

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Механіко-машинобудівного інституту

Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2018 р.

Голова

вченої ради \_\_\_\_\_ М.І. Бобир

М.П.

**ПРОГРАМА**

комплексного фахового випробування  
для вступу на програму підготовки магістра  
за спеціальністю 173 Авіоніка

Програму рекомендовано кафедрою  
авіакосмічних та роботизованих систем  
ММІ

(кафедрою приладів та систем керування  
літальними апаратами)

Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2018 р.

В.о. зав. кафедри \_\_\_\_\_ В.В. Сухов

## **ВСТУП**

Комплексне фахове випробування проводиться за матеріалами 6-и дисциплін навчального плану підготовки бакалаврів, які відносяться до циклу дисциплін базової підготовки:

1. Теорія автоматичного керування.
2. Метрологія, стандартизація та сертифікація.
3. Чутливі елементи систем керування літальними апаратами.
4. Основи навігації.
5. Основи будови систем керування літальних апаратів.
6. Інформаційно-вимірювальні пристрої.

Екзаменаційний білет Комплексного фахового вступного випробування складається з трьох теоретичних питань (вибірково з трьох різних розділів зі всіх шести розділів). Час виконання Комплексного фахового випробування обмежено 4 академічними годинами (180 хв.).

## **ОСНОВНИЙ ВИКЛАД**

### **ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ВИНЕСЕНИХ НА ВИПРОБУВАННЯ:**

#### **РОЗДІЛ 1. ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

1. Передатні функції і частотні характеристики ланок і систем автоматичного керування (САК).
2. Послідовне та паралельне з'єднання ланок САК, структурне перетворення схем САК.
3. Критерії стійкості САК. Оцінка стійкості замкнених САК.
4. Показники якості перехідних процесів в САК.
5. Методика побудови логарифмічних частотних характеристик САК.
6. Оцінка точності САК за статистичними характеристиками керуючих сигналів і збурень.
7. Керованість лінійних САК.
8. Спостережуваність лінійних САК.
9. Оцінювання якості САК. Інтегральні оцінки якості САК.

#### **РОЗДІЛ 2. МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ**

1. Методи вимірювань (класифікація). Типова структурна схема компенсаційного вимірювального перетворювача як приклад нульового методу.
2. Класифікація бортових засобів вимірювань. Визначення, схеми.

- Адитивні та мультиплікативні похибки вимірювань (графічне зображення для лінійної функції перетворення).
3. Похибки вимірювань (ПВ) і похибки засобів вимірювань. Класифікація (схема). Форми запису ПВ. Інструментальні та методичні похибки вимірювань. Сумарна ПВ. Основні та додаткові ПВ. Приклад запису додаткової систематичної температурної похибки вимірювального перетворювача.
  4. Систематичні та випадкові похибки вимірювань. Співвідношення випадкових похибок одиничного та групового вимірювань.
  5. Характеристики випадкових результатів вимірювань і похибок вимірювань (диференціальна функція розподілу, математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення). Графічна інтерпретація сумарної похибки однократного виміру  $\Delta_i$  із зазначенням  $\Delta_c$ ,  $\Delta_i$ ,  $\sigma_x$ ,  $\sigma_{xGP}$  та співвідношень між ними.
  6. Організація та проведення стандартизації на виробництві. Порядок розробки стандартів. Види та методи стандартизації.
  7. Допуски та посадки. Основні поняття. Класифікація та позначення допусків відхилення форми. Класифікація та позначення допусків відхилення розташування поверхні.
  8. Система допусків та посадок для деталей типу "вал". Система допусків та посадок для деталей типу "отвір".

### **РОЗДІЛ 3. ЧУТЛИВІ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ**

1. Гіроскопічний тахометр на двоступеневому гіроскопі. Кінематична схема. Способи організації компенсаційного зворотного зв'язку. Передатна функція, частотні характеристики і вимоги до них.
2. Диференціальні рівняння руху динамічно настроюваного гіроскопа з одно- та двокільцевим пружним підвісом. Сутність динамічного настроювання. Явище заклинювання ротора.
3. Рух динамічно настроюваного гіроскопа на основі, що рівномірно обертається.
4. Похибки динамічно настроюваного гіроскопа при кутовій вібрації основи.
5. Передатні функції динамічно настроюваного гіроскопа:
  - по кутовій швидкості основи;
  - по збурюючому моменту.
6. Похибки незбалансованого динамічно настроюваного гіроскопа при постійному прискоренні та при вібрації основи:
  - квадратурна;

- від різножорсткості підвісу;
  - від незбалансованості підвісу.
7. Вимоги та синтез контуру компенсаційного зворотного зв'язку датчика кутової швидкості на динамічно настоюваному гіроскопі.
  9. Математичні моделі вібраційних гіроскопів: роторного, коріолісового, карданового, камер тонного.
  10. Частотні характеристики при гармонічній кутовій вібрації основи вібраційних гіроскопів: роторного, коріолісового, карданового, камертонного.
  11. Частоти вільних коливань коріолісового вібраційного гіроскопа, фазові траєкторії при рівномірному обертанні основи. Вимірювання кута повороту.
  12. Принцип дії, призначення, класифікація та нормовані метрологічні характеристики навігаційних лінійних акселерометрів навігаційних лінійних акселерометрів.
  13. Класифікація лінійних акселерометрів по точності. Порівняльний аналіз структурних схем маятникових акселерометрів прямого вимірювання та компенсаційних акселерометрів.
  14. Порівняльний аналіз вимог до основних функціональних вузлів (пружний підвіс чутливого елемента, датчик переміщень, зворотній компенсаційний перетворювач) лінійних акселерометрів прямого вимірювання та компенсаційних.
  15. Динамічні характеристики навігаційних лінійних акселерометрів (АЧХ, ФЧХ, передатна функція, смуга пропускання, амплітудна та фазові похибки). Забезпечення допустимих динамічних похибок навігаційних лінійних акселерометрів.
  16. Ємнісний навігаційний лінійний акселерометр прямого вимірювання. Функціональна схема, конструкція, функція перетворення.
  17. Компенсаційні навігаційні лінійні акселерометри. Функціональна та структурна схеми, конструкція, функція перетворення.
  18. Тензорезисторний навігаційний лінійний акселерометр прямого вимірювання. Функціональна схема, конструкція, функція перетворення, мостова вимірювальна ланка.
  19. Формування частотного вихідного сигналу навігаційного лінійного акселерометра з метою розрахунку швидкості літального апарату без похибок інтегрування.
  20. Призначення лазерного гіроскопа та його метрологічні параметри.
  21. Склад лазерного гіроскопа.
  22. Масштабний множник лазерного гіроскопа.
  23. Кутова ціна імпульсу лазерного гіроскопа. Зміщення нуля лазерного гіроскопа.

## **РОЗДІЛ 4. ОСНОВИ НАВІГАЦІЇ**

1. Загальна характеристика та класифікація методів навігації.
2. Способи врахування гравітаційного прискорення.
3. Алгоритми роботи горизонтальних каналів інерціальної навігаційної системи напіваналітичного типу з географічним опорним тригранником.
4. Особливості роботи вертикального каналу інерціальної навігаційної системи напіваналітичного типу.
5. Алгоритми роботи інерціальної навігаційної системи напіваналітичного типу з вільною в азимуті платформою.
6. Алгоритми роботи інерціальної навігаційної системи геометричного типу.
7. Алгоритми роботи інерціальної навігаційної системи аналітичного типу (два варіанти, коротка характеристика).
8. Алгоритми роботи безплатформних інерціальних навігаційних систем на давачах кутової швидкості. Способи визначення орієнтації об'єкта відносно інерціальної системи координат (коротка характеристика).
9. Алгоритми роботи безплатформних інерціальних навігаційних системи на вільних гіроскопах.
10. Алгоритми роботи акселерометричних безплатформних інерціальних навігаційних систем.

## **РОЗДІЛ 5. ОСНОВИ БУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

1. Сервоприводи каналів автоматичного керування літальних апаратів. Типовий електричний сервопривід. Електрогідравлічний сервопривід. Динамічні характеристики приводу.
2. Критерії оцінки пілотажних властивостей літака. Загальні вимоги до пілотажних характеристик. Основні уявлення про стійкість та керованість літака.
3. Класифікація каналів автоматичного керування. Структура типового каналу автоматичного керування літака. Особливості апаратурної реалізації каналів керування.
4. Автоматичне балансування літака. Демпфери кутових коливань літака. Демпфер тангажу.
5. Автоматичне балансування літака. Демпфери кутових коливань літака. Демпфер ристання.
6. Автоматичне керування кутом крену. Процеси, що відбуваються в контурах автоматичного керування кутом крену.
7. Автоматичне керування кутом тангажу. Особливості контурів автоматичного керування кутом тангажу.

## **РОЗДІЛ 6. ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ**

1. Вимірювальні перетворювачі (ВП) прямого виміру та компенсаційні ВП (метод вимірювання, структурні схеми, рівняння ідеальної роботи).
2. Класифікація похибок вимірювальних перетворювачів (ВП) та систем (класифікаційна таблиця та пояснення термінів). Метрологічна модель похибок ВП з поліноміальною функцією перетворення (в одиницях вхідної та вихідної величин).
3. Структура нормованих метрологічних характеристик вимірювальних перетворювачів (ВП) та систем. Характеристики типу вимірювань. Скалярний та векторний ВП.
4. Прямі та зворотні функції перетворення (ФП) інформаційно-вимірювальних пристроїв (ІВП). Форми запису прямої та зворотної ФП для скалярного та векторного ІВП. Переваги зворотної ФП.
5. Динамічні метрологічні характеристики інформаційно-вимірювальних пристроїв та систем. Забезпечення потрібних діапазону робочих частот, амплітудної та фазової динамічних похибок вимірювального перетворювача (ВП). Вплив цих вимог на статичні характеристики ВП.
6. Аналіз розімкненої структурної схеми інформаційно-вимірювальних пристроїв та систем з послідовним з'єднанням ланок (коефіцієнт перетворення, адитивна похибка, мультиплікативна похибка).
7. Аналіз розімкненої структурної схеми інформаційно-вимірювальних пристроїв та систем з паралельним з'єднанням ланок (коефіцієнт перетворення, адитивна похибка, мультиплікативна похибка).
8. Аналіз замкненої структурної схеми інформаційно-вимірювальних пристроїв та систем зі зворотнім від'ємним зв'язком (коефіцієнт перетворення, адитивна похибка, мультиплікативна похибка).

### **ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ**

На Комплексному фаховому випробуванні за змістом завдань немає потреби користування допоміжними матеріалами.

На Комплексному фаховому випробуванні вступник отримує екзаменаційний білет, який включає 3 теоретичних питання з переліку зазначених вище тем і розділів навчальних дисциплін. Вступник дає відповіді на всі 3 поставлених питання.

Критерії оцінювання стосуються лише змісту письмової відповіді вступника на питання Комплексного фахового випробування, тобто оцінюється лише письмова робота вступника.

На Комплексному фаховому випробуванні вступник отримує екзаменаційний білет, який включає три питання з переліку зазначених вище

тем і розділів навчальних дисциплін. Відповідь на кожне питання оцінюється за 100-бальною шкалою:

- повна відповідь з виводами формул, схемами, поясненнями, прикладами, розрахунками (не менше 95 % потрібної інформації) - 100...95 балів;

- повна відповідь з непринциповими неточностями (не менше 85% потрібної інформації) - 94...8 балів;

- повна принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків (не менше 75 % потрібної інформації) - 84...75 бали;

- повна принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків та (або) з неточностями у формулюваннях (не менше 65 % потрібної інформації) - 74...65 балів;

- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 60 % потрібної інформації) - 60...65 балів;

- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принциповими неточностями (менше 60 % потрібної інформації) або відсутність відповіді – 0 балів.

Загальна оцінка за Комплексне фахове випробування обчислюється як середнє арифметичне значення балів трьох відповідей. Таким чином, за результатами Комплексного фахового випробування вступник може набрати від 0 до 100 балів. Чисельний еквівалент оцінки в балах:

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3) / 3$$

Таким чином, за результатами Комплексного фахового випробування вступник може набрати від 0 до 100 балів.

Залежно від загальної суми отриманих балів  $Q$  вступнику, згідно критеріїв ЕСТЕ, виставляється оцінка:

Сума набраних балів	Оцінка
95...100	<i>Відмінно</i>
85...94	<i>Дуже добре</i>
75...84	<i>Добре</i>
65...74	<i>Задовільно</i>
60...64	<i>Достатньо</i>
менше 60	<i>Незадовільно</i>

**Приклад типового завдання фахового  
випробування**

---

Форма № Н-5.05

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Освітньо-кваліфікаційний рівень \_\_\_\_\_

Спеціальність Авіоніка  
(назва)

Вступний іспит в магістратуру  
(назва)

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № \_\_\_\_\_**

1. Передатні функції і частотні характеристики ланок і систем автоматичного керування (САК).
2. Алгоритми роботи горизонтальних каналів інерціальної навігаційної системи напіваналітичного типу з географічним опорним тригранником.
3. Структура нормованих метрологічних характеристик вимірювальних перетворювачів (ВП) та систем. Характеристики типу вимірювань. Скалярний та векторний ВП.

Затверджено на засіданні

кафедри приладів та систем керування літальними апаратами

Протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**В. о. зав. кафедри** \_\_\_\_\_ Сухов В. В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Голова підкомісії АК** \_\_\_\_\_ Черняк М. Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

---

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. *Бесекерский В. А.* Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.
2. *Пельпор Д. С., Михалев И. А., Бауман В. А. и др.* Гироскопические системы / Под ред. Д. С. Пельпора. – М.: Высшая школа, 1988. – 424 с.
3. *Павловский М.А.* Теория гироскопов. – К.: Вища школа, 1986. – 280 с. – 360 с.
4. *Асланян А. Э.* Системы автоматического управления полетом летательных аппаратов. – К.: КВВИАУ, 1984. ч I. Есаулов С. Ю., Бахов О. П., Дмитриев И. С. Вертолет как объект управления. – М.: Машиностроение, 1977.
5. *Орнатский П.П.* Теоретические основы информационно-измерительной техники.–К.: Вища шк. Головное издательство, 1985. – 455 с.
6. *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.

7. *Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т.2. / В. И. Анурьев. – 8-е изд., перераб. и доп.; под ред. И. Н. Жестковой. – М. : Машиностроение, 2001. – 912 с.

8. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування / *Б. Гофманн-Велленгоф, К. Легат, М. Візер*; пер. з англ. за ред. : Я. С. Яцківа ; літ. ред. : О. Є. Смолінська. – Л.: ЛНУ ім. І. Франка, 2006. – 449 с.

Розробник програми  
доцент каф. ПСКЛА

О.М. Нечипоренко