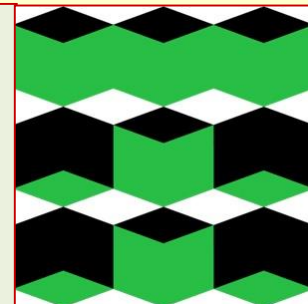




# Военный учебный центр при Томском политехническом университете



Цикл  
№2

«Боевое применение подразделений,  
вооружённых комплексами с БПЛА»



## КУРС ЛЕКЦИЙ

Автор: преподаватель 2 цикла  
*подполковник запаса Гаврилов А. А.*

# ДИСЦИПЛИНА «ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА»

## Контрольные вопросы



**Тема №3**

**Беспилотный летательный  
аппарат Т5МЭ «Элерон-3СВ»**

**Занятие №2**

**Общее устройство элементов  
БПЛА Т5МЭ «Элерон-3СВ»**

# Цели занятия:

## Изучить:

- назначение, устройство и работу бортового оборудования общего назначения, аппаратуры передачи данных, целевого бортового оборудования, бортовой кабельной сети.

# Актуальность занятия:

## Обусловлено:

- необходимостью иметь глубокие и твердые знания по назначению, составу, устройству и работе бортового оборудования общего назначения, аппаратуры передачи данных, целевого бортового оборудования, бортовой кабельной сети для формирования компетенций оператора БпЛА.

**ВИД ЗАНЯТИЯ:**

**групповое, 2 часа**

# Вопросы занятия:

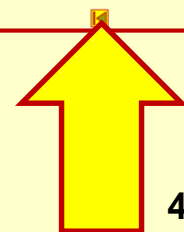
1. Назначение, устройство и работа бортового оборудования общего назначения.
2. Назначение, устройство и работа аппаратуры передачи данных.
3. Назначение, устройство и работа целевого бортового оборудования.
4. Назначение, устройство и работа бортовой кабельной сети.

## Литература:

1. Аппарат беспилотный летательный Т5МЭ. Руководство по эксплуатации Т5МЭ.000000.000-01 РЭ. Учебное пособие, Томск, Изд-во ТПУ, 2025, стр. 34-47

[https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational\\_activity/bpla/2/t\\_dron\\_e.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf)

Дополнительные материалы		
№	Название	Ссылка
1	Су-27. Размещение станции (Меню 2)	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf</a>
2	Су-27. Размещение станции (Меню 1)	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf</a>
3	РЭС "Трибо-9" и работы (Су-31)	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf</a>
4	Возможности РЭС "Трибо-9"	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf</a>
5	Компьютер отладки - старый сервер РЭС (ИВЭ СВ)	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf</a>
6	РЭС	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf</a>
7	Общая картина работы радиолантера	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t_dron_e.pdf</a>



# Вопрос №1

# Назначение, устройство и работа бортового оборудования общего назначения

## Бортовое оборудование общего назначения

В состав бортового оборудования общего назначения входит:

- **пилотажная**

### Пилотажно-навигационная система

- Пилотажно-навигационная система**  
многофункциональная система:  
- проведение взлетной и посадочной траекторий;  
- управление полетом;  
- управление радиоканалом;  
- выполнение траекторий;  
- управление полетом;  
- управление бортовым оборудованием;  
- управление электроснабжением;  
- передачу на

- 18. сервопривод
- 15. сервопривод
- 16. сервопривод
- 17. сервопривод



### Пилотажно-навигационная система

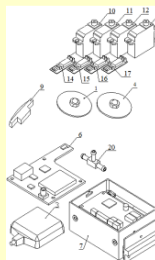
**Технические характеристики**  
Измерение скорости;  
Стабилизация высоты;  
Радиус действия (радиус действия)

### Пилотажно-навигационная система

### Устройство и работа ПНС

Блок ПНС является специализированной цифровой вычислительной машиной с установленными внутри:

- блоком датчиков по трем осям, измерителями скорости;
- модулем вычисления высоты, скорости;
- модулю автоматического управления силовой установкой.



### Устройство и работа ПНС

Антенна СНС подключается к плате GPS/ГЛОНАСС. Плата GPS/ГЛОНАСС подключается к плате коммутации. Электропитание платы GPS/ГЛОНАСС осуществляется от блока питания. Плата фильтра предназначена для исключения воздействия помех, создаваемых бортовым оборудованием. Панели включения и отключения соединены по БКС с ПНС. Для полного обесточивания ПНС рассчитана на работу по пневмосистеме от регулируемого регулятора работы электродвигателя - дифференциальными рулями - ЗКПО, МОП; - целевое оборудование. Электрическое соединение бортовой кабельной сети. Соединение механизмов металлических регулирующих устройств.

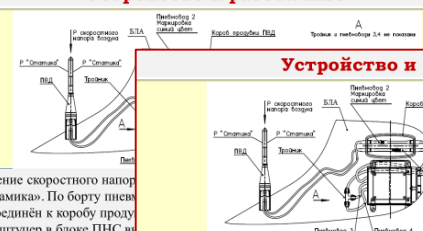


При эксплуатации сервоприводов дифференциальных рулей своеобразным «ударом» по преждевременному выходу дифференциальных рулей с транспортируется, хранит. После установки БЛА на полет необходимо снять.

### Устройство и работа ПНС

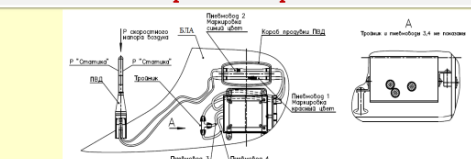
Плата фильтра предназначена для исключения воздействия помех, создаваемых бортовым оборудованием. Панели включения и отключения соединены по БКС с ПНС. Для полного обесточивания ПНС рассчитана на работу по пневмосистеме от регулируемого регулятора работы электродвигателя - дифференциальными рулями - ЗКПО, МОП; - целевое оборудование. Электрическое соединение бортовой кабельной сети. Соединение механизмов металлических регулирующих устройств.

### Устройство и работа ПНС



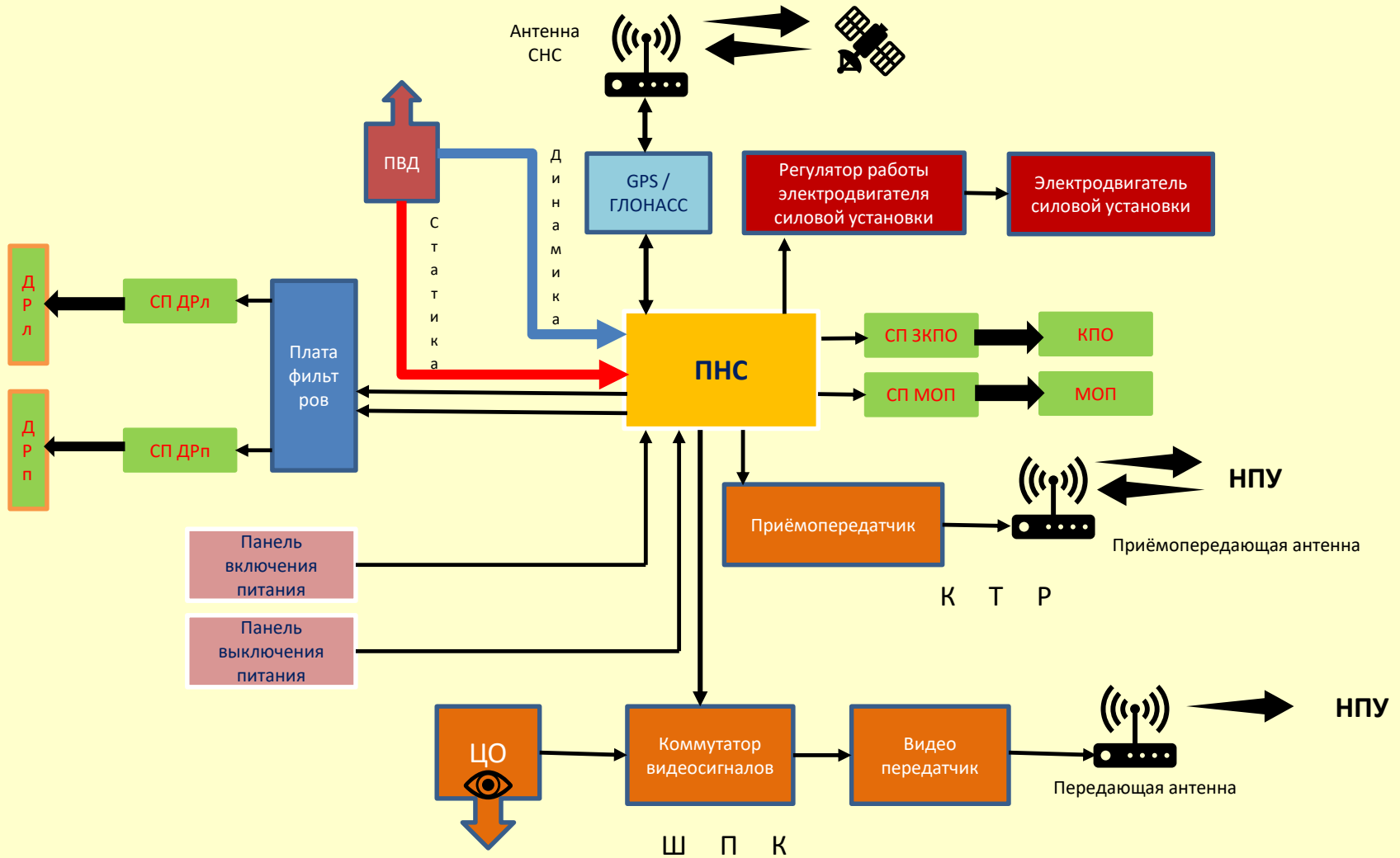
Давление скоростного напора (датчик скорости). Этот штуцер в блоке ПНС имеет маркировку «Динамика». Давление статическое поступает в коробку продувки ПВД, а из нее по пневмопроводам поступает на шланги, выведенные непосредственно с ПВД. После установки БЛА на полет необходимо снять.

### Устройство и работа ПНС



ПВД установлен на крыле БЛА слева по направлению полета. При эксплуатации, транспортировке и хранении на ПВД надевается защитный чехол. Перед пуском БЛА чехол обязательно снимается. ЗАПРЕЩАЕТСЯ браться за ПВД во избежание его поломки. При обнаружении на приемных отверстиях ПВД грязи следует удалить ее с использованием чистой салфетки, смоченной в спирте. При прочистке не допускается попадание промышленной жидкости внутрь магистралей ПВД. Следует помнить, что приемные отверстия на ПВД имеют малый диаметр от 0.5 до 1 мм. Даже незначительная грязь может закупорить эти отверстия. Это может привести к потере БЛА, т.к. в этом случае не будет измеряться барометрическая высота полета. При комплексных отработках следует особенно тщательно проводить проверку исправности системы измерения давлений. Допускается прочистка отверстий с использованием медной, стальной или другой проволоки диаметром меньше диаметра отверстий. Например, использовать одну жилу многожильного электропровода соответствующего сечения. После прочистки следует обязательно протереть ПВД согласно приложению Ж КР №7.

# Бортовое оборудование БПЛА



Функциональная схема бортового оборудования БПЛА

# Бортовое оборудование общего назначения

В состав бортового оборудования общего назначения входит:

- **пилотажно-навигационная система (ПНС)**.

**Пилотажно-навигационная система (ПНС)** является многофункциональным устройством и обеспечивает:

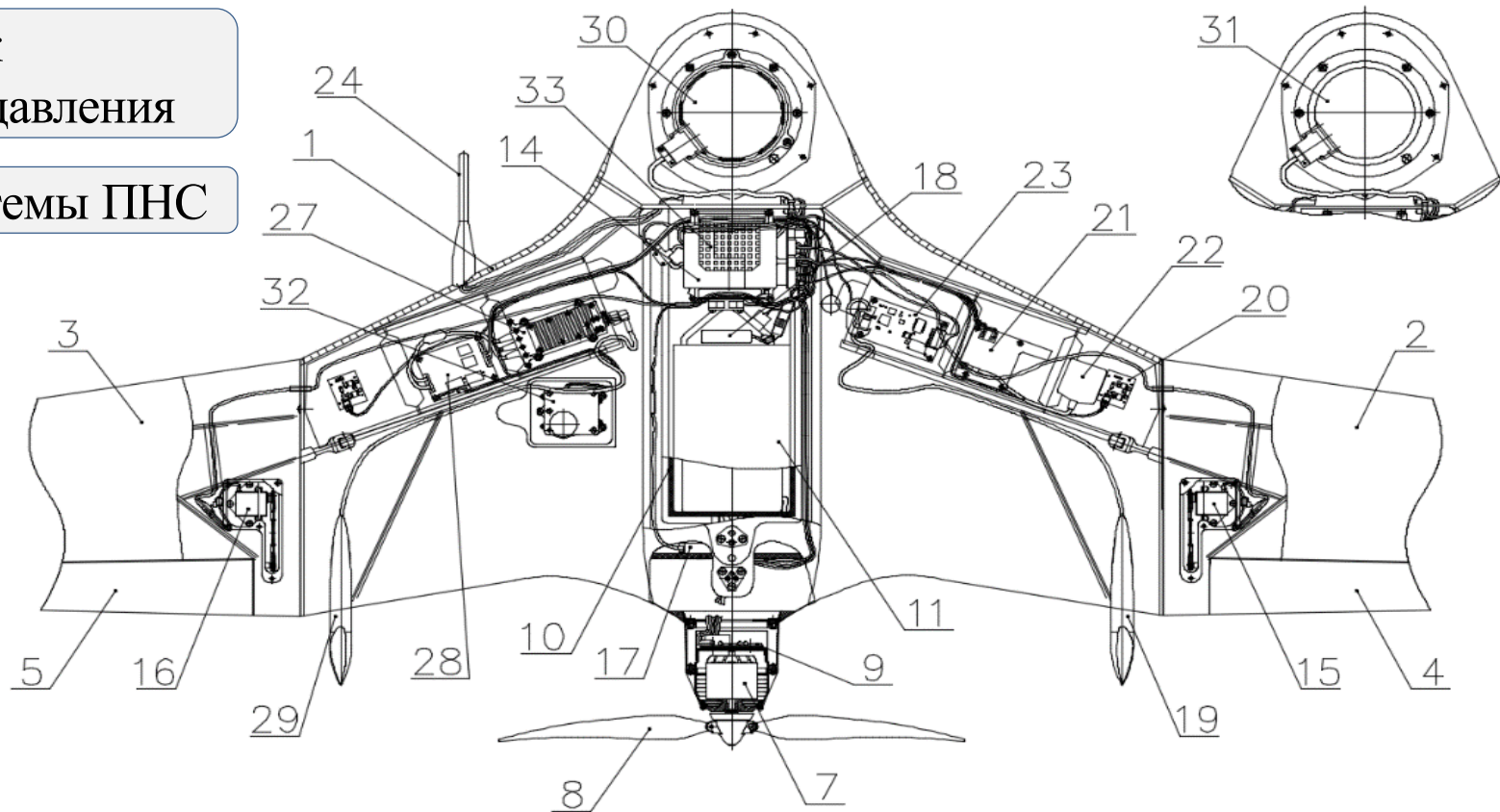
- проведение предполетной диагностики бортового оборудования;
- проведение взлета с последующим набором высоты в течение 20 с (взлетный режим с блокировкой команд радиопередачи);
- управление движением центра масс БЛА по командам, поступающим по радиоканалу от НПУ;
- выполнение заданных типов маневров и полета БЛА по заданной траектории;
- управление замком крышки ПС (*параюточной системы*);
- управление механизмом отцепа ПС;
- управление режимами работы аппаратуры целевого бортового оборудования и световой сигнализации;
- управление режимами работы силовой установки, системы электроснабжения;
- передачу на НПУ телеметрической информации.



# Пилотажно-навигационная система

24. приемник  
воздушного давления

14. блок системы ПНС



20. маяки световой и акустический

18. сервопривод механизма отцепа (СП4)

21 модуль GPS/ГЛОНАСС

15. сервопривод правого дифф.руля (СП1)

22. антенна СНС

16. сервопривод левого дифф.руля (СП2)

23. модуль приемопередатчика

17. сервопривод ЗКПО (СП3)

19. антенна приемопередающая



## Технические характеристики

Измерение скорости горизонтального полета в диапазоне от 0 до  $V_{max}$ .

Стабилизация высоты полета в диапазоне от  $H_{отн} = 50$  м до  $H_{абс} = 5000$  м.

Радиус действия (радиоуправление) – не менее 25 км.

**ПНС** обеспечивает управление:

1) Сервоприводами (СП):

- дифференциальных рулей (СП ДР) – 2 шт.;
- СП ЗКПО (*замок крышки парашютного отсека*) – 1 шт.;
- СП МОП (*механизм отцепки парашюта*) – 1 шт.

2) Каналами переключения режимов работы:

- видеокамеры;
- совмещенной камеры (видео + тепло);
- фотокамеры;
- силовой установки.

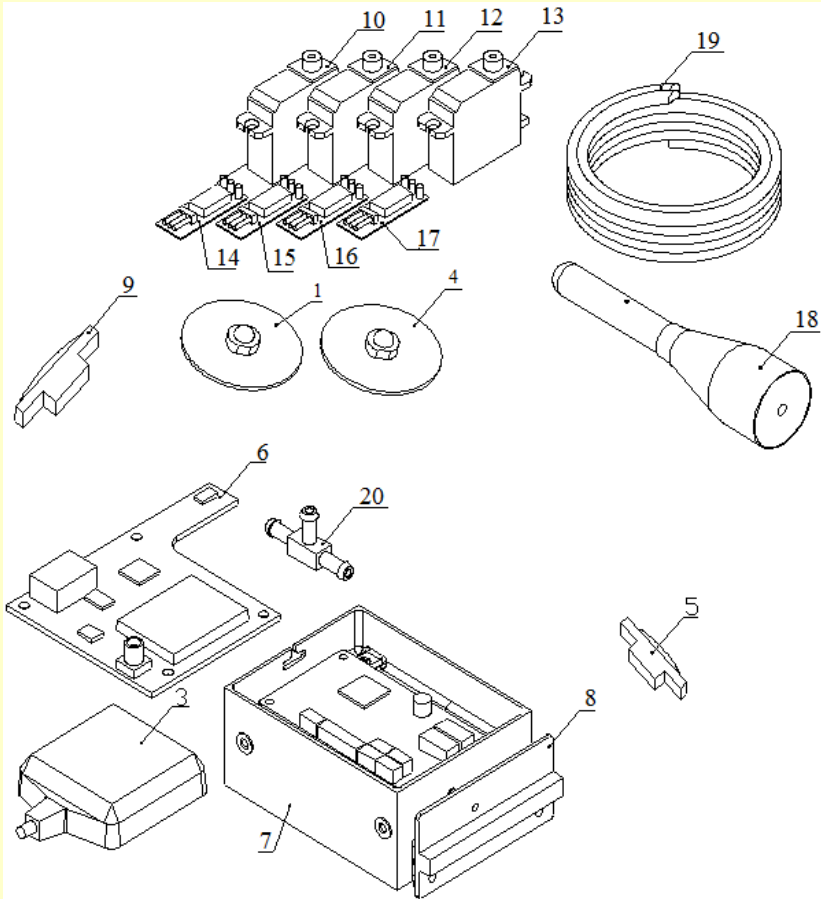
3) Каналом включения световой и звуковой **сигнализации**.

4) Каналом индикации режимами работы **ПНС** (*пилотажно-навигационная система*).

# Пилотажно-навигационная система

## Состав ПНС:

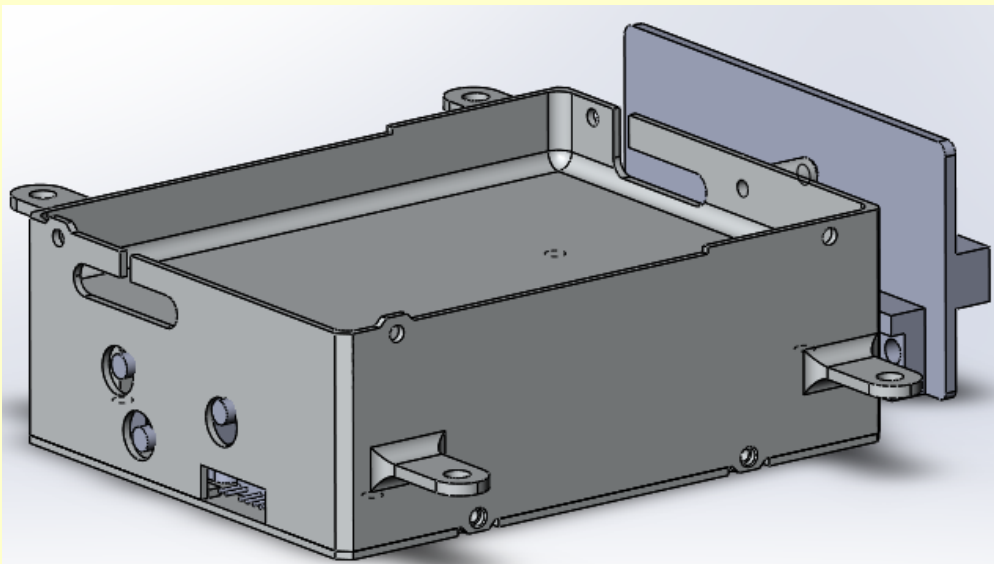
- 1 – светодиод HL1 зеленого свечения;
- 3 – антенна СНС (*спутниковая-навигационная система*);
- 4 – светодиод HL2 красного свечения;
- 5 – панель включения питания (SB1);
- 6 – плата GPS/ГЛОНАСС;
- 7 – блок ПНС;
- 8 – плата коммутации;
- 9 – панель выключения питания (SB2);
- 10 – сервопривод правого дифф руля (СП1);*
- 11 – сервопривод левого дифференциального руля (СП2);*
- 12 – сервопривод ЗКПО (СП3);*
- 13 – сервопривод МОП (СП4);*
- 14 - 17 – платы фильтра (ПФ);
- 18 – приемник воздушного давления (ПВД);
- 19 - пневмоводы «Статика» и «Динамика»;
- 20 – тройник пневмовода «Статика».



# Устройство и работа ПНС

Блок **ПНС** является специализированной цифровой вычислительной машиной. Внутри блока размещены:

- блок датчиков перегрузок по трем осям,
- три датчика угловых скоростей по трем осям,
- измеритель магнитного курса;
- модуль вычислений и преобразований с датчиками барометрической высоты, скорости;
- модуль автоматики и управления системой электроснабжения,
- цепи управления силовой установки БЛА,
- цепи управления целевым бортовым оборудованием.



## Блок ПНС:

- 1 – моноблок;
- 2 – плата коммутации;
- 3 - штуцер динамики датчика скорости;
- 4 - штуцер статики датчика скорости;
- 5 - штуцер статики датчика высоты.

# Устройство и работа ПНС

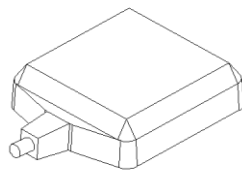
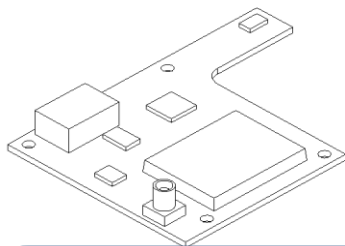
Антенна СНС подключается к плате GPS/ГЛОНАСС.

Плата GPS/ГЛОНАСС подключается к плате коммутации.

Электропитание платы GPS/ГЛОНАСС осуществляется от блока ПНС.

Сигнал системы глобального позиционирования принимается антенной СНС и обрабатывается платой GPS/ГЛОНАСС.

Вычисленные параметры текущего положения в пространстве, скорости движения, высоты полета и др. передаются в блок ПНС по порту RS232.



1 – плата GPS/ГЛОНАСС;  
2 – антенна СНС

При эксплуатации сервоприводов ПНС следует учитывать:

- **вращение** дифференциальных рулей руками или иным способом является своеобразным «ударом» по редуктору СП и может привести к его преждевременному выходу из строя.

Следует фиксировать **диф. рули** фиксаторами на крыле:

- когда БЛА транспортируется, хранится, сразу после посадки.

После установки БЛА на ПУ:

- перед проведением пуска фиксаторы с **диф. рулей** необходимо снять.

# Устройство и работа ПНС

*Плата фильтра* (перед СП ДР) предназначена для исключения воздействия помех, создаваемых бортовым оборудованием БЛА на сервоприводе.

*Панели* включения и отключения *питания* расположены на фюзеляже БЛА.

*Кнопки панелей* соединены по БКС (по кабелю) с ПНС и не управляют подачей питания на силовую установку напрямую. Включение двигателя происходит автоматически через 0.5с после старта БЛА с пусковой установки.

Для полного обесточивания борта необходимо извлечь *колодку внешнюю* из разъема АКБ.

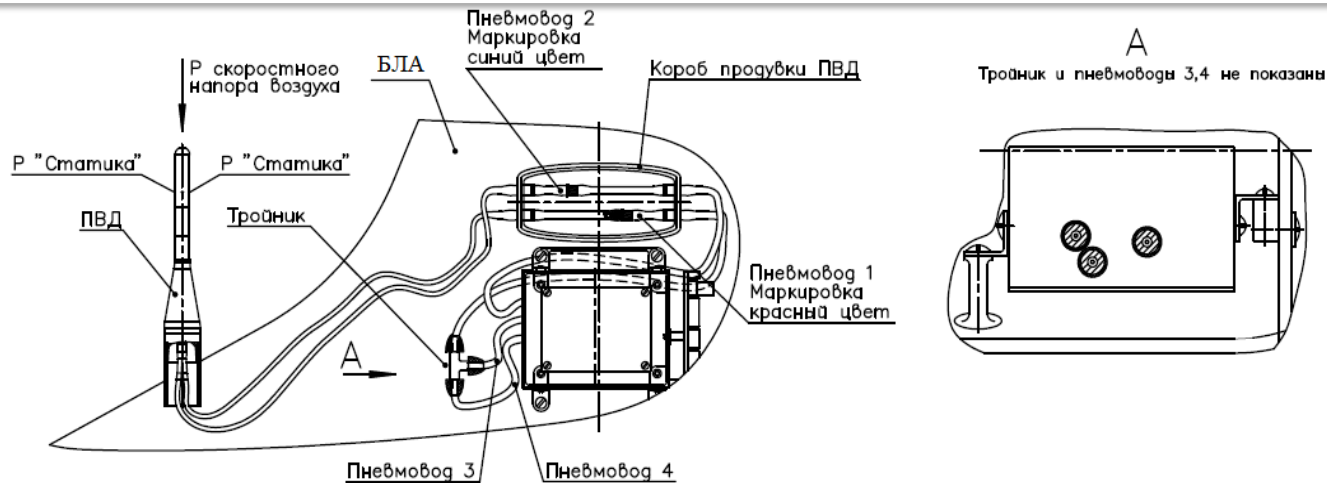
**ПНС** обеспечивает работу оборудования БЛА:

- пневмосистемы измерения воздушного давления;
- регулятора работы электродвигателя силовой установки;
- дифференциальных рулей;
- замка ЗКПО,
- механизма МОП;
- целевого оборудования, ЦО.

Электрическое соединение ПНС с бортовым оборудованием осуществляется по бортовой кабельной сети, БКС.

Соединение *сервоприводов* СП с *диф. рулями* осуществляется через металлические регулируемые тяги.

# Устройство и работа ПВД



Давление скоростного напора поступает через отверстие ПВД в пневмовод «*Динамика*». По борту пневмовод имеет маркировку синего цвета. Далее пневмовод подсоединён к коробу продувки ПВД, а из него - к штуцеру динамики блока ПНС. Этот штуцер в блоке ПНС выведен непосредственно с датчика дифференциального давления (датчик скорости). На корпусе блока ПНС штуцер динамики обозначен синим цветом.

Давление *статическое* поступает через отверстия ПВД в пневмовод «*Статика*». По борту пневмовод имеет маркировку красного цвета. Далее пневмовод подсоединён к коробу продувки ПВД, а из него - к штуцеру *тройника*.

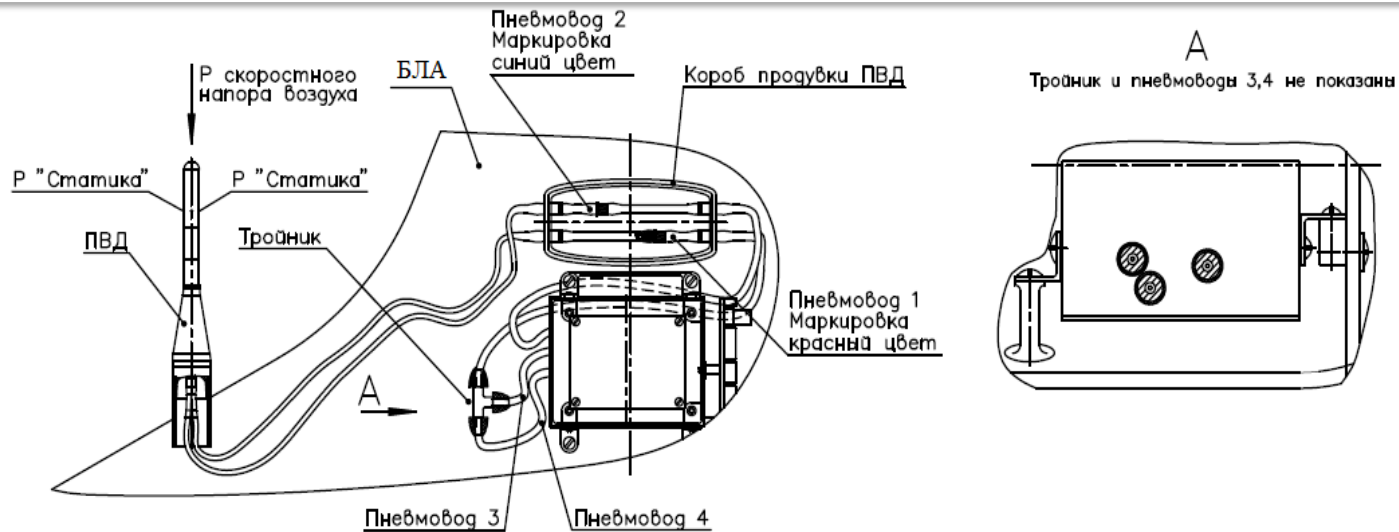
Далее давление воздуха через пневмоводы поступает на штуцеры статики блока ПНС. Эти штуцеры в блоке ПНС выведены непосредственно:

- с *датчика* дифференциального давления и *датчика* полного давления (барометрический датчик высоты).

На корпусе блока ПНС штуцеры статики обозначены красным цветом.



# Устройство и работа ПВД



**ПВД** установлен на крыле БЛА слева по направлению полёта. При эксплуатации, транспортировке и хранении на ПВД надевается защитный чехол. Перед пуском БЛА чехол обязательно снимается.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** братья за ПВД во избежание его поломки.

При обнаружении на приёмных отверстиях ПВД грязи следует удалить ее с использованием чистой салфетки, смоченной в спирте. При прочистке не допускается попадание промывочной жидкости внутрь магистралей ПВД. Следует помнить, что приёмные отверстия на ПВД имеют малый диаметр от 0.5 до 1 мм. Даже незначительная грязь может закупорить эти отверстия. Это может привести к потере БЛА, т.к. в этом случае не будет измеряться барометрическая высота полёта. При комплексных отработках следует особенно тщательно проводить проверку исправности системы измерения давлений.

Допускается прочистка отверстий с использованием медной, стальной или другой проволоки диаметром меньше диаметра отверстий. Например, использовать одну жилу многожильного электропровода соответствующего сечения.

После прочистки следует обязательно продуть ПВД согласно приложению Ж КР №7.



# Вопрос №2

# Назначение, устройство и работа аппаратуры передачи данных

## Аппаратура передачи данных

Аппаратура передачи данных предназначена:

- для приёма радиокоманд управления, поступающих из НПУ,
- передачи телеметрической информации,
- передачи сигнала изображения с БЛА на НПУ.

Аппаратура передачи данных состоит из:

- бортовой аппаратуры командно-телеметрической радиолинии (КТР),
- бортовой аппаратуры широкополосного канала (ШПК).

Бортовая аппаратура КТР включает в себя:

- 1) модуль приёмопередатчика;
- 2) приёмо-передающую антенну

Бортовая аппаратура ШПК включает в себя:

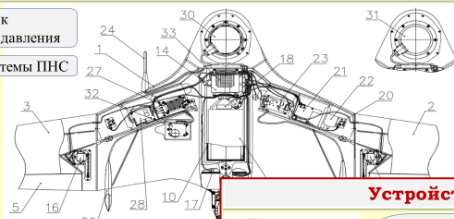
- 1) видео-передатчик;
- 2) антенну.



## АПД и Пилотажно-навигационная система

24. приемник  
воздушного давления

14. блок системы ПНС



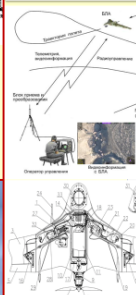
## Аппаратура передачи данных

27. видеопередатчик

28. плата управления

29. антенна передающая

## Устройство и работа АПД



Модуль приёмопередатчика 23 подключён к бортовой кабельной сети. Сигналы и питание поступают из ПНС в модуль приёмопередатчика. Модуль приёмопередатчика подключён к антенне приёмо-передающей через ВЧ-кабель. Принимаемые радиосигналы управления, поступающие из НПУ, модуль приёмопередатчика передаёт их в ПНС.

ПНС формирует сигналы для передачи телеметрической информации через модуль приёмопередатчика в НПУ. Видеопередатчик подключён к бортовой кабельной сети. ЦО формирует видеосигналы наблюдаемых объектов. Далее видеосигнал поступает на видеопередатчик через коммутатор видеосигналов.

Команды переключения коммутатора видеосигналов поступают из ПНС. Видеопередатчик формирует радиосигнал, который поступает на антенну через ВЧ-кабель и передаётся на НПУ.

# Аппаратура передачи данных

**Аппаратура передачи данных** предназначена:

- для приёма радиокоманд управления, поступающих из НПУ,
- передачи телеметрической информации,
- передачи сигнала изображения с БЛА на НПУ.

## Аппаратура передачи данных

состоит из:

- бортовой аппаратуры командно-телеметрической радиолинии (КТР),

- бортовой аппаратуры широкополосного канала (ШПК).

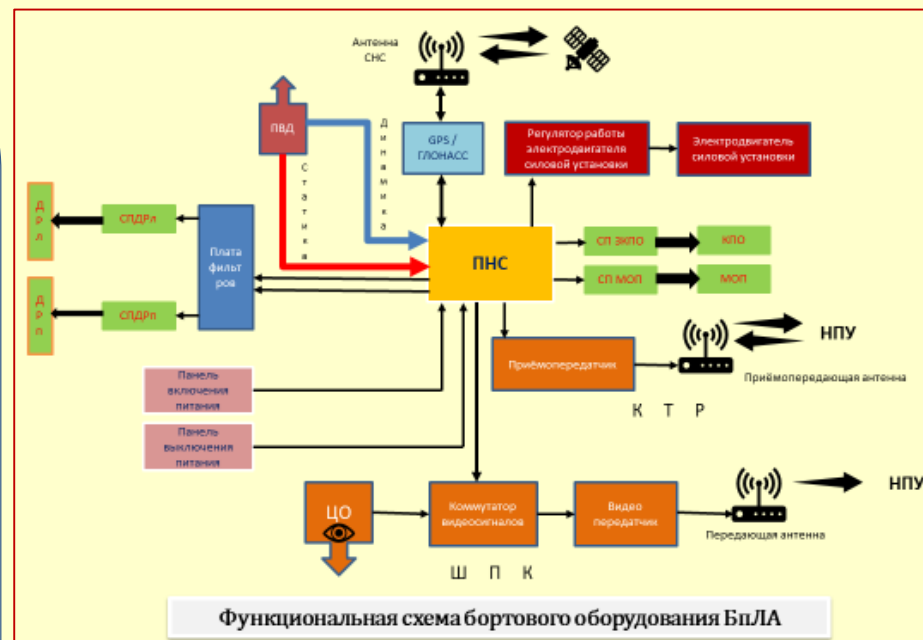
Бортовая аппаратура КТР включает в себя:

- 1) модуль приёмопередатчика;
- 2) приёмо-передающую антенну

Бортовая аппаратура ШПК

включает в себя:

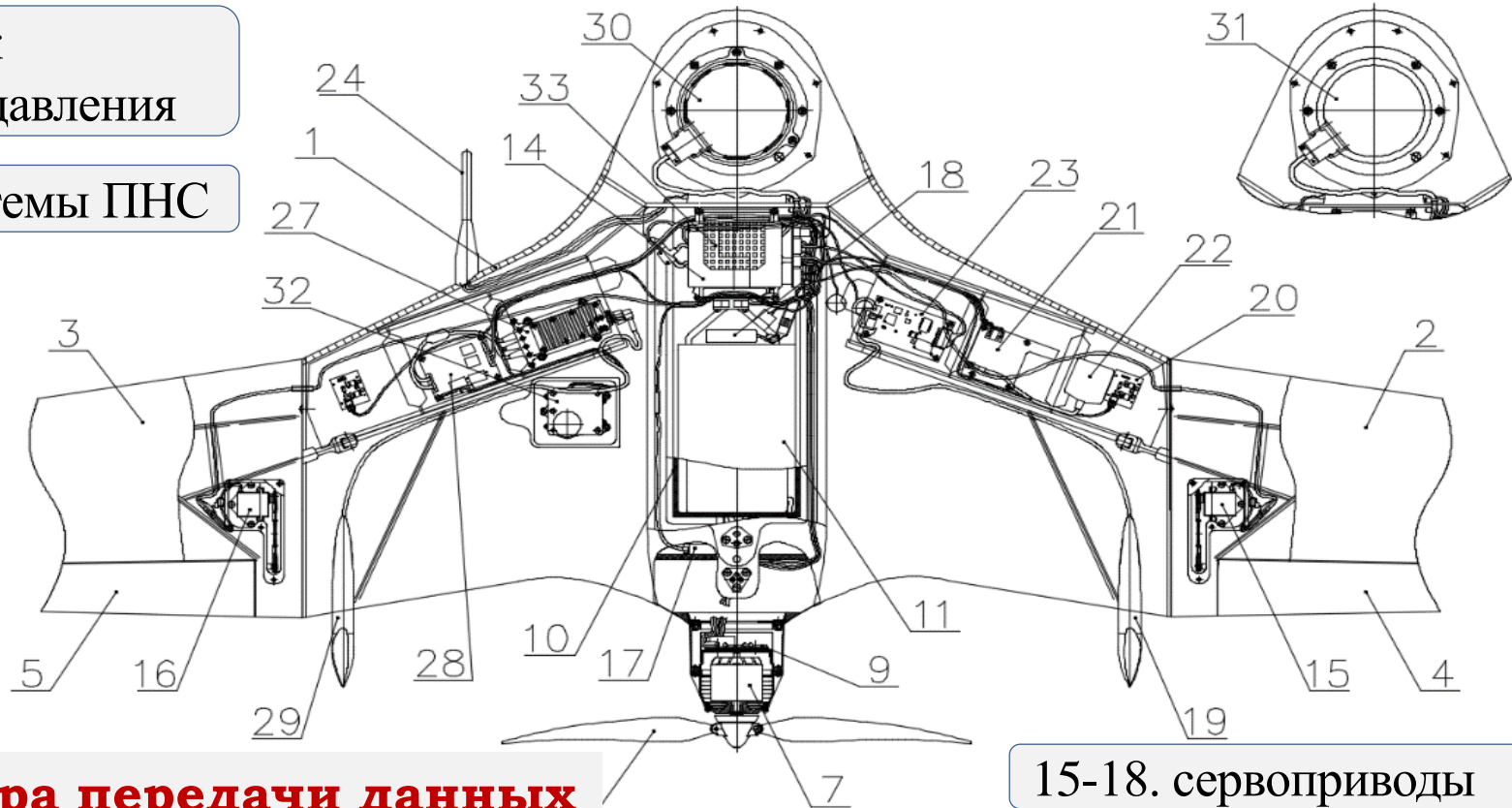
- 1) видео-передатчик;
- 2) антенну.



# АПД и Пилотажно-навигационная система

24. приемник  
воздушного давления

14. блок системы ПНС



## Аппаратура передачи данных

27. видеопередатчик

28. плата управления

29. антенна передающая

15-18. сервоприводы

20. маяки световой и акустический

21 модуль GPS/ГЛОНАСС

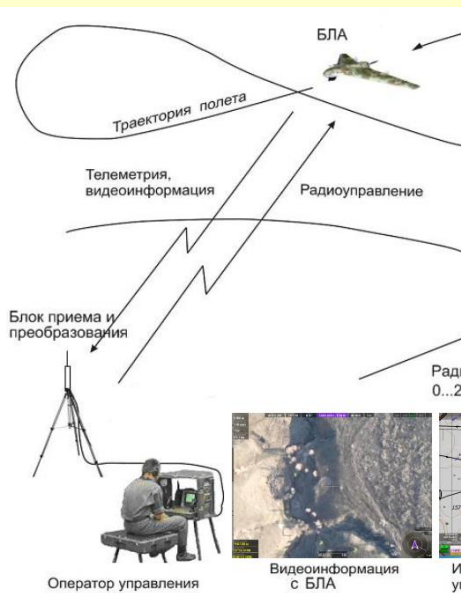
22. антенна СНС

23. модуль приемопередатчика

19. антенна приемопередаточная



# Устройство и работа АПД



Модуль приёмопередатчика 23 подключён к бортовой кабельной сети.

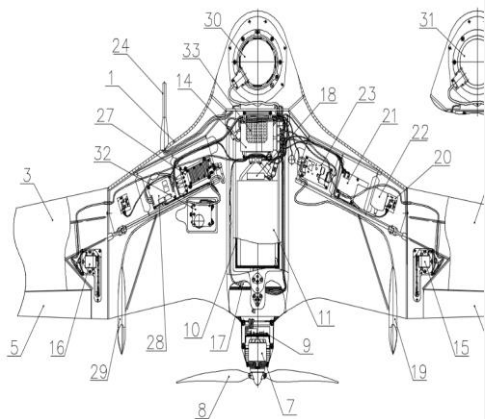
Сигналы и питание поступают из ПНС в модуль приёмопередатчика. Модуль приёмопередатчика подключён к антенне приёмо-передающей через ВЧ-кабель. Принимая радиосигналы управления, поступающие из НПУ, модуль приёмопередатчика передаёт их в ПНС.

ПНС формирует сигналы для передачи телеметрической информации через модуль приёмопередатчика в НПУ.

Видеопередатчик подключён к бортовой кабельной сети. ЦО формирует видеосигналы наблюдаемых объектов. Далее видеосигнал поступает на видеопередатчик через коммутатор видеосигналов.

Команды переключения коммутатора видеосигналов поступают из ПНС.

Видеопередатчик формирует радиосигнал, который поступает на антенну через ВЧ-кабель и передаётся на НПУ.



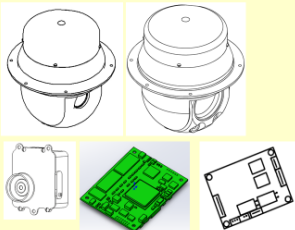
# Вопрос №3

# Назначение, устройство и работа целевого бортового оборудования

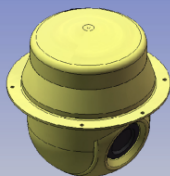
## Целевое бортовое оборудование

Целевое бортовое оборудование (ЦО) предназначено для:

- ведения видеомониторинга земной поверхности в видимом и инфракрасном диапазонах спектра,
- фотографирования земной поверхности,
- передачи сигнала изображения на НПУ,
- захвата и автоматического сопровождения цели.



## Целевое бортовое оборудование

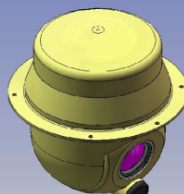


### Телевизионный модуль ТВ918

Основные эксплуатационные характеристики

ТВ модуль	МОНТРОН МУТ-5-461БЕР
защита	1/4" объектив ДЭС (защитная)
стандарт изображения	PAL
количество информационных каналов	79x50-51x619
разрешение изображения	480 лин
чувствительность	0,07 линс
масштабная обобщенная информация	24 Гц
увеличение	100-110- автоматское, 10- ручной

## Целевое бортовое оборудование



### Совмещенный модуль ТВ919

Основные эксплуатационные характеристики

ТВ модуль	FLB Топ-040
фокусное расстояние объектива	23 мм
масштабная чувствительность	~50 мк
стандарт изображения	NTSC, PAL
масштабная обобщенная информация	7,5 Гц (NTSC), 5,1 Гц (PAL)
информация о частоте	2-х, 4-х и 8-х поле время
разрешение изображения	375х219
увеличение	0,40-4,80 (DTSC), 0,40-5,12 (PAL)
увеличение	0,600 (руч)
предельная обобщенная информация	до 8,20 и выше

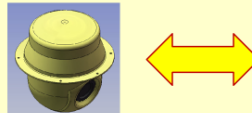
## Устройство и работа ЦО

Целевое бортовое оборудование конструктивно установлено в сменные модули. Телевизионный модуль ТВ918 и совмещенный модуль ТВ919 - взаимозаменяемые.

При эксплуатации допускается заменять их на БЛА в зависимости от требований применения.

При этом следует бережно относиться к целевой аппаратуре. Не допускается применение чрезмерной силы, ударов. Не допускается ЦО ронять, подвергать атмосферным осадкам, дождю, туману вие БЛА.

При отстыковке модулей ТВ918, ТВ919 от фюзеляжа БЛА необходимо открутить винты крепления отсека к фюзеляжу и осторожно сдвинуть модуль. Далее следует отсоединить разъем подключения БЛА разъем по два винта.



## Устройство и работа ЦО

Поворачивание модулей ТВ918, ТВ919 в осях допускается без приложения усилий и резких движений. После применения БЛА необходимо закрыть модуль колпачком защитным.

При обнаружении на объективе посторонних предметов, грязи следует удалить их с использованием чистой салфетки, смоченной в спирте. При прочистке не допускается попадание промывочной жидкости внутрь объектива. Это достигается протиранием объектива при положении, когда камера направлена вниз. При этом протирочная салфетка должна быть смочена спиртом настолько, чтобы при нажиме на нее спирт не отделился. При эксплуатации целевого бортового оборудования допускается попадание внутрь незначительного количества снега, капель воды через щель, образованную между камерами и носовым отсеком.

После применения БЛА, в случае попадания воды или снега внутрь носового отсека, необходимо БЛА просушить.

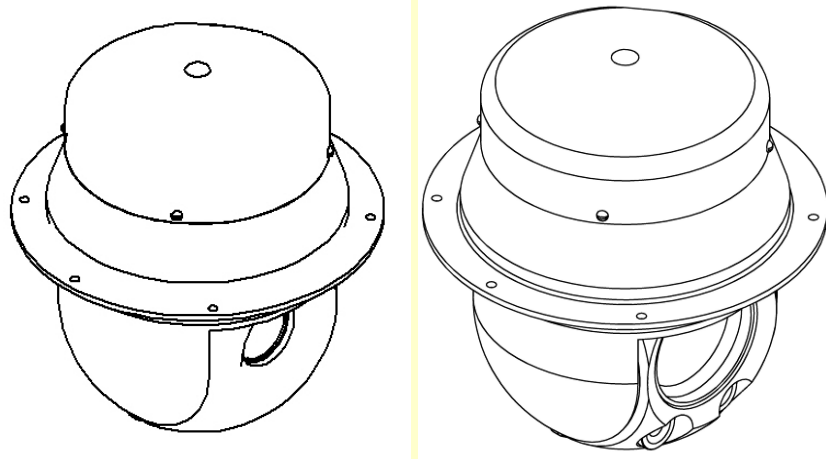
**ВНИМАНИЕ:** допускается отсутствие фокусировки на телевизионном модуле ТВ918 и отсутствие изображения с ик модуля на совмещенном модуле ТВ919 после старта БЛА, причиной которого являются стартовые перегрузки БЛА. необходимо выключить целевое оборудование и повторно включить. Если повторное включение не дало результата, то необходимо прекратить полет БЛА для проверки ЦО в наземных условиях.



# Целевое бортовое оборудование

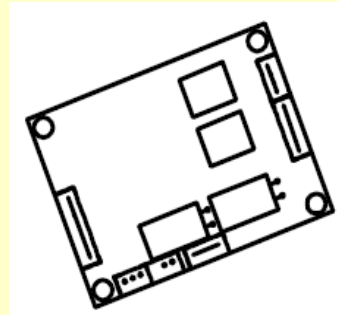
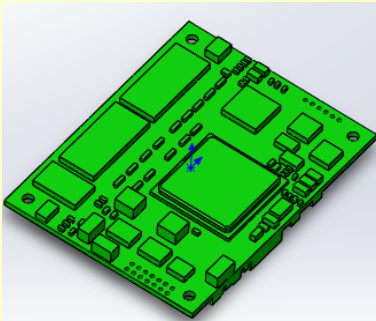
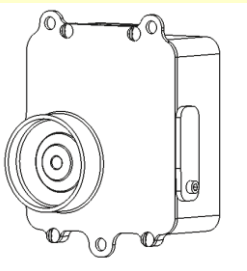
**Целевое бортовое оборудование (ЦО)** предназначено для:

- ведения видеомониторинга земной поверхности в видимом и инфракрасном диапазонах спектра,
- фотографирования земной поверхности,
- передачи сигнала изображения на НПУ,
- захвата и автоматического сопровождения цели.



## Состав ЦО:

- телевизионный модуль ТВ918;
- совмещённый модуль ТВ919;
- фотокамера;
- автомат сопровождения цели AVTS100;
- плата управления.



# Целевое бортовое оборудование

## Телевизионный модуль ТВ918

Основные технические характеристики

ТВ модуль ..... MINTRON MTV-54G10HP

- матрица ..... 1/4" цветная ПЗС-матрица

- стандарт изображения ..... PAL

- количество эффективных пикселей ..... 795(H)×596(V)

- разрешение изображения ..... 480 твл

- чувствительность ..... 0,07 люкс

- частота обновления изображения ..... 24 Гц

- увеличение ..... 100× (10× оптическое, 10× цифровое)

- широкое поле зрения ..... 46,4°(H)×35,6°(V)

- узкое поле зрения ..... 4,9°(H)×3,7°(V)

- фокусное расстояние объектива ..... 4,2 мм (W) ~ 42 мм (T)

- фокусировка ..... автоматическая/ручная

Система подвески ..... двухосная гиросtabilизированная

- скорость поворота в угломестной плоскости ..... 100°/с

- скорость поворота в азимутальной плоскости ..... 100°/с

- угол поворота в угломестной плоскости ..... +10... -110°

- угол поворота в азимутальной плоскости ..... ±175°

- уровень стабилизации ..... 1200 мкрад

Диапазон рабочих температур ..... -20°С ... +50°С

Габаритные размеры ..... 120×120×132 мм

Вес, не более ..... 700 г

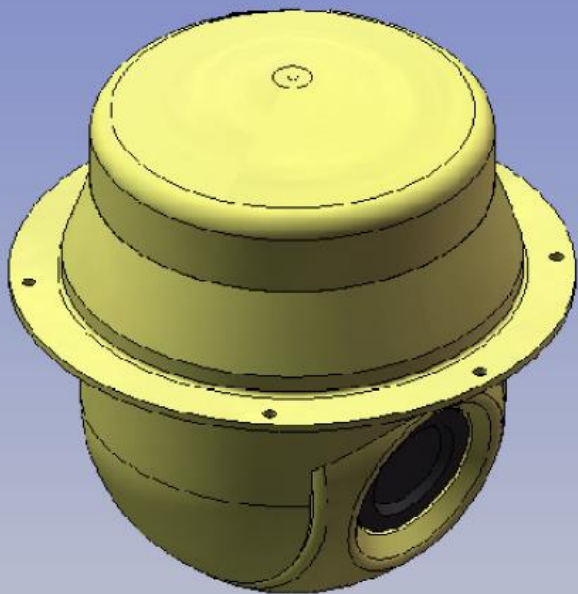
Потребляемая мощность, не более ..... 15 Вт

БПЛА-носитель ..... семейство ЭЛЕРОН-3СВ; семейство ЭЛЕРОН-10СВ

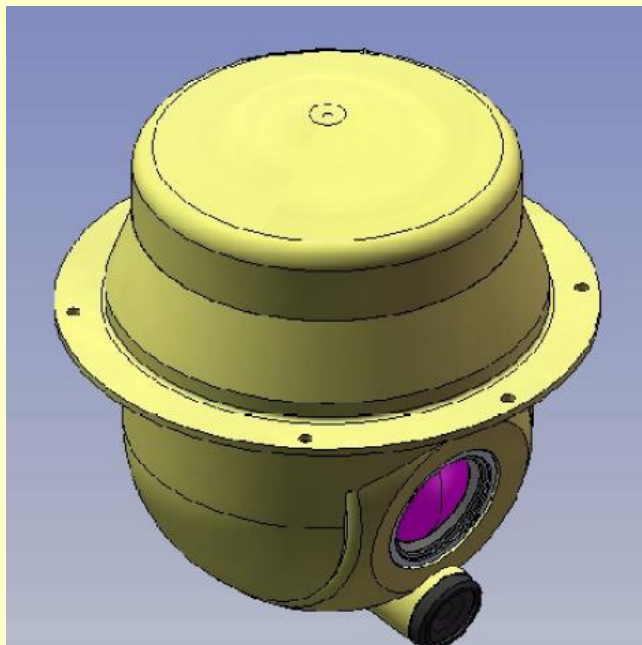
Закрытое акционерное общество "ЭНИКС". Разработка и производство беспилотных авиационных комплексов.

420127, г.Казань, а/я 8. Телефон: (843)570-76-07, факс: (843)570-95-41, e-mail: uav@enics.ru, internet:

www.enics.ru



# Целевое бортовое оборудование



## Совмещенный модуль TB919

Основные технические характеристики

ИК модуль .....	FLIR Tau 640
- фокусное расстояние объектива .....	25 мм
- тепловая чувствительность .....	<50 мК
- стандарт изображения .....	NTSC, PAL
- частота обновления изображения .....	7,5 Гц (NTSC); 8,3 Гц (PAL)
- цифровое увеличение .....	2×, 4× и 8×
- поле зрения .....	25°(H)×20°(V)
- разрешение изображения .....	640×480 (NTSC); 640×512 (PAL)
- угловое разрешение .....	0,680 мрад
- предел обнаружения человеческой активности .....	до 820 м
- фокусировка .....	ручная
ТВ модуль .....	Vision Hi-Tech VB193C-W
- фокусное расстояние объектива .....	12 мм
- матрица .....	1/3" цветная ПЗС-матрица
- стандарт изображения .....	PAL
- разрешение изображения .....	380 твл
- чувствительность .....	0,3 люкс
Система подвески .....	двухосная гиросtabilизированная
- скорость поворота в угломестной плоскости .....	100°/с
- скорость поворота в азимутальной плоскости .....	100°/с
- угол поворота в угломестной плоскости .....	+10...-110°
- угол поворота в азимутальной плоскости .....	±175°
- уровень стабилизации .....	1200 мкрад
Диапазон рабочих температур .....	-20°C ... +50°C
Габаритные размеры .....	120×120×132 мм
Вес, не более .....	700 г
Потребляемая мощность, не более .....	15 Вт
БПЛА-носитель .....	семейство ЭЛЕРОН-3СВ; семейство ЭЛЕРОН-10СВ

# Устройство и работа ЦО

Целевое бортовое оборудование конструктивно установлено в сменные модули. Телевизионный модуль ТВ918 и совмещённый модуль ТВ919 - взаимозаменяемые.

При эксплуатации допускается заменять их на БЛА в зависимости от требований применения.

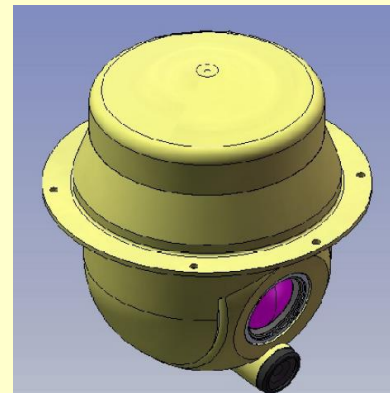
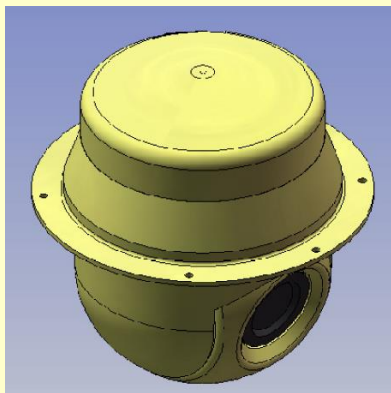
При этом следует бережно относиться к целевой аппаратуре.

Не допускается применение чрезмерной силы, ударов при эксплуатации.

Не допускается ЦО ронять, подвергать атмосферным и иным осадкам в виде снега, дождя, тумана вне БЛА.

При отстыковке модулей ТВ918, ТВ919 от фюзеляжа следует отвинтить винты крепления отсека к фюзеляжу и осторожно отсоединить отсек.

Далее следует отсоединить разъем подключения БЛА к модулю, открутив на разъёме по два винта.



# Устройство и работа ЦО

Поворачивание модулей ТВ918, ТВ919 в осях допускается без приложения усилий и резких движений. После применения БЛА необходимо закрыть модуль колпаком защитным.

При обнаружении на объективе посторонних предметов, грязи следует удалить их с использованием чистой салфетки, смоченной в спирте.

При прочистке не допускается попадание промывочной жидкости внутрь объектива. Это достигается протиранием объектива при положении, когда камера направлена вниз. При этом протирочная салфетка должна быть смочена спиртом настолько, чтобы при нажиме на нее спирт не отделялся.

При эксплуатации целевого бортового оборудования допускается попадание внутрь незначительного количества снега, капель воды через щель, образованную между камерами и носовым отсеком.

После применения БЛА, в случае попадания воды или снега внутрь носового отсека, необходимо БЛА просушить.

**ВНИМАНИЕ:** допускается отсутствие фокусировки на телевизионном модуле ТВ918 и отсутствие изображения с ИК модуля на совмещенном модуле ТВ919 после старта БЛА, причиной которого являются стартовые перегрузки БЛА. необходимо выключить целевое оборудование и повторно включить. Если повторное включение не дало результата, то необходимо прекратить полет БЛА для проверки ЦО в наземных условиях.





# Вопрос №4

# Назначение, устройство и работа бортовой кабельной сети

## Бортовая кабельная сеть

В состав **БКС** входят:

- жгуты соединительные, кабели высокочастотные.

Присоединение к устройствам бортового оборудования осуществляется через электрические соединители.

При эксплуатации БКС необходимо соблюдать следующие правила:

Недопустимо попадание посторонних предметов в соединители.

При присоединении электрических соединений не прилагать чрезмерные усилия.

Необходимо соблюдать полярность соединений на разъёмах вилок и розеток для исключения короткого замыкания.

Перед присоединением необходимо визуально проверить состояние контактов соединителей.

Контакты не должны быть помяты, загрязнены, окислены, а также иметь посторонних предметов – грязи, снега, льда.

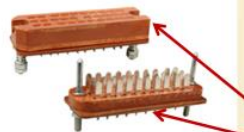
## Бортовая кабельная сеть

При соединении жгуты и кабели не должны быть натянуты, это может привести к обрыву проводов, кабелей, порче разъёма.

При стыковке, расстыковке не следует вставлять без перекосов и при вхождении разъёма слегка покачивать соединитель.

При навинчивании во избежание повреждения следует аккуратно поворачивать розетку. Если розетка пошла «не по резьбе», не более чем от 1 до 1,2 оборотов отвернуть фиксатор и повторить попытку нормально соединить разъём в обратном направлении.

## Соединительные разъёмы



**Разъёмы РП14, РП14А** – коннекторы ручного соединения прямоугольные, внутреннего объёмного монтажа, соединяют цепи с нагрузкой до 5А и 800В.

Розетка

Вилка

Соединители РП14 имеют 5, 10, 16, 21 или 30 контактов. Они имеют полимерный или металлический корпус с прямыми или изогнутыми контактами. Для улучшения качества соединения в конструкции предусмотрены направляющие (направляющие) и фиксирующие замки.



**Разъёмы РША** – внутреннего и наружного монтажа с нагрузкой до 6А и 800В. Они имеют 8, 10, 14 или 20 контактов. При наружном монтаже имеют металлический корпус. Для улучшения качества соединения предусмотрены направляющие.

## Соединительные разъёмы



Колодки разъемов в блоке

Колодки разъемов на задней стенке шкафа



ВЧ разъем (типа ШР)

Направляющие



# Бортовая кабельная сеть

В состав **БКС** входят:

- жгуты соединительные, кабели высокочастотные\*.

Присоединение к устройствам бортового оборудования осуществляется через электрические соединители.

При эксплуатации БКС необходимо содержать жгуты и кабель в чистоте. Недопустимо попадание посторонних предметов, жидкости в контакты соединителей.

При присоединении электрических соединителей не использовать чрезмерные усилия.

Необходимо соблюдать полярность соединений, точно стыковать «замки» на разъёмах вилок и розеток для исключения повреждения.

Перед присоединением необходимо визуально контролировать состояние контактов соединителей.

Контакты не должны быть помятыми, грязными. Должны быть без посторонних предметов – грязи, снега, воды, и т.д.

## Бортовая кабельная сеть

При соединении жгуты и кабели не должны быть натянуты, это может привести к обрыву проводов, кабелей, порче разъёма.

При стыковке, расстыковке носовых отсеков следует **разъёмы\*** вставлять без перекосов и при навинчивании фиксатора разъёма слегка покачивать соединитель для облегчения его вхождения.

При навинчивании во избежание захода «не по резьбе», следует, аккуратно поворачивая фиксатор, попасть в резьбу. Если розетка пошла «не по резьбе», то фиксатор провернётся не более чем от 1 до 1,2 оборота, далее упрётся. Необходимо отвернуть фиксатор и повторно соединить разъем. Фиксатор на нормально соединённом разъёме поворачивается от 2 до 2,5 оборота.

# ЗАДАНИЕ НА САМОПОДГОТОВКУ:

**Изучить материал занятия  
по конспекту и учебному пособию.**

## **Вопросы занятия:**

1. Назначение, состав, устройство и работа БПЛА.
2. Технические характеристики и ограничения по применению комплекса с БПЛА.

### **Литература:**

1. Комплекс воздушной разведки Т28 с беспилотными летательными аппаратами ближнего действия Т5М, РЛЭ,  
стр. 5-8, 14-16

[https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational\\_activity/bpla/2/t28.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GAA63/educational_activity/bpla/2/t28.pdf)



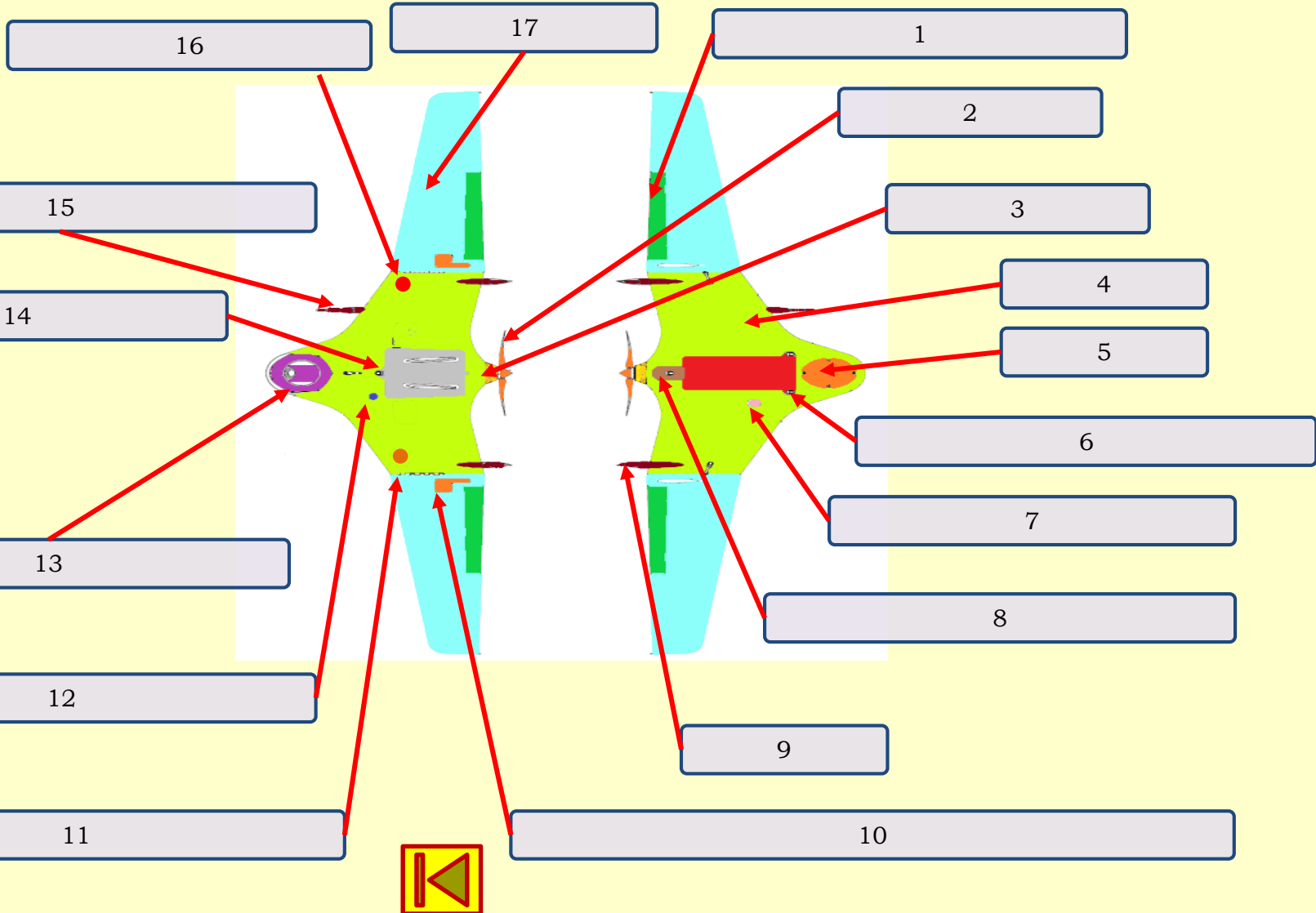
4

# **Конец занятия**

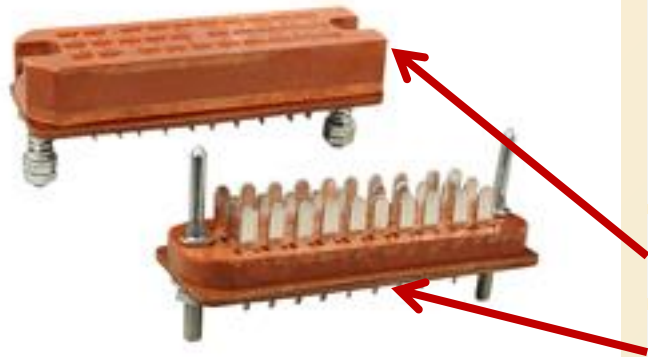
# Аппарат беспилотный летательный Т5МЭ

ЗАДАНИЕ:

- перечислить названия элементов БПЛА в порядке возрастания, в столбик.



# Соединительные разъемы



**Разъемы РП14, РП14А** – коннекторы ручного соединения прямоугольные, внутреннего объемного монтажа, соединяют цепи с нагрузкой до 5А и 800В.

**Розетка**

**Вилка**

Соединители РП14 имеют 5, 10, 16, 21 или 30 контактов, которые помещены в полимерный или металлический корпус с прямым или угловым выводом под кабель. Для улучшения качества соединения в конструкции разъемов РП14 предусмотрены **ловители** (направляющие) и фиксирующие **замки**.



АС ЭНЕРГИЯ

Разъемы РШАВ, РШАГ



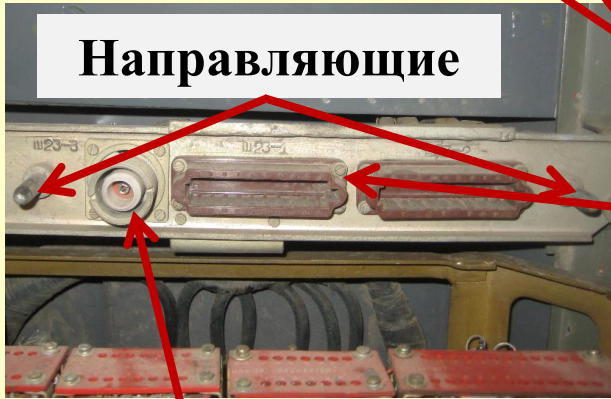
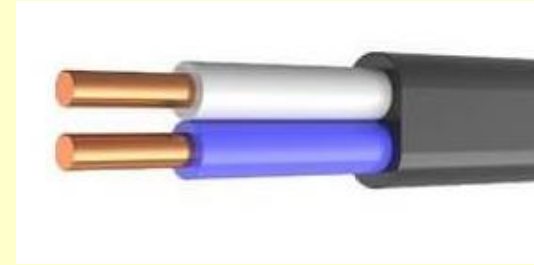
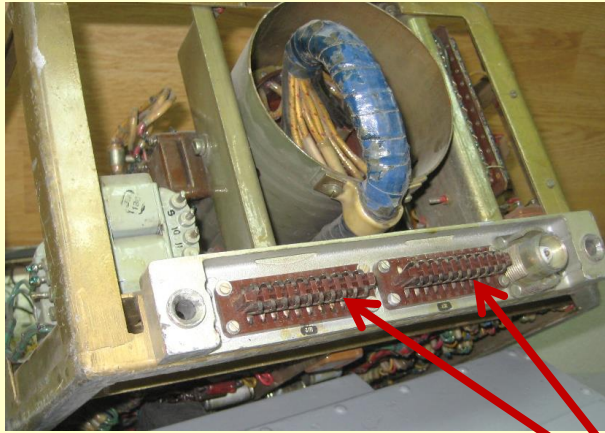
www.asenergi.com

**Разъемы РША** – коннекторы ручного соединения внутреннего и наружного объемного монтажа, соединяют цепи с нагрузкой до 6А и 600В. Соединители РША имеют 6, 8, 10, 14 или 20 контактов в полимерном или металлическом корпусе с прямым или угловым выводом под кабель. При наружном монтаже используются разъемы в металлическом корпусе, при **внутреннем** – без корпуса. Для улучшения качества соединения в конструкции разъемов РША предусмотрены **зажимы**.





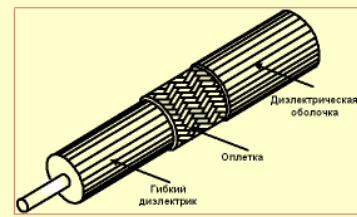
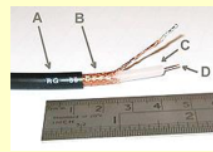
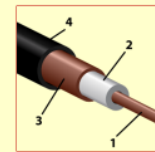
# Соединительные разъемы



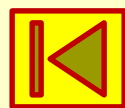
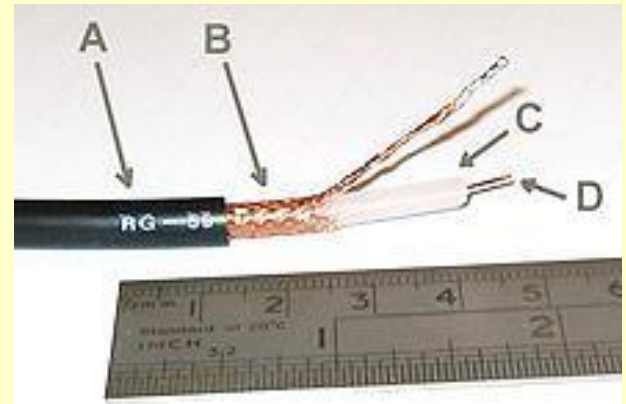
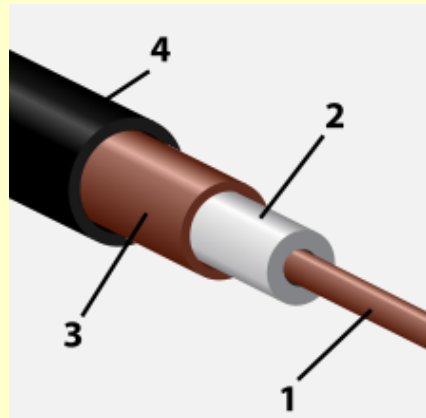
Колодки разъемов в блоке

Колодки разъемов на задней стенке шкафа

## 4. Коаксиальная линия



ВЧ разъем (типа ШР)



# Контрольные вопросы

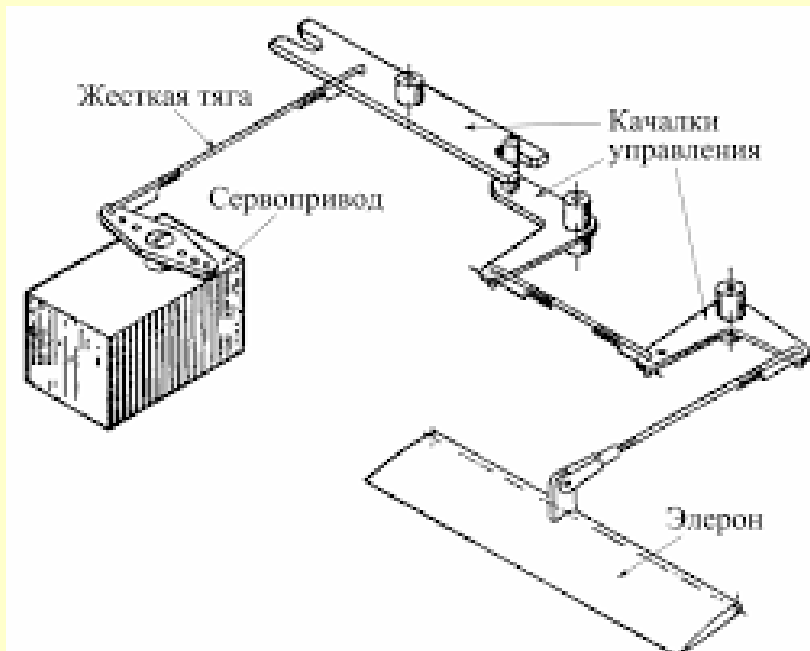
1. История развития беспилотных авиационных систем семейства «Элерон».
2. Назначение и состав комплекса с БПЛА «Элерон-ЗСВ».
3. Основные технические данные и возможности комплекса с БПЛА «Элерон-ЗСВ».
4. Порядок применения комплекса.



# Сервопривод

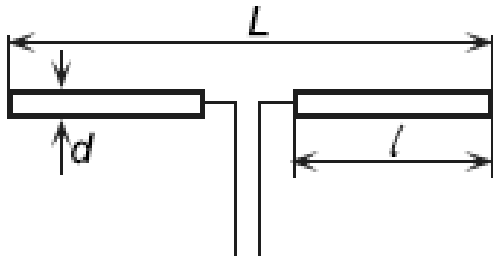
Сервопривод (от [лат.](#) *servus* — слуга, помощник, раб), или **следящий привод** — механический привод с автоматической коррекцией состояния через внутреннюю [отрицательную обратную связь](#), в соответствии с параметрами, заданными извне.

Сервопривод является «автоматическим точным исполнителем» — получая на вход значение управляющего параметра (в режиме реального времени), он «своими силами» (основываясь на показаниях датчика) стремится создать и поддерживать это значение на выходе исполнительного элемента.



# Антенна

**Антенна** - устройство для излучения и приема электромагнитной энергии.

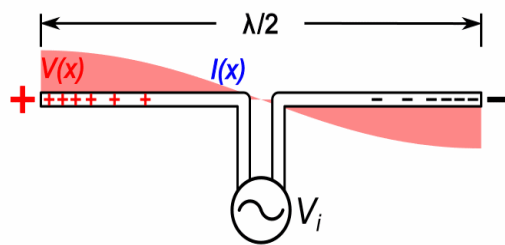


**Симметричный вибратор, диполь** – простейшая и наиболее распространённая антенна. В простом варианте:

- прямолинейный проводник длиной  $L = 2l$  (где  $l$  – длина плеча), равный половине длины электромагнитной волны. Часто его называют – **полуволновой вибратор**.

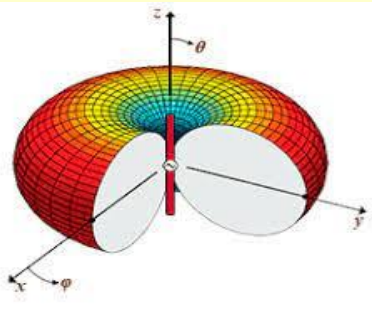
Длина плеча диполя составляет четверть длины волны, поэтому также его называют – **четвертьволновой вибратор**,  $\lambda/4$ . Питание вибратора осуществляется в середине от генератора высокой частоты.

Наиболее широко применяется в УКВ диапазоне.



**Диаграмма направленности** симметричного вибратора имеет торообразную форму исходящую от центра.

**ДНА** вертикально расположенного диполя изображена на рис. Такая антенна с одинаковым успехом принимает сигнал со всех направлений относительно горизонта.



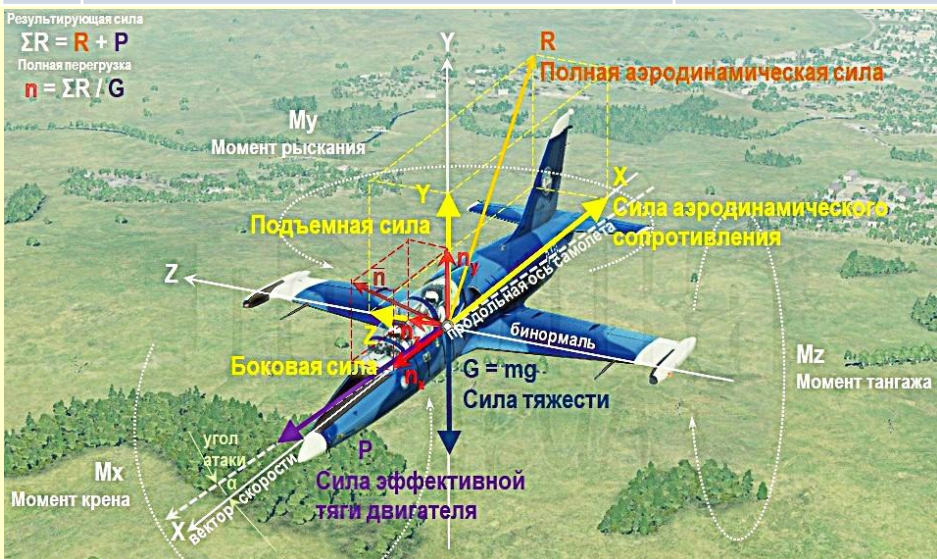
**Антенна круговая на пружине АП-ШП-100/ 1100-1360 МГц для подавителя Дронов БПЛА**





# Дополнительные материалы

№	Название	Ссылка	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			



Военный учебный центр  
при Томском политехническом университете





# Т-3.2. Обще устройство элементов БПЛА Т5МЭ «Элерон-ЗСВ»

**Вспомогательный учебный центр**  
для Технической подготовки  
участников

Цели и задачи

- «Важно подготовить высококвалифицированных специалистов в БПЛА»

**ВУС ЛЕВИН**  
Академия профессионалов в области  
наблюдения в небе **Гарриков А. А.**

1 ★

**ДИСЦИПЛИНА**  
**«ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА»**

**Контрольные вопросы**

Тема №3

Беспилотный летательный аппарат Т5МЭ «Элерон-ЗСВ»

Занятие №2

Общее устройство элементов БПЛА Т5МЭ «Элерон-ЗСВ»

2 ★

**Цели занятия:**

**Изучить:**

- «конструкцию, устройство и работу бортового оборудования общего назначения, обеспечивающего полетные функции, а также бортового оборудования, бортовой кабельной сети».

**Актуальность занятия:**

**Обсудить:**

- «необходимость иметь сведения и навыки работы по эксплуатации, ремонту, устройству и работам бортового оборудования, а также бортового оборудования, бортовой кабельной сети для бортового оборудования БПЛА».

**ВИД ЗАНЯТИЯ:** лекция, 1 час

3 ★

**Вопросы занятия:**

1. Назначение, устройство и работа бортового оборудования общего назначения.
2. Назначение, устройство и работа бортового оборудования бортовой сети.
3. Назначение, устройство и работа бортового оборудования бортовой сети.
4. Назначение, устройство и работа бортовой кабельной сети.

**Литература:**

- 1. Авиационная техника. Т5МЭ. Учебник. М.: ВВС. 2010. 120 с.
- 2. Авиационная техника. Т5МЭ. Учебник. М.: ВВС. 2010. 120 с.

4 ★

**Вопрос №1**

**Назначение, устройство и работа бортового оборудования общего назначения**

5 ★

**Бортовое оборудование БПЛА**

6 ★

**Бортовое оборудование «общего назначения»**

«Общее» бортовое оборудование общего назначения включает в себя:

- 1. Бортовое оборудование бортовой сети.
- 2. Бортовое оборудование бортовой кабельной сети.
- 3. Бортовое оборудование бортовой кабельной сети.
- 4. Бортовое оборудование бортовой кабельной сети.

7 ★

**Пилотажно-навигационная система**

8 ★

**Пилотажно-навигационная система**

**Техническая характеристика**

Назначение: для пилотирования и навигации в БПЛА Т5МЭ «Элерон-ЗСВ».

Цели: обеспечить полет в заданном направлении и высоте.

Задачи: обеспечить полет в заданном направлении и высоте.

9 ★

**Пилотажно-навигационная система**

**Система ПНС**

- 1. Система ПНС
- 2. Система ПНС
- 3. Система ПНС
- 4. Система ПНС

10 ★

**Устройство и работа ПНС**

11 ★

**Устройство и работа ПНС**

«Общая» бортовое оборудование общего назначения включает в себя:

- 1. Бортовое оборудование бортовой сети.
- 2. Бортовое оборудование бортовой кабельной сети.
- 3. Бортовое оборудование бортовой кабельной сети.
- 4. Бортовое оборудование бортовой кабельной сети.

12 ★

**Устройство и работа ПНС**

13 ★

**Устройство и работа ПНС**

14 ★

**Устройство и работа ПНС**

15 ★

**Вопрос №2**

**Назначение, устройство и работа аппаратуры передачи данных**

16 ★

**Аппаратура передачи данных**

«Общая» бортовое оборудование общего назначения включает в себя:

- 1. Бортовое оборудование бортовой сети.
- 2. Бортовое оборудование бортовой кабельной сети.
- 3. Бортовое оборудование бортовой кабельной сети.
- 4. Бортовое оборудование бортовой кабельной сети.

17 ★

**АПД и Пилотажно-навигационная система**

18 ★

**Устройство и работа АПД**

19 ★

**Вопрос №3**

**Назначение, устройство и работа бортового оборудования**

20 ★

**Цели бортового оборудования**

21 ★

**Цели бортового оборудования**

22 ★

**Цели бортового оборудования**

23 ★

**Устройство и работа ЦО**

24 ★

**Устройство и работа ЦО**

25 ★

**Вопрос №4**

**Назначение, устройство и работа бортовой кабельной сети**

26 ★

**Бортовое кабельная сеть**

27 ★

**Бортовое кабельная сеть**

28 ★

**ЗАДАНИЕ НА САМОПОДГОТОВКУ:**

**Вопрос, требующий знания по материалу и учебному материалу.**

**Вопросы занятия:**

1. Назначение, устройство и работа бортового оборудования общего назначения.
2. Назначение, устройство и работа бортового оборудования бортовой сети.
3. Назначение, устройство и работа бортового оборудования бортовой кабельной сети.
4. Назначение, устройство и работа бортового оборудования бортовой кабельной сети.

**Команд занятия**

29 ★

**Аппарат беспилотного летательного аппарата Т5МЭ**

30 ★

**Соединительные разъемы**

31 ★

**Соединительные разъемы**

32 ★



**Контрольные вопросы**

1. Назначение, устройство и работа бортового оборудования общего назначения.
2. Назначение, устройство и работа бортового оборудования бортовой сети.
3. Назначение, устройство и работа бортового оборудования бортовой кабельной сети.
4. Назначение, устройство и работа бортового оборудования бортовой кабельной сети.

33 ★

**Соединительные разъемы**

34 ★

**Аппарат**

35 ★