

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра технической эксплуатации
авиационных электросистем
и пилотажно-навигационных комплексов

В.Н. Габец

АВИАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ И ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Учебно-методическое пособие
по выполнению контрольной работы

*для студентов III–IV курсов
специальности 25.03.03
всех форм обучения*

Москва
ИД Академии Жуковского
2021

УДК 629.7.05
ББК 0571-521
Г12

Рецензент:

Кузнецов С.В. – д-р техн. наук, профессор

Габец В.Н.

Г12

Авиационные приборы и пилотажно-навигационные комплексы [Текст] : учебно-методическое пособие по выполнению контрольной работы / В.Н. Габец. – М.: ИД Академии Жуковского, 2021. – 8 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Авиационные приборы и пилотажно-навигационные комплексы» по учебному плану для студентов III–IV курсов специальности 25.03.03 всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 24.02.2021 г. и методического совета 09.03.2021 г.

УДК 629.7.05
ББК 0571-521

В авторской редакции

Подписано в печать 20.05.2021 г.
Формат 60x84/16 Печ. л. 0,5 Усл. печ. л. 0,465
Заказ № 770/0429-УМП36 Тираж 30 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А
Тел.: (495) 973-45-68
E-mail: zakaz@itsbook.ru

© Московский государственный технический
университет гражданской авиации, 2021

1. Методические указания

1.1 Цель работы

Контрольная работа выполняется с целью закрепления и контроля знаний по дисциплине «Авиационные приборы и пилотажно-навигационные комплексы».

1.2 Требования к оформлению контрольной работы

Контрольная работа должна быть выполнена в срок и написана чётко без помарок, допускается печатный текст. На полях должны быть оставлены поля для замечаний рецензента. В конце работы нужно привести список используемой литературы. Работа должна быть подписана. Все схемы и чертежи выполняются в соответствии с ГОСТ и ЕСКД. Общий объём работы 10-12с. печатного текста шрифтом 14.

1.3. Указания к выбору варианта

Номер варианта задания выбирается по последней цифре зачётной книжки.

1.4. Литература

1. Воробьёв В.Г., Глухов В.В, Кадышев И.К. Авиационные приборы, информационные системы и комплексы. М.: Транспорт. 1992г.-399с.
2. Воробьёв В.Г., Кузнецов С.В. Автоматическое управление полётом самолётов. М.: Транспорт. 1995г.-448с.
3. Воробьёв В.Г., Зыль В.П., Кузнецов С.В. Комплексы цифрового пилотажно-навигационного оборудования. Части 1 и 2. Учебное пособие. М: МГТУГА, 1998., 116с.
4. В.Н. Габец, Ю.С. Соловьёв Авиационно-измерительные системы. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы. Учебное пособие М.: МГТУГА 2018,

2. Варианты заданий

Раздел 2.1. Классификация, состав и определения пилотажно-навигационных параметров.

Определения видов высот, скоростей, курсов, навигационный треугольник скоростей. Системы координат. Понятия пилотажных и навигационных параметров.

Методические указания.

Необходимо уточнить понятия пилотажных и навигационных параметров. Определить задачу трёх и четырёхмерной задач навигации. Обратит внимание на способы задания прямоугольной земной, географической, ортодромической систем координат.

Литература [1,2,3]

Задание №1. Варианты заданий:

0. Пилотажные параметры. Определения.
1. Навигационные параметры. Определения.
2. Прямоугольная система координат и параметры в ней задаваемые.
3. Географическая система координат и параметры в ней задаваемые.
4. Ортодромическая система координат и параметры в ней задаваемые.
5. Задача трёх и четырёхмерной зональной навигации.
6. Навигационный треугольник скоростей.
7. Виды высот и скоростей.
8. Виды курсов.
9. Вычислительная система самолётовождения. Назначение, состав, режимы работы.

Раздел 2.2. Системы воздушных сигналов

Назначение систем воздушных сигналов. Аналоговые и цифровые системы. Приёмники полного и статического давления. Уравнения, решаемые системами воздушных сигналов.

Методические указания.

Необходимо обратить внимание на основные сравнительные характеристики аналоговых и цифровых систем воздушных сигналов, организацию магистралей полного и статического давлений, определение высотно-скоростных характеристик, вычисляемых системами воздушных сигналов, принцип действия чувствительных элементов.

Литература[1,3]

Задание №2. Варианты заданий:

0. Определения статического, полного и динамического давлений. Соотношение между ними.
1. Приёмники полного и статического давлений.
2. Уравнения, решаемые системами воздушных сигналов (СВС) для определения высотно-скоростных параметров.
3. Конструкция датчиков давлений аналоговой СВС.
4. частотные (ДДГ) датчики давлений цифровой СВС.
5. Структурная схема аналоговой СВС.
6. Структурная схема цифровой СВС.
7. Схема магистрали статического и полного давлений.
8. Определения параметров, вычисляемых СВС
9. Формат выходных слов цифровой СВС ARINC 429.

Раздел 2. 3. Инерциальные навигационные системы

Назначение инерциальных систем. Состав, назначение, вычисляемые параметры. Конструкция акселерометров и датчиков угловых скоростей.

Методические указания

Необходимо обратить внимание на особенности конструкции акселерометров и лазерных гироскопов. Изучить статическую характеристику лазерного гироскопа. Обратить внимание на понятие «кажущегося ускорения» и «абсолютной угловой скорости». Измерителем угловой скорости является лазерный гироскоп.

Литература: [1,4]

Дано: Длина стороны лазерного ДУСа с квадратным резонатором равна $a=0,1\text{м}$, длина волны лазера $\lambda=0,63\cdot 10^{-6}\text{м}$. Определить число импульсов на счётчике при повороте лазера на угол α , вокруг оси чувствительности.

Пример решения задачи.

Статическая характеристика лазерного ДУСа имеет вид:

$$f = (4 S / \lambda L) \cdot \Omega, \text{ где}$$

f - разностная частота встречных волн;

S -площадь резонатора;

λ - длина волны;

L -периметр резонатора;

Ω -угловая скорость поворота лазерного ДУСа.

Если на выходе лазера сформировать импульсы, частота следования которых, пропорциональна разностной частоте, и суммировать эти импульсы на счётчике, то показания счётчика будут пропорциональны углу поворота α лазера вокруг оси чувствительности.

$$N = (4S/\lambda L) \cdot \alpha, \text{ где}$$

$N = \int f \cdot dt$ – число импульсов.

Например, в лазере со стороной $a = 0,1$ м, получим

$$S = a^2 = 0,01 \text{ м}^2; \quad L = 4a = 0,4 \text{ м.}$$

При длине волны $\lambda = 0,63 \cdot 10^{-6}$ м и $\alpha = 2\Pi$,

$$N = (4 \cdot 10^{-2} / 0,63 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4) \cdot 2\Pi \approx 10^6$$

Задание №3. Варианты заданий:

№ вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\alpha(\Pi)$	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,0

Раздел 2. 4. Системы автоматического управления

Назначение системы автоматического управления (САУ). Состав цифровой САУ (ВСУП, ВСУТ, АСУУ, САД). Директорное и автоматическое управление полётом. Работа САУ на различных этапах полёта.

Методические указания

Следует обратить внимание на изучение структурной схемы САУ, решаемые уравнения на различных этапах полёта. Типы датчиков пилотажно-навигационных параметров. Вычислители САУ.

Литература: [2]

Задание №4. Варианты заданий:

0. Понятие метеоминимума посадки. Категории посадки. Директорное управление взлетом. Функциональная схема, законы управления.

1. Автоматическое управление взлётом. Функциональная схема, законы управления.
2. Траектории движения самолета и этапы посадки.
4. Автоматическое управление посадкой. Функциональная схема, законы управления.
5. Директорное управление уходом на второй круг. Функциональная схема, законы управления.
6. Автоматическое управление уходом на второй круг. Функциональная схема, законы управления.
7. Автомат тяги. Назначение, законы управления.
8. Цифроаналоговый автомат тяги. Аналоговый и цифровой контуры управления
9. Наземные и бортовые радиотехнические средства посадки.

Раздел 2.5. Средства предупреждения критических режимов

Система предупреждения приближения земли(СППЗ). Система предупреждения критических режимов(СПКР). Назначение систем, виды сигнализации.

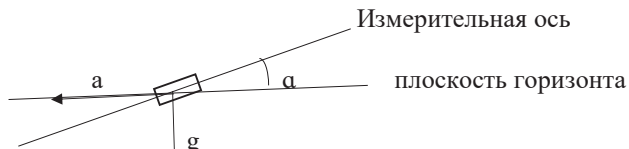
Методические указания

Необходимо обратить внимание на характеристики критических режимов полёта, оцениваемые параметры, режимы работы СППЗ, СПКР. Изучить датчики пилотажно-навигационной информации, на основе которых оценивается приближение к критическим режимам. Одним из датчиков является акселерометр, измеряющий «кажущееся» ускорение.

Литература: [1,3,4]

Дано: время полёта t часов, ошибка счисления пути на более ΔS км. Определить точность ориентации измерительной оси акселерометра относительно плоскости горизонта.

Пример решения задачи.



a - ускорение силы инерции;

g - ускорение силы тяжести;

α -угол наклона измерительной оси акселерометра относительно плоскости горизонта.

Акселерометр измеряет «кажущееся» ускорение:

$a_k = a \cdot \cos \alpha + g \cdot \sin \alpha$, т.к. α -имеет малые значения, то справедливо:

$a_k = a + g\alpha$, тогда ошибка составляет

$\Delta a = a + g\alpha - a = g\alpha$

Ошибка в вычислении пройденного расстояния:

$\Delta S = \int \int g \alpha dt = g \alpha t^2 / 2$

Если задаться ошибкой 10 км и временем полёта 1 час, то точность ориентации измерительной оси акселерометра относительно плоскости горизонта должна быть не хуже 0,9'.

Задание №5. Варианты заданий:

№вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t(час.)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ΔS (км)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	8

Раздел 2.6. Системы отображения информации

Системы отображения пилотажной информации, системы отображения навигационной информации, аналоговые и цифровые индикаторы.

Методические указания

Необходимо обратить внимание на особенности режимов работы комплексного пилотажного индикатора (КПИ), комплексного индикатора навигационной обстановки (КИНО), комплексной информационной системы индикации (КИСС).

Литература[1,3]

Задание №6. Варианты заданий:

0. Назначение, состав, отображаемые параметры, режимы работы КПИ.
1. Назначение, состав, отображаемые параметры режимы работа КИНО.
2. Назначение, состав, отображаемые параметры, режимы работы КИСС.
3. Резервные приборы цифрового пилотажно-навигационного комплекса.
4. Авиагоризонты, назначение, отображаемые параметры, принцип действия.
5. Высотомеры, назначение, отображаемые параметры, принцип действия.
6. Вариометры, назначение, отображаемые параметры, принцип действия.
7. Измерители курса, назначение, отображаемые параметры, принцип действия.
8. Измерители скорости, назначение отображаемые параметры, принцип действия.
9. Система аварийной сигнализации (САС), цветовое кодирование, принцип «тёмной кабины».