

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)

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

---

Кафедра технической эксплуатации ЛА и АД

С.А. Жнивин

## ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

**Учебно-методическое пособие**  
по проведению практических занятий

*для студентов II и III курсов  
направлений 25.05.05, 25.03.01  
очной формы обучения*

Москва  
ИД Академии Жуковского  
2024

УДК 004.3:629.7  
ББК 052-057  
Ж77

Рецензент:

*Перегудов Г.Е.* – канд. техн. наук

**Жнивин С.А.**

Ж77

Цифровая техника [Текст] : учебно-методическое пособие по проведению практических занятий / С.А. Жнивин. – М.: ИД Академии Жуковского, 2024. – 16 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Цифровая техника» специальностей 25.05.05 и 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей». В учебно-методическом пособии изложено описание и задание для подготовки к проведению практических занятий.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 20.02.2024 г. и методических советов по направлениям 25.03.01 – 15.02.2024 г., 25.05.05 – 21.02.2024 г.

**УДК 004.3:629.7**  
**ББК 052-057**

*В авторской редакции*

Подписано в печать 19.09.2024 г.  
Формат 60х84/16 Печ. л. 1 Усл. печ. л. 0,93  
Заказ № 1027/0617-УМП01 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.: (499) 755-55-43  
E-mail: zakaz@itsbook.ru

© Московский государственный технический  
университет гражданской авиации, 2024

## Введение

Любая форма человеческой деятельности, функционирование любой из организованных систем немислимы без обработки информации. Понятие информации, в этом случае, означает совокупность данных, сведений подлежащих хранению, обработке и передаче.

Для управления современным самолетом используется разнообразная и в большинстве случаев быстроизменяющаяся информация. Возможности летчика по ее правильному восприятию и переработке ограничены.

В ходе изучения дисциплины цифровая техника обучающемуся прививаются углубленные понятия в работе систем цифровых вычислителей в контуре воздушного судна.

Оттачивания практических навыков при изучении структуры позволяет познакомиться характеристиками реальных вычислителей современных воздушных судов отечественного и зарубежного производства.

Практическая составляющая в этом вопросе является неотъемлемой частью в процессе изучения и освоения вопросов развития и применения цифровых вычислительных устройств.

Вычислительная техника в авиации применяется в первую очередь, для решения задач навигации, управления различными бортовыми системами и их контроля. Широкое внедрение вычислительной техники на борт самолета позволило освободить экипаж от выполнения ручных трудоемких вычислительных операций и автоматизировать решение сложных задач управления.

Цифровая вычислительная техника и цифровые вычислительные системы предназначены для решения пилотажно-навигационных задач, для обеспечения работы радио0 и радиолокационных средств, отображения информации о состоянии бортовых систем, для контроля бортовых систем, для автоматического управления полетом и ряда других задач. Как следствие внедрение цифровой техники производится в различные системы современного воздушного судна.

### *Общая структура практических занятий*

В ходе проведения практических занятий по дисциплине «Цифровая техника» раскрывает вопросы реализации цифровых вычислителей в контуре воздушного судна (рис. 1).

Необходимо ознакомиться с причинами активного внедрения цифровых технологий с целью отметить ряд систем воздушного судна, в которых внедрение цифровых технологий способствует: упрощению управления воздушным судном на всех этапах полета, увеличению безопасности полета, улучшению характеристик надежности различных систем воздушного судна и т.д.

Основными системами для изучения структуры являются:

- система автоматического управления полета
- система электронной индикации и регистрации параметров
- система навигации
- система управления вспомогательной силовой установкой (ВСУ)
- система связи
- противопожарная система.

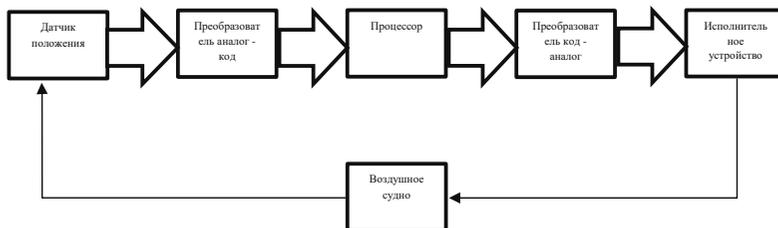


Рис. 1 Структурная схема цифровых вычислителей в контуре ВС

При изучении данного учебного пособия, обучающийся может проанализировать и сопоставить изученные темы в ходе лекционных занятий и тематикой вопросов, которые необходимо раскрыть в ходе практического занятия.

Для подготовки к практическим занятиям и подготовке к докладу необходимо использовать представленный лекционный материал по воздушному судну SSJ – 100

#### *Система электронной индикации и регистрации параметров*

Система электронной индикации и регистрации параметров на борту воздушного судна предназначена для размещения основных средств отображения информации, вывода информации на них, регистрации параметров воздушного судна и концентрации информации.

Приборное оборудование включает в себя следующие подсистемы, необходимые для изучения:

- приборные доски и пульты управления
- автономные приборы
- бортовые устройства регистрации
- центральные вычислители
- центральные системы предупредительной сигнализации
- центральная система индикации
- система сбора и передачи данных

Структурная схема представлена на рис. 2

Приборные доски и пульты управления предназначены для размещения основных средств отображения информации о состоянии полета, контроля и управления различными системами.

К автономным приборам относятся хронометр.

Бортовые устройства и регистрации обеспечивают сбор, хранение и преобразование данных, поступающих от различных систем самолета, а также используется для оценки техники пилотирования.

К центральным вычислителям относятся платформа центрального вычислителя авионики и блок – концентратор данных.

Система предупреждения экипажа является централизованной для привлечения внимания экипажа.

Система сбора и передачи данных предназначена для автоматического сбора и передачи информации от несвязанных друг с другом систем самолета в наземные службы обработки полетной информации.



Рис.2 Структурная схема системы электронной индикации и регистрации параметров

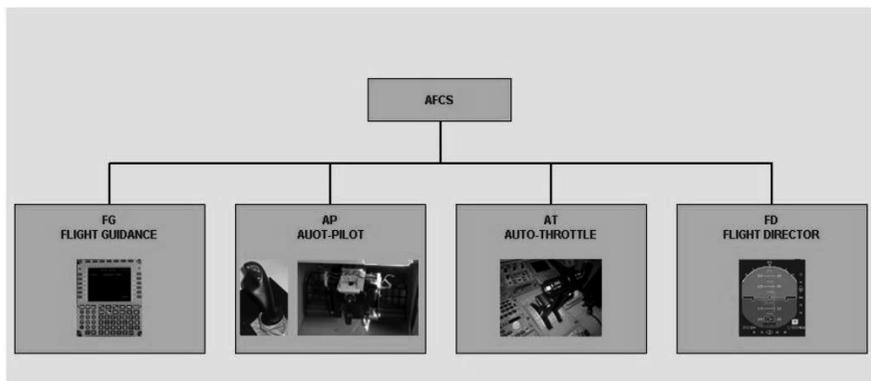
Список вопросов для подготовки к практическому занятию №1:

- приборное оборудование
- приборные доски и пульта
- автономные приборы
- бортовые устройства регистрации
- центральные вычислители
- архитектура программного обеспечения центрального вычислителя
- работа платформы ИМА в случае частичных отказов
- центральные системы предупредительной сигнализации
- центральна система индикации
- система сбора и передачи данных

## *Система автоматического управления полетом*

Оборудование автоматического управления полетом включает в себя систему автоматического управления полетом. Основное назначение САУ – уменьшение рабочей нагрузки на экипаж самолета. Структурная схема автопилота представлена на рис. 3

Самолет оснащен интегрированной системой автоматического управления полетом (САУ). САУ представляет собой вычислительную систему, реализованную в оборудовании авионики и взаимодействует с системой управления самолетом и системой управления двигателями. Функции САУ на борту реализованы с помощью специального программного обеспечения.



1. AFCS – Система автоматического управления полетом
2. FG – полетные данные
3. AP – автопилот
4. AT – автомат тяги
5. FD – директорное управление

Рис. 3 Структурная схема системы автоматического управления полетом

Список вопросов для подготовки к практическому занятию №2:

- функции САУ
- состав и расположение компонентов
- режимы САУ
- функции AP

- функции FD
- режим управления в боковой плоскости
- режим управления в продольной плоскости
- функции AT
- органы управления и индикация

*Примечание:* В виду объемности представленных выше вопросов, допускается брать одну тему на двоих обучающихся

### *Система связи*

Основной функцией связного оборудования является обеспечение следующих видов связи: членов экипажа друг с другом, между членами экипажа и пассажирами, между членами экипажа и наземными службами, между членами экипажа и другими воздушными судами. Структурная схема системы связи представлена на рис. 4

Связное оборудование состоит из:

- связные радиостанции
- система передачи данных автоматического вызова
- интегрированная аудиосистема
- статические разрядники
- радиоаппаратура звукозаписи
- интегрированная автоматическая настройка радиочастот

Настройка радиосвязи тесно связана с настройкой режимов голосовой связи и передачи данных. Данная функция реализуется с помощью с помощью специального устройства – пультом управления радиосредствами (RMP), либо вычислителем системы самолетовождения (FMS MCDU).

На различных типах воздушных судов иностранного или отечественного производства, в системе связи используются различные типы вычислителей, которые обеспечивают обмен аудио – данными на борту. Блок REU – remote electronic unit устанавливается на воздушные суда компании Боинг. Основными задачами данного вычислителя является осуществления преобразование звуковой информации, поступающей от устройств ввода информации, усиление сигнала, фильтрация от различного уровня помех и выдачи речевой информации на устройства вывода звуковой информации, такие как динамики, наушники, гарнитур. Эквивалентом данному

вычислителю на самолет SSJ – 100 стоит аналогичный, который выполняет все эти же функции, но имеет другое название RCAU – блок управления и коммутации. Задачи его полностью эквивалентны блоку иностранного ВС.

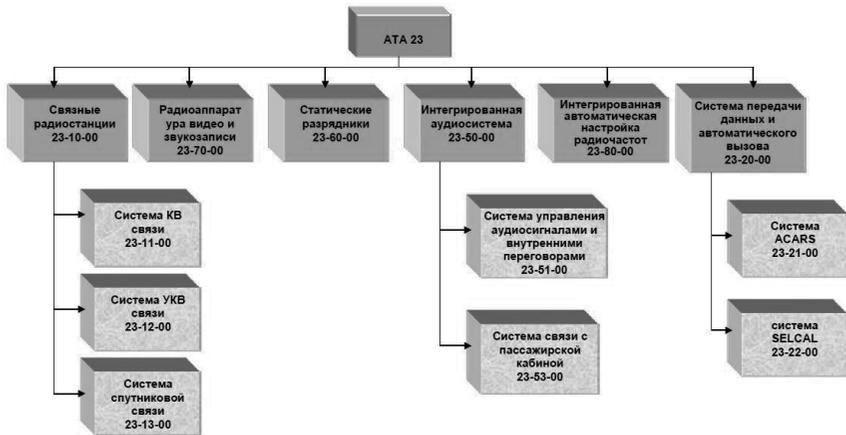


Рис. 4 Структурная схема системы связи

Список вопросов для подготовки к практическому занятию №3:

- связное оборудование
- система коротко - волной связи
- система ультра коротко - волновой связи
- система спутниковой связи
- система передачи данных и автоматического вызова
- интегрированная аудиосистема
- система управления аудио сигналами и внутренними переговорами
- система связи с пассажирской кабиной
- статические разрядники
- система регистрации звуковой информации
- система ACARS
- система SELCAL

*Примечание:* В виду объемности представленных выше вопросов, допускается брать одну тему на двоих обучающихся

## *Система навигации*

Пилотажно- навигационное оборудование предназначено для измерения и вычисления высотно-скоростных параметров полета, вычисления параметров пространственного положения и навигационных параметров воздушного судна для однозначного восприятия экипажем воздушной обстановки, положения самолета и режима полета, для совместной работы с оборудованием автоматического управления полетом. Структурная схема системы навигации представлена на рис.5

Основные параметры, получаемые пилотажно-навигационным оборудованием:

- пространственное положение в текущий момент времени
- барометрическая высота
- стандартная высота
- путевая скорость
- курсовой угол
- боковое отклонение от курса
- текущее значение направления и силы ветра
- угол сноса
- линия заданного пути
- расчетный курс
- значение текущих навигационных характеристик
- требуемые навигационные характеристики в соответствии с режимом полета
- статическая температура воздуха
- значение приборной воздушной скорости
- истинное значение воздушной скорости
- инерциальная вертикальная скорость
- курс



Рис. 5 Структурная сема системы навигации

Список вопросов для подготовки к практическому занятию №4:

- навигационное оборудование
- системы и приборы измерения воздушных параметров полета
- приемники полного и статического давления
- приборы измерения пространственного положения и направления полета
- инерциальная система
- система интегрированного электрического резервного прибора
- вычислительная система самолетовождения
- система обеспечения посадки и руления
- автономные пилотажно–навигационные системы
- система предупреждения столкновения в воздухе и приближения земли
- неавтономные пилотажно-навигационные системы
- система управления воздушным движением
- ответчик многофункциональный

*Примечание:* В виду сложности представленных выше вопросов, допускается брать одну тему на двоих обучающихся

## Система работы вспомогательной силовой установки (ВСУ)

Вспомогательная силовая установка (ВСУ) установлена в хвостовой части фюзеляжа. Вспомогательная силовая установка является источником переменного напряжения на борту воздушного судна, а также источником пневматической энергии, необходимой для работы системы кондиционирования с целью обеспечения жизни деятельности экипажа и пассажиров, а также отбираемый воздух от вспомогательной силовой установки направления на запуск силовых установок, путем подачи воздуха на воздушные стартеры силовых установок. Логику работу вспомогательной силовой установки регулирует электронный блок управления. Структурная схема системы работы вспомогательной силовой установки представлена на рис. 6



Рис. 6 Структурная схема системы бортовой вспомогательной силовой установки

Список вопросов для подготовки к практическому занятию №5:

- назначения ВСУ
- основные меры безопасности при работе с ВСУ
- основные характеристики ВСУ
- расположение ВСУ
- работа воздухозаборника ВСУ
- выхлопная система
- дренажная система
- панели управления

- процедура запуска
- система запуска
- включение системы электроснабжения
- индикация параметров ВСУ
- аварийные режимы работы ВСУ
- остановка ВСУ
- приборы контроля

*Примечание:* В виду объемности представленных выше вопросов, допускается брать одну тему на двоих обучающихся

### *Противопожарная система*

Пожарное оборудование предназначено для обнаружения пожара в отсеках самолета, сигнализации о пожаре экипажу и его ликвидации. Пожарное оборудование обеспечивает: обнаружение и тушение пожара в гондолах двигателей, в отсеке вспомогательной силовой установки (ВСУ) и мусоросборниках туалетов, обнаружением дыма и тушения пожара в кабине экипажа, пассажирской кабине, туалетах, багажно – грузовых отсеках (БГО) и других доступных в полете отсеках самолета. Структурная схема состава противопожарной системы представлена на рис. 7

Противопожарная система состоит из двух подсистем:

- средства пожарной сигнализации;
- средства пожаротушения.

Обнаужение и сигнализация пожара мониторинг пожарного оборудования самолета производится автоматически с помощью блока противопожарной защиты.

Применяемые огнегасящие средства обеспечивают быстрое и эффективно подавление горения при объемном тушении пожар. Кроме того они предупреждают создание взрывоопасной среды.

Данные средства являются галогеносодержащими углеводородами. Они представляют собой газы тяжелее воздуха и могут накапливаться в нижней части замкнутого пространства, вызывая дефицит кислорода.

Пожарная сигнализация, а также информация мониторинга работы пожарного оборудования двигателей, ВСУ и БГО выводятся на дисплеи предупреждающей информации. Одновременно срабатывают центральные световые огни и звуковая сигнализация.

Также информация мониторинга и предупреждающая сигнализация о пожаре в отсеке вспомогательной силовой установки, выводится на внешний пульт подключения наземного источника питания.



Рис. 7 Структурная схема противопожарного оборудования

Список вопросов для подготовки к практическому занятию №6:

- Расположение пожарного оборудования
- Приборы управления и индикации
- Перечень и состав формирующихся сообщений
- Блок противопожарной защиты
- Система индикации пожара и перегрева в гондолах двигателей

- Система сигнализации пожара в отсеке ВСУ
- Система сигнализации обнаружения дыма в туалетах и багажно-грузовых отсеках
- Управления системой пожаротушения
- Эксплуатационные особенности пожарного оборудования

*Примечание:* В виду объемности представленных выше вопросов, допускается брать одну тему на двоих обучающихся

### *Требования к подготовке доклада*

1. Доклад выполняется одним студентом, за исключением тем, после которых находится примечания, уточняющие количество выступающих.
2. Доклад оформляется в печатном виде и после сдается преподавателю.
3. Объем материала не более 3 страниц печатного формата.
4. На доклад отводится не более 5 минут.

### *Список литературы*

1. Р.М. Полов, А.Г. Рощин «Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины».