

Кыштымский радиозавод

НПКЦ «Новик-XXI век»



ГрАНТ
ГРАЖДАНСКИЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ НАБЛЮДАТЕЛЬ
ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ

Пояснительная записка



Москва-Кыштым 2001 год

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА.....	5
2. СОСТАВ КОМПЛЕКСА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ	5
2.1. Состав комплекса	5
2.2. Состав ДПЛА ГрАНТ.....	7
2.3. Состав ППУ комплекса ГрАНТ	8
2.4. Состав ТПУ комплекса ГрАНТ	14
2.5. Компоновочная схема ДПЛА.....	14
2.6. Выносной пункт управления	14
3. ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА	17
4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА КОМПЛЕКСА	18
4.1. Комплекс ГрАНТ как сложная система.....	18
4.2. Радиоканалы комплекса	18
4.3. Работа комплекса с целью.....	23
4.4. Устройство и работа ДПЛА	28
4.5. Устройство и работа ППУ	32
4.6. Устройство и работа ТПУ	35

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АМУ	Антенно-мачтовое устройство
БОУ	Бортовое оборудование управления
БРЭО	Бортовое радиоэлектронное оборудование
БЦВМ	Бортовая цифровая вычислительная машина или центральная бортовая ЭВМ
ВКРС	Внутрикомплексная радиосвязь
ВПУ	Выносной пункт управления
Глонасс	Глобальная навигационная спутниковая система
ГраНТ	Гражданский аэродинамический наблюдатель телевизионный
ДПЛА	Дистанционно-пилотируемый летательный аппарат
ЗИП	Запасные части, инструмент и принадлежности
КНР	Командно-навигационная радиолиния
КРАнт	Комплекс радиоантенн
ЛВС	Локальная вычислительная сеть
ППУ	Передвижной пункт управления
ПЭВМ	Персональная ЭВМ
РМО	Рабочее место оператора
СКО	Среднеквадратичное отклонение (ошибка)
СРНС	Спутниковая радионавигационная система
ТВ	Телевизионный
Трал	Телевизионная разведывательная аппаратура лёгкая
ТПУ	Транспортно-пусковая установка
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина
GPS	Global Positioning System

ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящий документ предназначен для первичного ознакомления с Гражданским аэродинамическим наблюдателем телевизионным ГрАНТ и его тактико-техническими характеристиками.

2. Документ не заменяет эксплуатационную документацию комплекса ГрАНТ и не может служить руководством для проведения каких-либо работ с материальной частью комплекса.

3. Сведения об устройстве и работе комплекса ГрАНТ, приведённые в документе, соответствуют состоянию разработки комплекса ГрАНТ на ноябрь 2001 года и могут быть уточнены в ходе дальнейшей разработки без уведомления получателей документа. При поставке образцов комплекса ГрАНТ уточнённые сведения об устройстве и работе комплекса доводятся до потребителей через согласованную эксплуатационную документацию образца.

4. Тактико-технические характеристики комплекса ГрАНТ могут быть изменены только в сторону улучшения. Улучшенные тактико-технические характеристики доводятся до потребителя через согласованную эксплуатационную документацию поставляемого образца комплекса.

5. Состав комплекса ГрАНТ может быть подвержен изменениям при размещении комплекса на иной, чем автомобили УАЗ, транспортной базе. Уточнённый состав комплекса ГрАНТ подлежит согласованию с потребителем при заключении договора поставки.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА

1.1. Комплекс дистанционно-пилотируемых летательных аппаратов (ДПЛА) ГрАНТ предназначен для телевизионного наблюдения в реальном масштабе времени местности и целей на ней на удалении до 70 км от места старта ДПЛА с высокоточным измерением координат целей.

1.2. Своё назначение комплекс реализует путём запуска в район наблюдения до четырёх ДПЛА ГрАНТ, оснащённых телевизионной аппаратурой и передатчиками ТВ сигнала. Один из запущенных ДПЛА ведёт ТВ наблюдение, остальные либо находятся на маршрутах полёта/отлёта, либо совершают манёвры повторного захода.

1.3. Комплекс ГрАНТ предназначен, в первую очередь, для применения в гражданской сфере. Областями применения комплекса являются наблюдение трубопроводов, линий электропередач, авиалеесохрана и другие, где требуется наблюдение за местностью и объектами на ней с воздуха с высокоточным определением координат объектов. Само название комплекса ГрАНТ является аббревиатурой от слов «Гражданский аэродинамический наблюдатель телевизионный».

2. СОСТАВ КОМПЛЕКСА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

2.1. Состав комплекса

2.1.1. Комплекс ГрАНТ содержит в своём составе:

- передвижной пункт управления (ППУ) на шасси автомобиля УАЗ-3962
- транспортно- пусковую установку (ТПУ) на шасси автомобиля УАЗ-3303
- возимый запас (2 или 4 штуки) ДПЛА ГрАНТ в транспортных отсеках ТПУ.

Количество ДПЛА в возимом запасе определяют по требованиям заказчика при изготовлении ТПУ. Возимый запас в количестве 4 ДПЛА требует более глубокой разборки ДПЛА при их укладке в транспортные отсеки ТПУ.

2.1.2. На рисунке 2.1 показан комплекс ГрАНТ на марше.

2.1.3. На рисунке 2.2 приведена структурная схема комплекса.

2.1.5. Состав и структурные схемы составных частей комплекса приведены в следующих разделах настоящего документа.

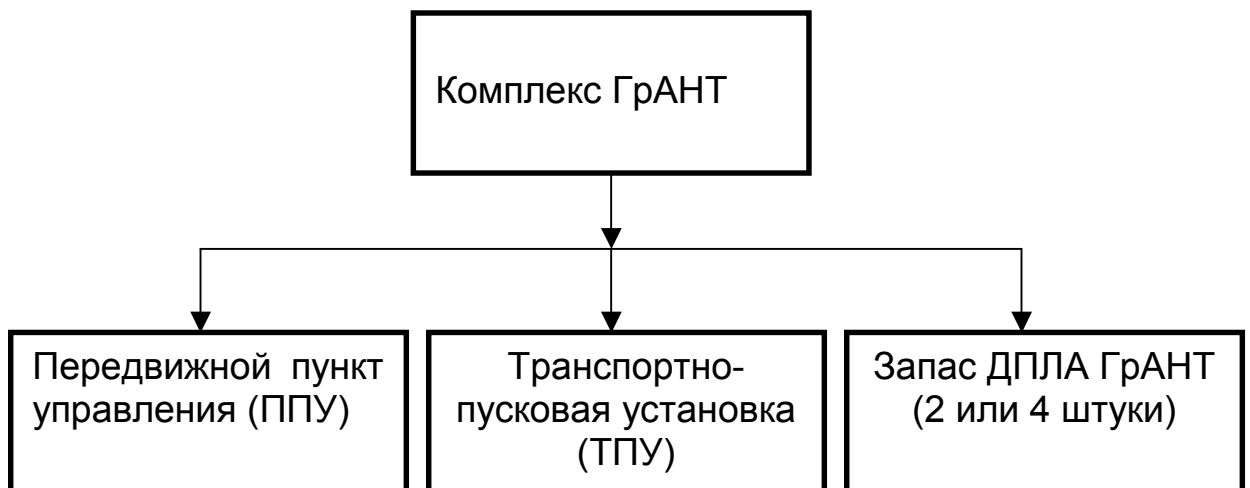


Рис. 2.2. Структурная схема (схема деления) комплекса ГрАНТ

2.2. Состав ДПЛА ГрАНТ

2.2.1. ДПЛА ГрАНТ содержит в своём составе (см. структурную схему на рис. 2.3):

- планер
- электросиловую установку
- топливный бак
- систему вторичного электропитания
- бортовое радиоэлектронное оборудование (БРЭО).

2.2.2. Планер ДПЛА ГрАНТ состоит из следующих составных частей:

- фюзеляж
- крыло (левая и правая консоли крыла)
- стабилизатор (левая и правая консоли стабилизатора)
- киль
- соединительные штыри, рулевые тяги, болты крепления.

При укладке ДПЛА в транспортный отсек ТПУ планер ДПЛА разбирают на перечисленные выше части. При двух ДПЛА в возимом запасе киль с фюзеляжа не демонтируют.

2.2.3. Электросиловая установка ДПЛА ГрАНТ содержит в своём составе:

- двухлопастный воздушный винт
- двухцилиндровый оппозитный двухтактный поршневой двигатель
- трёхфазный электрогенератор переменного тока
- систему электронного зажигания
- кок и болты крепления воздушного винта.

При укладке ДПЛА в транспортный отсек ТПУ воздушный винт демонтируют с вала двигателя.

2.2.4. Система вторичного электропитания ДПЛА ГрАНТ содержит в своём составе:

- выпрямитель-нормализатор первичного питания
- блоки источников вторичного питания БРЭО и системы зажигания ДПЛА.

2.2.5. БРЭО ДПЛА содержит в своём составе:

- бортовое оборудование управления (БОУ)
- целевую нагрузку ДПЛА.

2.2.6. БОУ содержит в своём составе (см. рис. 2.4):

- центральную бортовую ЭВМ (в соответствии с традицией, эта ЭВМ в дальнейшем называется БЦВМ)
- механическую гироскопическую вертикаль
- бортовой приёмответчик командно-навигационной радиоперелинии (КНР) с антенной
- исполнительные органы (рулевые машинки).

2.2.7. БЦВМ одержит в своём составе:

- материнскую плату
- приёмник спутниковой радионавигационной системы (СРНС) с антенной
- баровысотомер.

2.2.8. Целевая нагрузка ДПЛА ГрАНТ содержит в своём составе:

- гиросtabilизированный оптико-электронный блок
- передатчик телевизионного (ТВ) сигнала с антенной.

2.3. Состав ППУ комплекса ГрАНТ

2.3.1. ППУ комплекса ГрАНТ содержит в своём составе (см. рис. 2.5):

- автомобиль УАЗ-3962
- комплекс радиоантенн КРАнт
- наземный приёмопередатчик КНР
- две носимых радиостанции для внутрикомплексной связи
- два рабочих места (оператора и штурмана)
- разветвитель ТВ видеосигнала
- специальную ЭВМ, идентичную БЦВМ ДПЛА
- выносной пульт ручного управления ДПЛА
- связную радиостанцию
- электробензоагрегат первичного питания
- систему вторичного электропитания
- кабельную сеть с панелью ввода
- арматуру (столы, стулья, шкафы, ящики и др.)
- ЗИП.

2.3.2. Комплекс радиоантенн КРАнт содержит в своём составе (см. рис. 2.6 и рис. 2.7):

- несущую платформу («багажник») с лестницей
- комплект антенно-мачтового устройства наземного приёмопередатчика КНР
- антенну связной радиостанции
- колонну антенны ТВ радиоканала
- буссоль для привязки КРАнта по направлению
- азимутальный привод колонны
- угломестный привод антенны ТВ радиоканала
- зеркало антенны ТВ радиоканала
- приёмник ТВ сигнала.

2.3.3. Рабочее место оператора представляет собой стандартную персональную ЭВМ по группе 1.7 с платой видеоввода.

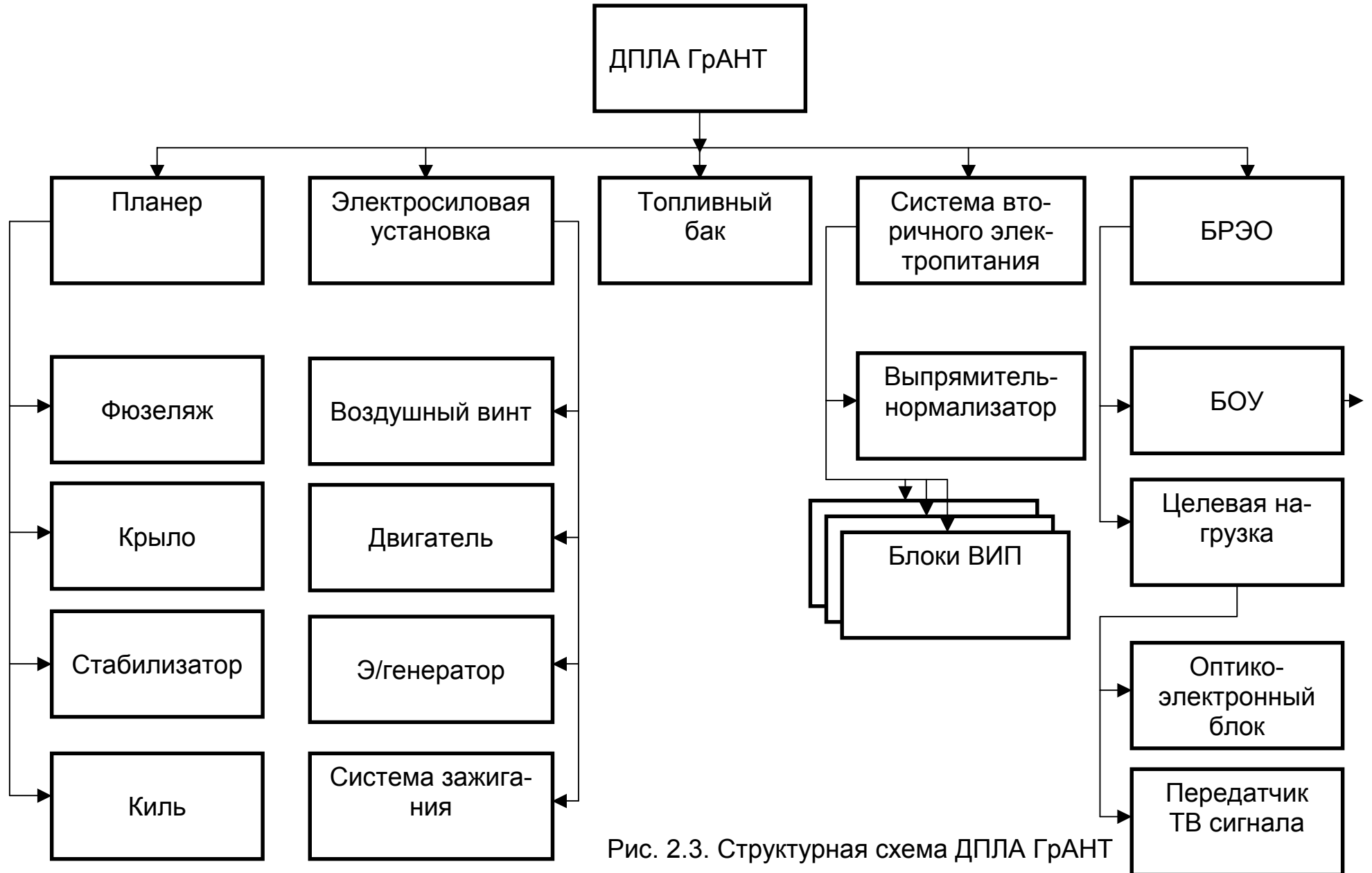


Рис. 2.3. Структурная схема ДПЛА ГрАНТ

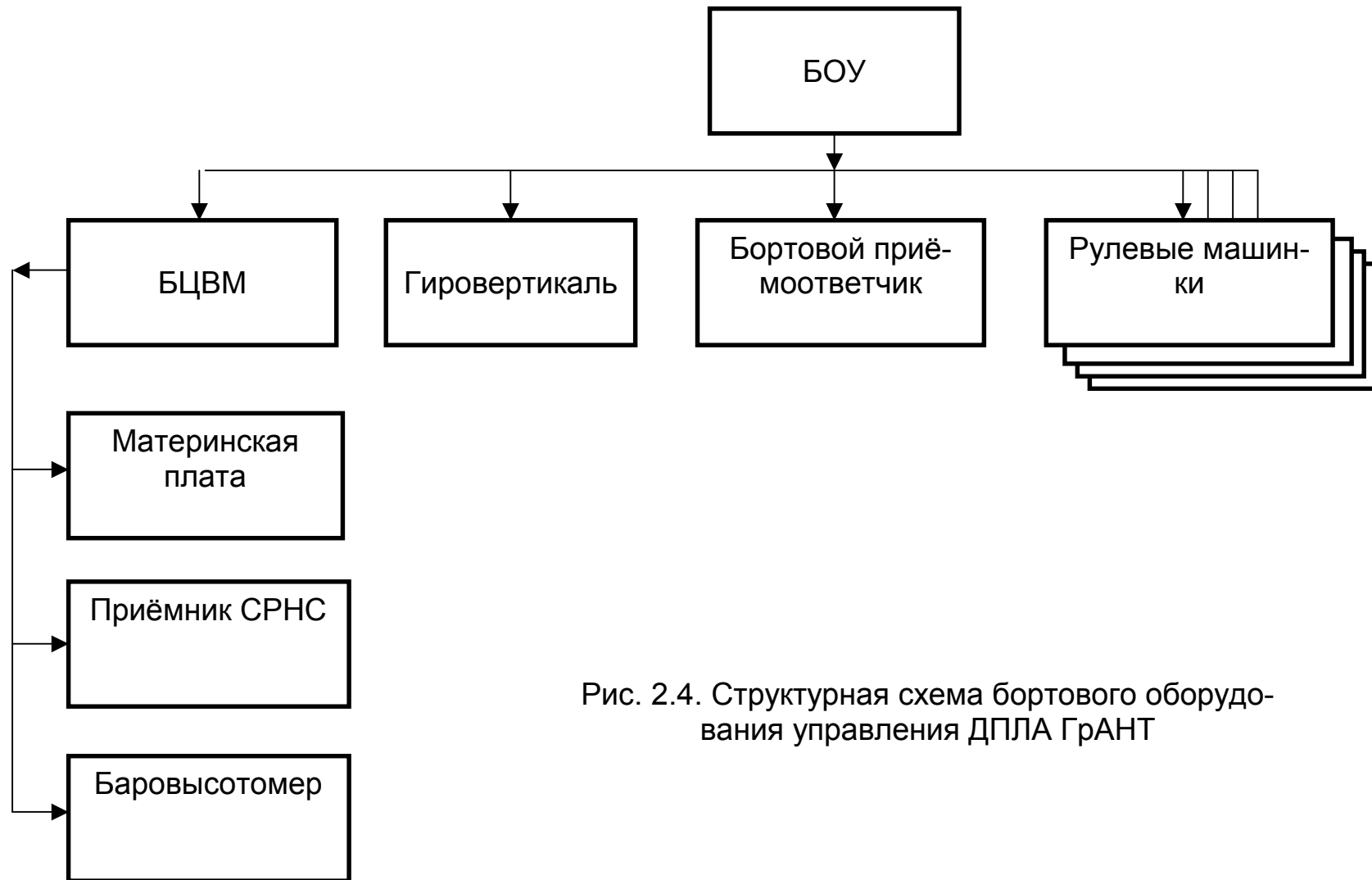


Рис. 2.4. Структурная схема бортового оборудования управления ДПЛА ГрАНТ

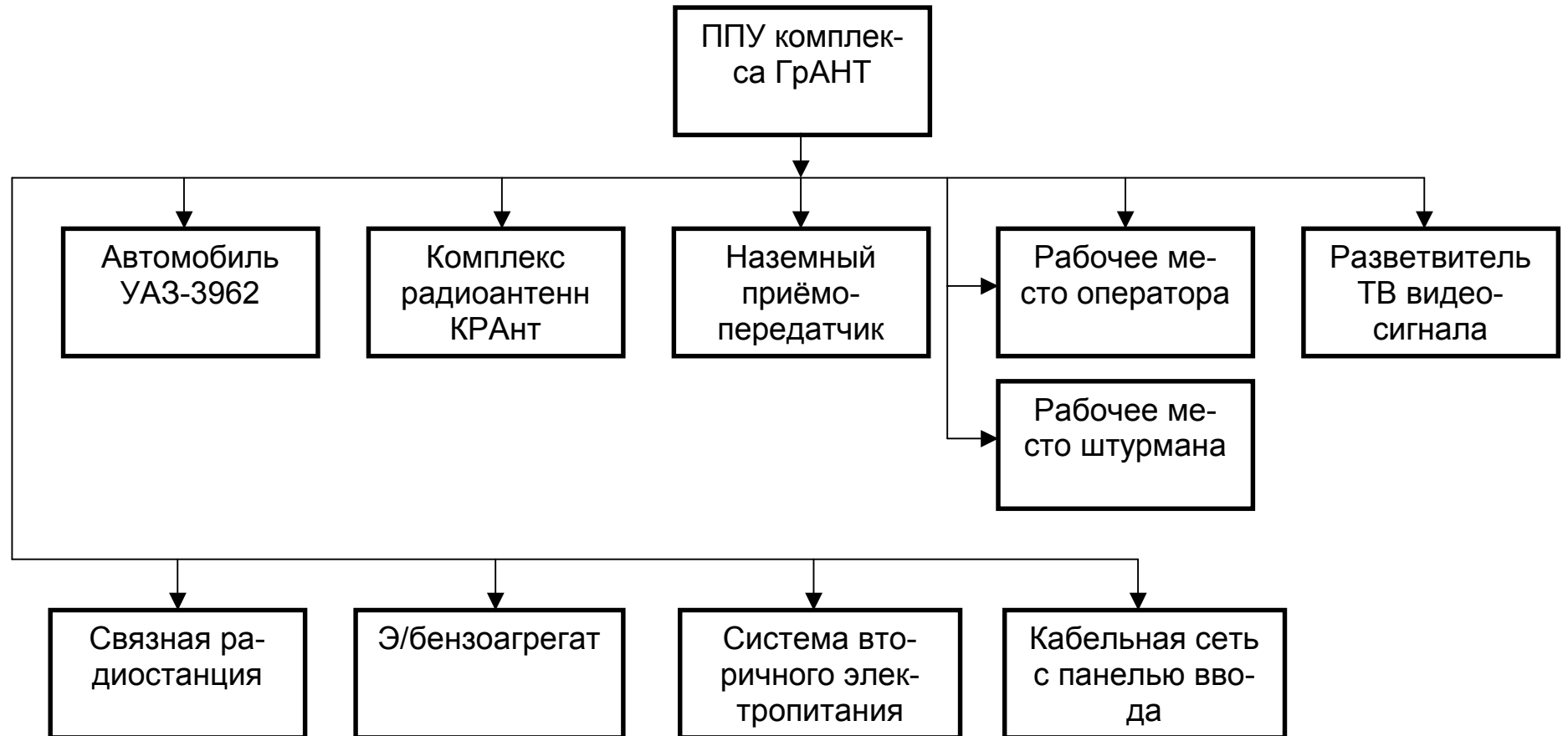


Рис. 2.5. Структурная схема ППУ комплекса ГрАНТ

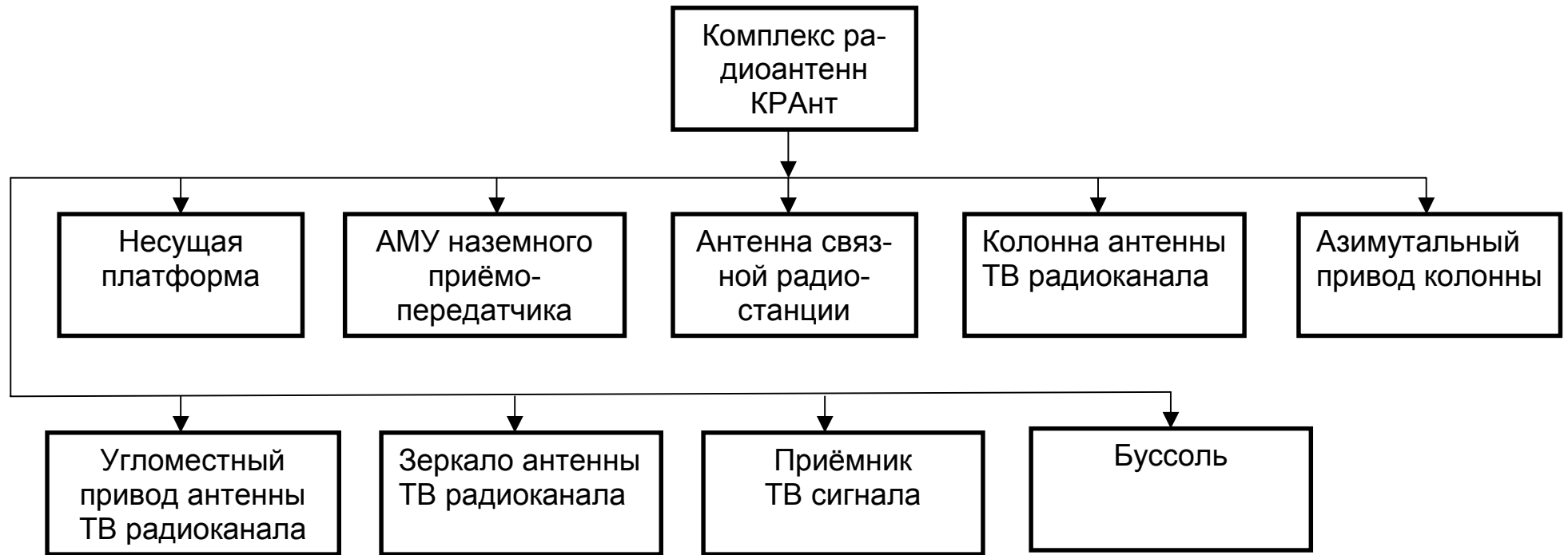


Рис. 2.6. Структурная схема комплекса радиоантенн КРАнт



Рис. 2.7. ППУ. На крыше автомобиля УАЗ-3962 – развёрнутый комплекс радиоантенн

2.4. Состав ТПУ комплекса ГрАНТ

2.4.1. ТПУ комплекса ГрАНТ содержит в своём составе:

- автомобиль УАЗ-3303
- пусковую стрелу
- разгонную каретку
- полиспаст с тросовой системой
- наборный груз (накопитель и гири)
- два транспортных отсека с носилками для укладки ДПЛА
- комплект стартового оборудования
- ограждение
- лестницу
- ящик ЗИП.

2.4.2. В комплект стартового оборудования входят:

- два аккумулятора 6СТ55
- ручной электростартёр
- канистра с топливом (20 литров)
- воронка.

2.5. Компоновочная схема ДПЛА

2.5.1. На рис. 2.8 приведена компоновочная схема ДПЛА ГрАНТ.

2.5.2. Кроме составных частей, перечисленных в п. 2.2, на компоновочной схеме показан сбрасываемый груз массой до 1 кг. Сбрасываемый груз вводится в состав ДПЛА по требованию заказчика.

2.6. Выносной пункт управления

2.6.1. Для решения задач передовых разведывательных групп в комплекс ГрАНТ по требованию заказчика может быть введён носимый выносной пункт управления (ВПУ).

2.6.2. ВПУ содержит в своём составе:

- футляр для переноски
- приёмопередатчик КНР уменьшенных габаритов и мощности
- приёмник ТВ сигнала
- антенную систему (антенны ТВ радиоканала и КНР)
- специальную ЭВМ, аналогичную БЦВМ ДПЛА
- устройство визуализации типа шлема виртуальной реальности.

2.6.3. В состав ВПУ может быть включена связная радиостанция.

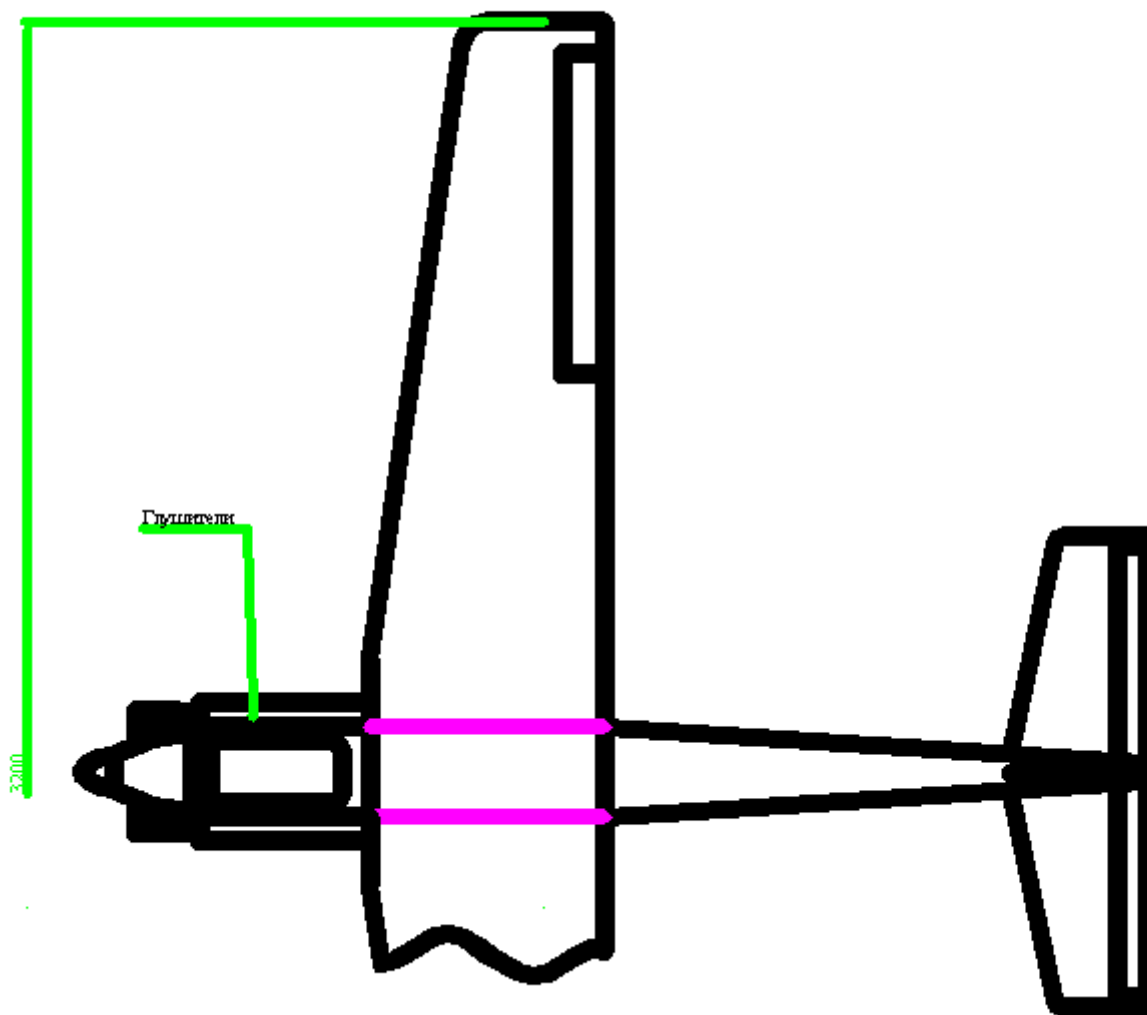


Рис. 2.8а. Компоновочная схема ДПЛА ГранТ

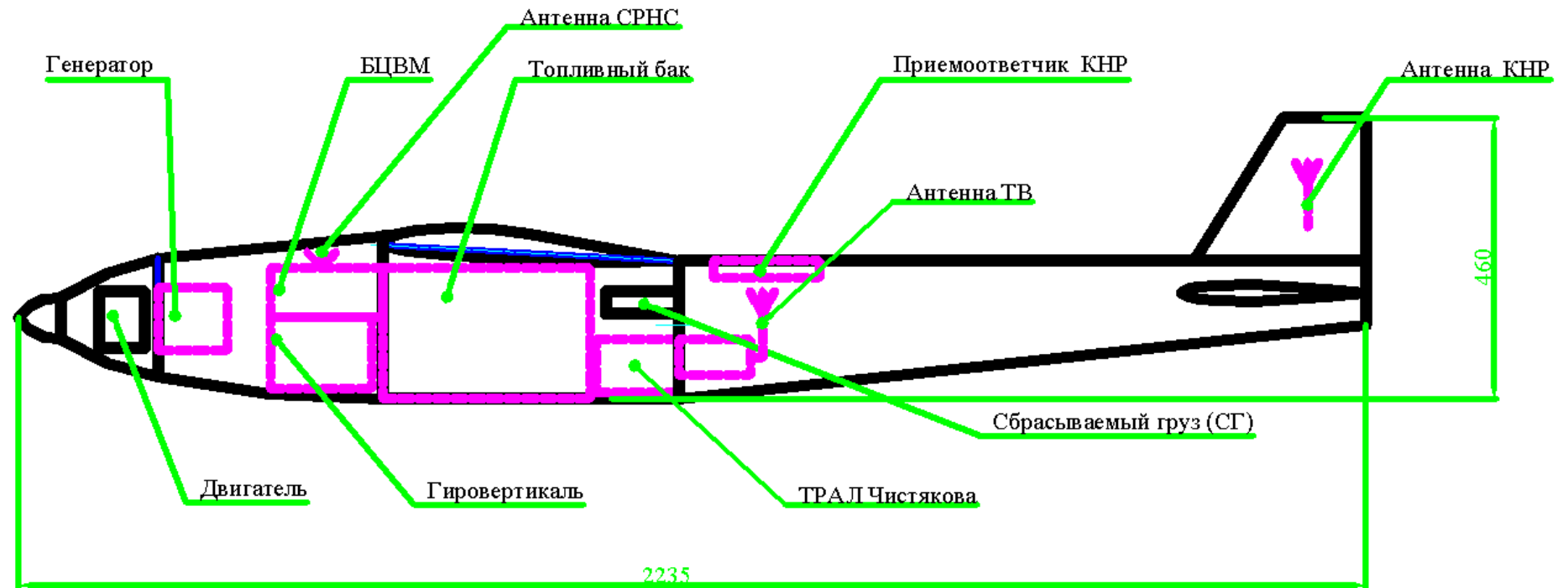


Рис. 2.86. Компоновочная схема ДПЛА Грант (увеличено по сравнению с проекцией на рис. 2.8а)

3. ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА

ХАРАКТЕРИСТИКА	ЗНАЧЕНИЕ
Целевая нагрузка	1. Оптико-электронный блок, представляющий собой три ТВ камеры на гиросtabilизированной платформе (Трал Чистякова) 2. Передатчик ТВ сигнала Возможна установка других целевых нагрузок массой до 3 кг
Порядок погрешности измерения координат цели (СКО), м	Единицы метров
Оптическая и акустическая заметность ДПЛА	Нулевые (практически невидим и неслышим)
Дальность (радиус) действия, км	70
Количество одновременно управляемых ДПЛА	4 (четыре)
Продолжительность полёта ДПЛА, час	3,0...4,0
Диапазон высот применения ДПЛА над уровнем моря, м	100..5000
Воздушная скорость ДПЛА, км/час	120
Стартовая масса ДПЛА, кг	20,0
Способ старта ДПЛА	Катапультный, с использованием энергии опускающегося груза, без использования расходных материалов
Способ посадки ДПЛА	По-самолётному, без использования каких-либо посадочных приспособлений
Кратность применения ДПЛА	Более 100 (ста) раз
Продолжительность развёртывания/свёртывания комплекса, мин, не более	15/15

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА КОМПЛЕКСА

4.1. Комплекс ГрАНТ как сложная система

4.1.1. Комплекс ГрАНТ представляет собой сложную систему, объединяющую в себе современные достижения в области малой беспилотной авиации, радиотехники, механики, математики и вычислительной техники.

4.1.2. Комплекс ГрАНТ является единым изделием, устройство и работа которого не исчерпываются описанием устройства и работы отдельных составных частей.

4.1.3. Несмотря на сложность комплекса ГрАНТ как системы, в процессе проектирования комплекса была последовательно проведена политика наиболее простых и дешёвых, но эффективных технических решений. Поэтому комплекс ГрАНТ прост для понимания.

4.1.4. Для комплекса ГрАНТ характерно взаимодействие его составных частей и внешних систем, разнесённых в пространстве, в том числе и на большие расстояния. Поэтому комплекс ГрАНТ является, прежде всего, радиотехнической системой и его работа основана на радиоканалах.

4.2. Радиоканалы комплекса

4.2.1. В своей работе комплекс ГрАНТ использует радиоканалы, перечисленные в таблице 4.1.

4.2.2. На рисунке 4.1 приведена схема радиоканалов комплекса. Для упрощения схемы не показаны радиоканалы СРНС и внешней радиосвязи.

4.2.3. ТВ радиоканал (целевой канал) представляет собой аналоговый радиоканал передачи стандартного ТВ сигнала с частотной модуляцией. Радиоканал имеет следующие основные характеристики:

несущая частота, МГц	2400, 5 литер
полоса передаваемого ТВ сигнала, МГц	4,0
передача сопутствующей телеметрической информации.....	в канале звука
мощность передатчика, Вт.....	1,0
чувствительность приёмника, дБВт.....	минус 120

Таблица 4.1. Радиоканалы комплекса ГрАНТ

Наименование радиоканала	Назначение	Каналообразующая аппаратура
ТВ радиоканал (целевой канал)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Передача ТВ изображения с борта ДПЛА на ППУ 2. Передача телеметрической (прежде всего, навигационной) информации с борта ДПЛА на ППУ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бортовой передатчик ТВ сигнала с антенной 2. Наземный приёмник ТВ сигнала с зеркальной параболической антенной
Командно-навигационная радиолиния (КНР)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Передача на борт ДПЛА команд управления и дифференциальных поправок 2. Передача с борта ДПЛА на ППУ телеметрической (прежде всего, навигационной) информации 3. Ретрансляция формализованных сообщений с ППУ на ВПУ и обратно 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наземный приёмопередатчик с антенно-мачтовым устройством (АМУ) 2. Бортовой приёмопередатчик с антенной
Радиоканал спутниковой радионавигационной системы (GPS, Глонасс или обеих)	Получение первичной навигационной информации на борту ДПЛА, на ППУ и на ВПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бортовая радиоаппаратура навигационных спутников 2. Приёмник СРНС с антенной на борту ДПЛА 3. Приёмник СРНС с антенной на ППУ 4. Приёмник СРНС с антенной на ВПУ

Продолжение таблицы 4.1

Наименование радиоканала	Назначение	Каналообразующая аппаратура
Канал внешней радиосвязи	1. Приём распоряжений от вышестоящего органа управления 2. Передача докладов о результатах работы комплекса вышестоящему органу управления 3. Организация взаимодействия ППУ и ВПУ	1. Связная радиостанция ППУ с антенной 2. Ответные радиостанции вышестоящего органа управления и потребителей разведывательной информации 3. Связная радиостанция ВПУ с антенной
Канал внутрикомплексной речевой радиосвязи (ВКРС)	Организация взаимодействия ППУ и ТПУ	Носимые радиостанции из состава ППУ

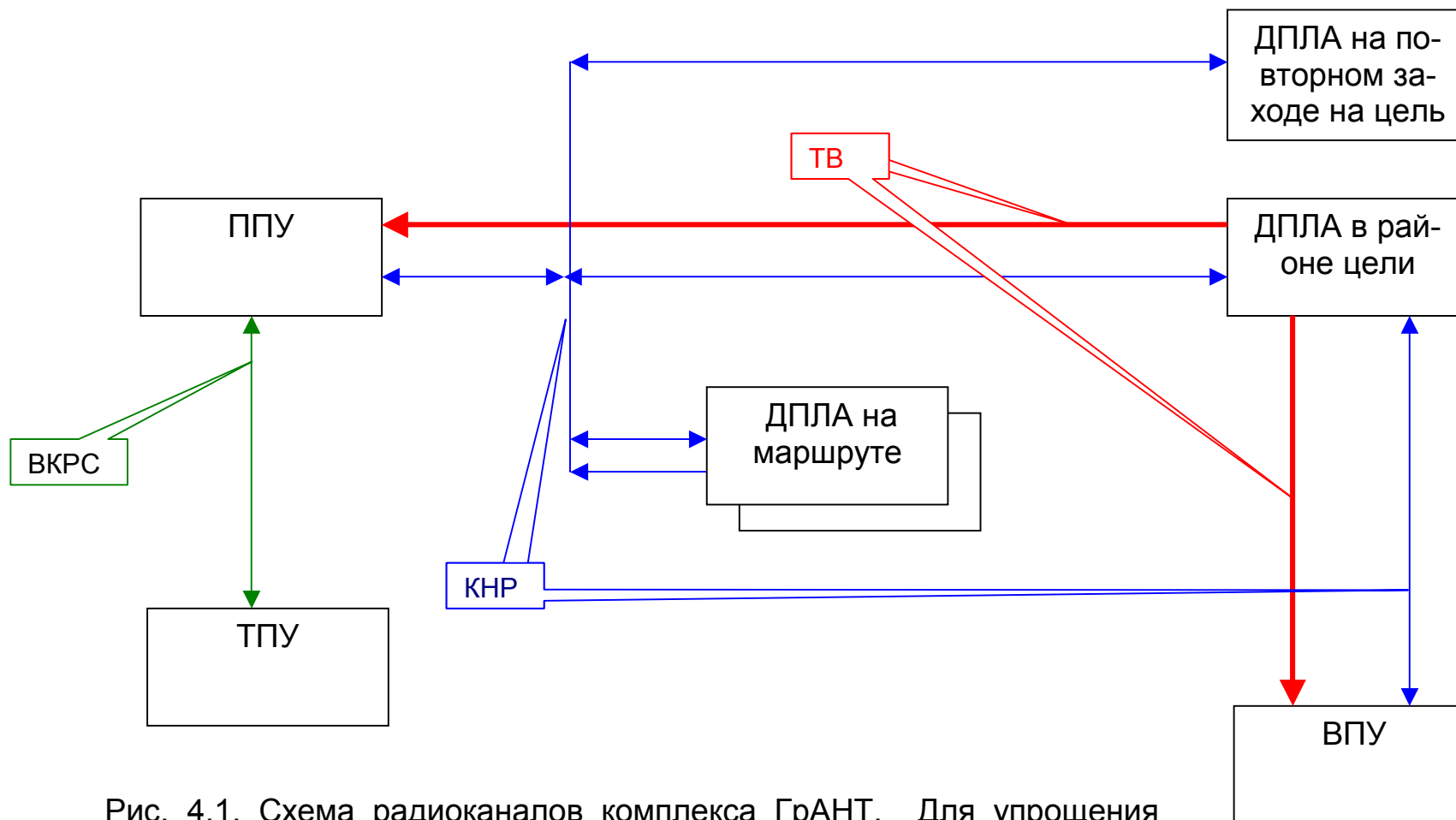


Рис. 4.1. Схема радиоканалов комплекса ГрАНТ. Для упрощения схемы не показаны радиоканалы СРНС и внешней радиосвязи

4.2.4. Радиоканал командно-навигационной радиолинии

4.2.4.1. Идеология построения КНР основана на разделении собственно приёма/передачи радиосигнала (реализуется радиостанциями) и декодирования/кодирования принимаемой/передаваемой двоичной информации (реализуется полностью программно на ЭВМ). Благодаря этому КНР допускает применение в качестве каналаобразующей аппаратуры любых радиосредств с возможностью передачи двоичных посылок и переключением «Приём/Передача».

4.2.4.2. Радиоканал КНР образован двумя обычными радиостанциями УКВ диапазона, сопрягаемыми с БЦВМ (на борту ДПЛА) или специальной ЭВМ (на ППУ) по микрофонным и телефонным входам/выходам, а также по управлению переключателем каналов и «Приём/Передача». Для сопряжения с ЭВМ проводятся соответствующие доработки радиостанций.

4.2.4.3. В качестве наземного приёмопередатчика применяется мощная (50 Вт) УКВ радиостанция с антенно-мачтовым устройством.

4.2.4.4. В качестве бортового приёмоответчика применяется носимая УКВ радиостанция мощностью 5,0 Вт, совместимая по диапазону с наземным приёмоответчиком.

4.2.4.5. В практике работы с комплексом ГрАНТ применялись радиостанции «Бармица» Воронежского НИИ связи (на ППУ с усилителем мощности и коммутатором антенного входа, а на борту ДПЛА без усилителя). Применялись также радиостанции производства Кыштымского радиозавода «Кварц-402» (на ППУ) и «Сапфир» (на борту ДПЛА).

4.2.4.6. Помехозащищённость КНР обеспечивается:

- высоким энергетическим потенциалом радиоканала
- программной перестройкой радиочастоты в пределах, определяемых синтезатором частоты применяемых радиостанций
- программным изменением семантики кода
- четырёхкратной избыточностью кодирования информации
- низким уровнем боковых лепестков применяемого псевдослучайного кода
- обнаружением и исправлением ошибок при декодировании.

4.2.5. Внутрикомплексная речевая радиосвязь организована на носимых радиостанциях типа «Сапфир» производства Кыштымского радиозавода.

4.3. Работа комплекса с целью.

4.3.1. На большинстве известных ДПЛА чувствительный элемент целевой нагрузки (далее, для краткости, просто «целевая нагрузка») установлен в носовой части фюзеляжа. Есть примеры размещения целевой нагрузки и в средней части фюзеляжа. Например, в ДПЛА Sky Eye 80-х годов блистер с целевой нагрузкой выдвигался из средней части фюзеляжа на лифте.

4.3.2. Типичным образцом размещения целевой нагрузки является ДПЛА «Пчела-1Т» (телевизионный вариант). Эта целевая нагрузка (см. эскиз на рис. 4.2), сконструирована в виде блистера с формой, близкой к полусфере. Весь блистер поворачивается по азимуту (курсу) вокруг своей вертикальной оси симметрии на $\pm 175^\circ$. Установленная в блистере телевизионная камера прокачивается внутри блистера от $+5^\circ$ (чуть вверх) до минус 65° (вниз). Часть поверхности блистера перед возможными положениями входного зрачка телекамеры выполнена в виде прозрачной полоски. Для компенсации возмущений движения ДПЛА на азимутальный и угломестный приводы подаются сигналы угловой скорости от гироскопических датчиков угловой скорости, закреплённых на подвесе телекамеры. Поскольку стабилизация осуществляется только по двум углам из трёх возможных, то нескомпенсированный остаток возмущённого движения ДПЛА виден на изображении как лёгкое покачивание изображения вокруг центра кадра.

Описанная целевая нагрузка обеспечивает практически полный круговой просмотр местности вокруг ДПЛА. В 80-е годы такой способ построения целевой нагрузки ДПЛА был общепринятым.

4.3.3. Наряду с очевидными достоинствами описанная архитектура целевой нагрузки имеет три крупных недостатка.

Первый недостаток связан с большим лобовым сопротивлением, которое имеет блистер. Для уменьшения лобового сопротивления применяют механизм уборки блистера (лифт) на время полёта ДПЛА по маршруту.

Второй недостаток – это сложность и громоздкость поворотного механизма. Поворотный механизм и лифт составляют большую часть общей массы целевой нагрузки, поэтому её весовая отдача, как отношение массы телекамеры к массе механизмов, очень невелика.

Третий недостаток не столь очевиден, но очень важен. Практика применения ДПЛА «Пчела-1Т», вооружённого описанной выше целевой нагрузкой показала, что оператор, управляя телекамерой по азимуту и углу места, а также шириной поля зрения телекамеры, быстро теряет ориентировку в пространстве и способность к осмысленному поиску целей. Несмотря на то, что в комплексе «Строй-П» реализован алгоритм автоматического вывода ДПЛА на место предполагаемого нахождения цели, операторы всё равно управляют телекамерой по

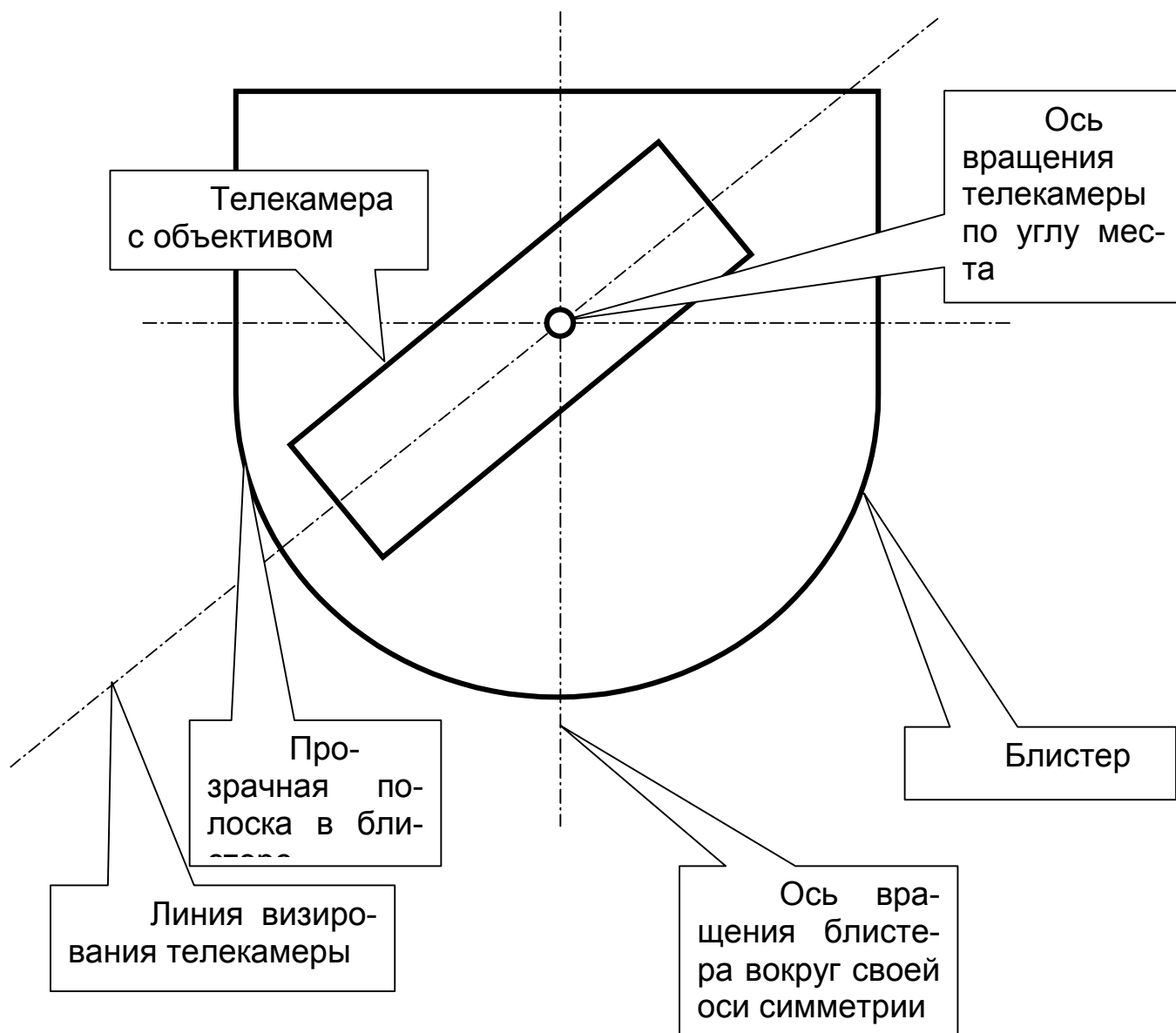


Рис. 4.2. Эскиз целевой нагрузки ДПЛА «Пчела-1Т»

своим представлениям о её ориентации с соответствующими результатами.

4.3.4. Перечисленные недостатки делают традиционный способ построения целевой нагрузки неприемлемым для ДПЛА ГрАНТ.

Для применения на малом ДПЛА перспективно построение целевой нагрузки по принципу Трала Чистякова. Основной идеей Трала является использование движения ДПЛА по курсу и по траектории для более подробного наблюдения цели взамен поворота телекамеры по азимуту и углу места. В Трале использованы три малогабаритные телекамеры с разными полями зрения и углами установки. Телекамеры расположены на стабилизированной по крену платформе таким обра-

зом, что их поля зрения размещаются на местности в соответствии с рис. 4.3.



Рис. 4.3. Размещение полей зрения телекамер Трала Чистякова на местности

Форма обзереваемой телекамерами поверхности напоминает рыболовецкий трал (другое значение названия «Трал» - это расшифровка: «телевизионная разведывательная аппаратура лёгкая»).

Алгоритм работы Трала таков. Оператор просматривает подстилающую поверхность через первую широкоугольную камеру. При появлении на изображении подозрительного объекта оператор щёлкает по изображению объекта мышью. ДПЛА начинает наводиться в горизонтальной плоскости на подозрительный объект. Изображение объекта постепенно перемещается к вертикальной средней линии изображения и приближается (смещается к нижней границе изображения). Изображение объекта становится крупнее. Когда изображение объекта переходит в поле зрения второй широкоугольной камеры, то происходит автоматическое переключение на эту камеру. Оператор постоянно подтверждает свой интерес к объекту щелчком мыши по его изображению. При определённом приближении к объекту оператор распознаёт его как цель (или как ложную цель). В конце концов, ДПЛА пролетает над целью. В процессе пролёта над целью автоматически запоминаются три последовательных изображения цели и окружающей её местности от узкоугольной телекамеры. Одновременно запоминается сопутствующая (навигационная и пилотажная) информация. По этим изображениям и сопутствующей информации можно вычислить координаты цели. Поскольку изображения получены при пролёте над целью, то влияние ошибок измерения ориентации ДПЛА,

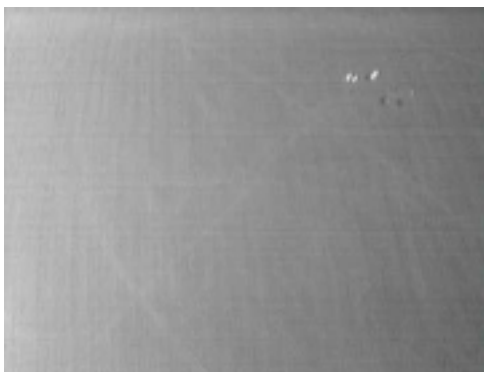
платформы Трала и высоты ДПЛА исключительно мало, и ошибка измерения координат цели, по сути, совпадает с ошибкой измерения координат ДПЛА. При использовании дифференциальной спутниковой радионавигации величина ошибки составляет единицы метров.

4.3.5. Ниже приведены несколько кадров, поясняющих работу Трала, Кадры получены из Интернета со страницы

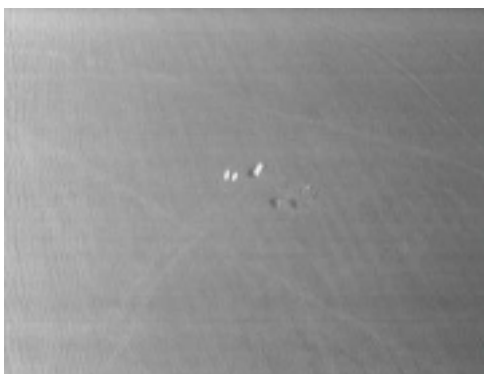
<http://novik-xxi.narod.ru/maks/TralCh.htm>

Снимки представляют собой оцифрованные в реальном масштабе времени телевизионные кадры и сделаны комплексом ГрАНТ при пролёте ДПЛА над целью на высоте 400 м.

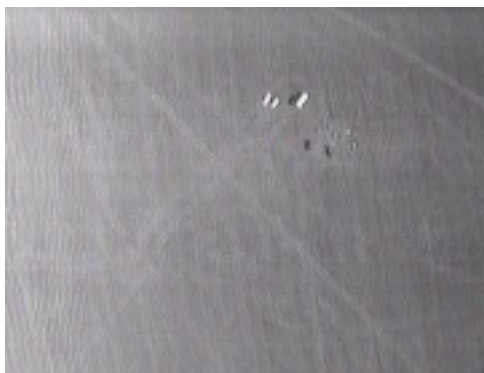
Право использования Трала Чистякова предоставляется всем лицам и организациям, разрабатывающим и производящим ДПЛА, при условии обязательного указания в документации фирменного наименования метода “Трал Чистякова”.



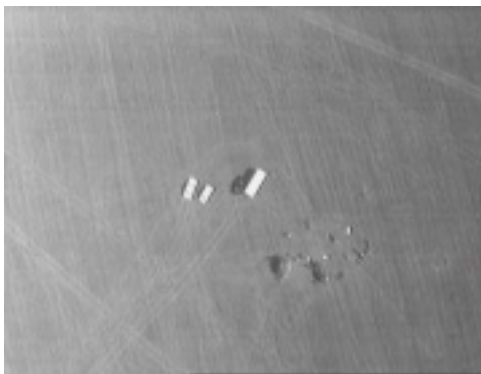
Кадр 1. Первая широкоугольная телекамера. На экране появился подозрительный объект. Оператор щёлкает по изображению объекта мышью и ДПЛА начинает автоматически наводиться на объект в горизонтальной плоскости. Благодаря стабилизации телекамер по крену, изображение местности при крене ДПЛА не уходит в сторону



Кадр 2. Первая широкоугольная телекамера. Подозрительный объект за счёт наведения ДПЛА на него переместился в середину экрана. Уверенность оператора в том, что это какая-то цель, укрепляется. Оператор подтверждает наведение на цель щелчком мыши.



Кадр 3. Вторая широкоугольная телекамера. Подозрительный объект, который уже уверенно можно назвать групповой целью, перешёл в поле зрения второй широкоугольной телекамеры. Произошло автоматическое переключение передачи ТВ сигнала на эту телекамеру. Оператор подтверждает наведение на цель щелчком мыши.



Кадр 4. Вторая широкоугольная телекамера. ДПЛА продолжает приближаться к цели и наводиться на неё. Изображение цели становится ещё крупнее. Можно провести предварительное распознавание цели. Это скопление людей и техники. Видны два белых автомобиля, белый автобус, в тени автобуса - чёрный автомобиль, и два стоящих отдельно специальных автомобиля защитного цвета.



Кадр 5. Смотрящая вниз узкоугольная телекамера. ДПЛА пролетает над целью. Цель видна во всех подробностях. Кадр с изображением цели вместе с сопутствующей навигационной и пилотажной информацией автоматически запоминается в ЭВМ оператора. На запомненном изображении оператор или штурман щелчком мыши могут измерить координаты элементов цели с точностью до единиц метров и передать их потребителю.

4.3.6. Конструктивно Трал представляет собой корпус в виде параллелепипеда, располагаемый длинной стороной по направлению полёта ДПЛА. Для стабилизации Трала по крену достаточно одной рулевой машинки, управляемой от бортовой ЭВМ ДПЛА по имеющимся в ней данным о крене ДПЛА. Для обзора местности в средней части фюзеляжа ДПЛА снизу имеется люк. Над люком, внутри фюзеляжа, размещается Трал. Люк закрывается при повороте корпуса Трала на 90° той же рулевой машинкой, которая обеспечивает стабилизацию Трала по крену в рабочем положении.

4.3.7. Построение чувствительной части целевой нагрузки в виде Трала Чистякова, видимо, является оптимальным для малых ДПЛА. По этому методу могут быть применены ИК камера, а с некоторой модификацией и цифровая фотоаппарат. Единственный недостаток Трала по сравнению с традиционной целевой нагрузкой, описанной выше, заключается в невозможности длительного непрерывного сопровождения цели. Такова плата за малые габариты, массу и высокую точность измерения координат цели. Этот недостаток искупается запоминанием изображений на НПУ и неограниченными возможностями повторных заходов на цель.

Поскольку Трал не требует размещения в носовой части фюзеляжа ДПЛА, то возможно переднее размещение силовой установки с тянущим винтом. Это аэродинамически выгоднее заднего расположения с толкающим винтом.

4.4. Устройство и работа ДПЛА

4.4.1. ДПЛА ГрАНТ выполнен по нормальной самолётной схеме моноплана с высоко расположенным свободно несущим крылом с передним расположением силовой установки с тянущим воздушным винтом. Такая схема на 15..20% аэродинамически более выгодна, чем более распространённая схема ДПЛА с задним расположением силовой установки с толкающим воздушным винтом. Кроме того, нормальная самолётная схема является более «прощающей», что важно для создания алгоритмов автоматического управления ДПЛА.

4.4.2. Планер ДПЛА ГрАНТ изготавливают по серийно пригодной вакуумной технологии, обеспечивающей полную повторяемость ДПЛА. Это важно для отработки алгоритмов автоматического управления ДПЛА, в основе которых лежит математическая модель ДПЛА.

Планеры, изготовленные по вакуумной технологии, очень прочны, жёстки и лёгки. Высокая прочность достигается за счёт замкнутости деталей планера наподобие скорлупы яйца.

4.4.3. В основе силовой установки ДПЛА ГрАНТ лежит двухтактный двухцилиндровый оппозитный двигатель, работающий на бензино-масляной смеси.

ДПЛА ГрАНТ адаптирован к работе с одним из двух двигателей электросиловой установки:

- отечественный двигатель СМ-46 разработки НПКЦ «Новик-XXI век»
- аналогичный германский двигатель фирмы 3W (с доработкой вала и задней стенки для сопряжения с электрогенератором).

Может быть использован и любой другой двигатель данного класса при условии возможности вывода вала для сопряжения с электрогенератором.

Для подавления шума выхлопа двигатель ДПЛА оснащается двумя глушителями.

4.4.4. На задней крышке двигателя электросиловой установки смонтирован электрогенератор на кобальт-самариевых постоянных магнитах. Электрогенератор выдаёт трёхфазное переменное напряжение, амплитуда и частота которого в широких пределах зависят от частоты вращения вала двигателя.

4.4.5. Для выпрямления и стабилизации напряжения электрогенератора в составе системы вторичного питания ДПЛА предусмотрен выпрямитель-нормализатор, обеспечивающий напряжением 27 В гироскопическую вертикаль и блоки вторичного питания отдельных устройств БРЭО ДПЛА и системы зажигания.

4.4.6. Для обеспечения работы электросиловой установки используется система электронного зажигания с изолированными цепями питания и выходного высоковольтного напряжения искрообразования. При использовании отечественного двигателя СМ-46 применяет-

ся отечественная система электронного зажигания разработки НПКЦ «Новик-XXI век», а при использовании двигателя фирмы 3W – система электронного зажигания, поставляемая вместе с двигателем.

4.4.7. БРЭО ДПЛА состоит из бортового оборудования управления (БОУ) и целевой нагрузки. Укрупнённая функциональная схема БРЭО показана на рисунке 4.4.

4.4.8. Информационно-логическим центром БРЭО, БОУ и всего ДПЛА является БЦВМ, которая служит для сбора и обработки всей информации, доступной на борту ДПЛА. Результатом работы БЦВМ являются управляющие воздействия на исполнительные органы (рулевые машинки) БОУ и целевой нагрузки, команды на включение/выключение двигателя и целевой нагрузки, переключение режимов работы бортового приёмоответчика, а также телеметрическая, (прежде всего, навигационная) информация для передачи по КНР на ППУ.

4.4.9. Датчиками информации для БЦВМ служат:

- приёмник СРНС, входящий в состав БЦВМ
- баровысотомер, входящий в состав БЦВМ
- гироскопическая вертикаль
- бортовой приёмоответчик (квантованное на два уровня «0» и «1» выходное напряжение детектора).

4.4.10. Исполнительными органами для БЦВМ являются:

- рулевая машинка сектора газа двигателя ДПЛА
- рулевые машинки левого и правого элеронов
- рулевая машинка руля высоты
- рулевая машинка поворота оптико-электронного блока целевой нагрузки по крену
- бортовой приёмоответчик (вход модулятора, вход переключателя «Приём/Передача», вход переключателя частотных каналов)
- вторичные источники питания системы зажигания и целевой нагрузки (включение/выключение).

4.4.11. Основным датчиком ориентации ДПЛА относительно земной системы координат является гироскопическая вертикаль. Конструктивно гироскопическая вертикаль представляет собой трёхступенной позиционный гироскоп с маятниковой коррекцией, заключённый в цилиндрический корпус. Масса и габариты гировертикали для приборов такого класса исключительно невелики:

- масса – не более 1 кг
- габариты – диаметр 90 мм, длина –200 мм.

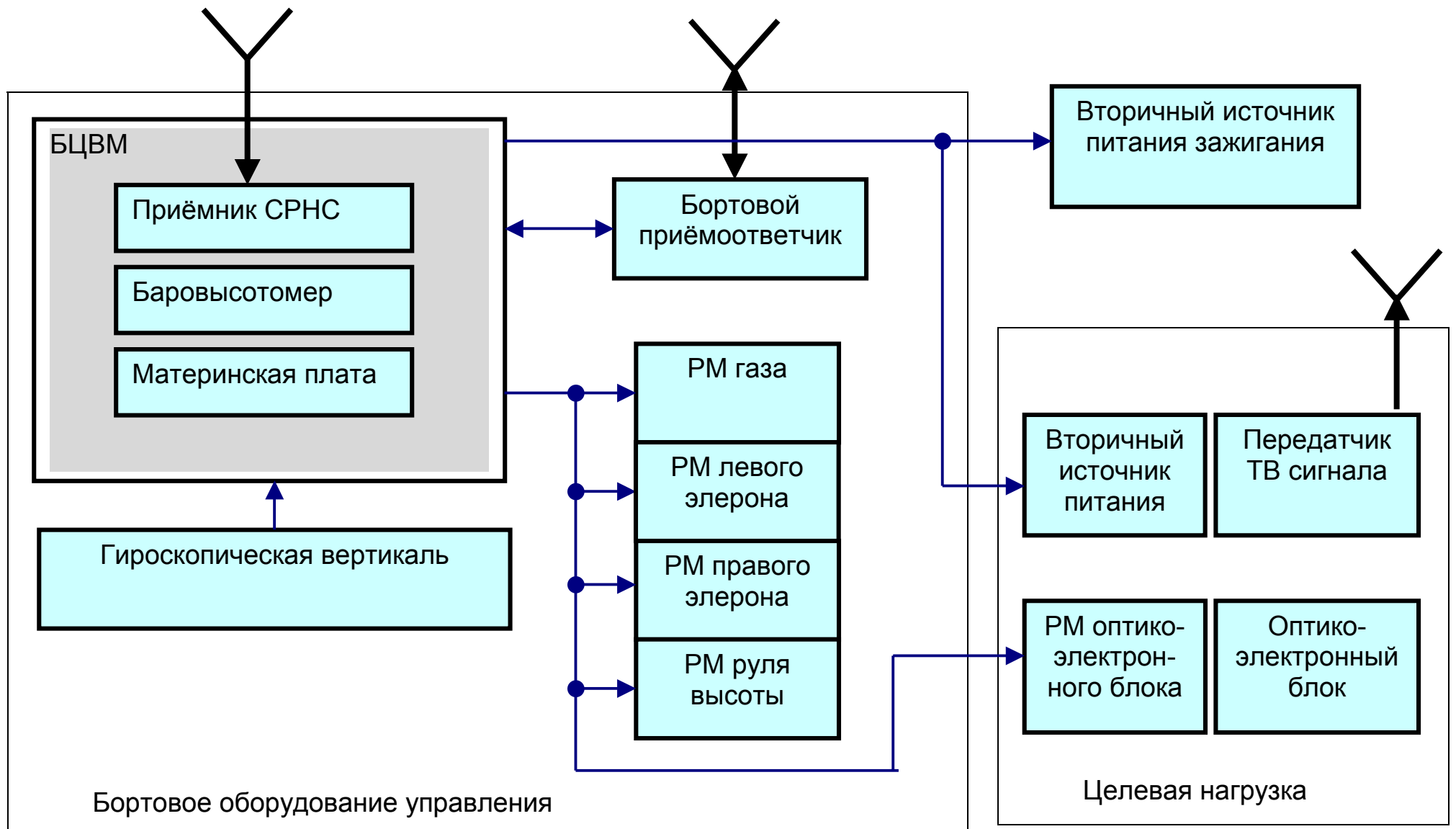


Рис. 4.4. Укрупнённая функциональная схема БРЗО ДПЛА

Гиروهертикаль обеспечивает измерение вертикальных углов ориентации ДПЛА (тангажа и крена) со среднеквадратичной ошибкой 1° при совершении ДПЛА манёвров по курсу с креном до 30° продолжительностью до 5 минут.

4.4.12. Баровысотомер в составе БОУ ДПЛА ГрАНТ необходим для дополнения сравнительно неточных данных приёмника СРНС о высоте ДПЛА. В БОУ ДПЛА ГрАНТ применён отечественный резонансный механический баровысотомер высокой точности с измерением абсолютной величины атмосферного давления. В таблице 4.2 приведено сравнение отечественного баровысотомера и импортного твёрдотельного баровысотомера фирмы Honeywell. Из таблицы видно, что импортный твёрдотельный баровысотомер существенно превосходит отечественный механический баровысотомер по массогабаритным характеристикам и простоте питания и интерфейса. Однако, отечественный баровысотомер на порядок превосходит импортный по основной характеристике - погрешности измерения давления.

Таблица 4.2. Варианты баровысотомеров

Характеристика	Отечественный баровысотомер	Импортный баровысотомер
Габариты, мм	20x80	12x5
Масса, г	32	5
Погрешность мм.рт.ст	0,1	1,5
Питание	От аналогового генератора колебаний 5 кГц	+5 В
Интерфейс	Измерение периода колебаний частотой около 5 кГц	Измерение выходного напряжения в диапазоне 0..+5В
Диапазон рабочих температур, Цельсия	минус 50..+50 град.	минус 40..+85

4.4.13. Приёмник СРНС служит для получения информации о текущих координатах и векторе путевой скорости ДПЛА. Приёмник СРНС обеспечивает также метки единого времени на борту ДПЛА, которые используются БЦВМ для организации алгоритмов, связанных с единым временем. В качестве приёмника СРНС может быть использован любой отечественный или импортный приёмник. Конкретно, применён приёмник SvecSix фирмы Trimble Navigation.

4.4.14. На ДПЛА ГрАНТ могут быть применены любые рулевые машинки, используемые в авиамодельной технике с моментом не менее 5,0 кг*см. В качестве рулевой машинки газа могут быть использованы машинки с меньшим моментом. Конкретно использованы машинки фирмы Futaba. Эти машинки были испытаны при температурах окружающей среды от минус 60°C до +60°C и показали свою работоспособность.

4.4.15. Работа ДПЛА состоит из следующих этапов:

- предстартовая подготовка
- старт и набор высоты
- полёт по маршруту к цели
- работа в районе цели
- полёт по маршруту к месту посадки (старта)
- снижение и посадка
- подготовка к повторному применению или укладка в транспортный отсек.

Описание работы ДПЛА на каждом этапе содержится в инструкции по эксплуатации комплекса и ДПЛА.

4.5. Устройство и работа ППУ

4.5.1. Передвижной пункт управления (ППУ) комплекса ГрАНТ является информационным центром комплекса. На рисунке 4.5 приведена укрупнённая функциональная схема ППУ.

4.5.2. Всё оборудование ППУ частично размещается на крыше автомобиля УАЗ-3962 (комплекс радиоантенн КРАнт), частично - в салоне автомобиля. По этому признаку составные части ППУ сгруппированы и на функциональной схеме.

4.5.3. По выполняемой функции составные части ППУ и информационные связи между ними можно условно разделить на три канала:

- канал приёма и обработки ТВ сигнала
- канал управления ориентацией зеркала ТВ антенны
- канал командно-навигационной радиолинии.

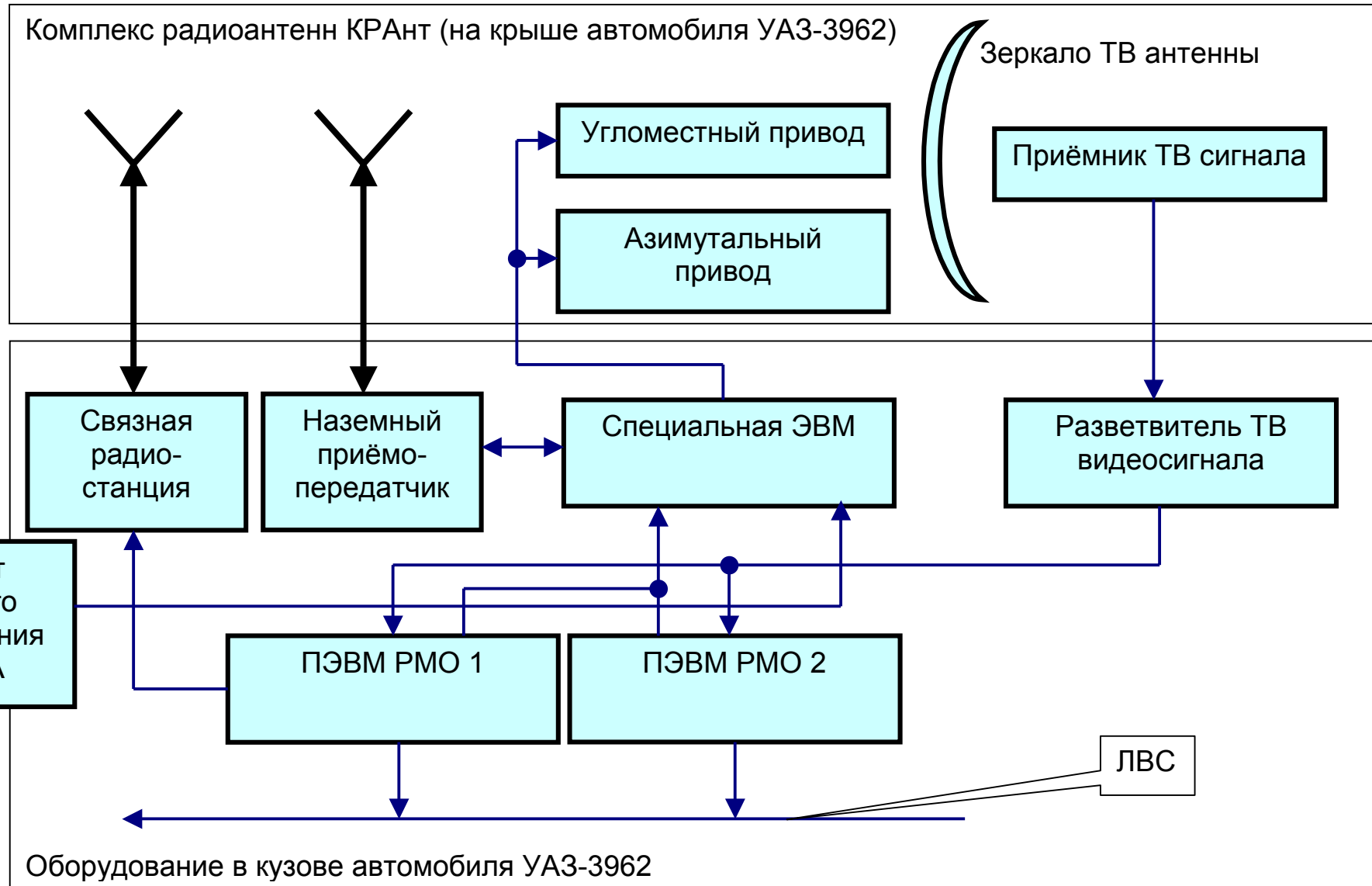


Рис. 4.5. Укрупнённая функциональная схема ППУ

4.5.4. ТВ радиосигнал фокусируется зеркалом антенны ТВ радиоканала на приёмнике ТВ радиосигнала и принимается последним. Принятый видеосигнал разветвляется на две персональных ЭВМ (ПЭВМ) рабочих мест операторов (РМО), которые объединены в локальную вычислительную сеть.

4.5.5. Наземный приёмопередатчик обеспечивает связь с ДПЛА в прямом и обратном направлениях по командно-навигационной радиолинии. Кодирование/декодирование информации проводит специальная ЭВМ, полностью идентичная БЦВМ ДПЛА.

4.5.6. Специальная ЭВМ обеспечивает также измерение координат ППУ встроенным приёмником СРНС, а также измерение давления в месте размещения ППУ встроенным баровысотометром. Она же проводит расчёт дифференциальных поправок СРНС для передачи по КНР на ДПЛА.

Кроме того, специальная ЭВМ обеспечивает управление ориентацией зеркала ТВ антенны, выдавая команды поворота на азимутальный привод колонны антенны и на угломестный привод антенны.

Специальная ЭВМ принимает также команды пульта ручного управления ДПЛА и ретранслирует их по КНР на борт ДПЛА при управлении ДПЛА вручную после старта при наборе высоты и перед посадкой на снижении.

4.5.7. ПЭВМ рабочих мест обеспечивают приём и отображение как ТВ информации, так и информации, поступающей по КНР.

ПЭВМ объединены в локальную вычислительную сеть (ЛВС), к которой могут быть подключены дополнительные ЭВМ (например, от приданной командно-штабной машины), а также станция связи для выхода в Интернет или для связи со специальными потребителями.

4.5.8. Выход в Интернет и связь потребителями могут быть организованы также через связную радиостанцию ППУ с использованием модема ПЭВМ рабочих мест. Для выхода в городские телефонные сети связная радиостанция снабжена специальной ответной приставкой для подключения к автоматическим телефонным станциям.

4.5.9. Для разгрузки операторов от большого объёма информации при наблюдении цели применён следующий способ. Функционально идентичные рабочие места условно разделяются на рабочее место оператора и рабочее место штурмана. Признаком для такого разделения служит способ работы с изображением.

Оператор работает с «живым» ТВ изображением, непосредственно поступающим с борта ДПЛА. Оператор, наблюдая ТВ изображение, щелчком «мыши» запоминает кадры, могущие представлять разведывательный интерес, и передаёт их вместе с сопутствующей навигационно-пилотажной информацией по ЛВС на ПЭВМ штурмана.

Штурман работает уже с запомненными изображениями, тщательно рассматривая их и измеряя координаты целей. По результатам

изучения изображений штурман формирует автоматизированные разведывательные донесения и передаёт их в Интернет или непосредственно потребителю.

4.6. Устройство и работа ТПУ

4.6.1. Транспортно-пусковая установка (ТПУ) предназначена для транспортирования и обеспечения старта ДПЛА. Устройство и работу ТПУ поясняют фотографии на рисунке 4.6.

4.6.2. Транспортной базой ТПУ служит автомобиль УАЗ-3303, на платформе которого расположены два транспортных отсека для укладки ДПЛА. В транспортные отсеки вдвигаются носилки с ДПЛА. Возможны два варианта носилок: на два ДПЛА каждые и на один ДПЛА каждые. Соответственно ТПУ может транспортировать (4) четыре или 2 (два) ДПЛА.

4.6.3. На транспортном отсеке, расположенном вдоль оси платформы смонтирован основной элемент ТПУ – пусковая стрела. Пусковая стрела представляет собой две параллельных направляющих, скреплённых между собой поперечными V-образными сварными балками из дюралюминия.

Каждая направляющая имеет длину 6,0 м и представляет собой пакет из трёх стальных труб, расположенных друг над другом. Нижняя труба называется поддерживающей, средняя – опорной, а верхняя – направляющей. Поддерживающая и опорная трубы скреплены друг с другом перемычками, а направляющая труба натянута на них наподобие тетивы лука.

4.6.4. На направляющие трубы при сборке надета разгонная каретка, которая может скользить по направляющим трубам. При этом каретка опирается роликами на опорные трубы. Разгонная каретка, будучи расположенной в начале пусковой стрелы, может быть зафиксирована специальным механизмом удержания, который запирается выдёргиваемым стартовым пальцем. В конце пусковой стрелы смонтированы фрикционные тормоза.

4.6.5. Привод разгонной каретки осуществляется через выходной трос четырёхкратного полиспаста за счёт энергии опускающегося наборного груза массой 215 кг. Для обеспечения мерного пути разгона полиспаст оборудован механизмом автоотцепки входного троса вместе с присоединённым к нему грузом по прохождении кареткой разгонного пути.

4.6.6. Размещение оборудования на платформе автомобиля составляет вдоль правого края платформы площадку обслуживания ДПЛА при предстартовой подготовке. Эта площадка огорожена лёгким ограждением. Ближе к кабине автомобиля на площадке смонтирован

ящик ЗИП с комплектом стартового оборудования. Доступ на площадку обеспечен откидной лестницей с заднего края платформы.

4.6.7. Старт ДПЛА происходит следующим образом. ДПЛА устанавливают на разгонную каретку, которую фиксируют в механизме удержания стартовым пальцем. На входном тросе полиспаста фиксируют накопитель груза и поочерёдно устанавливают на него отдельные гири наборного груза.

Проводят предстартовую подготовку ДПЛА, включая запуск двигателя электростартёром из комплекта стартового оборудования.

Выдёргивают стартовый палец из механизма удержания, в результате чего разгонная каретка под действием натяжения выходного троса полиспаста приходит в движение по пусковой стреле.

При достижении фрикционных тормозов каретка тормозится, а ДПЛА, в соответствии с первым законом Ньютона, продолжает движение и уходит в полёт.



Рис. 4.6. Иллюстрации работы ТПУ