

**СОДЕРЖАНИЕ**

	Стр.
Введение.....	4
РАЗДЕЛ 1. Ученый план .....	4
РАЗДЕЛ 2. Основные сведения о дисциплине .....	4
РАЗДЕЛ 3. Рекомендуемая литература .....	5
РАЗДЕЛ 4. Электронный адрес кафедры ТЭАЭСиПНК и электронные средства информации .....	6
РАЗДЕЛ 5. Структура дисциплины .....	6
РАЗДЕЛ 6. Учебная программа дисциплины «Авиационные приборы» и методические указания к изучению тем программы .....	7
РАЗДЕЛ 7. Терминология (понятийный аппарат).....	13
РАЗДЕЛ 8. Лабораторные занятия .....	13
РАЗДЕЛ 9. Контрольная работа .....	14
9.1. Требования к оформлению контрольной работы .....	14
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы .....	16
9.3. Пример решения контрольной задачи .....	17

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Авиационные приборы» относится к учебным дисциплинам вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы направлений подготовки 162500, 25.03.02 –Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов.

Предлагаемое издание содержит методические указания к изучению и варианты контрольной работы по дисциплине «Авиационные приборы» для самостоятельной работы студентов третьего курса заочного отделения направлений 162500,25.03.02.

Контрольная работа включает решение контрольной задачи по расчету высотно-скоростных параметров и ответы на один из вопросов для самоконтроля по каждой теме дисциплины.

В пособии приведены формулы для расчета высотно-скоростных параметров и дан пример решения контрольной задачи.

### РАЗДЕЛ 1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН дисциплины «Авиационные приборы» для направления 162500, 25.03.02 (III курс)

Объем часов по учебному плану ДО		Объем и распределение аудиторных часов занятий для ЗО				Виды СРС			Форма итогового контроля
Общие	Аудит	Аудит. занятия	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия	КП	КР	Кр	
180	90	20	012	-	8	-	-	1	Экзамен

### РАЗДЕЛ 2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ДИСЦИПЛИНЕ

Целью освоения дисциплины «Авиационные приборы» является изучение студентами основ теории, принципов действия и конструкции авиационных приборов, а также их технической эксплуатации.

В результате освоения дисциплины «Авиационные приборы» обучающийся должен:

- **Знать:**
  - основы теории построения, принципы действия, конструктивные особенности и основные эксплуатационные характеристики авиационных приборов;
  - принципы расчета и конструирования авиационных приборов;
  - основные направления и перспективы развития авиационных приборов.
- **Уметь:**
  - снимать показания авиационных приборов, имеющих визуальные индикаторы;

- проводить анализ причин, внешних проявлений и последствий отказов и неисправностей авиационных приборов;
- работать с функциональными и принципиальными электрическими схемами авиационных приборов и экспериментально определять их статические и динамические характеристики.
- **Владеть:**
  - навыками работы со штатными средствами контроля технического состояния авиационных приборов.

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными при изучении дисциплин «Электротехника», «Электрорадиоизмерения», «Авиационные электрические машины», «Основы аэродинамики», «Летательные аппараты и авиационные двигатели», «Моделирование систем и процессов», «Автоматика и управление», «Бортовые цифровые вычислительные устройства», и предполагает наличие знаний, умений и компетенций, предусмотренных этими дисциплинами.

Освоение дисциплины «Авиационные приборы» необходимо для последующих дисциплин «Системы автоматического управления полетом», «Пилотажно-навигационные комплексы», «Конкретная авиационная техника» и «Техническое обслуживание и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов» и формирует соответствующие знания, умения и компетенции, необходимые для изучения этих дисциплин.

## **РАЗДЕЛ 3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная литература**

#### **.Учебники, учебные пособия (в том числе в электронном виде)**

1. Попов В.М., Чигвинцев А.А., Устинов В.В. Авиационные приборы и информационно-измерительные системы. – Иркутск: МГТУ ГА ИФ, 2010. – 217с.
2. Воробьев В.Г. и др. Авиационные приборы, информационно-измерительные системы и комплексы: Учеб. для вузов / Под ред. В.Г. Воробьева. – М.: Транспорт, 1992. – 399 с.

#### **.Литература по выполнению лабораторных работ**

3. Константинов В.Д., Соловьев Ю.С. и др. Пособие по выполнению лабораторной работы «Цифровая система воздушных сигналов СВС-85». М.: РИО МГТУ ГА, 2008.
4. Зыль В.П., Соловьев Ю.С. и др. Пособие по выполнению лабораторной работы «Информационный комплекс высотно-скоростных параметров ИКВСП-1-1 с контрольно-проверочной аппаратурой КПА-1». М.: РИО МГТУ ГА, 2007.

### Дополнительная литература

5. В.Г.Воробьев, В.П.Зыль, С.В.Кузнецов. Комплексы цифрового пилотажно-навигационного оборудования. Часть 1. Комплекс стандартного цифрового пилотажно-навигационного оборудования самолета ИЛ-96-300. Учебное пособие. М.: РИО МГТУ ГА, 1998г, 140 с.
6. В.Г.Воробьев, В.П.Зыль, С.В. Кузнецов. Комплексы цифрового пилотажно-навигационного оборудования. Часть 2. Комплекс стандартного пилотажно-навигационного оборудования самолета ТУ-204. Учебное пособие. М.: РИО МГТУ ГА, 1998г, 116 с.
7. С.В.Кузнецов. Обмен информацией дупольярным кодом в оборудовании летательных аппаратов по РТМ 1495-75. Пособие по изучению систем и комплексов авионики. М.: РИО МГТУ ГА, 2001г, 24 с.

Пособия выдаются в деканате перед началом семестра, а также размещены на сайте университета (e-ресурс) или на странице кафедры ТЭАЭСиПНК на вкладке «Студенту-заочнику»: <http://www.mstuca.ru/about/structure/kafedral/>.

## РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОННЫЙ АДРЕС КАФЕДРЫ ТЭАЭСиПНК И ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИИ

### 1. Электронный адрес кафедры ТЭАЭСиПНК (для консультаций)

[http://www.mstuca.ru/about/structure/kafedral/department.php?IBLOCK\\_ID=75](http://www.mstuca.ru/about/structure/kafedral/department.php?IBLOCK_ID=75)

### 2. Электронные библиотечные ресурсы МГТУ ГА

<http://www.mstuca.ru/biblio/>

### 3. Перечень адресов порталов и сайтов в Интернете, содержащих учебную информацию по дисциплине:

<http://www.lingvoda.ru/forum/actualthread.aspx?tid=5337> – авиационные словари;

<http://www.aviaizdat.ru/> - авиационная документация;

<http://aviadoc.narod.ru/> - авиационная документация;

<http://www.aviadocs.net/> - авиационная документация.

### 4. Справочники, учебники и учебные пособия:

<http://ru.wikipedia.org/wiki/> - википедия

<http://www.aviapages.ru/aircrafts/> - авиационный справочник;

<http://www.aviaport.ru/directory/aviation/> - авиационный справочник;

## РАЗДЕЛ 5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### I. Принципы построения и основы теории авиационных приборов.

Тема 1. Общие сведения об авиационных приборах.

Тема 2. Основы теории авиационных приборов.

### II. Приборы и системы контроля работы авиадвигателей, высотного и кислородного оборудования.

Тема 3. Приборы контроля работы авиадвигателей.

Тема 4. Приборы контроля высотного и кислородного оборудования.

Тема 5. Бортовые системы контроля и индикации работы авиадвигателей.  
 III. Приборное оборудование комплексов пилотажно-навигационного оборудования (ПНО).

Тема 6. Автономные приборы измерения высотно-скоростных параметров.

Тема 7. Приборное оборудование аналоговых комплексов ПНО.

Тема 8. Приборное оборудование цифровых комплексов ПНО.

## **РАЗДЕЛ 6. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «АВИАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ» И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ПРОГРАММЫ**

### **I. Принципы построения и основы теории авиационных приборов**

#### **Тема 1. Общие сведения об авиационных приборах**

Цели, задачи и порядок изучения дисциплины. Диалектическая связь с другими дисциплинами учебного плана по направлению 162500. Комплекс параметров, характеризующих режим полета ВС и работы авиадвигателя. Классификация авиационных приборов по назначению, принципу действия и способу управления. Стандартная атмосфера СА-81. Условия эксплуатации авиационных приборов в соответствии с едиными нормами летной годности самолетов (ЕНЛГС).

*Литература* [2, стр. 3 – 12]

**Центральные вопросы темы:** комплекс параметров, характеризующих режим полета ВС и работы авиадвигателя; условия эксплуатации авиационных приборов в соответствии с ЕНЛГС.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислить параметры, характеризующие движение центра масс ВС и движение вокруг центра масс ВС, и измеряющие их приборы и системы.
2. Перечислить параметры, определяющие режим работы силовой установки, и измеряющие их приборы и системы.
3. Дать классификацию авиационных приборов по назначению.
4. Указать диапазоны изменения температуры и давления окружающей среды и объяснить их влияние на работу авиационного оборудования.
5. Перечислить механические воздействия, влияющие на работу приборного оборудования, и указать диапазоны их изменения.
6. Дать определение стандартной атмосфере СА-81 и указать параметры воздуха на уровне моря.

#### **Тема 2. Основы теории авиационных приборов**

.Общая структура типовых электронных и цифровых самолетных систем и их систем встроенного контроля. Цепи прямого преобразования и астатического

уравновешивающего преобразования. Классификация погрешностей и основные статические и динамические характеристики авиационных приборов. Структурная схема информационного канала. Типы функциональных связей: аналоговые, дискретно-аналоговые, дискретные. Виды и уровни электрических сигналов функциональных связей по АРИНК-429 (ARINC-429). Модуляция, квантование, дискретизация и кодирование сигналов.

*Литература* [2, стр. 13 – 46].

**Центральные вопросы темы:** основные статические и динамические характеристики авиационных приборов, информационное содержание разрядов биполярного последовательного кода (БПК), дискретное слово и словосостояние.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Дать определения чувствительности, коэффициента передачи, передаточной функции. Привести примеры.
2. Привести примеры аналоговых приборов, построенных по принципу прямого преобразования.
3. Привести примеры аналоговых приборов, построенных по принципу астатического уравновешивающего преобразования.
4. Дать определения методической и инструментальной погрешностям. Привести примеры.
5. Объяснить динамическую погрешность, дать её определение. Привести пример.
6. Представить в виде таблицы десятичные числа от 11 до 15 в двоичном коде (ДК) и двоично-десятичном коде (ДДК).

## **II. Приборы и системы контроля работы авиадвигателей, высотного и кислородного оборудования**

### **Тема 3. Приборы контроля работы авиадвигателей**

Классификация авиационных манометров по роду измеряемого давления (манометры абсолютного давления и дифференциальные манометры). Упругие чувствительные элементы (мембраны, мембранные коробки, сильфоны, трубчатые пружины). Электромеханические манометры типа ЭДМУ, ЭМ, ДИМ. Информационный комплекс давлений типа ИКД27. Датчик давления типа ДДИ. Частотные преобразователи давления. Авиационные магнитоиндукционные тахометры типа ИТЭ-1 и ИТЭ-2. Погрешности магнитоиндукционных тахометров и способы их компенсации. Датчики частоты вращения вала авиадвигателя. Проволочные термосопротивления. Термометры сопротивления типа ТУЭ и ТНВ. Приемники температуры: П-1, П-5, П-69, П-104. Термоэлектрические термометры типа ТЦТ, ТВГ, ТСТ и компенсационного типа. Погрешности термометров сопротивления и термоэлектрических термометров и способы их компенсации. Электромеханические поплавковые топливомеры типа СБЭС. Электроемкостные топливомеры типа АЦТ, СПУТ, СУИТ. Электроемкостные

топливомеры с цифровым вычислителем. Методы компенсации температурных погрешностей. Сигнализаторы уровня топлива на магнитоуправляемых контактах. Виды расхода топлива. Турбинный расходомер топлива типа СИРТ с датчиком ДРТМС. Методы компенсации температурных погрешностей. Расходомер топлива с ведущей крыльчаткой. Параметры вибраций и их взаимосвязь. Датчики вибраций. Виброметры скорости типа ИВ-50П, ИВ-200 и виброметр ускорения типа ИВ-41. Комбинированные приборы контроля работы авиадвигателей типа ЭМИ.

*Литература* [1, стр. 10 – 62; 2, стр. 47 – 109].

**Центральные вопросы темы:** манометры, тахометры, термометры, виброметры, топливомеры, расходомеры.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Рассмотреть не менее двух схем электромеханических авиационных манометров. Дать описание принципа действия схем.
2. Рассмотреть принцип действия и электрическую схему термоэлектрического термометра компенсационного типа.
3. Рассмотреть принципиальную схему канала мгновенного расхода топлива турбинного расходомера
4. Рассмотреть структурную схему виброметра скорости.
5. Рассмотреть принципиальную схему канала суммарного запаса топлива турбинного расходомера.
6. Рассмотреть принципиальную схему электроёмкостного топливомера.

**Тема 4. Приборы контроля высотного и кислородного оборудования**

Состав самолетной системы жизнеобеспечения (СЖО). Требования к микроклимату в гермокабине. Система кондиционирования воздуха. Основные элементы кислородных систем ВС ГА – кислородные приборы, баллоны и редукторы. Стационарное и переносное кислородное оборудование воздушных судов. Приборы контроля высотного и кислородного оборудования воздушных судов (указатель высоты и перепада давлений УВПД, указатель расхода воздуха компенсированный УРВК, кабинный вариометр, термометры внутрикабинного воздуха, манометры кислорода).

*Литература* [1, стр. 10 – 62; 2, стр. 47 – 109].

**Центральные вопросы темы:** требования к микроклимату в гермокабине, состав системы кондиционирования воздуха, УВПД, УРВК, стационарное и переносное кислородное оборудование воздушных судов..

**Вопросы для самоконтроля**

1. Описать влияние изменений параметров атмосферы на организм человека. Перечислить технические средства, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность экипажа и пассажиров в условиях высотного полета.
2. Дать классификацию герметических кабин, перечислить требования к характеристикам микроклимата.
3. Привести кинематическую схему УВПД и описать принцип действия.

4. Рассмотреть принципиальную схему указателя расхода воздуха с коррекцией типа УРВК.
5. Перечислите основные элементы кислородной системы и их назначение.
6. Укажите особенности эксплуатации кислородного оборудования.

### **Тема 5. . Бортовые системы контроля и индикации работы авиадвигателей**

Бортовая система контроля работы авиадвигателей БСКД-90. Назначение и основные технические данные БСКД-90. Состав БСКД-90: БППД2-1, БППД3-1, ЦВМ80-401, МВ-06-1, БЭ-45, ИЦС5-1, ДРТ5-3А, ДМК3-2, УПС4-1, ДКТ1-1. Схема связи БСКД-90 с системами самолета. Взаимодействующие датчики и сигнализаторы. Электрическая структурная схема БСКД-90. Назначение, состав (БПС, БВУ, ИМ, ПУИ) и функциональная схема комплексной информационной системы сигнализации КИСС. Категории выдачи информации: аварийная, предупреждающая, уведомляющая. Пульт управления КИСС. Кадры «Основные параметры двигателя», «Дополнительные параметры двигателя», «Контр», «ДЗУ».

*Литература* [1, стр. 43 – 47, 210 – 211; 2, стр. 384 – 388].

**Центральные вопросы темы:** бортовая система контроля двигателя, комплексная информационная система сигнализации.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Укажите задачи, которые решает БСКД-90.
2. Перечислите основные элементы БСКД-90 и их назначение.
3. Приведите схему связи БСКД-90 с системами самолета.
4. Назначение и состав КИСС.
5. Приведите кадр СКВ КИСС.
6. Приведите кадр САРД КИСС.

## **III. Приборное оборудование комплексов пилотажно-навигационного оборудования (ПНО)**

### **Тема 6. Автономные приборы измерения высотно-скоростных параметров**

Виды воздушных давлений (полное, статическое, динамическое) и приемники воздушных давлений. Системы статического и полного давлений ВС ГА. Стандартная атмосфера СА-81 и международная стандартная атмосфера. Виды высот полета ВС. Виды барокоррекции (QFE и QNH). Барометрические и гипсометрические формулы. Барометрические высотомеры: механические (ВД, ВМ, ВБМ), электромеханические (УВИД, ВЭМ-72), электронные (ВБЭ). Корректоры высоты типа КВ-11 и корректоры-датчики высоты типа КЗВ. Корректор высоты с цифровым вычислителем. Функциональные схемы, режимы работы, конструктивные особенности. Виды скоростей полета. Навигационный треугольник скоростей. Расчетные формулы для индикаторной скорости, истинной воздушной скорости и числа М. Указатели индикаторной скорости. Комбинированные указатели скорости. Указатель числа М. Вариометры.

**Литература** [1, стр. 68 – 115; 2, стр. 128– 179].

**Центральные вопросы темы:** виды и приемники воздушных давлений, барометрические высотомеры, корректоры высоты, указатели скорости. и числа М.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Принцип работы и схема электромеханического высотомера. Погрешности и методы их компенсации.
2. Корректор-задатчик высоты типа КЗВ. Схема, принцип действия.
3. Принцип действия и схема измерителя истинной воздушной скорости полёта с электрическим выходом.
4. Принцип действия и схема комбинированного указателя скорости.
5. Принцип действия и схема измерителя числа М.
6. Принцип действия и схема вариометра.

**Тема 7. Приборное оборудование аналоговых комплексов ПНО**

Структурная схема системы СВС-ПН. Алгоритмы вычисления высотно-скоростных параметров. Вычислитель высоты, скорости и числа Маха ВСМВ. Датчики давлений ДДСИ и ДДДИ. Преобразователи нелинейных функций ПНФ. Блоки БПнП, БКМЭ, БПУ, БП. Указатели УВО, УСВПк, УМ. Структурная схема системы СВС-72. Блок датчиков давления БВП-9. Указатели высоты относительной  $H_{отн}$  УВ и температуры наружного воздуха  $T_n$  УТ, комбинированный указатель числа М и истинной воздушной скорости УМС. Особенности технического обслуживания аналоговых СВС. Автомат углов атаки и сигнализации перегрузки (АУАСП). Назначение, состав и функциональная схема АУАСП. Датчики сигналов ДКУ, ДП, ДУА. Режимы работы («Полет», «Взлет», «Посадка», «Контроль»), индикация и сигнализация автомата АУАСП. Система сигнализации опасной скорости сближения самолета с землей (ССОС). Назначение, состав (ВВС, ВЛ) и функциональная схема ССОС. Формирование бароинерциальной и барорадиоинерциальной вертикальных скоростей полета. Режимы и сигналы предупреждения опасных ситуаций системы ССОС. Функциональная схема ИКВСП с тремя СВС-72. Назначение и принцип действия блоков формирования и контроля БФК и блока разовых команд БРК. Указатель скорости индикаторной и числа М УСИМ с вычислителем ВКРИ. Пульт вертикального маневра ПВМ и пульт-задатчик скорости ПЗС. Функциональные схемы каналов измерения  $H_{отн}$  и  $\Delta V_B$ .

**Литература** [1, стр. 118 –1452; 2, стр. 170 – 197]

**Центральные вопросы темы:** аналоговые системы воздушных сигналов, оборудование сигнализации критических режимов полета, информационный комплекс высотно-скоростных параметров.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Структурная схема СВС-ПН. Назначение элементов. Основные функциональные зависимости для вычисления скорости, высоты, числа М.
2. Система СВС с вычислительными устройствами, совмещёнными с ука-

зателями. Реализация потенциометрической схемы вычитания в канале индикации высоты.

3. Система СВС с вычислительными устройствами, совмещёнными с указателями. Реализация потенциометрической схемы деления в канале индикации числа М.

4. Система СВС с вычислительными устройствами, совмещёнными с указателями. Реализация реостатной мостовой схемы умножения в канале индикации скорости.

5. . Функциональная схема АУАСП. Режимы работы, сигнализации и индикации.

6. Функциональная схема ИКВСП с тремя СВС. Принцип действия.

### **Тема 8. Приборное оборудование цифровых комплексов ПНО**

Состав комплекса цифрового пилотажно-навигационного оборудования КСЦПНО. Передача информации между подсистемами комплекса биполярным последовательным кодом (БПК). Резервные приборы ВБМ-2, УС-2, ВАР-30. Цифровые системы воздушных сигналов СВС-85, СВС-96, ВБЭ-СВС. Структурная схема системы СВС-85. Источники и характеристики непрерывных и дискретных входных сигналов. Датчики статического и полного давлений генераторные ДДГ. Назначение плат ЦП, ЗУ, ЧП, АЦП, СЗУ, ППК. Характеристики цифровых выходных сигналов в двоичном и двоично-десятичном кодах. Форматы дискретных слов и слова-состояния. Режимы работы и организация встроенного контроля СВС-85. Особенности построения систем СВС-96 и ВБЭ-СВС. Общие сведения о системе СППЗ-85. Источники входных сигналов СППЗ-85. Режимы предупреждения СППЗ-85. Выходные сигналы предупреждения СППЗ-85. Назначение и состав СПКР-85. Схема связи СПКР с системами КСЦПНО и бортовым оборудованием. Режимы работы СПКР: «Разбег», «Прерванный взлет», «Взлет», «Полет по маршруту», «Заход на посадку», «Уход на второй круг». Сигнализация СПКР на КПИ. Назначение, состав и структурная схема СЭИ-85. Индикация комплексного пилотажного индикатора КПИ в режимах «Земля», «Взлет», «Маршрут», «Посадка». Индикация комплексного индикатора навигационной обстановки КИНО в режиме «НВ». Ввод барокоррекции на ПУ СЭИ:  $P_3$  (QFE),  $P_0$  (QNH) и  $P_{стд}$  (QNE).

*Литература* [1, стр. 121 – 126; 5, стр. 7 – 20, 75 – 87; 6, стр. 35 – 55, 89 – 96].

**Центральные вопросы темы:** комплекс цифрового пилотажно-навигационного оборудования, цифровые системы воздушных сигналов, система предупреждения приближения земли, система электронной индикации.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Структурная схема СВС-85. Назначение элементов. Система СВС с вычислительными устройствами, совмещёнными с указателями. Реализация потенциометрической схемы вычитания в канале индикации высоты.

2. Рассмотреть особенности датчиков давления генераторных ДДГ, входящих в состав системы СВС-85.

3. Назначение и состав СПКР-85.
4. Назначение и состав СЭИ-85.
5. Назначение и состав СППЗ-85.
6. Режимы сигнализации СППЗ-85.

## **РАЗДЕЛ 7. ТЕРМИНОЛОГИЯ (ПОНЯТИЙНЫЙ АППАРАТ)**

Абсолютная барометрическая высота – показания барометрического высотомера при выставке на шкале давления 1013,25 гПа ( 760 мм рт.ст.).

Относительная барометрическая высота – показания барометрического высотомера при выставке (на шкале давления) давления на уровне аэродрома (QFE) или давления, приведенного к среднему уровню моря (QNH).

Вариометр – прибор, предназначенный для измерения вертикальной скорости воздушного судна (ВС).

Высота эшелона – заданная барометрическая высота, измеряемая относительно уровня давления 1013,25 гПа ( 760 мм рт.ст.)

Истинная воздушная скорость – скорость движения центра масс ВС относительно воздушной среды, не возмущенной ВС.

МВЭ-300 – отечественная система вертикального эшелонирования (в метрах) при минимуме вертикального эшелонирования (МВЭ) 300 м до высоты 12300 м и 1000 м на высотах более 12300 м.

Приборная (индикаторная) скорость – истинная воздушная скорость, приведенная к нормальной плотности воздуха по СА-81.

Путевая скорость – горизонтальная составляющая скорости движения центра масс ВС относительно земной поверхности.

Полное давление – сумма статического давления в набегающем потоке и динамического давления, характеризующего скоростной напор.

Стандартная атмосфера СА-81 – средний закон изменения параметров воздуха от высоты.

Электрический моторный индикатор ЭМИ – комбинированный прибор для дистанционного измерения давления топлива перед форсунками, давления и температуры масла на входе авиадвигателя.

RVSM –система вертикального эшелонирования, принятая в Международной организации гражданской авиации (ИКАО) (в футах), при сокращенном минимуме вертикального эшелонирования 1000 футов до высоты 41000 футов и 2000 футов на высотах более 41000 футов.

## **РАЗДЕЛ 8. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

Каждый студент заочного обучения выполняет 2 лабораторные работы продолжительностью 4 часа каждая в соответствии с расписанием\*:

ЛР-1. Цифровая система воздушных сигналов СВС-85.

ЛР-2. Информационный комплекс высотно-скоростных параметров ИКВСП-1-1 с контрольно-проверочной аппаратурой КПА-1.

*\* в рамках тем наименования работ могут меняться в зависимости от конкретных условий (загруженность лаборатории, техническое состояние установок и пр.); пособия по выполнению лабораторных работ можно скачать на сайте университета в разделе «Электронная библиотека», либо взять в лаборатории кафедры ТЭЭС и ПНК на время проведения занятий.*

## **РАЗДЕЛ 9. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

### **9.1. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И ВЫБОР ВАРИАНТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 162500 по дисциплине «Авиационные приборы» каждый студент выполняет одну контрольную работу плановой трудоемкостью – 32 часа.

Цель контрольной работы заключается в проверке усвоения учебного материала по дисциплине «Авиационные приборы», самостоятельно изучаемого студентами.

Контрольная работа включает решение одной контрольной задачи на вычисление высотно-скоростных параметров и письменные ответы на один из номеров вопросов для самоконтроля по каждой из восьми тем.

Вариант контрольной работы определяются суммой двух последней цифр шифра студента

Например, студент, имеющий шифр АК-117357, выполняет вариант № 12.

В соответствие с табл. 1 вариант № 12 включает решение контрольной задачи для следующих исходных данных  $R_c=380$  мм рт.ст.,  $R_d=170$  мм рт.ст.,  $R_{АЭР}=740$  мм рт.ст. и письменные ответы на вопрос № 1 для самоконтроля по каждой из восьми тем. При ответе на вопросы для самоконтроля в контрольной работе вначале необходимо указать номер темы, записать содержание вопроса, а затем изложить ответ по существу.

Контрольная работа должна быть выполнена в машинописном или рукописном виде черными или синими чернилами чётко и без помарок. На листах необходимо оставлять поля для замечаний рецензента.

Все структурные, функциональные и принципиальные схемы и графики должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ.

В конце контрольной работы необходимо привести перечень используемой литературы и поставить личную подпись.

Контрольная работа без подписи не подлежит рецензированию и возвращается студенту.

Таблица 1

Вариант №	Исходные данные для решения задачи			Номер вопроса для само- контроля
	$P_C$	$P_D$	$P_{AЭР}$	
	мм рт.ст.	мм рт.ст.	мм рт.ст.	
0	682	50	730	1
1	659	60	735	2
2	611	70	740	3
3	589	80	745	4
4	565	90	750	5
5	525	100	755	6
6	510	110	760	1
7	468	120	765	2
8	453	130	770	3
9	433	140	775	4
10	415	150	780	5
11	400	160	750	6
12	380	170	740	1
13	353	180	745	2
14	312	190	750	3
15	301	200	755	4
16	287	210	765	5
17	261	220	770	6
18	245	230	760	1

На титульном листе контрольной работы приводятся сведения по следующему образцу:

**Кафедра ТЭАЭС и ПНК**  
**Контрольная работа по дисциплине**  
**«Авиационные приборы»**  
 Вариант № 12

Студента заочного факультета МГТУ ГА  
**Иванова П.С.**  
 Шифр АК – 117357

Адрес: г. Тюмень, ул. Авиационная, д. 20, кв. 3

2014

## 9.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ ЗАДАЧИ

Перед решением задачи своего варианта полезно разобрать пример решения контрольной задачи, рассмотренной в разделе 9.3.

Как указано в разделе 9.1., исходными данными для решения контрольной задачи являются численные значения статического давления  $P_c$ , динамического давления  $P_d$  и давления аэродрома  $P_{аэр}$ .

Решение контрольной задачи заключается в расчете численных значений восьми воздушно-скоростных параметров.

1.  $H_{абс}$  – абсолютная барометрическая высота полета

$$H_{абс} = \frac{T_0}{\tau_B} \left[ 1 - \frac{P_c}{P_0} \frac{\tau_B \times R_{уд}}{g_0} \right], \text{ м}$$

$T_0 = 288,15\text{К}$  – стандартная температура на уровне моря по СА-81

$P_0 = 760 \text{ мм.рт.ст.}$  – стандартное давление на уровне моря по СА-81

$\tau_B = 0,0065 \text{ }^\circ\text{К/м}$  – температурный градиент высоты

$R_{уд} = 287,05 \text{ Дж} \times \text{кг}^{-1} \times \text{K}^{-1}$  – удельная газовая постоянная

$g_0 = 9,80665 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения на уровне моря по СА-81

2.  $H_{аэр}$  – высота аэродрома, рассчитанная через давление аэродрома  $P_{аэр}$

$$H_{аэр} = \frac{T_0}{\tau_B} \left[ 1 - \frac{P_{аэр}}{P_0} \frac{\tau_B \times R_{уд}}{g_0} \right], \text{ м}$$

$P_{аэр}$  – давление на уровне аэродрома (атмосферное давление на уровне порога ВПП аэродрома)

3.  $H_{отн}$  – относительная барометрическая высота полета

$$H_{отн} = H_{абс} - H_{аэр}, \text{ м}$$

4.  $T_n$  – температура наружного воздуха,

$$T_n = T_0 - \tau_B \times H_{абс}, \text{ }^\circ\text{К}$$

5.  $M$  – число Маха

$$M = \frac{2}{K-1} \left( \frac{P_D}{P_C} + 1 \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1$$

$K=1,4$  – показатель адиабаты для воздуха

6.  $T_T$  – температура торможения наружного воздуха

$$T_T = T_H(1+0,2M^2), \text{ } ^\circ\text{K}$$

7.  $V_{пр}$  – приборная (индикаторная) скорость полета

$$V_{пр} = 2R_{уд} \times T_0 \left( \frac{K}{K-1} \left( \frac{P_D}{P_0} + 1 \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1 \right), \text{ м/с}$$

8.  $V_{ивс}$  – истинная воздушная скорость полета

$$V_{ивс} = 2R_{уд} \times T_H \left( \frac{K-1}{K} \left( \frac{P_D}{P_C} + 1 \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1 \right), \text{ м/с}$$

При получении числового ответа следует обращать внимание на точность окончательного результата, которая не должна превышать точности исходных величин.

### 9.3. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ ЗАДАЧИ

Пример решения контрольной задачи приведен для следующих исходных данных:  $P_C=267$  мм рт.ст.,  $P_D=61$  мм рт.ст.,  $P_{АЭР}=750$  мм рт.ст.

$$1. H_{абс} = \frac{288.15}{0.0065} \left( 1 - \frac{267}{760} \right)^{\frac{0.0065 \times 287.05}{9.80665}} = 7999.6 \text{ м}$$

$$2. H_{аэр} = \frac{288.15}{0.0065} \left( 1 - \frac{750}{760} \right)^{\frac{0.0065 \times 287.05}{9.80665}} = 111.6 \text{ м}$$

$$3. H_{отн} = 7999.6 - 111.6 = 7888 \text{ м}$$

$$4. T_H = 288.15 - 0.0065 \times 7999.6 = 236.15 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$5. M = \frac{2}{1.4-1} \frac{61}{267} + 1 \frac{\frac{1.4-1}{1.4}}{\frac{1.4-1}{1.4}} - 1 = 0.55$$

$$6. T_T = 236.15 (1 + 0.2 \times 0.55^2) = 250.4 \text{ }^\circ\text{K}$$

---


$$7. V_{\text{пр}} = 2 \times 287.05 \times 288.15 \frac{1.4}{1.4-1} \frac{61}{760} + 1 \frac{\frac{1.4-1}{1.4}}{\frac{1.4-1}{1.4}} - 1 = 113.6 \text{ м/с} =$$

$$= 409 \text{ км/ч}$$

---


$$8. V_{\text{ивс}} = 2 \times 287.05 \times 236.15 \frac{1.4}{1.4-1} \frac{61}{267} + 1 \frac{\frac{1.4-1}{1.4}}{\frac{1.4-1}{1.4}} - 1 = 168 \text{ м/с} =$$

$$= 605 \text{ км/ч}$$