

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**

Затверджено Радою  
приладобудівного факультету  
протокол № 1/14 від «27» січня 2014 р.  
Декан ПБФ \_\_\_\_\_ Г.С. Тимчик.

**ПРОГРАМА**

Комплексного фахового випробування для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра/спеціаліста  
по спеціальності 8(7).05100303 «Прилади і системи орієнтації та навігації»

Програму рекомендовано кафедрою  
приладів і систем орієнтації та навігації  
протокол № 7/1 від «22» січня 2014 р.  
Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ Н.І.Бурау

## ВСТУП

Програма комплексного фахового випробування призначена для підготовки абітурієнтів - вступників на освітньо-професійну програму підготовки магістра/спеціаліста за спеціальністю 8(7).05100303 «Прилади і системи орієнтації та навігації» до складання фахового випробування.

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

До складу Програми ввійшли питання з таких чотирьох дисциплін:

- Основи теорії чутливих елементів систем орієнтації;
- Перетворюючі пристрої;
- Вимірювальні перетворювачі, прилади та системи;
- Теорія автоматичного керування.

Програма містить чотири розділи, у кожному розділі наведено перелік питань з відповідної дисципліни.

Комплексне фахове випробування проводиться з метою визначення рівня знань та умінь абітурієнтів застосовувати теоретичні знання для розв'язання практичних завдань аналізу приладів і систем орієнтації, навігації та керування. Тривалість випробування – не більше 4-х академічних годин (180 хвилин). Екзаменаційний білет складається з чотирьох практичних завдань (одне завдання за кожною з наведених вище дисциплін). На виконання кожного завдання відводиться не більше 1 академічної години.

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### **I. Питання з дисципліни «Основи теорії чутливих елементів систем орієнтації»**

1. Кути Ейлера. Відшукання матриці напрямних косинусів між двома декартовими системами координат.
2. Векторні дії і їх подання у матричній формі.
3. Правило диференціювання вектора, заданого своїми проекціями на осі оберткової системи координат.
4. Головні закони динаміки у векторній формі, коли динамічні величини визначені у проекціях на осі довільної системи координат, рух якої є заданим.
5. Поняття прецесії. Види прецесії. Регулярна прецесія.
6. Симетричний врівноважений гіроскоп. Поняття. Вільний рух.
7. Рух під дією постійного моменту сил. Псевдорегулярна прецесія.
8. Нутація гіроскопа. Частота нутації симетричного врівноваженого гіроскопа.
9. Види наближених рівнянь руху гіроскопа. Технічні і прецесійні рівняння.
10. Вимушена прецесія гіроскопа. Правило прецесії
11. Гіроскопічний момент. Правило Жуковського.
12. Гіромаятник. Поняття. Вільний рух гіромаятника. Повільна і швидка прецесії гіромаятника.

13. Гіроскоп у кардановому підвісі (ГКП). Вільний рух. Рух під дією сталого моменту сил. Рух під дією сил тертя.
14. Рух ГКП під дією гармонічно змінюваних моментів сил. Вплив динамічного дебалансу ротора.
15. Рух ГКП при розгоні і вибігу ротора при відкритому і закритому гіромоторах.
16. Двоступеневий гіроскоп. Поняття. Головна властивість. Частота власних коливань
17. Двоступеневий гірокомпас. Поняття. Частота власних коливань. Швидкісна похибка гірокомпаса.
18. Похибка із-за постійного вертикального моменту сил, внаслідок неточної вертикалізації вимірювальної осі.
19. Похибка двоступеневого гірокомпаса внаслідок кутових коливань основи.
20. Гіротахометр. Принцип дії. Похибки.
21. Гіроскоп напрямку. Поняття. Дрейф при хитавиці основи. Віражна похибка.
22. Гіромаятник як прилад. Поняття. Частота власних коливань. Швидкісна похибка гіромаятника.
23. Балістична похибка гіромаятника. Поняття. Умова незбурності. Період Шюлера.
24. Маятниковий гірокомпас. Поняття. Частота власних коливань. Швидкісна похибка. Балістична похибка. Умова незбурності прискореннями основи.
25. Інтеркардинальна похибка маятникового гірокомпаса. Шляхи її усунення (зменшення).

## **II. Питання з дисципліни «Перетворюючі пристрої»**

1. Загальні питання теорії електричних машин. Фізичні основи перетворення електричної та магнітної енергії.
2. Принцип дії та конструкція машин постійного струму. Принцип дії та конструкція машин змінного струму.
3. Розподіл магніторушійної сили в машинах. Магніторушійна сила зосередженої та розподіленої обмоток.
4. Обертове магнітне поле. Поля одно-, двох- та трифазної обмоток.
5. Силкові мікродвигуни автоматичних пристроїв. Асинхронні мікродвигуни.
6. Силкові синхронні мікродвигуни. Субсинхронні мікродвигуни.
7. Силкові колекторні мікродвигуни. Лінійні мікродвигуни.
8. Виконавчі мікродвигуни автоматичних пристроїв. Способи керування, характеристики та конструкція мікро двигунів змінного струму.
9. Виконавчі мікродвигуни постійного струму, Способи керування, характеристики та конструкція.
10. Динамічні характеристики та передатні функції виконавчих мікродвигунів.
11. Безколекторні двигуни постійного струму.
12. Сучасні способи керування мікродвигунами. П'єзодвигуни. Датчики моменту.
13. Загальні питання надійності машин. Нагрів та охолодження машин. Особливості експлуатації двигунів.
14. Вибір двигунів для приводу автоматичних систем.
15. Тахогенератори. Принцип дії, характеристики, галузі використання.

16. Похибки та динамічні помилки тахогенераторів.
- 17.Обертові трансформатори (ОТ). Конструкція, принцип дії. Синусно-косинусні ОТ. Лінійні, масштабні ОТ, ОТ-побудовачі, фазообертачі.
- 18.ОТ в системах дистанційної передачі кута. Помилки ОТ та засоби їх зменшення.
- 19.Сельсини, індуктосіни, мікросіни. Принцип дії, конструкція.
- 20.Сельсини в системах дистанційної передачі кута.
- 21.Електричні мікромашини гіроскопічних пристроїв.
- 22.Електромагніти та електромагнітні реле. Принцип дії, конструкція, галузі використання. Механічна та тягова характеристики.
- 23.Магнітні підсилювачі та ферозонди. Принцип дії, конструкція, галузі використання, характеристики.
- 24.Основні помилки ферозондів та способи їх зменшення.
- 25.Магнітні опори. Опори на постійних магнітах та електромагнітах.

### **III. Питання з дисципліни «Вимірювальні перетворювачі, прилади та системи»**

1. Призначення та класифікація гіроскопічних і навігаційних приладів. Найважливіші навігаційні параметри. Завдання вимірювання курсу і азимутів орієнтирних напрямків.
2. Магнітний компас, особливості конструкції.
3. Індукційні датчики магнітного курсу. Побудова та принцип дії двохзондового індукційного компаса.
4. Методичні та інструментальні похибки приладів магнітного курсу.
5. Гіроскоп напрямку. Кінематична схема і прецесійні рівняння руху. Необхідність корекції.
6. Вимоги до систем корекції, їх різновид. Показчик ортодромії.
7. Аналіз похибок гіроскопів напрямку (ГН). Інструментальні похибки ГН.
8. Методичні похибки ГН, при хитавиці основи.
9. Методи зменшення головних складових похибки вимірювання курсу.
- 10.Гіромагнітні та гіроіндукційні компаси. Схема, принцип роботи.
- 11.Принцип дії триступеневого маятникового гірокомпаса (ГК), спрощена кінематична схема, прецесійні рівняння руху.
- 12.Морські ГК, схема побудови, конструкції.
- 13.Похибки ГК, обумовлені поступальним рухом основи. Швидкісна похибка.
- 14.Балістична похибка ГК. Умова “незбурності” ГК.
- 15.Наземні маятникові ГК (НМГК). Особливості побудови, головні інструментальні похибки.
- 16.Гіроскопічні компаси з непрямим керуванням.
- 17.Фізичний маятник як зберігач напрямку місцевої вертикалі.
- 18.Гіровертикаль (ГВ) з радіальною корекцією. Схема конструкції, рівняння руху. Корекційний рух ГВ з пропорційною та сталою системами корекції.
- 19.Похибки ГВ, що обумовлені обертальним рухом Землі і рухом основи (рух з прискоренням, віраж, хитавиця основи). Головні інструментальні похибки.
- 20.Двоступеневий гіротахометр (ГТ).

21. Рівняння руху і передаточна функція ГТ. Частотні характеристики.
22. Головні методичні і інструментальні похибки ГТ та методи їх зменшення.
23. Компенсаційні ГТ.
24. Двоступеневий роторний вібраційний гіроскоп як вимірювач кутової швидкості.
25. Мікромеханічні осциляторні гіроскопи (ММГ). Кінематика та принцип дії найбільш розповсюджених схем гіроскопів.

#### **IV. Питання з дисципліни «Теорія автоматичного керування»**

1. Фундаментальні принципи автоматичного керування та приклади їх реалізації. Класифікація автоматичних систем.
2. Поняття динамічної ланки. Перетворення Лапласа. Визначення передатної функції.
3. Визначення функції ваги, перехідної функції ланки, системи.
4. Позиційні динамічні ланки. Передатні функції, функції ваги, перехідні функції.
5. Інтегруючі та диференціюючі динамічні ланки. Передатні функції, функції ваги, перехідні функції.
6. Математичний опис неперервних систем за схемою вхід - вихід та за допомогою змінних стану.
7. Лінеаризація рівнянь динаміки. Поняття про режими роботи системи.
8. Структурні схеми систем автоматичного керування. Передатні функції типових з'єднань динамічних ланок.
9. Передатні функції лінійних систем автоматичного керування (розімкненого ланцюга, замкненої системи, за похибкою системи).
10. Поняття комплексної передатної функції амплітудно-частотної, фазо-частотної та амплітудно-фазової характеристик ланки (системи).
11. Частотні характеристики елементарних динамічних ланок.
12. Частотні характеристики розімкненої та замкненої системи автоматичного керування.
13. Поняття та визначення логарифмічних характеристик. Логарифмічні частотні характеристики динамічних ланок.
14. Побудова логарифмічних частотних характеристик розімкненої системи.
15. Поняття та умови стійкості лінійної системи.
16. Алгебраїчний критерій стійкості Гурвіца.
17. Частотні критерії стійкості. Критерій Михайлова.
18. Критерій стійкості Михайлова-Найквіста (амплітудно-фазовий критерій).
19. Логарифмічний частотний критерій стійкості. Запаси стійкості.
20. Вимоги до перехідного процесу. Прямий метод побудови перехідної характеристики, прямі показники якості перехідного процесу.
21. Непрямі методи оцінки якості перехідного процесу. Частотні методи.
22. Непрямі методи оцінки якості перехідного процесу. Методи розподілу коренів. Інтегральні методи.
23. Поняття статичної та астатичної систем.
24. Усталені похибки статичних та астатичних систем за типових збурень.
25. Похибки за гармонічного збурення.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

• При розв'язанні завдань екзаменаційного білету абітурієнтам заборонено користуватись допоміжними матеріалами.

• **Критерії оцінювання:**

1. Кожне завдання екзаменаційного білету оцінюється:

- “відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 25 балів;
- “добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 20 балів;
- “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 15 балів;
- “незадовільно”, незадовільна відповідь або відповідь відсутня – 0 балів.

2. Бали, отримані за кожне завдання, додаються. Максимальна кількість балів дорівнює:

$$25 \text{ балів} \times 4 \text{ завдання} = 100 \text{ балів.}$$

3. Отримані бали переводяться до відповідних оцінок ECST згідно таблиці:

Сума балів	Оцінка ECST
<b>95-100</b>	<b>A</b>
<b>85-94</b>	<b>B</b>
<b>75-84</b>	<b>C</b>
<b>65-74</b>	<b>D</b>
<b>60-64</b>	<b>E</b>
<b>менше 60</b>	<b>F</b>

4. Визначається чисельний еквівалент оцінки: A - 5 балів; B – 4,5 балів; C – 4 бали; D – 3,5 балів; E – 3 бали; F – 0 балів.

• **Приклад типового завдання:**

1. Знайти коливальну складову  $\Delta K$  похибки гіромагнітного компаса при гармонічному законі зміни похибки магнітного компаса  $\tilde{f}$  з амплітудою  $f_m = 0,1$  рад. та частотою  $\omega_f = 3$  1/с. Питома швидкість корекції азимутального каналу  $\epsilon = 0,2$  1/с.
2. Як зміняться частоти власних коливань гіромаятника, якщо його розташувати на Місяці? Вважати, що кутова швидкість власного обертання Місяця у 30 разів менша за Землі, радіус Місяця у 4 рази менший за радіус Землі, прискорення сили тяжіння на Місяці у 6 разів менше за земне. Навести загальну формулу визначення частот власних коливань гіромаятника і дати коротке пояснення.
3. Якою потужністю повинен володіти синхронний гіромотор з кінетичним моментом  $H = 0,5$  Нмс з одною парою полюсів, щоб при частоті джерела живлення 400 Гц він розганявся до сталої швидкості за час  $t = 1$  хв? Ккд двигуна прийняти  $\eta = 70\%$ .
4. Визначити коефіцієнт  $k_{\text{роз}}$  підсилення розімкнутої системи та порядок астатизму  $\nu$ , якщо розімкнута система є послідовним з'єднанням динамічних ланок з передатними функціями:

$$W_1(p) = \frac{0,5p}{0,06p^2 + 0,5p + 1}, \quad W_2(p) = \frac{1}{p(0,02p + 1)} \quad \text{та} \quad W_3(p) = \frac{0,5(0,04p + 1)}{p(0,3p + 1)}.$$

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лазарєв Ю.Ф. Основи теорії чутливих елементів систем орієнтації [Текст]: підруч. / Ю.Ф. Лазарєв, П.М. Бодар. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 644 с.
2. Степанковский Ю.В. Преобразующие устройства приборов. Т.1. Электродвигатели (Силовые микромашины)/ Ю.В. Степанковский. – К.: Корнейчук, 2002. – 207 с.
3. Одинцов А.А. Теория и расчет гироскопических приборов/ А.А. Одинцов. – К.: Вища школа, 1986. – 382 с.
4. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования. - 2-е изд., перераб. и доп./ Г.Ф. Зайцев. - К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. - 431 с.
5. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления/ Е.П. Попов. - М.: Наука, 1978. - 256 с.

## РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

Програму розроблено атестаційною підкомісією у складі:

1. Д.т.н., проф. Бурау Н.І.
2. К.т.н., доц. Бондар П.М.
3. К.т.н., доц. Лазарєв Ю.Ф.
4. К.т.н., доц. Степанковський Ю.В.

Голова підкомісії – зав.кафедри ПСОН Бурау Н.І.  
«10» лютого 2014 р.