.

19. Технологія монтажу компонентів та мікроблоків ЕА на друкованих платах. Вхідний контроль. Підготовка компонентів до монтажу. Встановлення (закріплення) компонентів на друковану плату. Паяння. Промивання після паяння. Контроль. Покриття лаком.

20. Сутність процесів налагодження і регулювання. Зміст основних і допоміжних операцій налагодження. Пошук і усунення несправностей. Регулювання як процес забезпечення потрібної точності вихідних параметрів та узгодження початкових значень вхідних та вихідних величин.

21. Випробування вимірювальних приладів. Мета випробувань. Різновидності випробувань. Зміст і послідовність випробувань. Загальні випробування. Основні вимоги до проектування ТП випробувань.

22. Контроль якості виробів. Види і методи контролю: по способу контролю, по відношенню до виробничого процесу, ступеню охоплення, характеру впливу на хід виробничого процесу, періодичності контролю, ступеню участі людини в процесі контролю. Основні способи контролю.

23. Автоматизація ТП виробництва вимірювальних пристроїв. Автоматизоване спеціальне технологічне обладнання і промислові роботи. Автоматизовані лінії і роботизовано технологічні комплекси.

24. Автоматизація технологічної підготовки виробництва. Системи автоматизованого проектування технологічних процесів (САПР ТП).

25. Основні технологічні процеси для виготовлення напівпровідникових ЕРЕ та інтегральних схем (ІС). Електрохімічні методи одержання р – n переходів. Дифузія. Двостадійна дифузія. Епітаксія. Іонне легування. Вакуумне напилення. Катодне розпилення. Електролітичне та хімічне осаджування. Оксидне маскування. Фотолітографія. Травлення.



## Література

1. Заболотний В.А. Проектування технологічних процесів складання електронної апаратури: навч. посібник / В.А. Заболотний, О.В. Заболотний, В.О. Книш. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2008. – 64 с.
2. Грачов А.О., Лега Ю.Г., Мельник А.А., Панов Л.І. Конструювання електронно-обчислювальної апаратури на основі поверхневого монтажу: Навч. посібник. К.: Кондор, 2005. – 384 с.
3. Технологія виготовлення електронних пристроїв : підручник / Матвійків М.Д., Вус Б.С., Матвійків Т.М., Вус М.Б.; Національний ун-т "Львівська політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2017. 400 с.
4. Семенець В.В. Введення в мікросистемну техніку та технології [Текст]: підручн. / В.В. Семенець, І.Ш. Невлюдов, В.А. Палагін. – Х.: ТОВ «Компанія СМІТ», 2011. – 416 с.

### **5 Питання за темою Контроль та діагностика засобів вимірювальної техніки** (найменування)

1. Методи контролю працездатності. Основні поняття та визначення. Задачі контролю та діагностики.
2. Види технічного стану. Задачі контролю та діагностики. Системи контролю і системи технічного діагностування, призначення, класифікація і структура. Класифікація методів контролю та діагностики.
3. Контроль працездатності. Методи контролю працездатності. Характерні відмови електрорадіоелементів. Фізичні методи контролю. Параметричні методи. Мажоритарна комплексна оцінка параметрів. Кворум-елемент. Апаратні засоби мажоритарної комплексної оцінки параметрів.
4. Моделі об'єктів, що діагностуються та методи їх оптимізації. Діагностичні моделі. Класифікація діагностичних моделей.
5. Особливості діагностичних моделей дискретних приладів. Методи побудови діагностичних моделей дискретних приладів. Матриця несправностей та її побудова. Метод активізації шляхів. Багатозначне моделювання.
6. Методи пошуку місця відмови. Алгоритми та тести діагностування. Елементарні перевірки, умовні та безумовні алгоритми діагностування. Організація процесів діагностування.
7. Методи діагностування. Класифікація методів діагностування. Проста послідовність перевірок, перевірки з урахуванням ймовірності відмови і часу. Просте половинне розбиття кола з'єднаних елементів.
8. Методи побудови контрольних тестів. Постанова задачі побудови оптимального контрольного тесту. Методи побудови оптимального контрольного тесту. Приблизні методи побудови контрольного тесту.
9. Методи побудови діагностичних тестів. Постанова задачі побудови оптимального діагностичного тесту. Властивості перевірок, що входять до діагностичних тестів. Приблизні методи побудови діагностичних тестів.
10. Умовні алгоритми діагностування. Методи побудови умовних алгоритмів діагностування. Розрахунок показників діагностування.

11. Комплексна оцінка контролепридатності. Кількісні показники контролепридатності. Вимоги до контролепридатності. Забезпечення контролепридатності на стадії проектування.

12. Засоби підвищення контролепридатності цифрових пристроїв. Засоби підтримки процедури генерації тестів. Засоби підтримки процедур тестування і пошуку несправностей.

13. Методи автоматичного аналізу результатів діагностування. Аналізатори результатів діагностування.

14. Види засобів технічного діагностування. Зовнішні засоби технічного діагностування. Вбудовані засоби діагностування. Стандарт OBD.

15. Спеціалізовані засоби контролю технічного стану. Засоби автоматичного вводу даних в системах контролю. Структура систем вводу з цифровими та аналоговими виводами.

#### Література:

1. Діагностування цифрових пристроїв / О.Д. Азаров, С.І. Перевозніков, Н.О. Біліченко, В.С. Озеранський. – Навч. посібник. – Вінниця: Універсам – Вінниця, 2009. – 74 с.

2. Дергачов В.А., Савельєв А.С., Анікін А.М. Засоби підвищення контролепридатності вимірювальної техніки. – Навч. посібник. – Харків: Держ. Аерокосмічний ун-т “Харк. Авіац. Ін-т”, 2006. – 68с.

3. Методи контролю працездатності елементів вимірювально-обчислювальних комплексів / В.А.Дергачов, І.В.Чумаченко, А.М.Анікін, А.С.Савельєв. – Навч. посібник. – Харків: Держ. Аерокосмічний ун-т “Харк. Авіац. Ін-т”, 1999. – 61с.

Гарант освітньої програми Мікро- та наносистемна техніка

  
(підпис)

О.М. Чугай  
(ініціали та прізвище)

Програму розглянуто й узгоджено на випусковій кафедрі 303  
Протокол № 6 від « 22 » 01 2024 р.

Завідувач кафедри 303

  
(підпис)

В.П. Сіроклин  
(ініціали та прізвище)

Програму вступного випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 176 «Мікро- та наносистемна техніка» (освітня програма «Мікро- та наносистемна техніка») узгоджено науково-методичною комісією Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» з галузей знань «Математика



та статистика», «Інформаційні технології», «Автоматизація та приладобудування», «Хімічна та біоінженерія», «Електроніка та телекомунікації», «Природничі науки», «Архітектура та будівництво» (НМК 2)

Протокол № 8 від « 22 » 03 2024 р.

Голова НМК 2  
к.т.н., доц.



Дмитро КРИЦЬКИЙ