

СГУ им. Академика М.Ф.Решетнева

БЦВМ КА



Курс лекций для гр. РС18-03

Состав вычислительных средств ЛА

В состав основных средств авиационного комплекса входят:

Состав вычислительных средств ЛА

В состав основных средств авиационного комплекса входят:

□ Информационные средства

Состав вычислительных средств ЛА

В состав основных средств авиационного комплекса входят:

- Информационные средства
- Линии передачи информации

Состав вычислительных средств ЛА

В состав основных средств авиационного комплекса входят:

- Информационные средства
- Линии передачи информации
- Средства обработки информации

Состав вычислительных средств ЛА

В состав основных средств авиационного комплекса входят:

- Информационные средства
- Линии передачи информации
- Средства обработки информации
- Исполнительные средства

- **Информационные средства** — датчики исходной информации предназначены для сбора информации об окружающей обстановке, состоянии объекта и его систем.

• *Линии передачи информации* осуществляют связь всех средств авиационного комплекса в соответствии с принятым порядком передачи информации. Техническая реализация линий передачи информации может быть самой разнообразной. Та или иная техническая реализация выбирается в зависимости от назначения линий передачи информации и взаимного расположения элементов авиационного комплекса.

Состав вычислительных средств ЛА

Средства обработки информации, принятия решений и формирования команд управления занимают центральное место и определяют всю специфику работы управляющей системы. Эти средства представляют собой, как правило, совокупность вычислительных устройств различного функционального назначения, не связанных между собой либо связанных между собой и составляющих единую вычислительную систему. Вместо отдельных вычислительных устройств авиационного комплекса в настоящее время применяют вычислительные машины и системы.

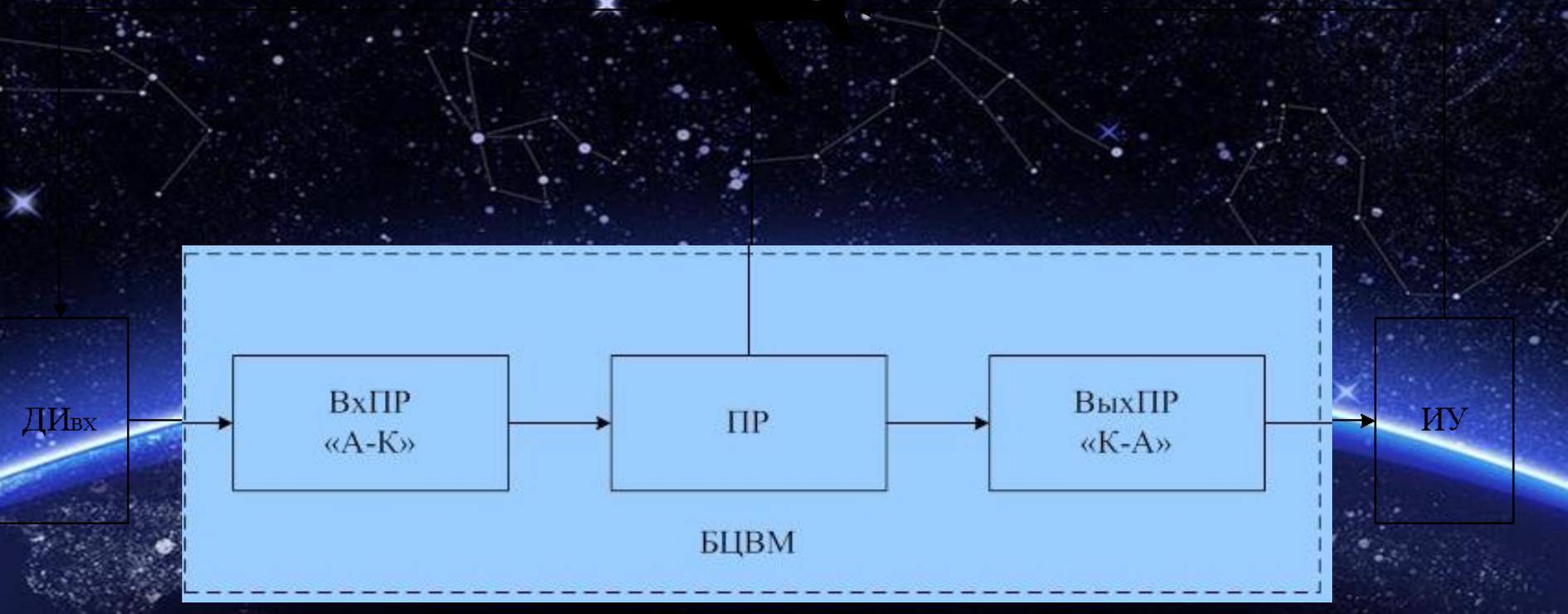
Состав вычислительных средств ЛА

- **Исполнительные средства** предназначены для обработки сформированных команд управления в соответствии с условиями применения того или иного авиационного комплекса.

Состав вычислительных средств ЛА



До этого мы говорили о вычислительных средствах вместе с системой управления летательного аппарата. Далее мы рассматриваем саму БЦВМ (без линий связи, датчиковых и исполнительных устройств).



Состав вычислительных средств ЛА

**Характерные особенности
работы БЦВС в контуре управления ЛА:**

Состав вычислительных средств ЛА

Характерные особенности работы БЦВС в контуре управления ЛА:
- сопряжение БЦВС с аппаратурой иного физического характера;

-

Состав вычислительных средств ЛА

- Характерные особенности работы БЦВС** в контуре управления ЛА:
- сопряжение БЦВС с аппаратурой иного физического характера;
 - многократное повторение алгоритма;

Состав вычислительных средств ЛА

Характерные особенности работы БЦВС в контуре управления ЛА:

- сопряжение БЦВС с аппаратурой иного физического характера;
- многократное повторение алгоритма;
- реальный масштаб времени;
-

Состав вычислительных средств ЛА

- Характерные особенности работы БЦВС** в контуре управления ЛА
- сопряжение БЦВС с аппаратурой иного физического характера;
 - многократное повторение алгоритма;
 - реальный масштаб времени;
 - ограничение реализации алгоритмов во времени;
 -

- Характерные особенности работы БЦВС** в контуре управления ЛА:
- сопряжение БЦВС с аппаратурой иного физического характера;
 - многократное повторение алгоритма;
 - реальный масштаб времени;
 - ограничение реализации алгоритмов во времени;
 - повышенная надежность.

Теперь расскажем, что из себя представляет бортовой вычислительный комплекс летательного аппарата

Состав вычислительных средств ЛА

Основу современной БЦВС ЛА составляют:



Состав вычислительных средств ЛА

Основу современной БЦВС ЛА составляют:

- средства хранения и обработки информации (однопроцессорные и многопроцессорные БЦВМ, специализированные вычислители, запоминающие устройства);

Состав вычислительных средств ЛА

Основу современной БЦВС ЛА составляют:

- средства хранения и обработки информации (однопроцессорные и многопроцессорные БЦВМ, специализированные вычислители, запоминающие устройства);
- средства информационного обмена, обеспечивающие в процессе функционирования комплекса обмен информацией элементов БЦВС с бортовым оборудованием и между собой;

Состав вычислительных средств ЛА

Основу современной БЦВС ЛА составляют:

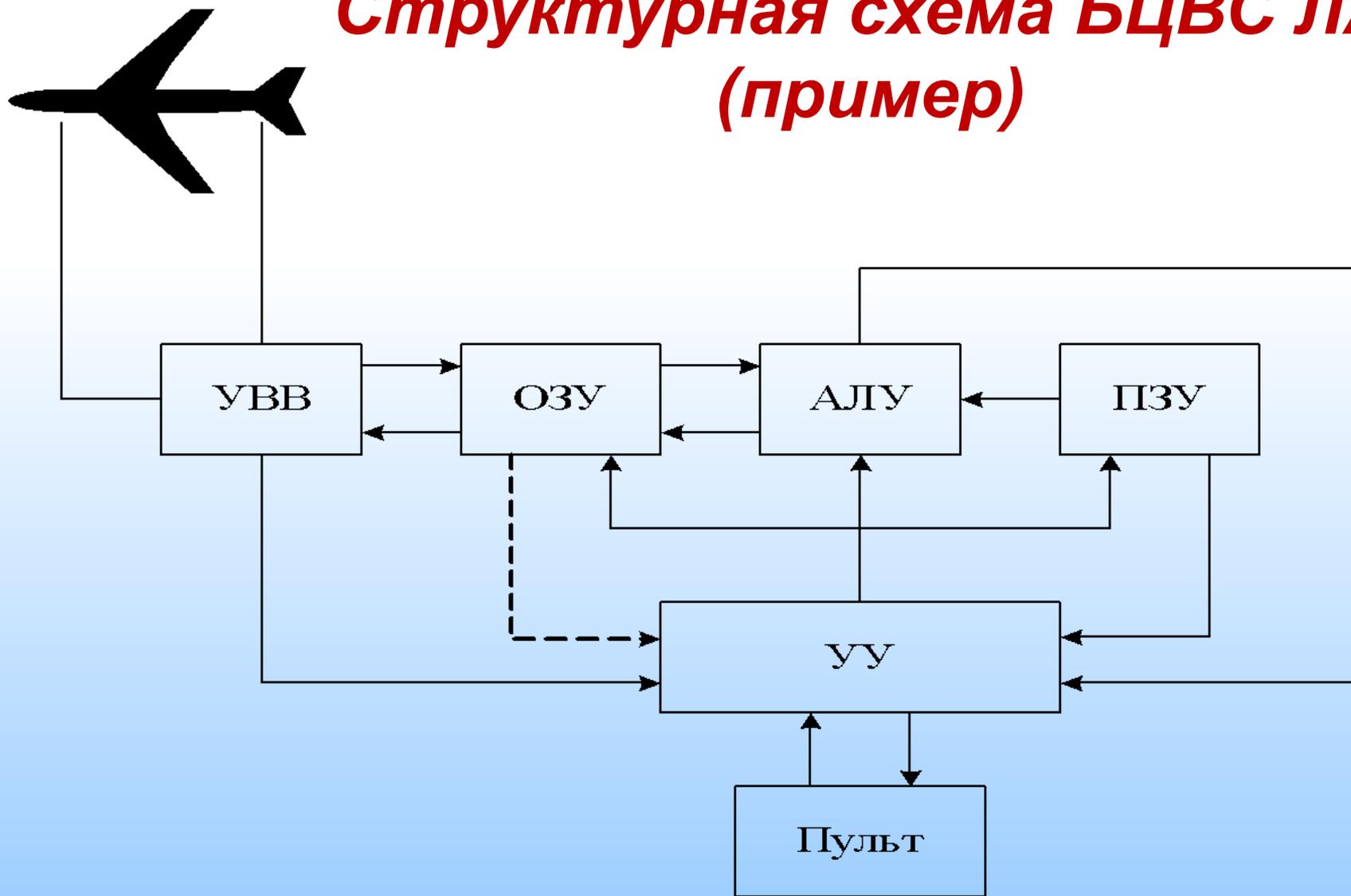
- средства хранения и обработки информации (однопроцессорные и многопроцессорные БЦВМ, специализированные вычислители, запоминающие устройства);
- средства информационного обмена, обеспечивающие в процессе функционирования комплекса обмен информацией элементов БЦВС с бортовым оборудованием и между собой;
- программное обеспечение, включающее в себя объектные (бортовые) программы, а также средства их создания, отработки и документирования;

Состав вычислительных средств ЛА

Основу современной БЦВС ЛА составляют:

- средства хранения и обработки информации (однопроцессорные и многопроцессорные БЦВМ, специализированные вычислители, запоминающие устройства);
- средства информационного обмена, обеспечивающие в процессе функционирования комплекса обмен информацией элементов БЦВС с бортовым оборудованием и между собой;
- программное обеспечение, включающее в себя объектные (бортовые) программы, а также средства их создания, отработки и документирования;
- система функционального контроля аппаратуры БЦВС.

Структурная схема БЦВС ЛА (пример)



Состав вычислительных средств ЛА

Многомашинная БЦВС представляет собой комплекс, объединяющий несколько независимых вычислительных машин, каждая из которых включает в свой состав центральный процессор, память, каналы ввода-вывода. Отдельная часть БЦВС (подсистема) может представлять собой также вычислительную систему. Например, в состав многомашинной БЦВС могут входить однопроцессорные и многопроцессорные вычислительные системы.

Состав вычислительных средств ЛА

Многопроцессорная БЦВС - это совокупность вычислительных средств, включающая два или более процессора, которые функционируют под управлением единой операционной системы на основе совместного использования общей памяти и каналов информационного обмена.

Основные характеристики ЭВМ

К основным характеристикам любой ЭВМ, не обязательно бортовой, относятся:

- ***операционные ресурсы,***
- ***емкость памяти,***
- ***быстродействие ЭВМ,***
- ***производительность ЭВМ,***
- ***надежность,***
- ***стоимость ЭВМ.***

Основные характеристики ЭВМ

Одна из основных характеристик ЭВМ - множество реализуемых в ней операций обработки, хранения и ввода - вывода информации - ***операционные ресурсы***.
Операционные ресурсы тем больше, чем более разнообразны способы представления информации и шире система команд.
Расширение операционных ресурсов возможно только за счет увеличения затрат оборудования.

Основные характеристики ЭВМ

Следующая важная характеристика ЭВМ - **емкость памяти**. Емкость памяти измеряется в словах или двоичных единицах информации - битах, или кратных единицах: байтах, словах. Байт равен 8 битам, Кбайт = 1024 байт.

Основные характеристики ЭВМ

Быстродействие ЭВМ - число операций, выполняемых в 1с. Поскольку разные операции выполняются с разной скоростью, то говорят о среднем быстродействии ЭВМ на разных классах задач, которое определяется с учетом вероятностей использования каждой операции при решении заданного класса задач.

Основные характеристики ЭВМ

Производительность ЭВМ в отличие от быстродействия измеряется средним числом задач, решаемых на ней за единицу времени. Производительность зависит от быстродействия процессора, устройств ввода - вывода, порядка прохождения задач в ЭВМ и т. д. Она увеличивается при совмещении операций ввода - вывода с обработкой, использовании мультипрограммного и мультипроцессорного режимов работы.

Основные характеристики ЭВМ

Надежность - свойство ЭВМ выполнять изложенные на нее функции в течение заданного времени. Надежность характеризуется такими величинами, как интенсивность отказов и наработка на отказ. Отказ - случайное событие, возникающее из-за неисправности элементов, из которых собрана ЭВМ, и соединений между ними. Интенсивность отказов - среднее число отказов за единицу времени. Нарботка на отказ - средний промежуток времени между отказами.

Основные характеристики ЭВМ

Увеличение надежности осуществляется за счет резервирования, заключающегося во введении в состав ЭВМ или отдельных устройств избыточного оборудования.

Основные характеристики ЭВМ

Стоимость ЭВМ равна суммарной стоимости всего оборудования и программного обеспечения, входящего в ее состав. Улучшение любой из рассмотренных характеристик ЭВМ при данном уровне технологии, в конечном счете, приводит к увеличению стоимости.

Надежность БЦВС - свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих ее способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

Характеристики надежности БЦВС

Надежность зависит от назначения вычислительной системы и условий ее применения. Она представляет собой сочетание **безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости.**

Характеристики надежности БЦВС

Безотказность - способность сохранять работоспособное техническое состояние в течение некоторого времени.

Ремонтпригодность - приспособленность к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособного технического состояния путем проведения технического обслуживания и ремонта.

Характеристики надежности БЦВС

Долговечность - свойство сохранять работоспособное техническое состояние до наступления предельного состояния, при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Характеристики надежности БЦВС

Сохраняемость - способность сохранять значения показателей безотказности, ремонтпригодности, долговечности в течение и после хранения и транспортирования.

Характеристики надежности БЦВС

Техническое состояние БЦВС классифицируется тремя видами (в зависимости от соответствия НТД):

- 1) **исправное** - БЦВС соответствует всем требованиям НТД;
- 2) **работоспособное** - состояние БЦВС, при котором значения всех параметров, характеризующих способность системы выполнять заданные функции, соответствует требованиям НТД;
- 3) **правильного функционирования** - система в текущий момент способна выполнять одну или несколько функций, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных НТД.

Характеристики надежности БЦВС

Специфика оценки надежности ПО.

Программное обеспечение (ПО) БЦВМ делится на специальное и общее.

С учетом специфики ПО можно предложить следующую систему понятий и терминов в области надежности программного обеспечения.

Надежность ПО включает:

- **безотказность,**
- **корректность,**
- **устойчивость,**
- **восстанавливаемость и**
- **исправляемость.**

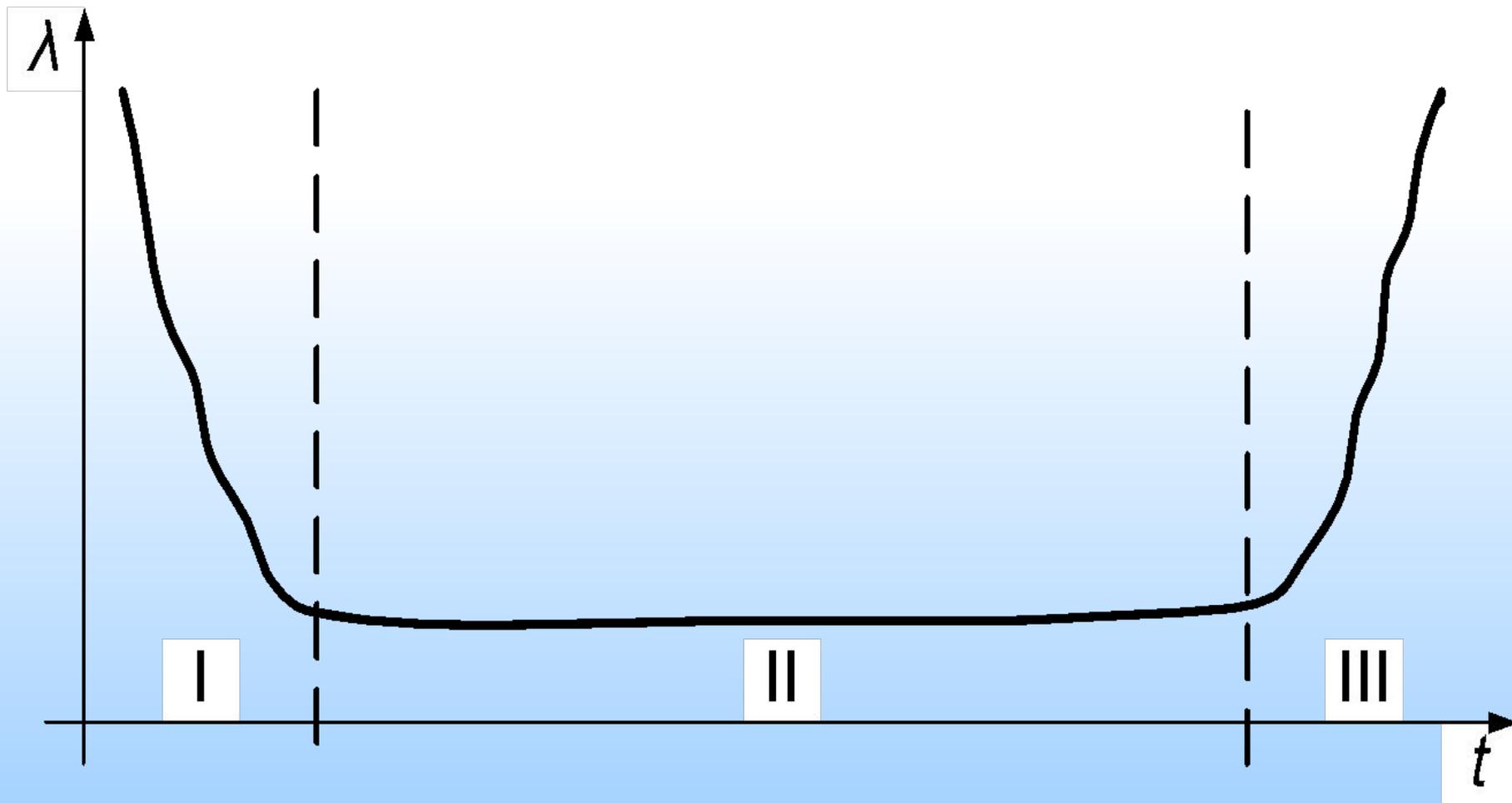
Характеристики надежности БЦВС

Интенсивность отказов «лямбда» - показывает, какая доля элементов данного типа выходит из строя за один час работы.

Все отказы могут быть разделены на:
катастрофические (внезапные);
параметрические (постепенные).

Зависимость ЛЯМБДА -характеристики от времени для этих типов отказов приведена на следующем слайде.

Характеристики надежности БЦВС



Характеристики надежности БЦВС

Как видно, суммарная лямбда-характеристика имеет три четко выраженных участка:

I участок – период приработки, в котором преобладающее влияние имеют катастрофические отказы;

II участок – период нормальной работы, который характеризуется соотношением $\lambda = \text{const}$;

III участок – период старения и износа, в котором преобладающее влияние имеют параметрические отказы.

Характеристики надежности БЦВС

Принято считать, что аппаратура БЦВК работает в период гарантийного ресурса на II участке, где лямбда-характеристика постоянна. Если необходимо определить лямбда-характеристику системы или прибора в целом, то пользуются следующим соотношением (см. следующий слайд):

Характеристики надежности БЦВС

$$\Lambda(t) = \sum_{i=1}^m \lambda_i(t) n_i$$

где m – число типов элементов;

n_i – количество элементов i -го типа;

λ_i – интенсивность отказов элементов i -го типа.

Вероятность безотказной работы – это вероятность того, что при заданных условиях эксплуатации на заданном интервале времени не произойдет ни одного отказа.

Соотношение для участка с постоянной интенсивностью отказов следующее:

$$P(t) = \exp(-\Lambda t)$$

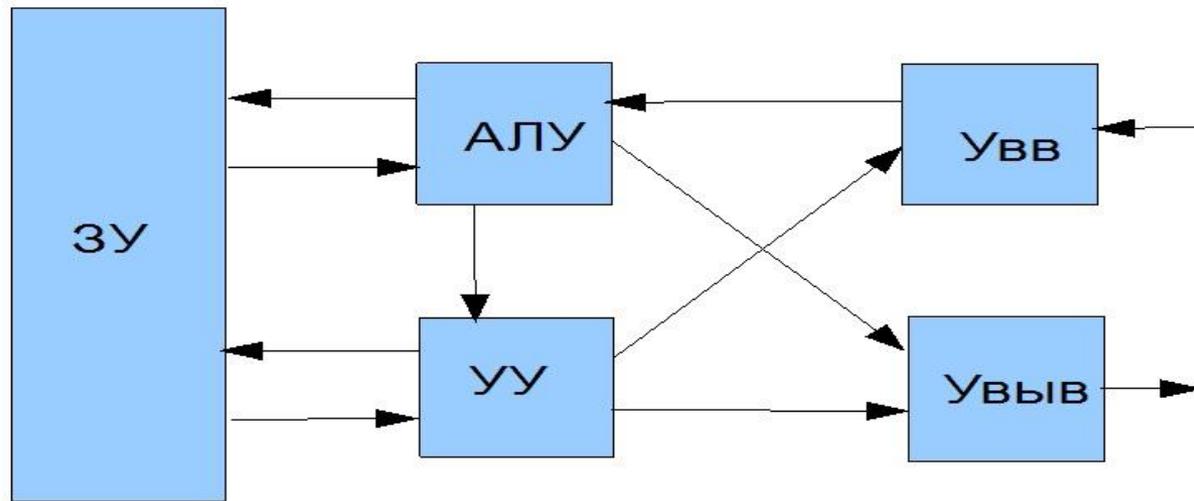
Вероятность появления отказа – связана с вероятностью безотказной работы соотношением:

$$Q(t) = 1 - P(t) = 1 - \exp(-\Lambda t)$$

Среднее время наработки до первого отказа – определяет какое время система будет функционировать до первого отказа:

$$T_{CP} = \int_0^{\infty} P(t) dt = \frac{1}{\Lambda}$$

Построение управляющей ЭВМ ЛА



Пример структуры управляющей ЭВМ

(АЛУ – арифметико-логическое устройство, ЗУ – запоминающее устройство, УУ — устройство управления, УВЫВ — устройство вывода сигналов, УВВ — устройство ввода сигналов)

Показанные выше структурные схемы бортовых ЭВМ были характерны для вычислительных средств первых поколений ЭВМ.

Если характеризовать кратко современные вычислительные средства летательных и космических аппаратов, то можно сказать что они на несколько порядков «интеллектуальнее» первых ЭВМ и сейчас их структура ближе к мобильным устройствам, чем к большим ЭВМ.

Построение управляющей ЭВМ ЛА

Однако, учитывая гигантскую стоимость бортовой элементной базы (бортовая ЭВМ стоит порядка \$1 млн), при разработке бортовых средств микропроцессорной техники все-таки, нашли дальнейшее, более глубокое развитие принципы, применяемые в больших наземных ЭВМ:

- модульность;
- магистральность;
- микропрограммируемость;
- многократная повторяемость (регулярность) структуры.

Эти принципы позволяют создавать БЦВМ из стандартизированных элементов, что повышает надежность и уменьшает стоимость и сроки разработки.

Построение управляющей ЭВМ ЛА

Самой характерной чертой управляющей ЭВМ как основного элемента системы управления реального времени также является мультипрограммность, обеспечивающая многозадачный режим работы.

Это предполагает, в свою очередь, минимальную (менее 10 мкс) реакцию как аппаратуры, так и операционной системы на внешние прерывания.

Типовые каналы обмена УЭВМ

1) **Аналоговые постоянные величины** напряжения, сопротивления и тока;

2) **Дискретные (цифровые одиночные) сигналы** в виде:

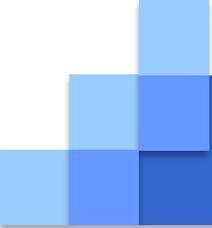
- Замыкание контактов реле на время от десятков до сотен миллисекунд;

- Импульсы напряжения большой величины при коммутации напряжения питания (10-100 В) на время от десятков до сотен миллисекунд;

- Короткие импульсы длительностью несколько микросекунд.

3) **Аналоговые униполярные импульсные сигналы** с переменной частотой или фазой;

4) **Каналы цифрового обмена последовательного и параллельного типа**, а также с более сложной структурой.



Построение БЦВМ ЛА

Типовая схема приема импульса напряжения

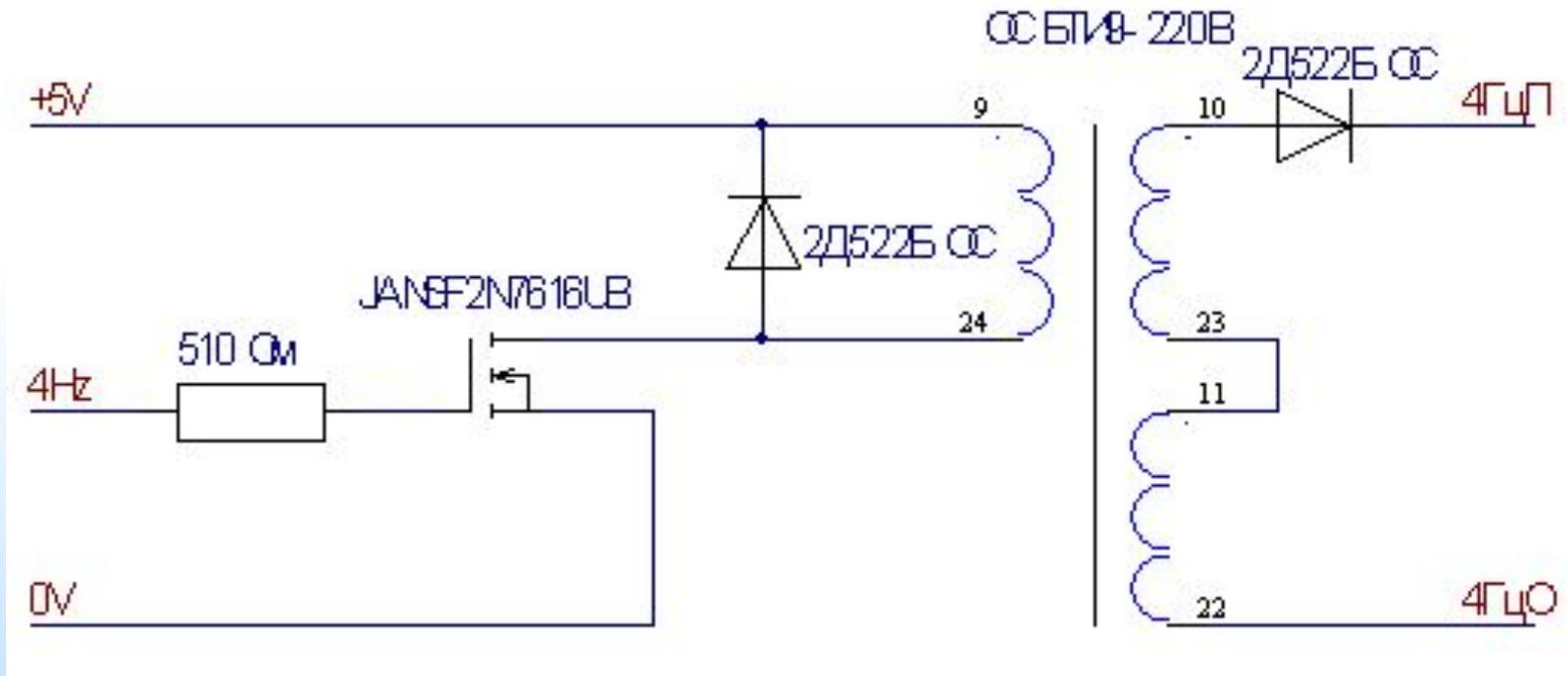
Построение БЦВМ ЛА

Типовая схема формирования сигнала
замыкания контактов

Построение БЦВМ ЛА

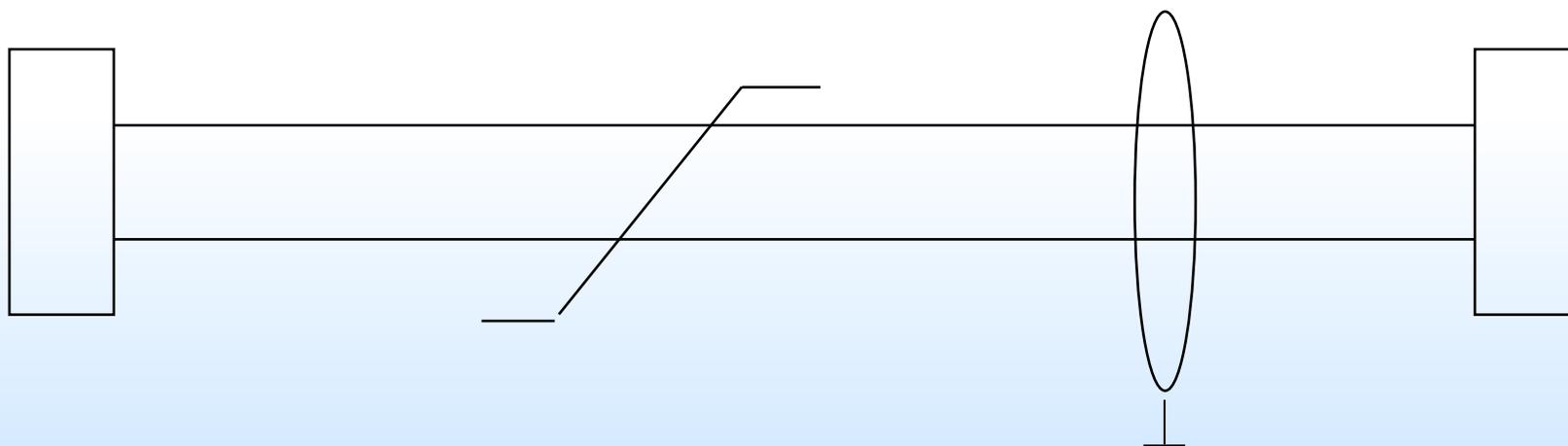
Типовая схема формирования сигнала
уровнем сопротивления

Построение БЦВМ ЛА



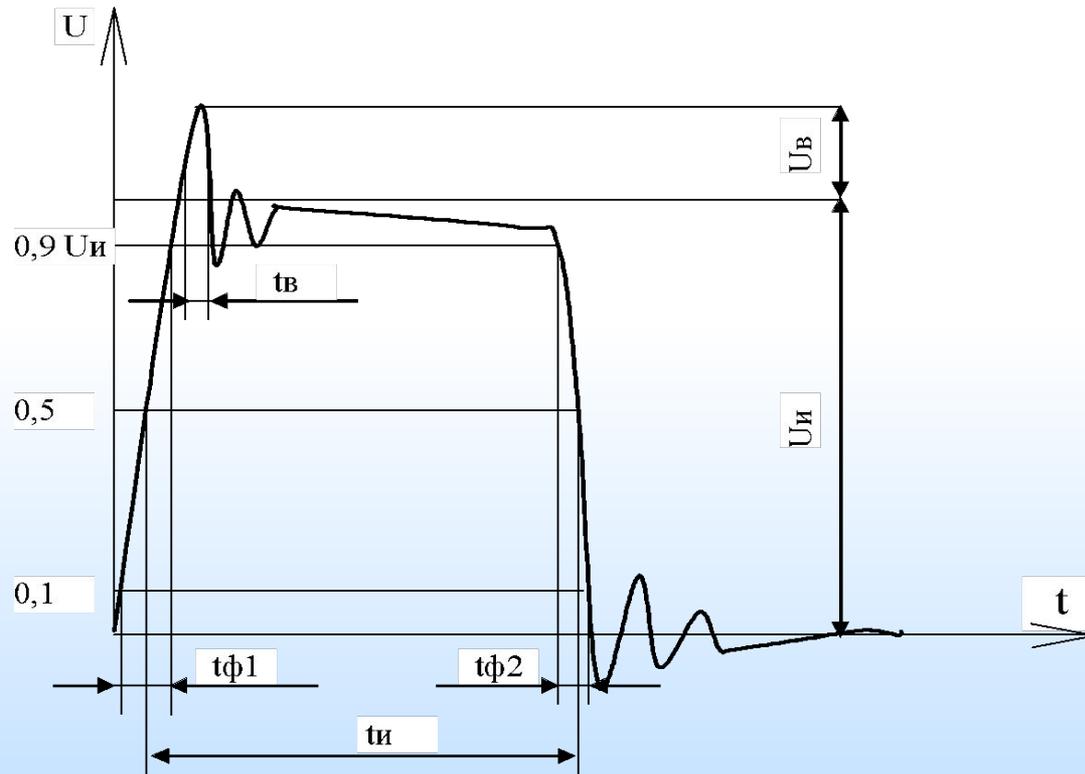
Типовая схема формирования импульсного сигнала

Построение БЦВМ ЛА



Типовая схема линии связи импульсными сигналами

Построение БЦВМ ЛА



Типовой вид импульсного сигнала



**Спасибо за
внимание!**