

**ООО «ТеКнол»**  
**117342, Москва, ул. Введенского, 13Б,**

**e-mail: [contact@teknol.ru](mailto:contact@teknol.ru)**  
**<http://www.teknol.ru>**



## **Автономное Пилотажно- Навигационное Средство (ПНС-А)**

**Описание системы**

## Содержание

<b>Содержание.....</b>	<b>2</b>
<b>Перечень сокращений.....</b>	<b>3</b>
<b>Основания для применения на борту ВС.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Общие сведения .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Назначение ПНС-А.....</b>	<b>5</b>
<b>3 Решаемые задачи.....</b>	<b>6</b>
3.1 Подготовка к полёту .....	6
3.2 Полёт .....	6
3.3 Оперативное управление в полёте .....	6
3.4 Разбор полёта.....	6
3.5 Обеспечение безопасности полётов .....	7
<b>4 Состав ПНС-А.....</b>	<b>8</b>
<b>5 Технические характеристики .....</b>	<b>10</b>
<b>6 Режимы работы и индикационные кадры .....</b>	<b>11</b>
6.1 Индикационные кадры.....	12
6.1.1 Кадр 3D.....	13
6.1.2 Кадр 2D.....	14
6.1.3 Цифро-шкальная индикация.....	15
6.1.4 Карта .....	15
6.1.5 Комбинированные кадры.....	16
<b>7 Технические условия на установку .....</b>	<b>17</b>

### Перечень сокращений

ББД	–	бортовая база данных
ВПП	–	взлетно-посадочная полоса
ВС	–	воздушное судно
ИК	–	индикационный кадр
ЛА	–	летательный аппарат
МИНС	–	малогабаритная интегрированная (инерциально-спутниковая) навигационная система
ПНС-А	–	пилотажно-навигационное средство (автономное)
ППМ	–	поворотный пункт маршрута
СВС	–	система воздушных сигналов
ЦШИ	–	цифро-шкальная индикация
ЦКРМ	–	цифровая карта рельефа местности
ЭК	–	электронная карта

### Основания для применения на борту ВС

В соответствии с международными правилами, решение об использовании на борту ВС привносимой портативной электроники, не влияющей на работу его навигационного и связного оборудования, принимается владельцем ВС или его пилотом. Для небольших однодвигательных ЛА не требуется сертификации «электронного портфеля» или «электронного планшета летчика», при условии, что он не ставится на замену штатного оборудования. Установка оборудования не меняет метеоминимум ВС. Для применения в России имеется ТУ на установку на вертолеты типа Ми-8.

## 1 Общие сведения

ПНС-А является привносимым дополнительным легко устанавливаемым оборудованием, которое дублирует основные функции штатного пилотажно-навигационного комплекса ВС.

Автономность применения пилотажно-навигационного средства обеспечивается его независимым от штатного бортового оборудования функционированием в течение 2 часов непрерывной работы. ПНС-А позволяет проводить подготовку к полету и его выполнение при нахождении ВС вне основного аэродрома базирования.

ПНС-А представляет собой аппаратно-программный комплекс, основой программного обеспечения которого является пилотажно-навигационная индикация («образная индикация») в виде трехмерного (3D) и двухмерного (2D) графического представления образа полета.

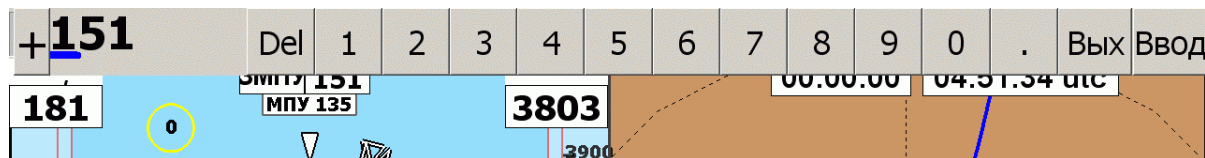
Образная индикация построена на основе параметров полета ВС, определяемых в блоке МИНС в результате комплексирования данных инерциальных датчиков и внешнего приемника спутниковой навигации.

ПНС-А реализует функцию **предупреждения экипажа о столкновении с земной поверхностью (препятствиями)**, аналогичную зарубежным системам типа CFIT и GPWS, TAWS.

Сенсорный экран позволяет пилоту быстро выбрать необходимый режим работы или сменить индикационный кадр нажатием на кнопки, которые отображаются на экране.

Управление программой осуществляется через кнопки «прямого доступа» и иерархические меню, вход в которое осуществляется через кнопки раскрытия меню режимов работы и индикационных кадров, соответственно кнопки **«Режим»** и **«ИК»**. Информация о включенном режиме или ИК выводится на кнопки раскрытия меню. Например, когда включен режим «Полёт», то название кнопки «Режим» изменяется на «Полёт». Если меню после выбора режима само не закрывается, то для освобождения информационного поля экрана от раскрытого меню необходимо повторно нажать кнопку раскрытия (закрытия) меню, при этом о включенном режиме можно судить по надписи на кнопке.

Для оперативного ввода значений параметров используется автоматически вызываемое наборное цифровое поле. При необходимости ввода числовых данных необходимо кликнуть по изменяемому параметру, при этом выводится панель цифрового ввода. В верхней части экрана появляются кнопки с цифрами и поле форматного ввода:



При подведении указателя «мыши» к какой-либо кнопке выводится интерактивная «подсказка» назначения этой кнопки. На табло в левой половине верхней строки экрана выводится сигнализация о превышении параметров полёта и снижении ниже минимальной безопасной высоты полёта.

## 2 Назначение ПНС-А

Автономное пилотажно-навигационное средство предназначено для **обеспечения безопасности полетов**. В ПНС-А реализован полный цикл подготовки и производства полетов (рис.1), который включает:

- формирование базы данных аэронавигационной информации,
- планирование полётного задания,
- тренаж (процедурный тренажёр),
- полёт,
- разбор.

### Цикл производства полетов

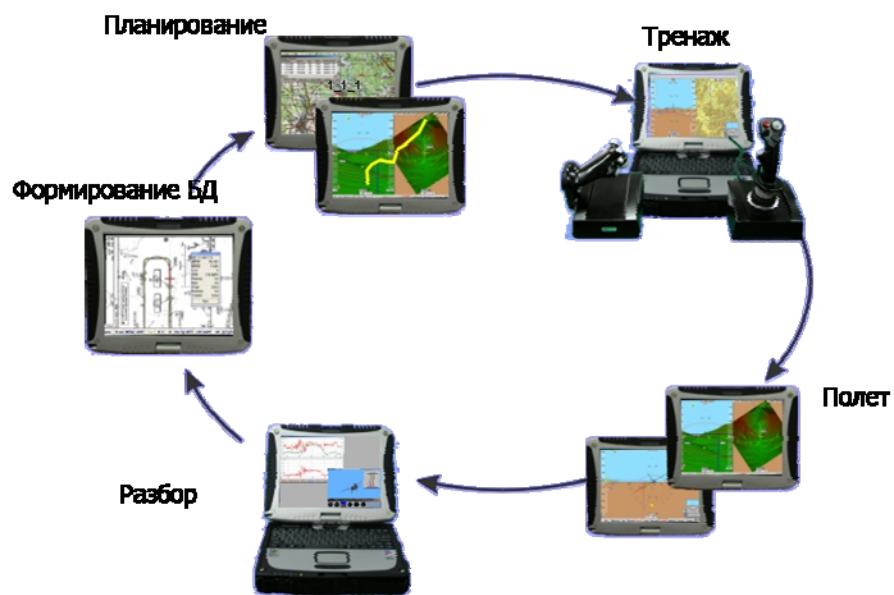


Рисунок 1

### **3 Решаемые задачи**

#### **3.1 Подготовка к полёту**

1. Формирование бортовой базы данных аэронавигационной информации.
2. Построение безопасной траектории маршрута.
3. Формирование маршрута по записям ранее выполненного полёта.
4. Выполнение полёта по запрограммированному маршруту с помощью процедурного тренажёра в ручном и автоматическом режимах.

#### **3.2 Полёт**

1. Выполнение взлёта, полёта по маршруту и посадки с использованием образной индикации.
2. Выдача информации о темпе гашения скорости и уменьшении высоты полёта при выполнении захода на посадку.
3. Определение времени полёта, азимута и дальности до любой точки указанной на карте.
4. Определение времени полёта и дальности до ППМ с указанием времени их пролёта.
5. Обеспечение временного графика полёта по маршруту.
6. Ручная и автоматическая смена индикационных кадров при выполнении захода на посадку.
7. Предупреждение о столкновении с земной поверхностью или с препятствием.
8. Обеспечение совместной работы двух компьютеров в синхронном режиме и в режиме приёма-передачи.
9. Запись траектории и параметров полёта для разбора.
10. Запись в ББД оперативных точек по маршруту, оперативных схем захода и траектории оперативного маршрута в режиме «GoTo».

#### **3.3 Оперативное управление в полёте**

1. Смена в полёте всего маршрута или отдельных его элементов.
2. Формирование траектории оперативного маршрута полёта в режиме «GoTo».
3. Выбор аэродрома и схемы захода на посадку осуществляется из ранжированного по дальности списка аэродромов.
4. Построение траектории полёта входа по касательной к схеме захода на посадку.
5. Изменение высоты запланированной траектории полёта по маршруту на заданную высоту (при изменении эшелона полёта).
6. Заход по оперативной схеме на площадку, подобранную с воздуха.
7. Изменение курса захода на посадку.

#### **3.4 Разбор полёта**

В процессе полёта все навигационные данные, поступающие с блока навигационной системы, могут быть сохранены. Программное обеспечение ПНС-А позволяет воспроизводить файлы данных с целью анализа проведённого полёта.

### **3.5 Обеспечение безопасности полётов**

Пилотажно-навигационное средство обеспечивает безопасность полётов за счёт реализации полного цикла подготовки и производства полётов. Обеспечение безопасности полета начинается с этапа заблаговременной подготовки экипажа и реализуется на всех этапах полета. В ПНС-А реализованы следующие функции, позволяющие повысить безопасность полётов:

1. Формирование в бортовой базе данных безопасных траекторий полёта в соответствии с утвержденными маршрутами и схемами заходов на аэродромах (площадках).
2. Ввод параметров и координат препятствий, опасных зон с отображением их трёхмерном и двумерном виде.
3. Проведение предварительного тренажа предстоящего полета с целью:
  - проверки сформированной траектории полета на не столкновение с земной поверхностью,
  - точности привязки электронных карт и цифровых карт рельефа местности.
4. Своевременная выдача на табло предупреждающей информации о возможности превышения эксплуатационных ограничений (скорости, крена, перегрузки), опасной высоты, потери спутников GPS, отказа приемника GPS и инерциального блока.
5. Система предупреждения экипажа о столкновении с земной поверхностью (препятствиями), аналогичная зарубежным системам типа CFIT и GPWS.
6. Построение линии минимально безопасной высоты полета (мажоранты), повторяющей рельеф и приподнятой над ним на высоту, определённую руководящими документами. Мажоранта отображается впереди ВС по курсу полёта на прогнозной дальности, величина которой зависит от путевой скорости.
7. Наличие цифровой карты рельефа местности с точной привязкой.
8. Программа торможения вертолёта при заходе на ВПП или площадку, подобранную с воздуха.
9. Улучшенная навигационно-пространственная ориентировка.
10. Снижение напряженности и утомляемости пилотирования в длительных полетах.
11. Точное пилотирование по заданным траекториям (включая схемы захода на посадку) с выдерживанием параметров полёта в директорном режиме.
12. Выявление и исключение ошибок в технике пилотирования ЛА за счёт анализа проведённых полётов.

## 4 Состав ПНС-А

В состав ПНС-А входят (рис. 2):

1. Приемник спутниковой навигационной системы (модель может быть выбрана по желанию заказчика);
2. Блок малогабаритной интегрированной навигационной системы (МИНС) «КомпаНав-2»;
3. Блок коммутации сигналов со встроенным аккумулятором и выносным выключателем.
4. Один или два мобильных компьютера CF-19 (летчику или летчику и штурману);
5. Система воздушных сигналов (опция).

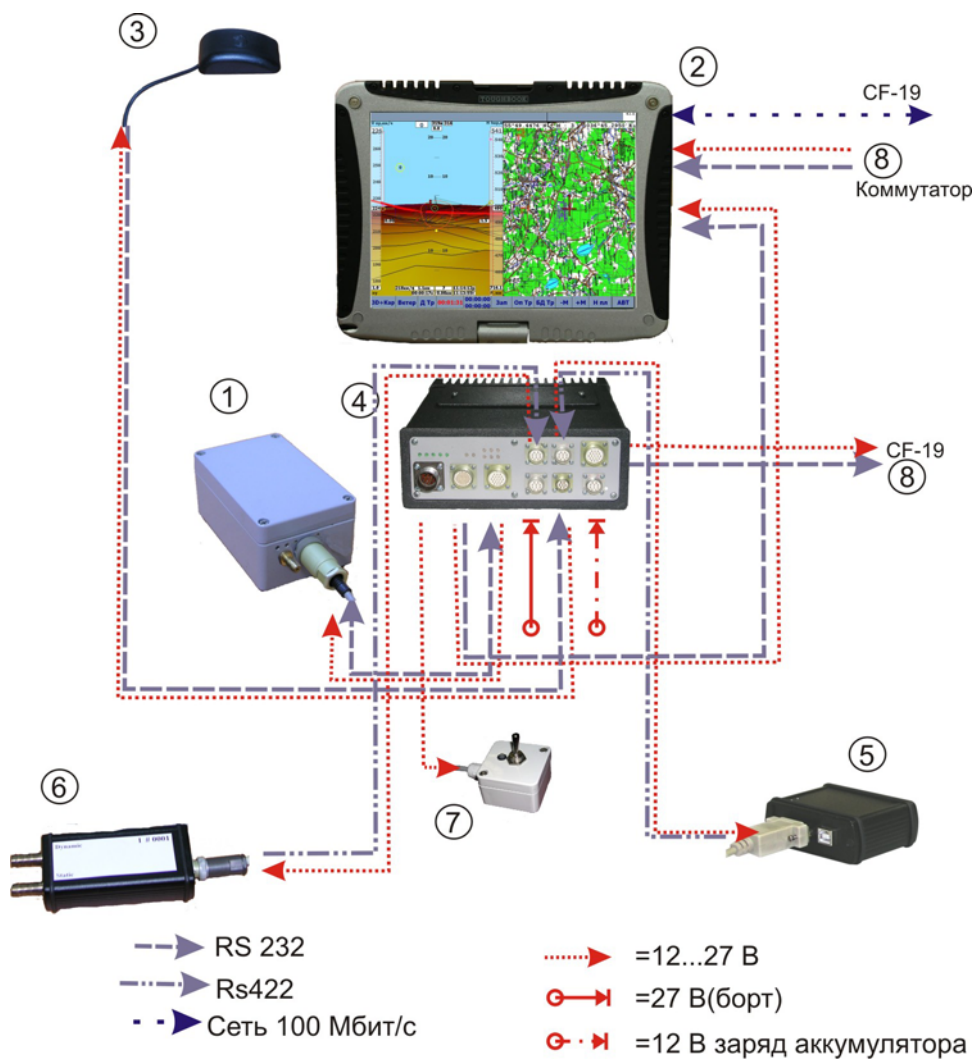
Коммутатор подключается к бортовому питанию и в случае его отсутствия обеспечивает питание блока INS/GPS от встроенного аккумулятора.

С целью обучения летного состава логике работы ПНС-А и образной индикации в состав ПНС-А введён джойстик.

### Состав ПНС



Рисунок 2



1. МИНС КомпаНав-2
2. Планшетный компьютер CF-19
3. Приемник СНС
4. Коммутатор с резервным источником питания
5. Магнитный зонд (опция)
6. СВС (опция)
7. Выключатель-индикатор
8. Двухканальное резервирование (опция)

**Рисунок 3.** Принципиальная схема коммутации

## 5 Технические характеристики

Технические характеристики \* ПНС-А представлены в таблице 1.

Таблица 1.

### Точностные и технические характеристики МИНС «КомпаНав-2»

Тангаж, крен:	
Ограниченная маневренность	0,5..0,7°
Высокая маневренность	2..3°
Курс	0,7..2°
Скорость	0,2 м/с
Координаты	15м
Высота	6м

Интерфейс	RS232
Скорость обновления	50 Гц
Время готовности	30 с
Диапазон рабочих температур	-40..+70°С
Удар	20g
Напряжение питания	8-30 В
Потребляемая мощность	<1,5 Вт

Рабочие диапазоны:	
Угловая скорость	±150°/с
Линейное ускорение	±10g
Тангаж	±90°
Крен	±90°
Курс	0..360°

Размеры	125x80x57 мм
Вес	<0,7 кг

### Технические характеристики Panasonic CF-19 (MIL-STD-810F)

Intel Core Duo 1,2 ГГц
HDD 80 Gb
RAM 1,5 Gb
RS 232
Яркость экрана 500NIT

Мощность 60 Вт
Рабочая температура 0..+60° С
Температура хранения -40..+60° С
Вес 2 кг

\* - в технические характеристики оборудования могут быть внесены изменения. Уточняйте информацию у производителя.

## 6 Режимы работы и индикационные кадры

ПНС-А позволяет реализовать полный цикл подготовки и производства полётов, включая процедурный тренаж и анализ полёта. Программное обеспечение состоит из двух основных программ: ПНС-А и ББД.

В программе ББД (бортовая база данных) осуществляется планирование маршрута. В маршрут входят:

- аэродромы,
- карты,
- рельеф,
- дополнительные карты,
- оперативная схема захода на посадку,
- препятствия,
- файл со списком навигационных точек,
- список ППМ.

Маршрут может быть сформирован как из готовых элементов, хранящихся в базе данных, так и из новых, которые создаются в программе ББД.

В программе ПНС-А выполняются полёт, тренаж, воспроизведение записей полётных данных.

Если существует возможность установки на борту двух комплектов ПНС-А (для лётчика и для штурмана), оба комплекта могут быть объединены в сеть и работать совместно. Совместная работа двух мобильных компьютеров предназначена для повышения эффективности работы экипажа в полете. При этом реализованы 2 варианта совместной работы:

- Синхронный – смена индикационных кадров происходит на обоих компьютерах синхронно (например, штурман управляет компьютером пилота)
- Режим приёма-передачи. Передача и приём информации (индикационного кадра) с одного компьютера на другой после нажатия кнопки передачи (приёма).

В ПНС-А реализованы две системы измерения:

- «СИ» - международная система измерений, в которой высота, скорость и атмосферное давление выводятся, соответственно в метрах, км/ч и мм рт.ст.
- «АС» американская система измерений, в которой высота, скорость и атмосферное давление выводятся, соответственно в футах, милях/час и миллибарах.

В зависимости от текущего режима полёта предусмотрена индикация различных типов путевого угла (Таблица 2).

Таблица 2.

ЗИПУ	–	Угол между северным направлением истинного меридиана, проходящего через ЛА и направлением на активный ППМ.
ИПУ	–	Угол между северным направлением истинного меридиана, проходящего через ЛА и вектором путевой скорости. (Значения индицируются в окне ИПУ).
ИК	–	Истинный курс (индицируется в режиме висения).
ЗМПУ	–	Магнитный путевой угол. (Индицируется при нажатии кнопки «Ист. курс»/ «Магн.курс»).
МК	–	Магнитный курс (между северным направлением магнитного меридиана и продольной осью ВС).

### 6.1 Индикационные кадры

Индикация полётной информации осуществляется на пилотажных и навигационных индикационных кадрах:

- 3D (пилотажный кадр)
- ЦШИ (цифро-шкальная индикация)
- 2D (навигационный кадр)
- Карта,

а также на комбинированных кадрах:

- 3D+2D
- 3D+ЦШИ
- ЦШИ+Карта
- 3D+Карта

На кадрах 3D, 2D и комбинированных кадрах может быть отображена цифровая карта рельефа местности в трёхмерном и двумерном виде соответственно.

### 6.1.1 Кадр 3D

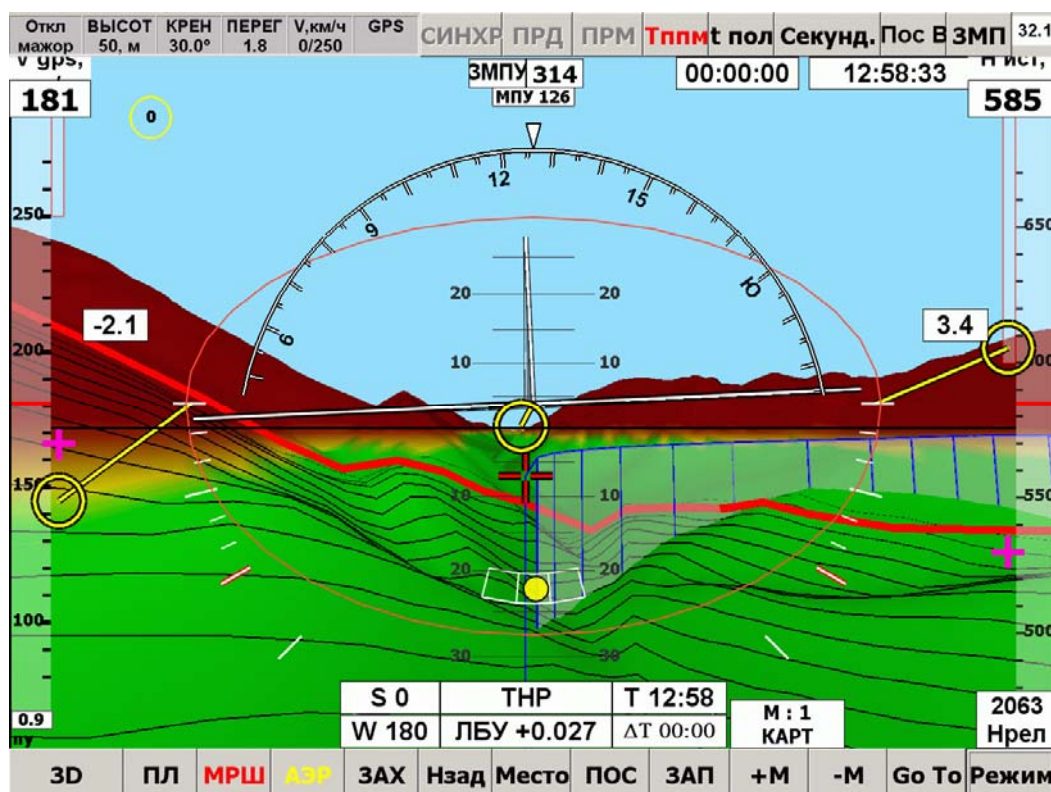


Рисунок 4. Трёхмерный индикационный кадр

Трёхмерный (3D) индикационный кадр является основным пилотажным кадром. Пилотажно-навигационная информация в этом кадре отображается в виде графических образов полета, хорошо известных и понятных летному составу. Например: силуэт ЛА в виде треугольника, вектор результирующей силы, искривляющей траекторию полета, рельеф подстилающей поверхности, линия опасной высоты (мажоранта), псевдообъемное изображение заданной траектории полета с крестом, отмечающим запланированное направление полета в пространстве. Крест перемещается по траектории на расстоянии прогнозной дальности от ВС. В образной индикации применяются подвижные линейные шкалы скорости и высоты, при этом скорость изменения соответствующих параметров (ускорение в каналах скорости и высоты) показывается прогнозными векторами желтого цвета с кольцами.

При наличии в районе полёта препятствий, внесённых в бортовую базу данных, они будут отображаться в кадре 3D в виде трёхмерных объектов с «колпаком» безопасной зоны пролёта (при необходимости его можно скрыть), см. рис.5.

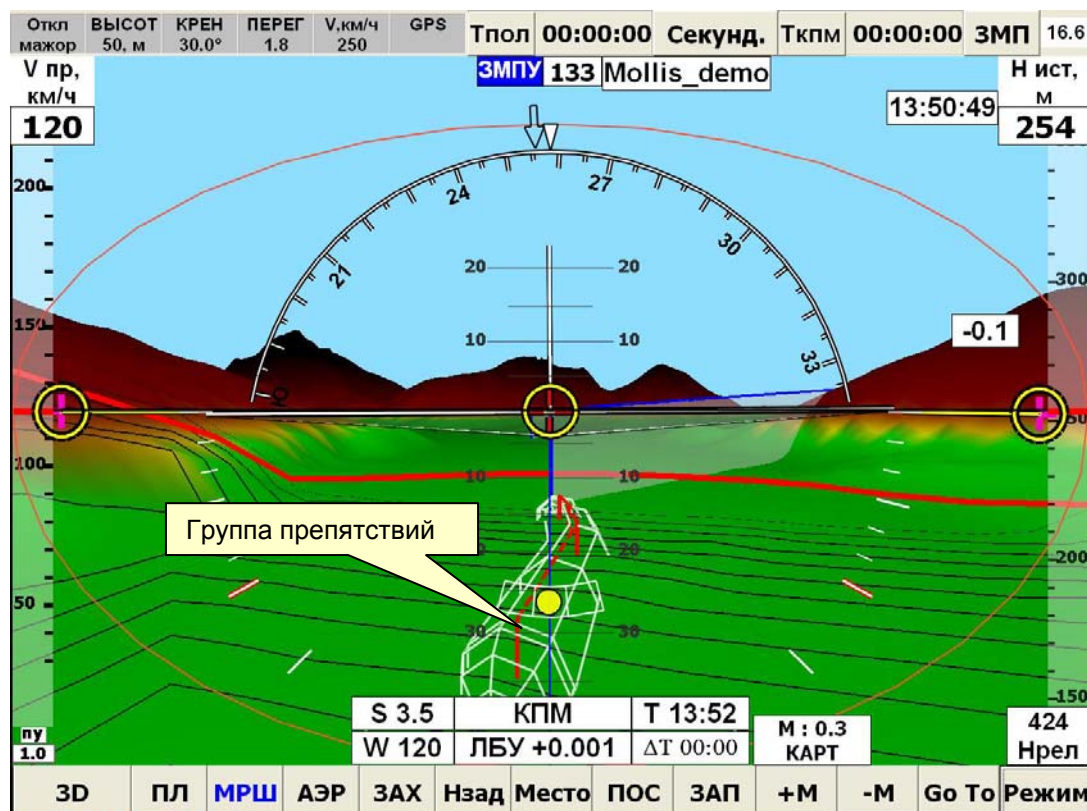


Рисунок 5

### 6.1.2 Кадр 2D

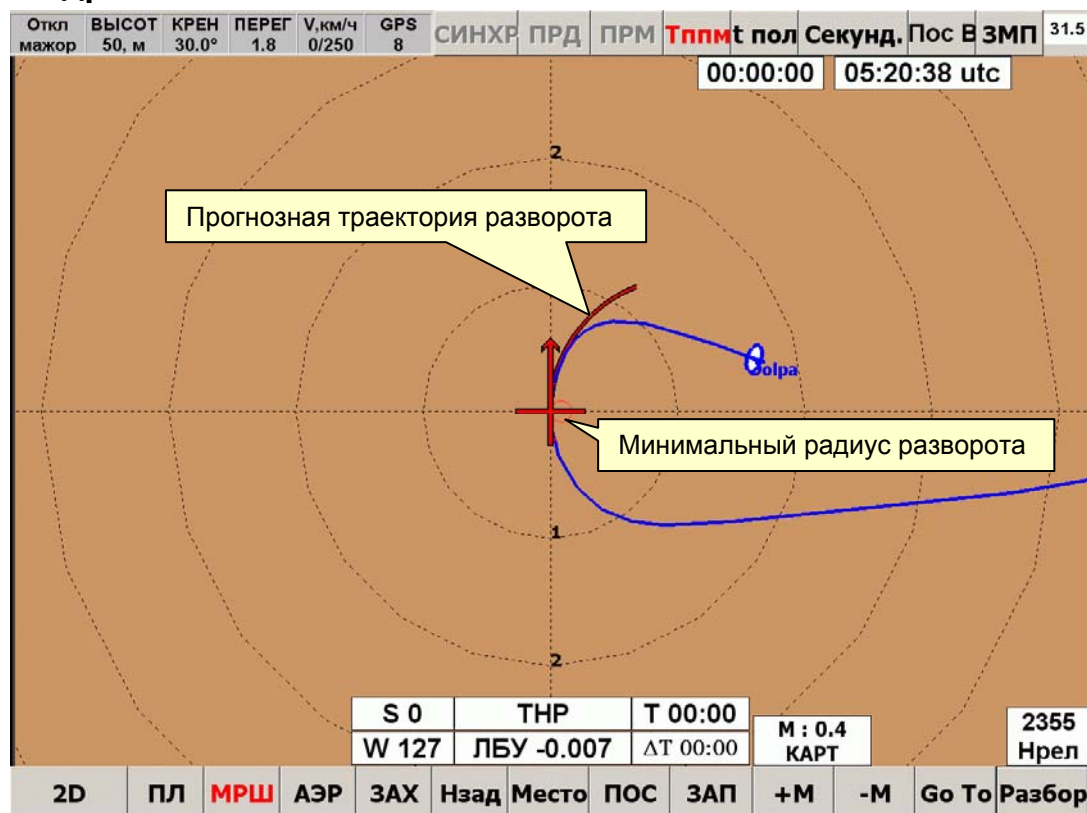


Рисунок 6

В кадре 2D (пилотажный кадр, вид в плане) отображается навигационная информация в виде следующих графических образов: силуэт ВС, прогнозная траектория

разворота ВС в горизонте, минимальный радиус разворота, заданная траектория полета с ППМ, запретные области полета, одиночные и групповые препятствия.

### 6.1.3 Цифро-шкальная индикация

Кадр цифро-шкальной индикации (ЦШИ) имитирует приборную доску ВС со следующими приборами: авиагоризонт с директорными планками и указателем скольжения, указатель скорости с цветокодированием минимальной, максимальной и заданной скорости полета, вариометр, навигационно-плановый прибор, барометрический высотомер и высотомер малых высот с цветокодированием минимальной высоты полета. Все приборы кроме авиагоризонта снабжены счетчиками отображаемых величин. В авиагоризонте имеется возможность оптимальной настройки масштабов шкалы тангажа, а также юстировочных значений крена, тангажа и указателя скольжения. При настройке юстировочных значений величина изменяемых параметров отображается в верхней части шкалы авиагоризонта.

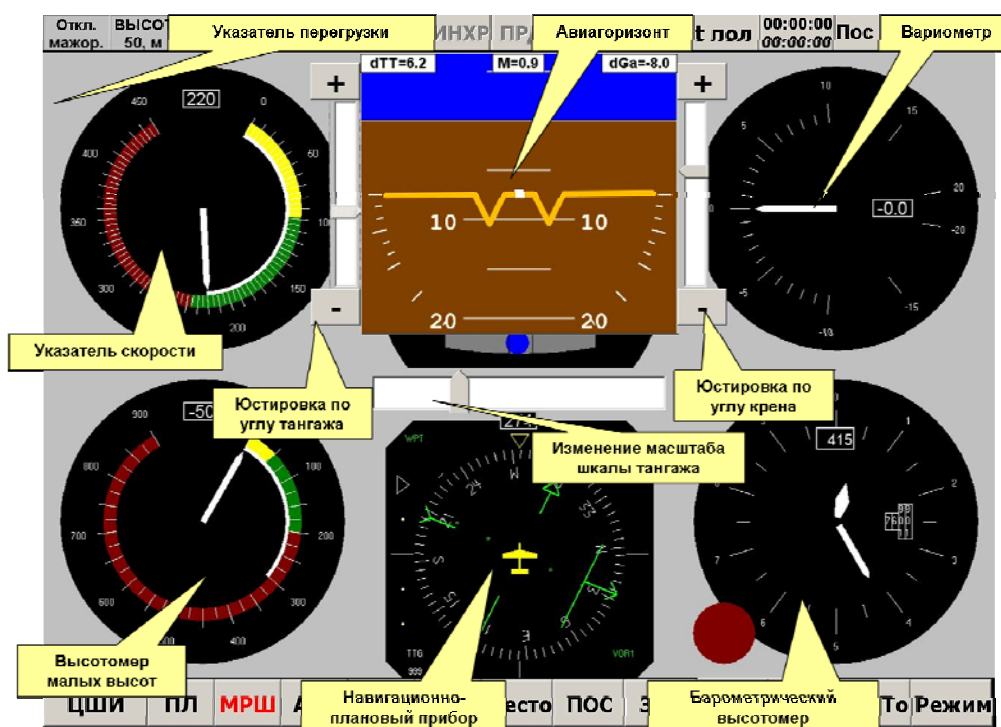


Рисунок 7. Кадр цифро-шкальной индикации

### 6.1.4 Карта

На ИК «Карта» отображается растровая карта (космический снимок) выбранного масштаба, используемая летчиком для навигационной ориентировки на местности или проведения коррекции по выбранному визуальному ориентиру. В качестве наиболее рациональных карт для использования на вертолете приняты карты масштабов М:2,5 км и М: 10 км. В качестве дополнительных карт могут быть использованы космические снимки. Программа позволяет работать с любым растровым изображением карты (например, отсканированным) после его привязки к географическим координатам. Привязка производится в служебной программе, входящей в комплект программного обеспечения ПНС-А.

В ПНС-А осуществляется автоматическая «подкачка» листов электронных карт и цифрового рельефа местности.

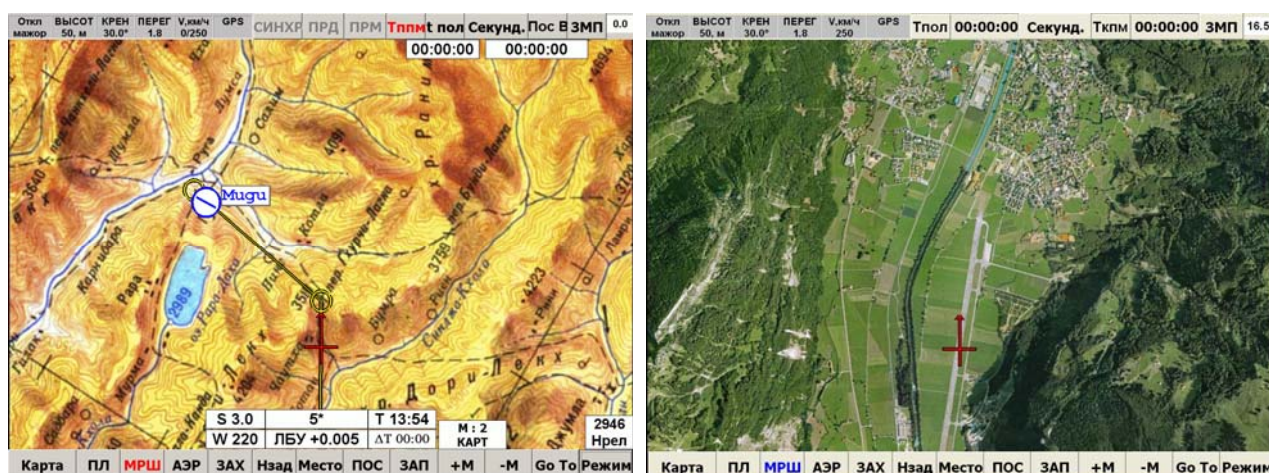


Рисунок 8. Индикационный кадр «Карта» с различными типами карт.

### 6.1.5 Комбинированные кадры

Комбинированные кадры предназначены для расширения возможностей визуализации пилотажно-навигационной информации и повышения информативности основных индикационных кадров. В программе реализованы следующие комбинированные кадры: 3D+2D, 3D+Карта, 3D+ЦШИ, ЦШИ+Карта. Комбинированный кадр 3D+ЦШИ позволяет установить взаимосвязь обычной индикации с образной.

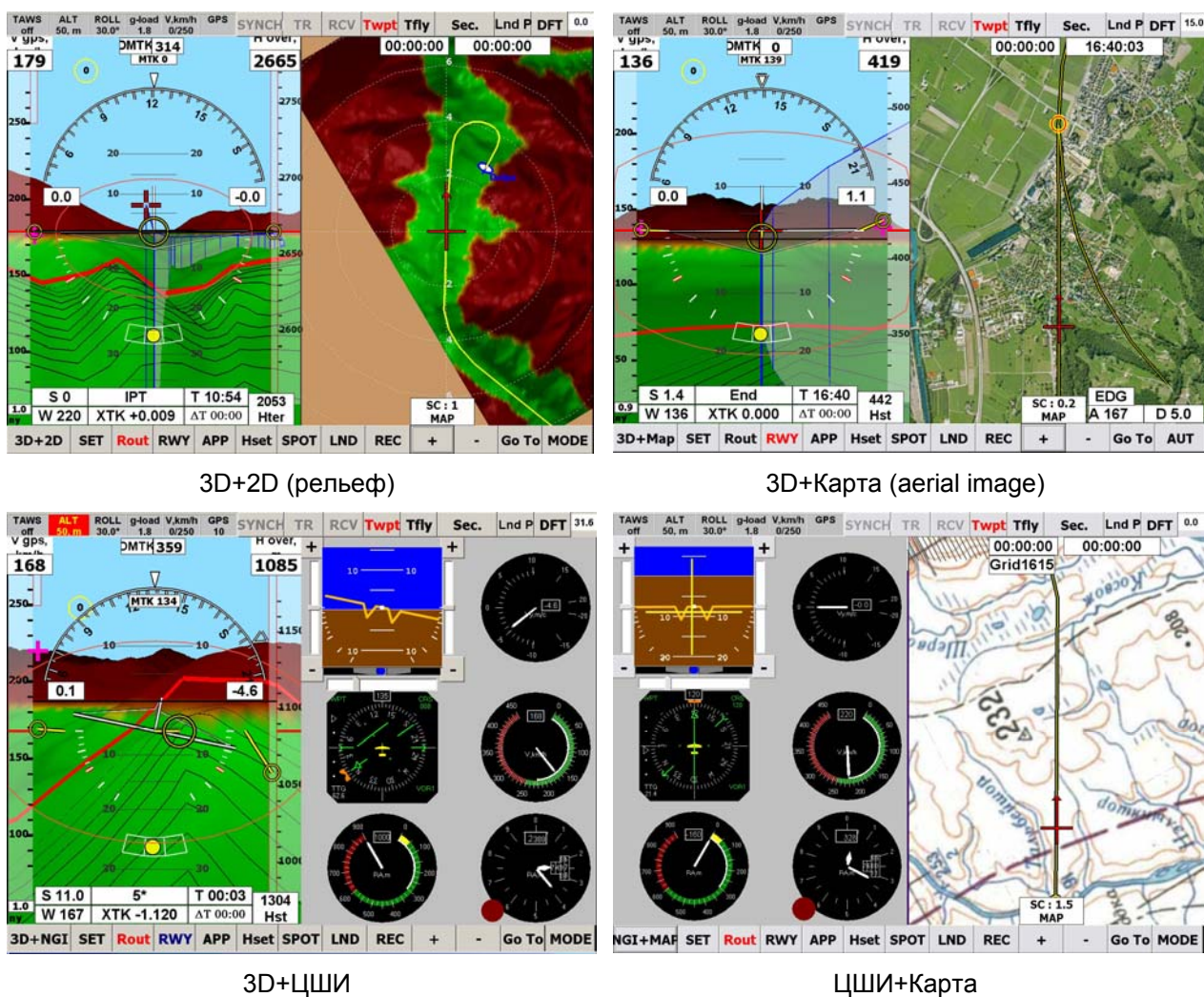


Рисунок 9. Комбинированные индикационные кадры

## 7 Технические условия на установку

13 апреля 2006 года заместитель руководителя Управления Надзора за Поддержанием Лётной Годности Гражданских Воздушных Судов (УН ПЛГ ГВС РФ) своей подписью утвердил Технические Условия на размещение Малогабаритной Интегрированной Навигационной Системы (МИНС) на вертолётах типа Ми-8. Документ прошёл согласование в ГосНИИ Гражданской Авиации, ГосНИИ Авианавигации, ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля».

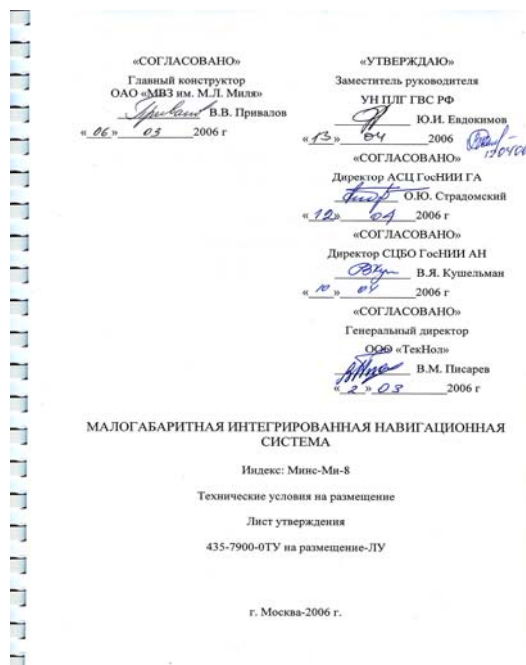


Рисунок 10

Согласно утверждённым Техническим Условиям:

- МИНС «КомпаНав-2» выдаёт навигационную информацию даже при пропадании данных GPS на короткий (2-4 мин) период времени
- Интеграция в системе «КомпаНав-2» инерциальных и спутниковых данных обеспечивает более точное (по сравнению с GPS) определение параметров движения, особенно при движении с малой скоростью, при этом частота выдачи навигационной информации повышается до 50 Гц. Запаздывание спутниковых данных компенсируется данными инерциальных датчиков
- Система может быть размещена в кабине вертолёта Ми8 (Ми17) таким образом, чтобы обеспечить удобство работы экипажу.
- Оборудование ПНС-А не влияет стандартное бортовое оборудование и не изменяет метеоминимум ВС
- Установка ПНС-А не требует внесения изменения в инструкции по выполнению полётов или в правила проведения технического осмотра и обслуживания ВС
- В случае нештатной ситуации ПНС-А не меняет стандартную последовательность действий экипажа в нештатной ситуации