

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Вченої ради  
факультету

\_\_\_\_\_ О.В. Збруцький

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 р.

**ПРОГРАМА ДОДАТКОВОГО ВСТУПНОГО  
ВИПРОБУВАННЯ**

**третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
для здобуття наукового ступеня доктор філософії**

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ      17 ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ**

**СПЕЦІАЛЬНІСТЬ    173 АВІОНІКА**

Ухвалено Вченою радою факультету/інституту  
(протокол від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 р. № \_\_)

Київ  
НТУУ «КПІ»  
2016

## **РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

Збруцький Олександр Васильович, д.т.н., проф., декан факультету  
авіаційних і космічних систем

Рижков Лев Михайлович, д.т.н., проф., професор кафедри приладів та  
систем керування літальними апаратами

Черняк Микола Григорович, к.т.н., доц., доцент кафедри приладів та  
систем керування літальними апаратами

Прохорчук Олександр Віталійович, к.т.н., доц., доцент кафедри приладів  
та систем керування літальними апаратами

---

---

---

---

## **РОЗДІЛ 1. АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ**

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. ОПІР МАТЕРІАЛІВ**

1. Визначення переміщень в стержнях.
2. Розрахунок статично визначених пружних систем.
3. Розрахунок статично невизначених пружних систем методом сил.
4. Розрахунок статично невизначених пружних систем методом переміщень.

## **РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

1. Асинхронний двигун. Принцип дії, конструкція, робочі та механічні характеристики.
2. Синхронний гістерезисний двигун. Принцип дії, конструкція, робочі характеристики.
3. Безколекторний двигун постійного струму (вентильний). Принцип дії, конструкція, типова схема керування, робочі характеристики.
4. Виконуючі двигуни постійного струму. Принцип дії, схеми керування, рівняння руху для якірного управління.

5. Індуктивні датчики кута. Датчики моменту з керуванням за змінним струмом.

#### **РОЗДІЛ 4. ЧУТЛИВІ ЕЛЕМЕНТИ ГІРОІНЕРЦІАЛЬНИХ СИСТЕМ**

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 одного до двох підвісних пружних підвісом. Сутність динамічного настроювання. Явище заклинювання ротора.
3. Прецесійний рух і нутаційні коливання динамічно настроюваного гіроскопа. Умови застосування прецесійних рівнянь руху.
4. Рух динамічно настроюваного гіроскопа на основі, що рівномірно обертається.
6. Причини і модель похибок динамічно настроюваного гіроскопа при кутовій вібрації основи.
7. Передатні функції динамічно настроюваного гіроскопа: - по кутовій швидкості основи; - по збурюючому моменту.
8. Похибки незбалансованого динамічно настроюваного гіроскопа при постійному прискоренні та при вібрації основи:
  - квадратурна;
  - від різножорсткості підвісу.
9. Вимоги та синтез контуру компенсаційного зворотного зв'язку датчика кутової швидкості на динамічно настроюваному гіроскопі.
10. Математичні моделі вібраційних гіроскопів: роторного, коріолісового, карданового, камер тонного.
11. Частотні характеристики при гармонічній кутовій вібрації основи вібраційних гіроскопів: роторного, коріолісового, карданового, камертонного.

12. Частоти вільних коливань коріолісового вібраційного гіроскопа, фазові траєкторії при рівномірному обертанні основи. Вимірювання кута повороту.
13. Принцип дії, призначення, класифікація та нормовані метрологічні характеристики навігаційних лінійних акселерометрів (НЛА).
14. Класифікація, базові структурні схеми, типові функції перетворення НЛА прямого вимірювання (ПВ).
15. Класифікація лінійних акселерометрів по точності. Порівняльний аналіз структурних схем маятникових акселерометрів прямого вимірювання та компенсаційних акселерометрів.
16. Порівняльний аналіз вимог до основних функціональних вузлів ( пружний підвіс чутливого елемента, датчик переміщень, зворотній компенсаційний перетворювач) лінійних акселерометрів прямого вимірювання та компенсаційних.
17. Динамічні характеристики НЛА (АЧХ, ФЧХ, передатна функція, смуга пропускання, амплітудна та фазові похибки). Забезпечення допустимих динамічний похибок НЛА.
18. Ємнісний НЛА прямого вимірювання. Функціональна схема, конструкція, функція перетворення.
19. Загальна модель основної похибки лінійного акселерометра. Модель додаткових кінематичних та температурних похибок акселерометра.
20. Функція перетворення та загальна модель похибок лінійного акселерометра. Моделі систематичних та випадкових похибок зміщення нуля.
21. Компенсаційні НЛА. Функціональна та структурна схеми, конструкція, функція перетворення.
22. Тензорезисторний НЛА прямого вимірювання. Функціональна схема, конструкція, функція перетворення, мостова вимірювальна ланка.
23. Формування частотного вихідного сигналу НЛА з метою розрахунку швидкості ЛА без похибок інтегрування.

24. Струнний НЛА прямого вимірювання. Функціональна схема, конструкція, функція перетворення.
25. Призначення лазерного гіроскопа та його метрологічні параметри.
26. Склад лазерного гіроскопа.
27. Масштабний множник лазерного гіроскопа.
28. Кутова ціна імпульсу лазерного гіроскопа.
29. Зміщення нуля лазерного гіроскопа.
30. Частотна характеристика повільно обертового вібруючого лазерного гіроскопа із зашумленням амплітуди коливань.

## **РОЗДІЛ 5. ТЕОРІЯ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ, СТАБІЛІЗАЦІЇ ТА ОРІЄНТАЦІЇ**

1. Будова і принцип дії безпосереднього гіростабілізатора. Недоліки безпосереднього гіростабілізатора.
2. Будова і принцип дії силового гіростабілізатора. Відмінності у поведінці безпосереднього і силового стабілізаторів.
3. Будова і принцип дії індикаторного гіростабілізатора. Індикаторно-силовий гіростабілізатор.
4. Особливості вимірювання прискорення об'єкту за допомогою акселерометрів. Принципи счислення координат об'єкту в інерціальній системі координат.
5. Алгоритми роботи горизонтальних каналів ІНС напіваналітичного типу з географічним опорним тригранником.
6. Алгоритми роботи безплатформних ІНС на давачах кутової швидкості. Способи визначення орієнтації об'єкта відносно інерціальної системи координат.
7. Класифікація похибок ІНС та причини їх виникнення.

## **РОЗДІЛ 6. ОСНОВИ БУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЛА**

1. Сервоприводи каналів автоматичного керування ЛА. 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 апаратної 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 7. ЦИФРОВІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

1. Використання поняття "псевдо частоти" для синтезу алгоритму роботи цифрового регулятора.
2. Використання методу бажаних передатних функцій для синтезу алгоритму роботи цифрового регулятора.
3. Синтез регулятора за заданим характеристичним рівнянням замкненої системи.
4. Синтез модального регулятора.
5. Синтез регулятора оптимального за квадратичним критерієм якості.
6. Синтез лінійного квадратичного гауссівського регулятора.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Булгаков Б.В. Прикладная теория гироскопов. - М.: МГУ, 1976. - 400 с.
2. Ишлинский А.Ю. и др. Лекции по теории гироскопов. - М.: МГУ, 1983. - 243 с.
3. Климов Д.М., Харламов С. А. Динамика гироскопа в кардановом подвесе. - М.: Наука, 1978.-220 с.
4. Магнус К. Гироскоп. Теория и применение. - М.: Мир, 1974. - 626 с.
5. Меркин Д.Р. Введение в теорию устойчивости движения - М.: Наука, 1971, - 312 с.
6. Николаи Е.Л. Гироскоп в кардановом подвесе. - М.: Наука, 1964.
7. Одинцов А.А., Лазарев Ю.Ф. Гироскопические приборы курса. Киев: КПИ, 1980.
8. Гироскопические системы, ч. 1 и 2 /Под ред. Д.С. Пельпора. - М.: Высшая школа, 1971.
9. Одинцов А.А. и др. Теория гироскопов и гироскопических приборов. Практикум. - К.: Вища школа, 1976. - 262 с. •
- 10.Одинцов А.А, Теория и расчет гироскопических приборов. - К.: Вища школа, 1985. - 392 с.
- 11.Павловский М.А. Теория гироскопов. - К, Вища школа, 1986. - 303 с.
- 12.Прикладные методы в теории колебаний / В.Ф. Журавлев, Д.М. Климов. - М.: наука, 1988.-328 с.
- 13.Бондар П.М., Степанковський Ю.В. Фізичні основи орієнтації та навігації: навчальний посібник. Ч. 2, Ч. 3. - Кіровоград: ПОЛІМЕД-Сервіс, 2009. - 204 с.
- 14.Сайдов П.И. Теория гироскопов. -М.:Высшая школа, 1965.
- 15.Бесекерский В.А., Фабрикант Е.А. Динамический синтез систем гироскопической стабилизации. - Л.: Судостроение, 1968.
- 16.Гироскопические системы, ч. 1 /Под ред. Д.С. Пельпора. - М.гВысшая школа, 1971.-340 с.
- 17.Климов Д.М. Инерциальная навигация на море. - М.:Наука, 1984.



18. Бромберг П.В. Теория инерциальных навигационных систем. - М.: Машиностроение, 1979.
19. Мелешко В.В. Инерциальные навигационные системы. Начальная вставка. - К.: Корнейчук, 2000. - 160 с.
20. Лукьянов Д.П., Мочалов А.В., Одинцов А.А., Вайсгант Н.Б. Инерциальные навигационные системы морских объектов. - Л.: Судостроение, 1989.
21. Навигационные приборы и системы / Б.Б. Самотокин, В.В. Мелешко, Ю.В. Степанковский. - К.: Вища школа, 1986. - 343 с.
22. Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий/ Под редакцией Г.Г. Себрякова. -М.: Физматлит., 2005.
23. 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.
24. Боднер В.А. Системы управления летательными аппаратами. - М: Машиностроение, 1973.
25. Красовский А. А. Системы автоматического управления полетом и их аналитическое конструирование. - М: Наука, 1973.

**В.о. завідувача кафедрою ПСКЛА**

**д.т.н., професор**

**В.В. Сухов**