

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящее пособие по изучению дисциплины «Авиационные информационно-измерительные системы» содержит перечень целей и задач дисциплины, последовательность изучения материала, перечень лабораторных работ, список рекомендуемой литературы, а также основные положения по выполнению контрольной работы и курсового проекта.

### **1. Учебный план дисциплины**

Дисциплина «Авиационные информационно-измерительные системы» изучается студентами заочного факультета на четвёртом курсе. Согласно учебному плану общий объём часов на дисциплину- 252 ч, из них:

- лекции – 14 часов;
- лабораторные работы -12 часов;
- самостоятельная работа- 226 часов.

Кроме этого, студенты выполняют контрольную работу, курсовой проект и сдают экзамен. Через электронный адрес кафедры, который приведён в четвёртом разделе пособия, можно получить консультации по изучаемой дисциплине.

### **2. Основные сведения о дисциплине**

Дисциплина «Авиационные информационно-измерительные системы» имеет целью дать студентам знания по вопросам теории, принципам действия, конструкции и особенностям эксплуатации информационно-измерительных систем воздушных судов для их грамотной эксплуатации.

Данная дисциплина относится к учебным дисциплинам вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы направлений подготовки 162500 и 25.03.02 – Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов, квалификация (степень) – бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными при изучении дисциплин

«Основы аэродинамики», «Бортовые цифровые вычислительные устройства», «Моделирование систем и процессов», «Авиационные приборы» и предполагает наличие знаний и умений, предусмотренными этими дисциплинами, в частности:

знать:

основные понятия аэродинамики самолёта и вертолёта;

основы конструкции летательных аппаратов и авиационных двигателей самолётных систем;

принцип действия и устройство бортовых цифровых вычислительных устройств;

основы автоматики и управления;

принцип действия и устройство авиационных приборов;

уметь:

снимать показания авиационных приборов;

экспериментально определять статические и динамические характеристики блоков и узлов авиационных приборов;

владеть:

аппаратом и методами моделирования систем и процессов;

методами построения блоков и узлов авиационных приборов.

В результате изучения дисциплины «Авиационные информационно-измерительные системы» студент должен:

знать:

основы теории построения авиационных информационно-измерительных систем;

принципы действия авиационных информационно-измерительных систем;

конструктивные особенности и основные эксплуатационные характеристики авиационных информационно-измерительных систем;

уметь:

проводить анализ причин, внешних проявлений и последствий отказов и неисправностей в авиационных информационно-измерительных системах;

анализировать электромеханические и электрические схемы авиационных информационно-измерительных систем;

владеть:

навыками работы со средствами оценки технического состояния авиационных информационно-измерительных систем.

Освоение дисциплины «Авиационные информационно-измерительные системы» необходимо для изучения последующих дисциплин «Пилотажно-навигационные комплексы», «Конкретная авиационная техника», «Техническое обслуживание и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов».

### 3. Рекомендуемая литература

#### Основная литература

1. Воробьёв В.Г., Глухов В.В., Кадышев И.К. Авиационные приборы, информационно-измерительные системы и комплексы. - М.: Транспорт, 1992.

2. Воробьёв В.Г., Зыль В.П., Кузнецов С.В. Комплексы цифрового пилотажно-навигационного оборудования. Части 1 и 2. – М.: МГТУГА, 1998.

#### Учебно-методическая литература

3. Соловьёв Ю.С. Пособие к лабораторной работе «Исследование характеристик датчика угловых скоростей ДУСУ». – М.: МГТУГА, 2010.

4. Габец В.Н., Соловьёв Ю.С. Пособие по выполнению лабораторной работы «Авиагоризонты». – М.: МГТУГА, 2010.

5. Габец В.Н., Соловьёв Ю.С. Пособие по изучению дисциплины и выполнению лабораторной работы «Исследование характеристик курсовой системы ТКС-П2». – М.: МГТУГА, 2010.

#### Дополнительная литература

6. Акиндеев Ю.А., Воробьёв В.Г. и др. Под общ. ред. Иванова П.А. Аппаратура измерения курса и вертикали на воздушных судах гражданской авиации. – М.: Машиностроение, 1989.

#### Литература для выполнения курсового проекта

7. Габец В.Н. Пособие по курсовому проектированию «Проектирование датчиков угловых скоростей с электрической пружиной». – М.: МГТУГА, 2002.

8. Соловьёв Ю.С. Пособие по курсовому проектированию «Расчёт маятникового компенсационного акселерометра». – М.: МГТУГА, 2002.

### **4. Электронные средства информации**

Программа «Расчёт маятникового компенсационного акселерометра для инерциальной системы навигации».

### **5. Электронный адрес кафедры**

[TEAESPNK@mstuca.ru](mailto:TEAESPNK@mstuca.ru). При изучении дисциплины, если возникают проблемы, студент может связаться с преподавателем и получить необходимую консультацию.

### **6. Структура дисциплины**

Учебная дисциплина «Авиационные информационно-измерительные системы» содержит 3 раздела и 7 тем.

В каждой теме изучение материала рекомендуется по следующей схеме:

- назначение системы;
- принцип действия;
- технические данные;
- вопросы эксплуатации.

## Раздел 1. Гироскопические приборы и системы

Тема 1. Датчики угловых скоростей.

Тема 2. Приборы и датчики углов крена и тангажа.

Тема 3. Измерители курса.

## Раздел 2. Навигационные системы ВСГА.

Тема 1. Навигационные вычислители.

Тема 2. Инерциальные курсовертикали.

Тема 3. Инерциальные системы навигации.

## Раздел 3. Средства отображения информации.

Тема 1. Электромеханические и электронные средства отображения информации.

# 7. Учебная программа дисциплины

## Раздел 1. Гироскопические приборы и системы

Тема 1. Датчики угловых скоростей

Свойства 2-х, 3-х степенных и лазерных гироскопов. Теорема Резаля. Гироскопический момент. Эффект Саньяка. Лазерный датчик угловых скоростей: принцип действия, погрешности и методы их устранения.

Методические указания к изучению темы 1.

Литература [1, с. 198-238].

Центральные вопросы темы: свойства 2-х, 3-х степенных и лазерных гироскопов, примеры использования гироскопических датчиков в пилотажно-навигационных приборах и системах.

Вопросы:

1. Изобразить 3-х степенный гироскоп в кардановом подвесе и описать его поведение под действием внешнего момента.

2. Изобразить датчики угловых скоростей для 3-х осей прямоугольной системы координат.

3. Перечислить свойства 2-х степенного гироскопа.

4. Перечислить свойства 3-х степенного гироскопа.

5. Объяснить принцип действия лазерного датчика угловой скорости.

## Тема 2. Приборы и датчики углов крена и тангажа

Авиагоризонты и гировертикали. Особенности функционирования авиагоризонтов АГБ-3К, АГД-1, АГ-77. Особенности функционирования гировертикалей ЦГВ-10, МГВ-1.

Методические указания к изучению темы 2

Литература [1, с. 239-260]

Центральные вопросы темы: Определение углов крена и тангажа, авиагоризонты с жидкостной и шариковой коррекцией, подсистемы ускоренной выставки к вертикали, коррекции и стабилизации гировертикалей.

Вопросы:

1. Каково назначение и принцип действия жидкостной маятниковой коррекции авиагоризонтов?
2. Каково назначение и принцип действия шариковой коррекции авиагоризонтов?
3. В чём заключается разница видов индикации «с самолёта на землю» и «с земли на самолёт»?
4. Назначение и принцип действия гиросtabilизации гировертикалей?
5. В чём заключаются преимущества и недостатки авиагоризонтов и гировертикалей?

## Тема 3. Измерители курса

Курсовые системы. Принцип комплексирования курсовых систем. Индукционный датчик курса. Гиropolукомпас. Особенности построения курсовых систем КС, ТКС, ГМК. Базовая система курса и вертикали БСКВ.

Методические указания к изучению темы 3

Литература [1, с. 261-295]

Центральные вопросы темы: виды курсов, магнитное склонение, девиации магнитного датчика, угол схождения меридианов, методы измерения курса, принцип комплексирования курсовых систем.

Вопросы:

1. Перечислить виды курсов и привести их определения.
2. Почему нельзя использовать один магнитный зонд в индукционном датчике курса?
3. Почему прибор ГПК называется полуконпасом?
4. В чём заключается принцип комплексирования курсовых систем?

## Раздел 2. Навигационные системы ВСГА

### Тема 4. Навигационные вычислители

Навигационные вычислители. Алгоритмы работы систем счисления пути. Методы счисления и системы координат. Режимы работы навигационных вычислителей.

Методические указания к изучению темы 4

Литература [1], с. 297...332.

Центральные вопросы темы: навигационный треугольник скоростей, ортодромическая система координат, доплеровский и аэрометрический методы счисления координат.

Вопросы:

1. В чём заключается доплеровский метод счисления координат?
2. В чём заключается аэрометрический метод счисления координат?
3. В чём заключается режим преобразования координат?
4. В чём заключается режим коррекции координат?

Тема 5. Инерциальные курсовертикали

Инерциальные курсовертикали. Физические принципы построения инерциальной курсовертикали. Акселерометры. Принцип построения невозмущаемой вертикали. Маятник Шулера. Принцип интегральной коррекции.

Методические указания к изучению темы 5

Литература [1], с. 368...376.

Центральные вопросы темы: невозмущаемая вертикаль, физический и моделируемый маятник Шулера, принцип интегральной коррекции.

Вопросы:

1. На основе каких зависимостей определяются широта и долгота места?
2. Какие датчики располагаются на платформе гировертикали?
3. Какие рамы входят в состав гировертикали?
4. В чём заключается принцип интегральной коррекции?
5. В чём заключается особенность маятника Шулера?

Тема 6. Инерциальные системы навигации

Инерциальные системы навигации. Алгоритмы работы. Матрица направляющих косинусов. Классификация инерциальных систем. Особенности функционирования платформенных и бесплатформенных систем, их преимущества и недостатки.

Методические указания к изучению темы 6

Литература [1], с. 343...376; [2], ч.2, с. 43...53.

Центральные вопросы темы: алгоритмы работы инерциальных систем навигации, классификация инерциальных систем, преимущества и недостатки различных типов инерциальных систем.

Вопросы:

1. Алгоритмы работы инерциальных систем.
2. Преимущества и недостатки различных типов инерциальных систем.
3. Какие пилотажно-навигационные параметры определяются с помощью инерциальных систем?
4. Режимы работы инерциальных систем.

### Раздел 3. Средства отображения информации

Тема 7. Электромеханические и электронные средства отображения информации

Электромеханические средства отображения информации. Комбинированный указатель скорости КУС-730/1100. Пилотажно-командный прибор ПКП. Навигационно-плановый прибор ПНП. Электронные средства отображения информации. Отображаемые параметры и режимы работы комплексного индикатора навигационной обстановки КИНО. Отображаемые параметры и режимы работы комплексного пилотажного индикатора КПИ. Комплексная информационная система индикации КИСС. Принцип «тёмной кабины».

Методические указания к изучению темы 7

Литература [1], с. 377...388; [2], ч.2., с. 72...78.

Центральные вопросы темы: способы индикации и пилотажно-навигационные параметры, отображаемые электромеханическими средствами информации; режимы работы, параметры, цветовое кодирование пилотажно-навигационной информации, отображаемой электронными средствами индикации.

Вопросы:

1. Способы индикации и отображаемые параметры КУС-730/1100.
2. Способы индикации и отображаемые параметры прибором ПКП.
3. Способы индикации и отображаемые параметры прибором ПНП.
4. В чём заключается принцип цветового кодирования в электронных средствах индикации?
5. Режимы работы и отображаемые параметры прибором КПИ?
6. Режимы работы и отображаемые параметры прибором КИНО?
7. Назначение и отображаемые параметры прибором КИСС?

### **8. Терминалогия (понятийный аппарат) дисциплины**

Тема 1. Свойства 2-х, 3-х-степенных и лазерных гироскопов. Теорема Резаля. Эффект Саньяка. Гироскопический момент. Прецессия гироскопа.

Тема 2. Углы крена и тангажа. Системы коррекции и индикации авиагоризонтов. Системы коррекции, гиросtabilизации, ускоренной выставки гировертикалей.

Тема 3. Виды курсов. Измерители курса. Принцип комплексирования курсовых систем. Девиации магнитных компасов. Режимы работы курсовых систем.

Тема 4. Ортодромическая система координат. Навигационный треугольник скоростей. Доплеровский метод определения координат. Аэрометрический метод определения координат.

Тема 5. Физические принципы построения курсовертикали. Акселерометры. Маятник Шулера. Конструкция гироплатформы. Принцип интегральной коррекции.

Тема 6. Классификации инерциальных систем навигации. Преимущества и недостатки типов инерциальных систем. Алгоритмы работы инерциальных систем навигации.

Тема 7. Электромеханические и электронные средства отображения информации. Режимы работы и способы отображения информации. Цветовое кодирование. Принцип "тёмной" кабины.

## **9. Лабораторные занятия**

9.1. « Исследование характеристик датчика угловых скоростей ДУСУ» - 4 часа.

Целью работы является изучение принципа действия и конструкции датчика угловых скоростей унифицированного ДУСУ, а также экспериментальное исследование его основных характеристик. Тема – 1.

9.2. « Авиагоризонты» - 4 часа.

Целью работы является изучение принципа действия и конструкции авиагоризонтов с жидкостной и шариковой коррекцией, экспериментальное исследование основных характеристик. Тема - 2.

9.3. « Исследование характеристик курсовой системы ТКС-П2» - 4 часа.

Целью работы является изучение функциональной схемы и отдельных блоков системы, проверка её работоспособности и исследование её характеристик. Тема – 3.

## **10. Контрольная работа**

Контрольная работа выполняется с целью закрепления и контроля знаний по дисциплине « Авиационные информационно-измерительные системы»

Работа должна быть выполнена в срок и написана чернилами или пастой чётко, без помарок, допускается печатный текст. На листах должны быть оставлены поля для замечаний рецензента. В конце работы нужно привести список используемой литературы. Работа должна быть подписана. Методика

выбора вариантов, требования, примеры выполнения заданий приведены в пособии по выполнению контрольной работы.

Все схемы и конструкторские чертежи выполняются в соответствии с ЕСКД и ГОСТ. Общий объём контрольной работы 15-20 стр. печатного текста шрифтом 14.

## 11. Курсовой проект

Целью курсового проектирования является приобретение инженерных навыков по выполнению самостоятельных расчётно-конструкторских работ.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и конструкторской графической разработки. Расчётная часть излагается в пояснительной записке. По содержанию она должна соответствовать заданию на проект. Пояснительная записка включает:

- технические данные проектируемого объекта;
- выбор, обоснование и описание принципа действия и конструкции прибора;
- согласно заданию на проект выполненные расчёты;
- анализ вопросов, включённых в задание на курсовой проект;
- выводы (заключение).

Графическая часть включает сборочный чертёж прибора, сборочный чертёж рассчитываемого узла и чертежи двух деталей, входящих в состав узла.

Задания на курсовой проект:

1. Проектирование датчика угловых скоростей с электрической пружиной.
2. Расчёт маятникового компенсационного акселерометра.

Базовыми для выполнения проекта являются темы:

Тема 1. Датчики угловых скоростей.

Тема 2. Инерциальные курсовертикали.

Тема 3. Инерциальные системы навигации.

Пояснительная записка выполняется в объёме 25-30с. Графическая часть выполняется на листе форматом А1 в полном соответствии с ЕСКД и ГОСТ. На первой половине листа - сборочный чертёж форматом А2 разрабатываемого прибора, на второй половине листа – сборочный чертёж формата А3 разрабатываемого узла и чертежи двух деталей формата А4, входящих в состав узла. Количество часов для выполнения курсового проекта – 36.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Учебный план дисциплины.....	3
Основные сведения о дисциплине.....	3
Рекомендуемая литература.....	4
Электронные средства информации.....	5
Электронный адрес кафедры.....	5
Структура дисциплины.....	5
Учебная программа дисциплины.....	6
Терминология (понятийный аппарат) дисциплины.....	9
Лабораторные занятия.....	10
Контрольная работа.....	10
Курсовой проект.....	11