

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Приладобудівного факультету

Протокол №2/16 від 29 лютого 2016 р.

Голова вченої ради \_\_\_\_\_ Г.С.Тимчик

М.П.

**ПРОГРАМА**

комплексного фахового випробування для вступу  
на програму підготовки доктора філософії (PhD)  
спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
(спеціалізація «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи навігації і керування»)

Програму рекомендовано кафедрою  
приладів і систем орієнтації та навігації  
протокол №8 від «10» лютого 2016 р.  
Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ Н.І.Бурау

## ВСТУП

Програма комплексного фахового випробування призначена для підготовки абітурієнтів - вступників на програму підготовки доктора філософії (PhD) за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (спеціалізація – Комп'ютерно-інтегровані технології та системи навігації і керування) до складання фахового випробування.

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

До складу Програми ввійшли питання з таких дисциплін:

- Сучасна теорія управління – 1. Автоматичне керування рухомими об'єктами;
- Сучасна теорія управління – 1. Системи орієнтації і стабілізації;
- Навігаційні системи.

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

Комплексне фахове випробування проводиться з метою визначення рівня фундаментальної та професійної підготовки абітурієнтів в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та систем навігації і керування.

Тривалість випробування – не більше 4-х академічних годин (180 хвилин). Екзаменаційний білет складається з трьох практичних завдань (одне завдання за кожною з наведених вище дисциплін). На виконання кожного завдання відводиться не більше 1,3 академічної години (60 хвилин).

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### **Розділ 1. СУЧАСНА ТЕОРІЯ УПРАВЛІННЯ -1. АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ**

1. Фундаментальні принципи керування. Функціональні схеми, структурні схеми, що реалізують принципи керування.
2. Постановка задачі оптимального керування, критерії оптимізації, класифікація задач оптимального керування.
3. Принцип максимуму Понтрягіна, синтез оптимальних систем на його основі.
4. Метод динамічного програмування, синтез оптимальних систем на його основі.
5. Керованість, спостережуваність, відновлюваність об'єктів. Спостерігачі, синтез спостерігачів. Умова повної спостережуваності.
6. Методи оптимального оцінювання стану динамічних систем. Методи синтезу оптимальних регуляторів.
7. Синтез стохастичних оптимальних систем керування. Оптимальне керування за неповної інформації про стан об'єкту, фільтр Калмана-Бьюсі.

8. Квантування неперервних сигналів, решітчасті функції, різницеві рівняння.
9. Дискретне перетворення Лапласа, z-перетворення, дискретні передатні функції.
10. Теорема Котельникова-Шеннона. Властивості дискретних сигналів. Відновлення сигналів.
11. Дискретні моделі систем, рівняння у формі простору станів, операторний метод опису систем.
12. Алгоритми цифрової обробки сигналів: цифрове диференціювання та цифрове інтегрування.
13. Цифрова фільтрація. Фільтри зі скінченною імпульсною характеристикою та з нескінченною імпульсною характеристикою.
14. Синтез дискретних систем, вимоги та критерії. Робастні системи. Синтез дискретних систем із забезпеченням вимог стійкості, точності.
15. Системи автоматичного керування кутовими рухами рухомих об'єктів. Умови, за яких можливий розподіл кутового руху об'єктів на складові.
16. Системи керування за тангажем (диферентом): основні закони керування; блок-схеми; особливості динаміки.
17. Системи керування за курсом: основні закони керування; блок-схеми; особливості динаміки.
18. Системи керування за креном: основні закони керування; блок-схеми; особливості динаміки.
19. Координоване керування боковим рухом літака.
20. Системи автоматичного керування рухом центру мас рухомих об'єктів. Способи завдання положення центру мас об'єкту у просторі.
21. Системи автоматичного керування боковим відхиленням.
22. Системи автоматичного керування висотою (глибиною) руху.
23. Системи автоматичного керування швидкістю руху.

## **Розділ 2. СУЧАСНА ТЕОРІЯ УПРАВЛІННЯ -2. СИСТЕМИ ОРІЄНТАЦІЇ І СТАБІЛІЗАЦІЇ**

1. Класифікація гіростабілізаторів. Принципи побудови гіростабілізаторів прямої дії.
2. Гіроскопічні демпфери для оптичних приладів. Координатори цілей.
3. Силкові гіроскопічні стабілізатори (СГС). Призначення, принципи дії, кінематична схема одновісного гіроскопічного стабілізатора.
4. Структурні схеми та передаточні функції одновісного СГС як системи автоматичного керування.
5. Похибки одновісного стабілізатора. Вплив збурюючих моментів, які діють вздовж осей підвісу.
6. Власна швидкість прецесії гіроскопічного стабілізатора. Кінематична складова прецесії.
7. Вплив пружності елементів гіроскопічного стабілізатора на його динамічні властивості, похибки стабілізації.
8. Методи забезпечення стійкості та належної якості процесу стабілізації. Корегуючі засоби.

9. Використання двороторних СГС для зменшення похибок стабілізації.
10. Гіроскопічні стабілізатори з релейним керуванням.
11. Двовісні гіроскопічні стабілізатори: особливості використання; кінематичні схеми.
12. Гіроскопічні стабілізатори пеленгуючих пристроїв, варіанти кінематичних схем.
13. Тривісні (просторові) системи стабілізації: призначення; кінематична схема; необхідність використання перетворювача координат.
14. Індикаторні гіроскопічні стабілізатори: призначення; принципи дії; основні кінематичні схеми індикаторних гіроскопічних стабілізаторів.
15. Головні похибки індикаторних систем гіроскопічної стабілізації.
16. Особливості побудови та динаміки систем стабілізації з безредукторним приводом.
17. Геометрія та кінематика систем непрямої стабілізації об'єктів. Основні схеми непрямої стабілізації ліній візювання при хитавиці основи.
18. Динамічні похибки систем непрямої стабілізації та методи забезпечення заданих показників якості процесу стабілізації.
19. Принципи побудови безплатформових систем орієнтації (БСО), чутливі елементи для БСО.
20. Алгоритми роботи БСО на датчиках кутової швидкості.
21. Визначення кутової орієнтації об'єкта в БСО на датчиках кутової швидкості, рівняння Пуасона, кватерніони.
22. Алгоритми роботи БСО на вільних гіроскопах.
23. Визначення кутової орієнтації об'єкта в БСО на вільних гіроскопах.

### **Розділ 3. НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ**

1. Основні характеристики Землі та навколосемного простору: форма Землі; гравітаційне поле; поле сили тяжіння; магнітне поле Землі; атмосфера.
2. Лінії та поверхні положення. Основні системи координат, що застосовуються в навігації.
3. Основні точки та лінії на небесній сфері; методи визначення координат.
4. Астрономічні секстанти та орієнтатори: принцип дії; основні похибки.
5. Горизонтальний та екваторіальний астрокомпаси: принцип дії; основні похибки.
6. Кутомірні, далекомірні, різницідалекомірні методи радіонавігації: вирішені задачі; принцип дії пристроїв; основні похибки.
7. Супутникові системи навігації. Визначення координат, швидкості, кутового положення об'єкту.
8. Доплерівські вимірники швидкості: принцип роботи; основні похибки та методи їх зменшення.
9. Радіолокаційні станції, радіовисотоміри.
10. Гідроакустичні навігаційні прилади і системи: класифікація і методи побудови; стабілізація діаграм спрямованості; основні характеристики.
11. Суть методу інерціальної навігації. Інерціальні навігаційні системи (ІНС) розімкненого та замкненого типів. Умови незбурюваності.

12. ІНС з гіроскопічною вертикаллю (напіваналітичного типу): принцип дії; рівняння руху; особливості.
13. ІНС геометричного типу: принцип дії; рівняння руху; особливості.
14. ІНС аналітичного типу з платформою: принцип дії; рівняння руху; особливості.
15. Методичні похибки, інструментальні похибки ІНС. Схеми зменшення впливу переносних та коріолісових прискорень.
16. Різновиди чутливих елементів та гіроплатформ ІНС.
17. Функціональна схема триканальної ІНС напіваналітичного типу, основні особливості її дослідження.
18. Початкова виставка ІНС: виставка в площині обрїю; позиційний, інтегральний і інтегрально-позиційний алгоритми.
19. Принцип роботи ІНС під час гірокомпасування: рівняння руху; точність; час.
20. Принцип роботи ІНС під час аналітичного гірокомпасування: рівняння руху; точність; час.
21. Інші схеми гірокомпасування, способи скорочення часу, гірокомпасування на рухомій основі.
22. Безплатформові ІНС: принципи побудови; чутливі елементи; алгоритми роботи у географічній системі координат.
23. Комплексування ІНС з навігаційними системами, працюючими на інших фізичних принципах: причини, що викликають необхідність комплексування систем; принципи побудови комплексних систем.

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

#### **Критерії оцінювання:**

1. Завдання екзаменаційного білету оцінюється:
  - з дисциплін «Сучасна теорія управління -1. Автоматичне керування рухомими об'єктами» та «Сучасна теорія управління -2. Системи орієнтації і стабілізації»
  - “відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 27-30 балів;
  - “добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 22 -26 балів;
  - “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 18 – 21 бал;
  - “незадовільно”, незадовільна відповідь або відповідь відсутня – 0 балів.
  - з дисципліни «Навігаційні системи»
  - “відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 36-40 балів;

- “добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 30-35 балів;
  - “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 24-29 балів;
  - “незадовільно”, незадовільна відповідь або відповідь відсутня – 0 балів.
2. Бали, отримані за кожне завдання, додаються. Максимальна кількість балів дорівнює:  
 $30 \text{ балів} \times 2 \text{ завдання} + 40 \text{ балів} = 100 \text{ балів}.$
3. Отримані бали переводяться до відповідних оцінок ECST згідно таблиці:

Сума балів	Оцінка ECTS
<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>
<i>менше 60</i>	<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.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондар П.М. Фізичні основи орієнтації та навігації: навчальний посібник. Ч. 2, Ч. 3/ П.М. Бондар, Ю.В. Степанковський. – Кіровоград: ПОЛІМЕД-Сервіс, 2009. – 204 с.
2. Мелешко В.В. Инерциальные навигационные системы. Начальная выставка/ В.В. Мелешко. - К.: Корнейчук, 2000. – 160 с.
3. Самотокин Б.Б. Навигационные приборы и системы / Б.Б. Самотокин, В.В. Мелешко, Ю.В. Степанковський. – К.: Вища школа, 1986. – 343 с.
4. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-ти тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления/Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 656 с.
5. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-ти тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления/Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 656 с.
6. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-ти тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.4: Теория оптимизации систем

автоматического управления/Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 656 с.

7. Гирскопические системы. Гирскопические приборы и системы: Учебник для вузов/ Д.С. Пельпор, И.А. Михалев, В.А. Бауман и др. Под ред. Д.С. Пельпора. – М.: Высш.шк., 1988. – 424 с.

8. Мелешко В.В. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы: Учебн. Пособие/ В.В. Мелешко, О.И. Нестеренко. – Кировоград: ПОЛИМЕД-Сервис, 2011. – 171 с.

## РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

Програму розроблено атестаційною підкомісією у складі:

1. Д.т.н., проф. Бурау Н.І.
2. К.т.н., доц. Аврутов В.В.
3. К.т.н., доц. Мироненко П.С.
4. К.т.н., доц. Павловський О.М.

Голова підкомісії – зав.кафедри ПСОН Бурау Н.І.

«10» лютого 2016 р.