

Бортовая программа "NavDat"

Copyright © 2006-2018 GeoTechnologies

Site: <http://www.geotechnologies-rus.com/>

E-Mail: info@geotechnologies-rus.com

Содержание

1	Назначение программы и основные возможности	1
2	Инсталляция и запуск	1
3	Визуализация и пользовательский интерфейс	2
4	Настройка и запуск бортовой программы	2
5	Решение навигационных задач	3
6	Взаимодействие с устройствами бортового комплекса	4
6.1	Соединение TCP/IP	4
6.2	Соединение по последовательному порту	4
6.3	Бортовой сервер	4
6.4	ГНСС-приемник Javad/Torcon	4
6.5	ГНСС-приемник Novatel	5
6.6	Тепловизор	6
6.7	Система ГТ-Маг	7
6.8	Система Экватор	8
6.9	Система EM4H	9
6.10	Спектрометр RSx	9
6.11	Спектрометр GRS410	9
6.12	Спектрометр ГСА2000	10
6.13	Индикатор пилота ("Стрелка")	11
6.14	Радиовысотомер	11
6.15	Радиовысотомер Free Flight	12
6.16	АЦП Геотехнологии	12
7	Контроль работоспособности системы	13
8	Регистрация навигационной и аэрогеофизической информации	13
9	Файл полетного задания	15
9.1	Терминология	15
10	Панель полетного задания	16
10.1	Загрузка и просмотр полетного задания	17
10.2	Редактирование полетного задания	18
10.3	Разметка системы параллельных маршрутов	18
10.4	Разметка системы маршрутов магнитной компенсации	19
10.5	Настройка, старт и остановка проводки	20
10.6	Запись текущей точки	21
10.7	Управление в панели полетного задания	21

11	Навигационная панорама	22
11.1	Основные элементы панорамы	23
11.2	Режимы	23
11.3	Управление панорамой	24
12	Пилотский индикатор, параметры проводки и пилотская панель	24
12.1	Пилотский индикатор	24
12.2	Фазы проводки	24
12.3	Условия вхождения	25
12.4	Параметры	26
12.5	Рекомендации по настройке	27
13	Приложение пилотский индикатор	27
14	Таблица спутников	29
14.1	Небесная полусфера	29
14.2	Карта	29
14.3	Панель спутников	29
14.4	Управление таблицей спутников	30
15	Эмулятор ГНСС	30
16	Самописец	30
16.1	Настройка	31
16.2	Управление самописцем	31
17	Спектры	32
17.1	Управление визуализацией спектров	32
17.2	Горячие клавиши	33
18	EM4H	34
18.1	Управление возбуждением	35
18.2	Управление компенсацией	35
18.3	Работа с цифровой панелью	36
18.4	Горячие клавиши	37
19	Панель Тепловизор	38
19.1	Параметры изображения	38
19.2	Управление панелью тепловизора	38
19.3	Окно индикатора системы ориентации	39
A	Горячие клавиши (Доступны из любого контекста)	39
A.1	Управление рабочим пространством и окнами	39
A.2	Навигация	40

В	Переменные самописца	40
В.1	Системные переменные	40
В.2	Переменные выполнения полетного задания	40
В.3	Переменные навигации (посылка \$POS dlg-файла)	40
В.4	Переменные ГНСС-приемника Javad/Topcon/Novatel	41
В.5	Переменные ГТ-Маг	41
В.6	Переменные ЕМ4Н	42
В.7	Переменные RS-50x	42
В.8	Переменные GRS410	43
В.9	Переменные ГСА2000	43
В.10	Переменные радиовысотомера Free Flight	43
В.11	Переменные АЦП	43

1 Назначение программы и основные возможности

Программа "NavDat" предназначена для работы на IBM/PC совместимом бортовом компьютере в целях вычислительного обеспечения аэросъемочного процесса.

Составляющими частями съемочного процесса, обслуживаемыми программой "NavDat", можно считать следующие:

- Навигационное обеспечение работ. Основываясь на возможностях современной технологии спутниковой навигации, программа "NavDat" осуществляет регистрацию навигационной информации в реальном времени, выполняет управление проводкой с помощью пилотского индикатора, позволяет решать широкий круг штурманских задач в автоматическом режиме, а также интерактивное управление полетным заданием.
- Взаимодействие с аппаратными средствами аэрогеофизического бортового комплекса. Программа, используя интерфейсы бортовой ЭВМ, осуществляет обмен данными и командами со всеми приборами, обеспечивая синхронность регистрации полученной информации.
- Запись данных. Данные записываются в виде файлов жесткого диска бортовой ЭВМ.
- Пользовательский интерфейс. Программа в полной мере предоставляет пользователю возможности контроля и управления взаимодействием с аппаратными средствами.

Основные возможности программы организованы таким образом, чтобы при организации аэросъемочного процесса исключить необходимость использования штурмана-съемщика, оставляя на борту только одного бортопедатора, возложив на него в основном функции контроля. Разработчики программы старались так организовать ее работу, чтобы никакие ошибки в работе бортопедатора не могли привести к фатальной потере или искажению аэрогеофизической информации.

Аппаратной платформой программы является IA-64 совместимый компьютер, операционная система GNU/Linux.

2 Инсталляция и запуск

"NavDat" поставляется заказчику в виде программного пакета на сервере [Геотехнологии](#). Пакет создан для работы на GNU/Linux системе [Ubuntu 16.04.3 LTS](#). Для начала требуется установить 64-битную версию операционной системы, инструкцию по установке Ubuntu можно найти по адресу: <http://tutorials.ubuntu.com/tutorial/tutorial-install-ubuntu-desktop>. Далее следует запустить терминал, выполнить следующие команды:

```
wget -qO - https://dist.gtcomp.ru/key.gpg | sudo apt-key add -
```

```
sudo tee /etc/apt/sources.list.d/navdat.list <<EOF
deb https://dist.gtcomp.ru/navdat-xenial-common stable/
deb https://user_name:password@dist.gtcomp.ru/navdat-xenial-user_name stable/
EOF
```

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get install navdat-user
```

Имя пользователя user_name и пароль password предоставляются компанией [Геотехнологии](#). После перезагрузки будет автоматически создана учетная запись "NavDat session user" с паролем "qwerty". Далее из этой записи будет осуществляться взаимодействие с бортовой программой "NavDat". Эту запись следует использовать исключительно для работы с "NavDat".

Несколько рекомендаций по установке:

- Выбрать хотя бы 10 Гб под корневую файловую систему
- Выбрать хотя бы 1 Гб под swap
- Желательно создать отдельный раздел для хранения и записи данных (т.е. для раздела /home)
- Рекомендуемые файловые системы: ext3, ext4

3 Визуализация и пользовательский интерфейс

Интерфейс основан на графической среде [Awesome](#).

В верхней части экрана располагается панель, слева список рабочих столов, индикаторы использования процессора и памяти. Справа есть индикатор работы бортового сервера (вкл/выкл). Главное меню доступно с помощью комбинации Alt-F1 или левой кнопки мыши. В меню находятся приложения, отвечающие за визуализацию данных и управление полетом.

Некоторые полезные системные параметры могут быть выведены на самописец (см. Раздел [B.1](#)).

4 Настройка и запуск бортовой программы

Во время первого запуска "NavDat" убедитесь, что сессия запущена в режиме Awesome. Режим переключается при входе в систему.



Рис. 1: Выбор режима

Запустить утилиту настройки можно через меню приложений.

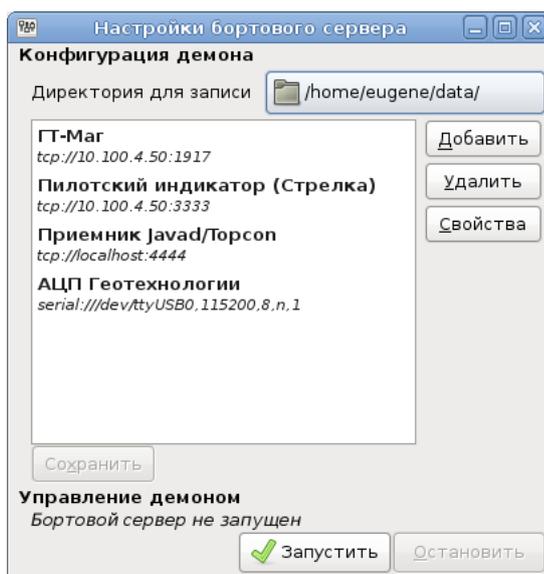


Рис. 2: Окно программы настройки

Программа позволяет добавлять устройства в систему, указывать директорию для записи данных, а также управлять параметрами бортового сервера.

После добавления нового устройства необходимо указать тип соединения и его параметры (ip-адрес, номер порта и т.д.), сохранить настройки и обязательно перезагрузить сервер. Чтобы задать указанные параметры, следует нажать кнопку "Свойства". Кроме того, для некоторых устройств используются дополнительные параметры настройки, которые можно задать на соответствующей вкладке появившегося окна.

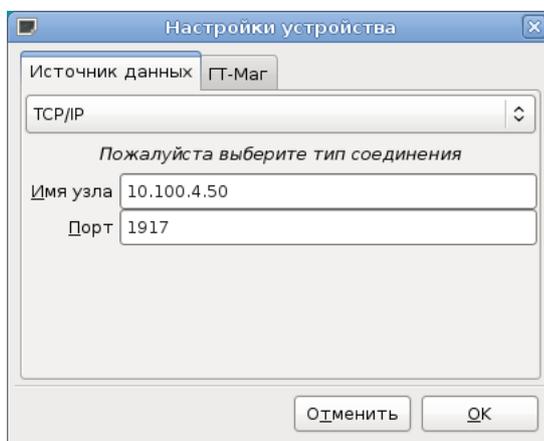


Рис. 3: Окно настройки параметров



Внимание Данные первого в списке устройств ГНСС-приемника будут всегда использованы для управления полетом.

Используя меню приложений можно настроить рабочий экран бортового компьютера, выбирая из меню нужные программы и располагая их на экране. После сохранения (меню Настройки->Сессия: сохранить или Ctrl+Alt+S) настройки будут воспроизводиться при последующих запусках (меню Настройки->Сессия: восстановить или Ctrl+Alt+R).

5 Решение навигационных задач

Программа "NavDat" решает широкий набор навигационных задач. Исходными данными для вычислений являются географические координаты точек движения (широта, долгота), полученные первым в списке устройств ГНСС-приемником, а сами задачи представляются главным образом следующими:

- Счисление расстояний. Все расстояния в программе счисляются как длины дуг большого круга (ортодромий), проведенных через соответствующие пары точек. Расстояния измеряются в километрах.
- Счисление азимутов. Азимуты в программе счисляются как углы в градусах между ортодромиями в точке пересечения.
- Счисление расчетного времени. Расчетное время прохождения отрезка между двумя точками счисляется исходя из представлений о текущей путевой скорости, измеренной по данным ГНСС-приемника.
- Контроль навигационной высоты, т.е. высоты, которая должна соблюдаться пилотом при съемке. Навигационная высота передается одним из устройств комплекса: ГНСС-приемник, ГТ-МАГ, и т.д.
- Контроль выполнения полетного задания.

6 Взаимодействие с устройствами бортового комплекса

6.1 Соединение TCP/IP

Все устройства, подключаемые с помощью протокола TCP/IP, имеют свой ip-адрес и порт выдачи данных. Стоит иметь в виду, что не все из них работают как DHCP-сервер. В этом случае соответствующая сеть должна быть сконфигурирована вручную. Ознакомьтесь с техническим описанием устройства.

6.2 Соединение по последовательному порту

Для соединения по последовательному порту также требуются настройки: адрес, скорость, биты данных, четность, стоп биты. Обычно устройства RS232 подключаются с применением адаптера USB-COM. Программа "NavDat" позволяет выбрать метод назначения порта: по устройству (by-device), по пути (by-path) или по ID (by-id). Например:

```
/dev/ttyUSB0> /dev/ttyUSB0
/dev/ttyUSB0: by-path
/dev/ttyUSB0: by-id
```

По устройству (by-device). Если в комплексе более одного устройства RS232, пользователь должен каждый раз подключать их в одном и том же порядке.

По пути (by-path). Необходимо запомнить, к какому порту подключено соответствующее устройство, и всегда подключать это устройство к нему.

По ID (by-id). Этот метод возможен только если нет адаптеров USB-COM с одинаковым ID.

6.3 Бортовой сервер

По умолчанию программа "NavDat" использует сокет домена Unix для обмена данными между различными устройствами и программами. Чтобы иметь возможность подключить другие средства контроля и визуализации (телефон, планшет, другой компьютер), необходимо настроить локальную сеть и использовать соответствующий IP адрес для коммуникации. В этом случае необходимо добавить устройство "Бортовой сервер", задать ему IP-адрес и номер порта. Такие же параметры должны быть заданы в переменной окружения BORT_SERVER.

Чтобы данная переменная была постоянно задана в системном окружении, необходимо в файле `/etc/environment` добавить следующую строку (нужны права root):

```
BORT_SERVER="tcp://ip_address:port"
```

6.4 ГНСС-приемник Javad/Torcon

Программа "NavDat" поддерживает взаимодействие с любым приемником фирмы Javad Positioning Systems или Torcon Positioning Systems, работающим по протоколу GRIL через канал связи RS232.

Связь с приемником осуществляется программой в режиме обмена данными-командами, поэтому на момент запуска программы приемник должен быть обязательно включен и соединен с компьютером сигнальным кабелем. В большинстве технических реализаций питание приемника осуществляется непосредственно от источника питания компьютера, в этом случае данное правило соблюдается автоматически. Если же вам все же удалось запустить программу без приемника, не пытайтесь подключить его к работающей программе. Даже если вы увидите его данные после подключения, записанная информация, скорее всего, будет испорчена отсутствием необходимых заголовков. При работе с приемником программа записывает навигационные данные в отдельный

файл *.jps строго байт в байт, как они вырабатываются приемником. Это необходимо для дальнейшей работы программ дифференциальной коррекции, поддерживающих только этот формат данных.

Устройство имеет контролируемые параметры. См. Раздел [В.4](#).

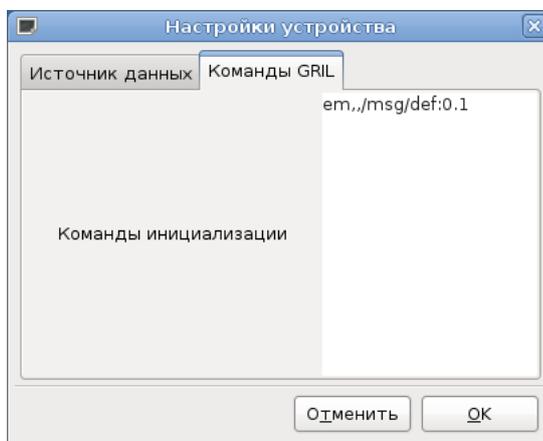


Рис. 4: Параметры Javad/Topcon

Устройство имеет один параметр настройки - 'Команды инициализации', который задает последовательность команд для отправки приемнику при запуске. Если его не задавать, программа сама запросит необходимые для визуализации и дальнейшей дифференциальной обработки посылки. Если же параметр задан, либо приемник по каким-либо причинам не может получать команды, важно помнить, что для полностью корректной работы бортовой программы нужны следующие посылки: RT, SI, PG, VG, EL, AZ, DP.

Запрос по умолчанию следующий.

```
dm
em,./msg/def:0.1
em,./msg/jps/PG:0.1
em,./msg/jps/VG:0.1
em,./msg/jps/AZ:1
```

Полагается, что запрос 'def' включает все необходимые для дифференциального режима посылки, в том числе RT, SI, EL, DP.

6.5 ГНСС-приемник Novatel

Программа "NavDat" поддерживает взаимодействие с любым приемником фирмы Novatel, работающим через канал связи RS232. В настоящий момент компания Novatel не выпустила драйверов поддержки своего USB-адаптера, обеспечивающих работу в ОС Linux.

Связь с приемником осуществляется программой в режиме обмена данными-командами, поэтому на момент запуска программы приемник должен быть обязательно включен и соединен с компьютером сигнальным кабелем. В большинстве технических реализаций питание приемника осуществляется непосредственно от источника питания компьютера, в этом случае данное правило соблюдается автоматически. Если же вам все же удалось запустить программу без приемника, не пытайтесь подключить его к работающей программе. Даже если вы увидите его данные после подключения, записанная информация, скорее всего, будет испорчена отсутствием необходимых заголовков. При работе с приемником программа записывает навигационные данные в отдельный файл *.nov строго байт в байт, как они вырабатываются приемником. Это необходимо для дальнейшей работы программ дифференциальной коррекции, поддерживающих только этот формат данных.

Устройство имеет контролируемые параметры. См. Раздел [В.4](#).

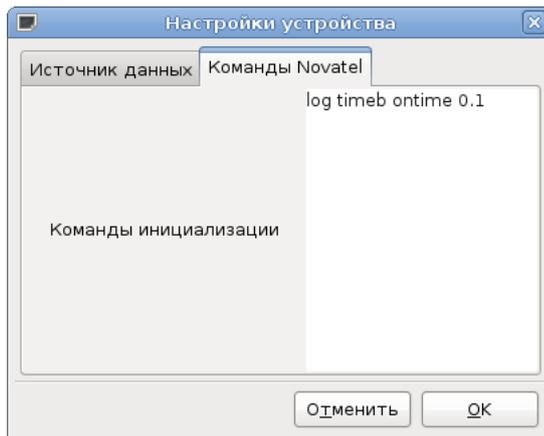


Рис. 5: Параметры Novatel

Устройство имеет один параметр настройки - 'Команды инициализации', который задает последовательность команд для отправки приемнику при запуске. Если его не задавать, программа сама запросит необходимые для визуализации и дальнейшей дифференциальной обработки посылки. Если же параметр задан, либо приемник по каким-либо причинам не может получать команды, важно помнить, что для полностью корректной работы бортовой программы нужны следующие посылки: bestposb, bestvelb, gpgsa, gpgsv.

Запрос по умолчанию следующий.

```

unlogall
log bestposb ontime 0.1
log bestvelb ontime 0.1
log GPGSA ontime 1
log GPGSV ontime 1
log rangecmpb ontime 0.1
log almanacb onchanged
log ionutcb onchanged
log rawephemb onnew
log versionb ontime 100
log gloalmanacb onchanged
log gloclockb onchanged
log gloephemerisb onchanged
log glorawephemb onchanged
log rxstatuseventb onchanged

```

При настройке приемника рекомендуется установить скорость порта не менее 115200, а также

```

nmeatalker auto
pdpfilter enable
pdpmode relative dynamic
selectchanconfig 4

```

Последняя команда актуальна только для приемников OEMStar (конфигурация 8 GPS, 6 GLONASS)

6.6 Тепловизор

Автоматическое устройство, подключается по сети ethernet. Следует помнить, что данные от тепловизора записываются со скоростью около 1 Мб/сек (3,6 Гб/час), поэтому надо заранее побеспокоиться о свободном пространстве диска. Тепловизор имеет встроенную инерциальную систему ориентации. Обычно тепловизор имеет

встроенный ГНСС приемник, а также необходимые интерфейсы для подключения радиовысотомера и индикатора пилота. Поэтому все перечисленные устройства подключаются к компьютеру одним кабелем ethernet.

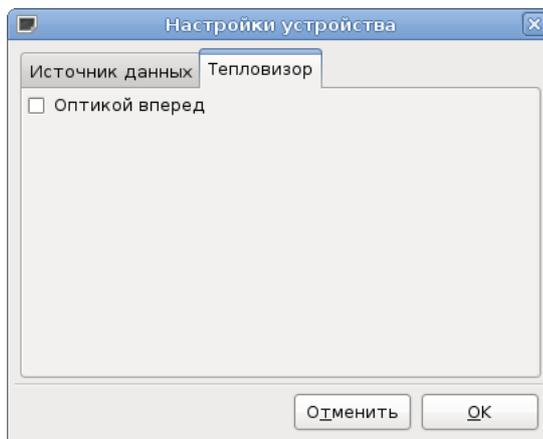


Рис. 6: Параметры Тепловизора

Устройство имеет один параметр - 'Оптической вперед', который задает способ установки по отношению к направлению полета. Влияет только на поведение курсоверткали.

6.7 Система ГТ-Маг

Автоматическое устройство, подключается по USB. Обычно система ГТ-Маг имеет по крайней мере один встроенный ГНСС приемник, а также необходимые интерфейсы для подключения радиовысотомера и индикатора пилота. Поэтому все перечисленные устройства подключаются к компьютеру одним кабелем USB. Для корректного задания настроек соединения следует обратиться к документации ГТ-Маг. Настройки по умолчанию: ip-адрес 10.100.4.50, порт 1917 - магнитометр, порт 4444 - приемник ГНСС, порт 3333 - индикатор пилота. Необходимо настроить соответствующее сетевое соединение 10.100.4.yyy, маска 255.255.255.0.

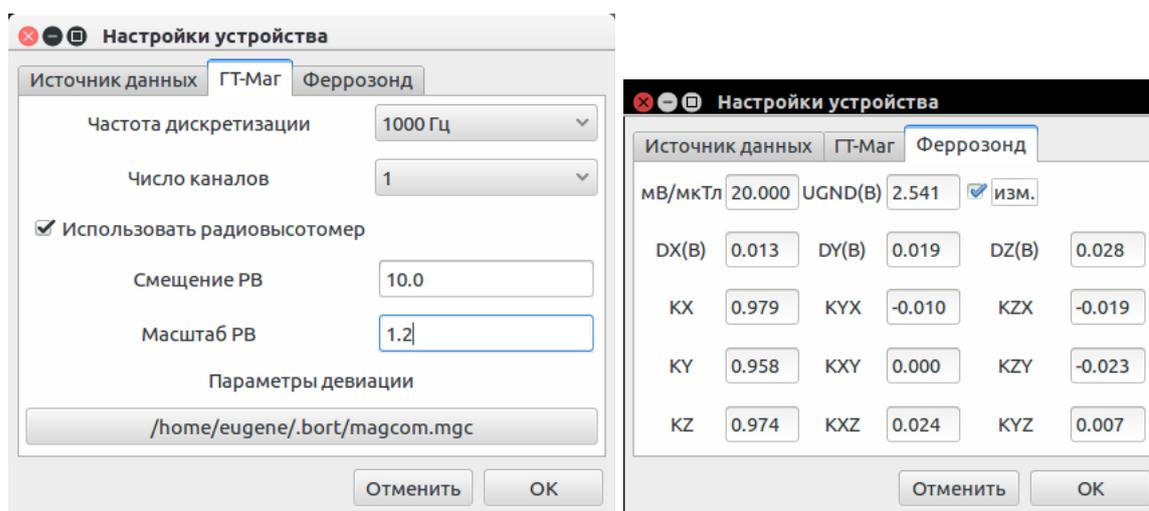


Рис. 7: Параметры ГТ-Маг

Устройство имеет следующие настраиваемые параметры. Вкладка ГТ-Маг:

- Частота дискретизации - позволяет выбрать частоту для 1000-герцовой версии ГТ-Маг

- Число каналов - позволяет отображать только выбранное число каналов; не изменят записываемого потока данных
- Использовать радиовысотомер - если флаг установлен, канал радиовысоты ГТ-Маг будет использован в качестве навигационной высоты
- Смещение РВ - смещение значения радиовысоты в метрах, применяется, если установлен флаг использования РВ (DRA)
- Масштаб РВ - масштабный коэффициент для радиовысоты, применяется, если установлен флаг использования РВ (KRA)
- Параметры девиации - можно задать файл с параметрами девиации (mgc-файл, созданный программой ReinMag); эти параметры будут применены только к первому каналу ГТ-Маг; из-за необходимости дифференцирования каналов феррозонда скомпенсированное значение будет запаздывать на 0,2 секунды.

Правила вычисления скорректированного значения радиовысоты следующие

$$H = (RA + DRA) \cdot KRA$$

Вкладка Феррозонд позволяет настроить параметры для различных применяемых датчиков с учетом результатов калибровки:

- UGND(B) - общий сигнальный ноль, значение по умолчанию 0 (вольт)
- мВ/мкТл - общий масштабный коэффициент, значение по умолчанию 100 (милливольт на микротесла)
- DX(B), DY(B), DZ(B) - смещение нуля для каждого канала, значения по умолчанию 0 (вольт)
- KX, KY, KZ - поправки масштабных коэффициентов для каждого канала, значения по умолчанию 1
- KYX, KZX, KXY, KZY, KXZ, KYZ - коэффициенты взаимного влияния каналов, например, KXY - это коэффициент при компоненте X в выражении для Y; значения по умолчанию 0

ГТ-Маг позволяет измерить общий сигнальный ноль вместо значения радиовысоты. В этом случае необходимо установить флаг 'изм.' и снять флаг 'Использовать радиовысотомер'. Значение UGND использовано не будет.

Правила вычисления f_x , f_y , f_z в нанотеслах следующие

$$\begin{aligned} x &= X - UGND + DX \\ y &= Y - UGND + DY \\ z &= Z - UGND + DZ \\ f_x &= (x + y \cdot KYX + z \cdot KZX) \cdot KX \cdot 10^6 / K \\ f_y &= (y + x \cdot KXY + z \cdot KZY) \cdot KY \cdot 10^6 / K \\ f_z &= (z + x \cdot KXZ + y \cdot KYZ) \cdot KZ \cdot 10^6 / K \end{aligned}$$

где X, Y, Z - измеренные значения в вольтах, K - общий масштабный коэффициент в мВ/мкТл.

Устройство имеет контролируемые параметры. См. Раздел [В.5](#).

6.8 Система Экватор

Автоматическое устройство, подключается по ethernet. Следует помнить, что данные записываются со скоростью около 4 Мб/сек (14 Гб/час), поэтому надо заранее побеспокоиться о свободном пространстве диска. Система Экватор имеет встроенный ГНСС приемник и радиовысотомер. Поэтому все перечисленные устройства подключаются к компьютеру одним кабелем ethernet. Для корректного задания настроек соединения следует обратиться к документации системы Экватор. Настройки по умолчанию: ip-адрес 10.100.4.50, порт 2000. Необходимо настроить соответствующее сетевое соединение 10.100.4.yyy, маска 255.255.255.0.

6.9 Система EM4H

Автоматическое устройство, подключается по ethernet или RS232. При подключении через ethernet следует помнить, что данные записываются со скоростью около 4 Мб/сек (14 Гб/час), поэтому надо заранее побеспокоиться о свободном пространстве диска. Система EM4H может иметь встроенный ГНСС приемник и радиовысотомер, а также иметь интерфейс для подключения индикатора пилота. Данные высотомера будут интегрированы в поток данных EM4H.

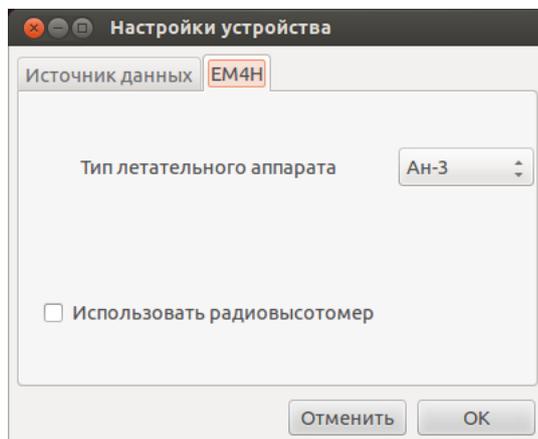


Рис. 8: Параметры EM4H

Устройство имеет следующие настраиваемые параметры:

- Тип летательного аппарата - позволяет сделать выбор между Ан-2, Ан-3 и Ми-8: тип определяет алгоритм компенсации влияния летательного аппарата, который будет применяться (см. Раздел 18). Важно, что установка типа Ан-3 означает использование дополнительной катушки компенсации на стингере, а не тип самолета, как такового. Если такая катушка по каким-то причинам не используется на Ан-3, следует выбрать тип Ан-2. А если она вдруг была применена на Ан-2, следует выбирать тип Ан-3.
- Использовать радиовысотомер - если флаг установлен, канал радиовысоты EM4H будет использован в качестве навигационной высоты

Устройство имеет контролируемые параметры. См. Раздел B.6.

6.10 Спектрометр RSx

Программа "NavDat" поддерживает взаимодействие со спектрометрами фирмы Radiation Solutions Inc, такими как RS-501, RSX4, RSX5 и т.п., работающими по протоколу RSI. До трех устройств одновременно. Типичные настройки соединения: 192.168.1.xxx, порт 4000. Необходимо настроить соответствующее сетевое соединение 192.168.1.yyy, маска 255.255.255.0.

Устройство имеет контролируемые параметры. См. Раздел 17, Раздел B.7.

6.11 Спектрометр GRS410

Программа "NavDat" поддерживает взаимодействие со спектрометрами GRS410 фирмы Pico Envirotec Inc в режиме покристалльной регистрации. До трех устройств одновременно. Соединение с концентратором или суперконцентратором может быть установлено через последовательный порт.

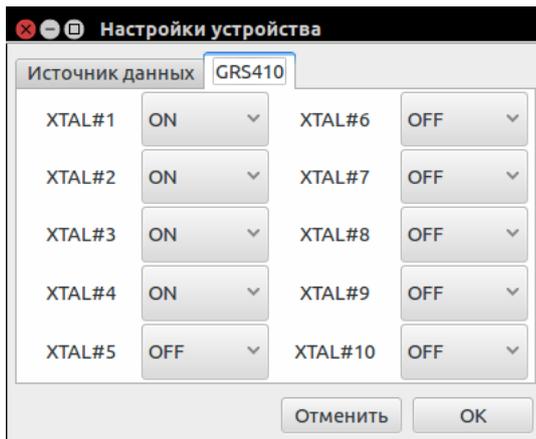


Рис. 9: Параметры GRS410

Устройство имеет следующие настраиваемые параметры:

- XTAL#* - позволяет отключить (on/off) визуализацию спектра с кристалла №* (* - 1,...,10). При отключении соответствующий спектр будет невидимым в программе, но по-прежнему будет записан в файл данных.

Устройство имеет контролируемые параметры. См. Раздел 17, Раздел B.8.

6.12 Спектрометр ГСА2000

Программа "NavDat" поддерживает взаимодействие со спектрометрами ГСА2000. До шести устройств одновременно. Соединение может быть установлено через последовательный порт.



Внимание Устройство работает по запросу и требует инициализации. Поэтому при запуске программы необходимо, чтобы прибор уже работал.

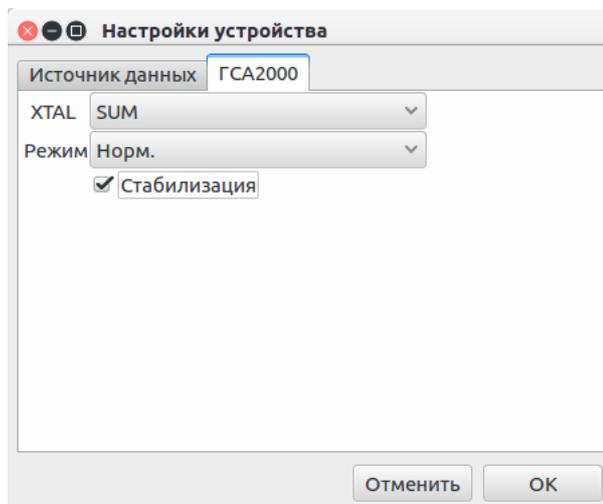


Рис. 10: Параметры ГСА2000

Устройство имеет следующие настраиваемые параметры:

- ХТАЛ - позволяет выбрать кристалл №1, №2 или их сумму.
- Режим - позволяет выбрать обычный спектр или спектр света.
- Стабилизация - позволяет включить/выключить стабилизацию.

Устройство имеет контролируемые параметры. См. Раздел 17, Раздел В.9.

6.13 Индикатор пилота ("Стрелка")

Это устройство специально сделано для отображения информации о параметрах бокового и вертикального отклонения от заданной линии пути. Также отображается текущий режим полета (заход на маршрут, проводка по маршруту). Программа передает данные в порт RS232, но не в штатном режиме передачи данных, а использует дополнительные линии CTS и RTS (см. описание интерфейса RS232). Это касается индикаторов типа classic. Индикаторы типа tvisor подключаются только через Тепловизор. Индикаторы типа modern работают в штатном режиме RS232. Для более подробной информации об индикаторе пилота см. Раздел 12.1.

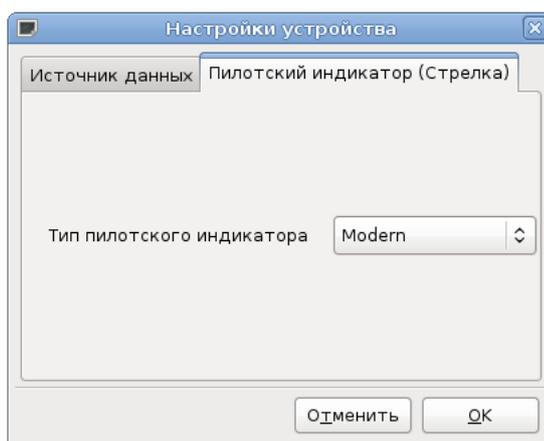


Рис. 11: Параметры стрелки

Для индикатора пилота можно выбрать тип подключаемого устройства: classic, tvisor или modern.

6.14 Радиовысотомер

Это устройство подключается к программе "NavDat" не напрямую, а через какое-либо другое устройство. В некоторых случаях схема подключения позволяет посылать команды на радиовысотомер: включить (on), выключить (off), тест (test). Для этой цели в программе имеется специальное приложение RA Control Panel.



Рис. 12: Панель управления радиовысотомером

6.15 Радиовысотомер Free Flight

Программа "NavDat" поддерживает взаимодействие с радиовысотомерами фирмы Free Flight, работающим через канал связи RS232: TRA-4000, TRA-4500. Они используют скорость порта 56000, поэтому соответствующий компорт должен быть настроен на скорость 57600.

Устройство имеет контролируемые параметры. См. Раздел [В.10](#).

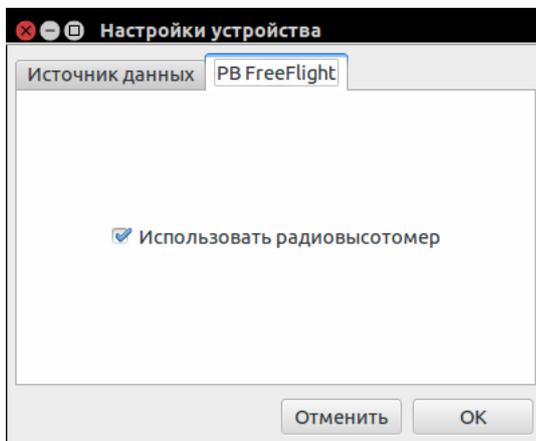


Рис. 13: Параметры PB Free Flight

Устройство имеет один параметр настройки - 'Использовать радиовысотомер' - если флаг установлен, канал радиовысоты будет использован в качестве навигационной высоты

6.16 АЦП Геотехнологии

Программа "NavDat" поддерживает взаимодействие с любым АЦП фирмы Геотехнологии, работающим через канал связи RS232.

Устройство имеет контролируемые параметры. См. Раздел [В.11](#).

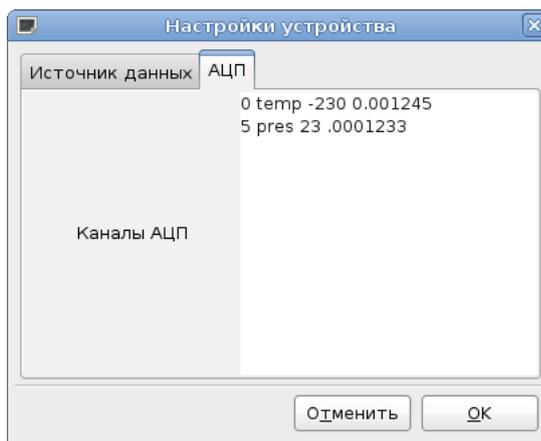


Рис. 14: Параметры АЦП

Устройство имеет один параметр настройки - 'каналы АЦП', который задает масштабированные переменные. Каждая строка должна иметь следующий формат: "номер_канала имя смещение_нуля масштабный_коэффициент". Две последние величины должны быть указаны в разрядах АЦП.

7 Контроль работоспособности системы

Все устройства, подключаемые к программе "NavDat", как и сама система "NavDat", имеют свой флаг работоспособности. Все эти флаги могут контролироваться при помощи соответствующего приложения 'Статус'. Каждый флаг отображается при помощи индикатора, имеющего серый цвет в том случае, когда устройство работает корректно. В противном случае индикатор красного цвета. Все индикаторы конфигурируются автоматически при запуске "NavDat". Они выстраиваются в одну строку или столбец в зависимости от формы окна. Если индикатор остается красным более минуты, съемка должна быть прекращена до устранения причин.



Рис. 15: Панель состояния

Значения флагов определены следующим образом

- **sys** - Загорается красным, если случилась ошибка записи, данные не удается записать или осталось мало свободного места на диске (на 10 часов или менее).
- **gtmag** - Загорается красным, если нет синхронизации с ГНСС-приемником (отсутствует сигнал PPS), не достаточно видимых спутников, низкая амплитуда сигнала датчика, низкий или чрезвычайно высокий ток потребления датчика или отсутствуют данные как таковые.
- **gps** - Загорается красным, если нет данных или счисления координат в соответствующем ГНСС-приемнике.
- **spes** - Загорается красным, если нет сигнала или если случилась ошибка потока данных. Для ГСА2000 контрольный байт устройства также используется.
- **em4h** - Загорается красным, если нет сигнала, возбуждение выключено, в случае зашкала какого-либо АЦП или если случилась ошибка потока данных.
- **equator** - Загорается красным, если нет сигнала, возбуждение выключено, в случае зашкала какого-либо АЦП или если случилась ошибка потока данных.
- **ffra** - Загорается красным, если нет данных, имеются ошибки в потоке или высотомер в режиме тест.
- **gtadc** - Загорается красным, если нет сигнала.
- **e502** - Загорается красным, если нет сигнала.

8 Регистрация навигационной и аэрогеофизической информации

В процессе работы бортовая программа "NavDat" создает и записывает следующие файлы:

- ***.dlg** (Data Logging). Этот бинарный файл содержит те или иные данные от всех приборов комплекса. Формат записи этого файла очень сложный. Его потом последовательно разбирают соответствующие разным процедурам обработки программы-экстракторы. Следует только помнить, что для синхронизации в этот файл периодически записывается текстовая строка синхронизации, начинающаяся префиксом \$POS:

```
$POS,12,094301.0,5539.9828751,3736.3127569,237.31,41.1,41.12,0.1,21,03,2009,54.11
```

После префикса записано количество видимых спутников созвездия, время GPS (ЧЧММСС.с), широта и долгота в формате градусы, минуты, доли минут, геоидальная высота в метрах, угол курса в градусах, скорость в м/сек, PDOP, день, месяц, год (GPS дата), навигационная высота в метрах. Эту информацию в файле можно прочесть глазами. Если в системе несколько приемников ГНСС, то каждому из них будет соответствовать своя посылка: \$POS - первый приемник, \$PO1 - второй приемник, и т.д. Данные параметры могут контролироваться в окне самописца (см. Раздел В.3). Имя dlг-файла является композицией из даты и времени запуска программы. Первый символ - месяц (1 - январь, 2 - февраль, ..., 9 - сентябрь, а - октябрь, ..., с - декабрь). Далее две цифры - число. Далее еще две цифры - порядковый номер запуска в сутки. Этот файл записывается непрерывно от момента старта программы до выхода из нее. Для удобства архивирования, если размер этого файла превысит 100 Мбайт, он автоматически закроется и откроется следующий - с добавкой к имени буквы 'b', затем 'c', 'd' и т.д.

- *.jps (Javad Positioning Systems, может быть несколько устройств). Этот бинарный файл, как отмечалось ранее, содержит байт в байт информацию, полученную от ГНСС-приемника типа Javad или Topcon, и используется в дальнейшем при выполнении операций дифференциальной коррекции ГНСС. Как и dlг-файл, разбивается по 100 Мбайт. Имя файла определяется тем же образом, что и для dlг-файла.
- *.nov (Novatel, может быть несколько устройств). Этот бинарный файл содержит байт в байт информацию, полученную от ГНСС-приемника типа Novatel, и используется в дальнейшем при выполнении операций дифференциальной коррекции ГНСС. Как и dlг-файл, разбивается по 100 Мбайт. Имя файла определяется тем же образом, что и для dlг-файла.
- *.ter (Тепловизор). Тепловизор создает поток 3,6 Гбайт в час, для него выделен отдельный тип файлов, которые также бьются по 100 Мбайт. Очевидно, за час таких файлов будет создано не менее 30 штук. Начиная с 27-го файла они будут иметь двухбуквенную маркировку ('ba', 'bb', 'bc' и т.д.). Имя файла определяется тем же образом, что и для dlг-файла.
- *.mag (ГТ-Маг, может быть несколько устройств). Система ГТ-Маг, работающая в режиме 1000 Гц, также создает достаточно большой поток данных. Для нее выделен отдельный тип файлов, которые также бьются по 100 Мбайт. Имя файла определяется тем же образом, что и для dlг-файла.
- *.rs (RSx, может быть несколько устройств). Данные спектрометра пишутся в неизменном виде в отдельный файл. Для него выделен отдельный тип файлов, которые также бьются по 100 Мбайт. Имя файла определяется тем же образом, что и для dlг-файла.
- *.grs (GRS410, может быть несколько устройств). Данные спектрометра пишутся в неизменном виде в отдельный файл. Для него выделен отдельный тип файлов, которые также бьются по 100 Мбайт. Имя файла определяется тем же образом, что и для dlг-файла.
- *.gsa (ГСА2000, может быть несколько устройств). Данные спектрометра пишутся в неизменном виде в отдельный файл. Для него выделен отдельный тип файлов, которые также бьются по 100 Мбайт. Имя файла определяется тем же образом, что и для dlг-файла.
- *.rad (Экватор). Поток данных системы Экватор порядка 10 Гб в час. Для нее выделен отдельный тип файлов, которые также бьются по 100 Мбайт. Имя файла определяется тем же образом, что и для dlг-файла.
- *.em4 (EM4H). Поток данных системы EM4H записывается в неизменном виде в файлы такого типа. Для обеспечения совместимости со старыми программами эти же данные пишутся в файл dlг согласно документации EM4H. Имя файла определяется тем же образом, что и для dlг-файла.
- current.fpl (Flight Plan). При выходе из программы этот файл всегда записывается с этим именем и содержит данные полетного задания, сохраняющиеся в памяти машины на момент выхода. Формат этого текстового файла детально разбирается в другом разделе (Раздел 9).

Для однотипных устройств на конце расширения файла добавляется цифра. Например: *.rs, *.rs1, ... или *.jps, *.jp1, ...

9 Файл полетного задания

Это текстовый файл, хранящий формализованное описание полетного задания. Вы можете написать этот файл, используя текстовый редактор, или использовать утилиту **Geosoft Oasis Montaj**, или, наконец, создать его самой программой "NavDat". Во всех этих случаях файл должен быть написан в соответствии с predetermined синтаксическими правилами.

9.1 Терминология

Полетное задание состоит из записей. Каждая запись имеет тип, имя и список точек (может быть пустым). Описание точки состоит из имени (необязательно), значений широты и долготы. Каждая запись в файле должна начинаться с новой строки и быть записана следующим образом:

```
RECORD_TYPE RECORD_NAME =
(PPOINT_NAME, LATITUDE, LONGITUDE) ,
(PPOINT_NAME, LATITUDE, LONGITUDE) ,
.....
(PPOINT_NAME, LATITUDE, LONGITUDE) ,
```

Значения имен записи и точки (RECORD_NAME, PPOINT_NAME) в файле не должны начинаться с цифры и не должны содержать символов "+-/*.,\$#@!%^&()|[]\|<>". Допускается символ '_' (подчеркивание). Отдельно отметим, что в файле допустимо использование нескольких записей с одинаковыми именами.

Географические координаты точек (LATITUDE - широта, LONGITUDE - долгота) должны задаваться в формате "DDDMMmmmm", то есть градусы-минуты-доли_минут без разделителей. Первые цифры (до трех в случае долготы и до двух в случае широты) - градусы, потом две цифры - минуты, целая часть, потом ровно четыре цифры - дробная часть минут. Знак задает полушарие. Значение широты меньше нуля отвечает южному полушарию, отрицательное значение долготы задает западное полушарие.

Обратите внимание на то, чтобы координаты полетного задания и бортовой навигационной системы соответствовали одной и той же системе. Как правило, приемники ГНСС работают в системе WGS84.

Поле "тип записи" (RECORD_TYPE) может принимать одно из трех predetermined значений:

- **LINE** – в этом случае запись содержит список точек маршрута в порядке прохода
- **POSITION** – в этом случае запись содержит просто список точек, не являющихся описанием точек цепочки прохождения. Такими точками, как правило, описываются аэропорты (запись обычно имеет имя AEROPORTS), препятствия (запись, содержащую такие точки можно назвать, например, OBSTRUCT)
- **REGION** – в этом случае список точек записи содержит упорядоченную последовательность вершин полигона, ограничивающего съемочный участок или какую либо зону на площади работ.

Файл полетного задания может содержать текст комментария. Комментарий всегда располагается в правой части строки и начинается с двух символов ';' (точка с запятой). Ниже приведен пример файла *.fpl. Последовательность записей определяется только соображениями удобства прочтения и дальнейшей работы. Никаких синтаксических ограничений на последовательность записей не накладывается. Вот пример:

```
;;;;;;;;;; savedFPL. it is COMMENT
POSITION AIRPORTS=
(-3815,3815) , ;;ONE MORE COMMENT
(CONTROL,-0,-0) ,
(3815,-3815) ;
LINE RKM=
(CONTROL,-5396,-0) ,
(CONTROL,-0,-0) ;
(CONTROL,5396,-0) ;
POSITION OBSTRUCT=
```

```
(-3815,-3815),
(CONTROL,-0,-0),
(3815,3815);
LINE RKM=
(CONTROL,-0,-5396),
(CONTROL,-0,-0),
(CONTROL,-0,5396);
```

Все точки из этого примера располагаются в окрестности экватора, поскольку значащие цифры здесь воспринимаются как доли минуты.

Для удобства в программе возможно загрузить полетное задание в формате Geosoft *.xyz:

```
Line 101
  LATITUDE LONGITUDE
  LATITUDE LONGITUDE
  .....
  LATITUDE LONGITUDE
Tie 201
  .....
```

Координаты точек должны соответствовать формату "DDMMmmmm", т.е. градусы-минута-доли_минуты без пробелов, как в файле *.fpl. Имена точек будут автоматически даны A0, A1, A2 и т.д., а маршруты любого типа будут восприняты как LINE. После загрузки в бортовую программу полетное задание может быть сохранено только в формате *.fpl.

10 Панель полетного задания

Для отображения файла полетного задания и управления его исполнением в программе "NavDat" используется специальная панель – панель полетного задания. Сразу после запуска программы эта панель пустая и имеет одну единственную строку. Если вы будете перемещать курсор вправо или вниз до упора, то увидите, что поле панели скроллингуется, прокручивается. Начать работу с полетным заданием можно с его загрузки из файла.

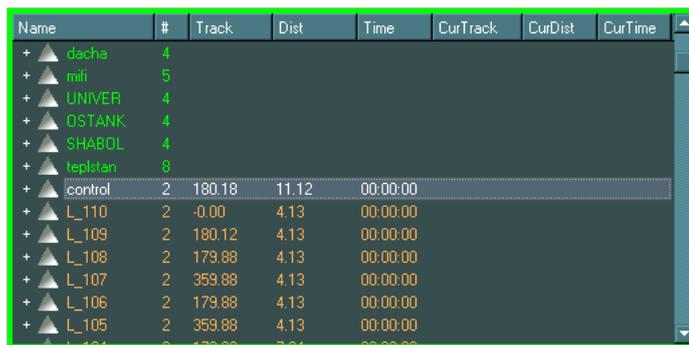


Рис. 16: Панель полетного задания

10.1 Загрузка и просмотр полетного задания



Рис. 17: Диалог открытия файла полетного задания

Для загрузки полетного задания, сфокусировавшись на панели полетного задания, нажмите F3. Вы увидите традиционное окно файловой системы. Перемещаясь по дереву каталогов, выберите нужный вам файл *.fpl. Также возможна загрузка Geosoft *.xyz файла. Он будет автоматически сконвертирован к формату *.fpl. После загрузки файла полетного задания предыдущее полетное задание будет стерто.

Для добавления нового полетного задания к текущему, сфокусировавшись на панели полетного задания, нажмите Ctrl+F3. Все новые записи будут добавлены в конец текущего списка.

После успешной загрузки файла вы увидите в панели полетного задания список записей.



Внимание Загрузка слишком большого полетного задания может привести к перегрузке системных ресурсов. Чтобы очистить текущее полетное задание, остановите бортовой демон, а затем удалите файл 'current.fpl' из директории записи данных.

Записи, имеющие тип LINE, отображаются бежевым цветом, REGION – зеленым, POSITION – розовым. Обратите внимание, что на панели видны только заголовки каждой из записей. Списка точек пока не видно. Для заголовков записей типа POSITION и REGION справа указано количество точек в списке. Для записей типа LINE слева стоит маленький треугольник, а справа, кроме количества точек, указаны дополнительные параметры: значения заходного курса в градусах, суммарная длина маршрута и время, которое требуется, чтобы пролететь этот маршрут с текущей скоростью.

Треугольник показывает порядок прохождения маршрутов в списке (сверху вниз или снизу вверх). Он так же может менять цвета: полностью серый - маршрут не пройден, помеченный зеленым - пройден. Если же треугольник моргает попеременно зеленым и красным, значит это текущий маршрут. У оператора есть возможность изменить значение данного признака для выделенных маршрутов, нажав Ctrl+D, на противоположное. Для того, чтобы раскрыть список точек маршрута нужно установив курсор в соответствующей строке, нажать Enter. Теперь вы видите развернутый список точек данного маршрута. Индикаторы точек также меняют цвет по мере прохождения с серого на моргающий зеленый/красный и на зеленый для пройденных точек. Для того, чтобы снова свернуть список, опять нажмите Enter.

Отдельно остановимся на отображаемых параметрах для точек маршрутов и заголовков маршрутов. Для заголовков маршрутов значение курса соответствует направлению первого при прочтении сверху вниз, входного отрезка списка точек.

Для каждой точки параметрами являются:

- значение курса входящего в нее отрезка из предыдущей точки списка (в градусах). Для первой точки списка это значение не актуально, записан 0
- длина этого отрезка (в км), для первой точки списка - 0
- время, необходимое, чтобы пролететь это расстояние с текущей скоростью, для первой точки 0
- *азимут на данную точку из той точки, в которой сейчас самолет находится (в градусах)
- *расстояние от текущего положения самолета до данной точки (км)
- *время, необходимое, чтобы это расстояние пролететь с текущей скоростью

Для списка точек записей типа REGION и POSITION отображаются только параметры, помеченные *.

10.2 Редактирование полетного задания

В программе "NavDat" предусмотрена возможность редактирования полетного задания. С учетом опыта использования системы, а также понимая опасность ошибки при такого рода операциях, разработчики предусмотрели следующие операции:

- изменение заголовка записи. На соответствующем заголовке нажмите Alt+M (modify). Появится красная строка редактирования, в которой записаны текущие тип и имя записи. Записи типа LINE соответствует буква L, типам REGION и POSITION – буквы R и P соответственно. Можете менять тип и имя по своему усмотрению, в соответствии с форматом полетного задания. Чтобы изменения применить, нажмите Enter. Если при редактировании этой строки вы совершите ошибку, то после нажатия Enter будет указан синтаксис для данной записи, а изменения будут проигнорированы.
- изменение параметров точки. Установите курсор в соответствующую строку, нажмите Alt+M. В красной строке редактора появятся текущие имя точки, ее широта и долгота, именно в этом порядке. Отредактируйте имя точки и координаты. Географические координаты точек должны задаваться в формате "DDMMmmmm", то есть градусы-минуты без разделителей. Первые цифры (до трех в случае долготы и до двух в случае широты) - градусы, потом две цифры - минуты, целая часть, потом ровно четыре цифры - дробная часть минут. Знак задает полушарие. Значение широты меньше нуля отвечает южному полушарию, отрицательное значение долготы задает западное полушарие.
- удаление записи/точки. Установите курсор в нужную строку или выделите несколько строк и нажмите Ctrl-Delete
- копирование записи/точки. Выделите строчки для копирования или установите курсор в нужную строку и нажмите Ctrl-Insert. После этого поставьте курсор в место, куда надо скопировать и нажмите Shift-Insert.

10.3 Разметка системы параллельных маршрутов

Эта операция позволяет "заштриховать" регион системой параллельных маршрутов. Для вызова этой процедуры вами сначала должна быть подготовлена запись, соответствующая заданному региону. Установите курсор на строку ее заголовка и нажмите Alt+G. В появившейся строке редактирования заполните следующие поля:

- маска имени. Все создаваемые маршруты будут иметь имя, начинающееся с маски, и затем будут стоять цифры соответствующего номера.
- направление "штриховки". Курс в градусах.
- расстояние между маршрутами в метрах
- широта и долгота точки, через которую пройдет центральный маршрут "штриховки". В момент нажатия Alt+G эти значения устанавливаются соответствующими точке, являющейся центром для вершин региона.

Сама разметка производится следующим образом. Через заданную центральную точку проводится ортодромия А, перпендикулярно заданному направлению. Затем в одну и другую сторону от центральной точки вдоль нее отмеряются отрезки, длина которых равна заданному межмаршрутному расстоянию d . Через точки концов этих отрезков проводятся ортодромии, перпендикулярные ортодромии А. Это и будут линии маршрутов. Концами маршрутов будут точки их пересечения с границей размечаемого региона. Направление маршрутов устанавливается встречным для четных и нечетных номеров.

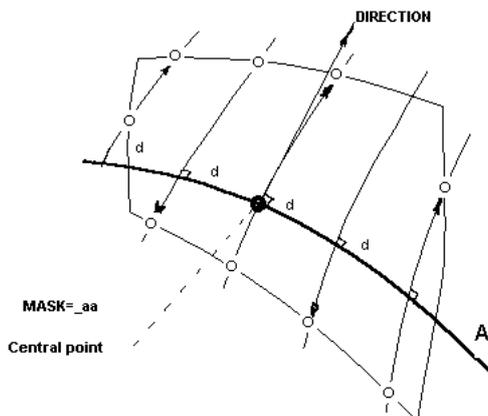


Рис. 18: Разметка системы параллельных маршрутов

В результате этой операции в основном списке после записи данного региона появятся записи соответствующих маршрутов.



Разметка площади маршрутами имеет экономические характеристики. Каждый лишний маршрут – это лишнее летное время. Поэтому советуем по возможности трепетно относиться к этому процессу, а лучше всего, выполнять разметку средствами более умного в этом смысле программного продукта – Geosoft Oasis Montaj.

10.4 Разметка системы маршрутов магнитной компенсации

Эта операция позволяет получить систему маршрутов для выполнения магнитной компенсации. Все маршруты будут иметь разное направление и проходить через одну центральную точку. Установите курсор на строку, где вы хотите, чтобы появились эти маршруты, и нажмите Alt+R. В появившейся строке редактирования заполните следующие поля:

- маска имени. Все создаваемые маршруты будут иметь имя, начинающееся с маски, и затем будут стоять цифры, соответствующие курсу маршрута в градусах.
- направление одного из маршрутов - Курс в градусах. Курсы остальных маршрутов будут вычислены автоматически.
- радиус маршрутов. Длина маршрута будет равна двум радиусам.
- угол между звеньями одного маршрута.
- широта и долгота центральной точки. В момент нажатия Alt+R эти значения устанавливаются соответствующими текущей позиции.

Если угол между звеньями не равен нулю, результат будет как вариант 1 (Рисунок 19). Будет четыре маршрута, направления которых задаются с шагом 90 градусов. В противном случае будет восемь маршрутов через 45 градусов, как показано в варианте 2 (Рисунок 20).

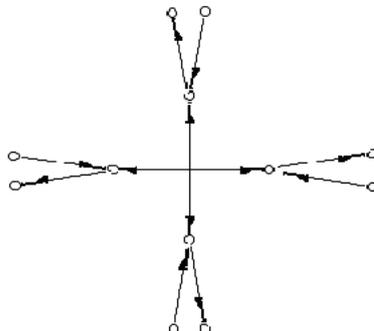


Рис. 19: Разметка системы маршрутов магнитной компенсации. Вариант 1.

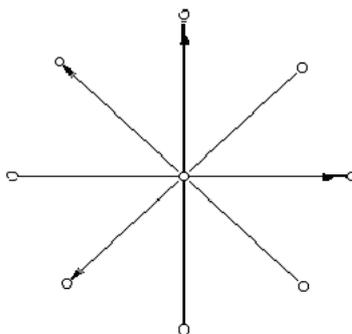


Рис. 20: Разметка системы маршрутов магнитной компенсации. Вариант 2.

10.5 Настройка, старт и остановка проводки

Итак, полетное задание создано, отредактировано и проверено. Теперь можно поднимать самолет в воздух и поручать программе выполнение проводки. Осталось только назначить начальную точку в списке, с которой следует начать проводку. Выполняется это следующим образом:

- нажимая `Ctrl+Backspace`, установите нужное направление прочтения списка маршрутов
- нажимая `Alt-Backspace` (изменить направления всех маршрутов на противоположные) или `Backspace` (изменить направление выбранных маршрутов на противоположное) установите порядок точек для каждого маршрута, точки всегда проходятся сверху вниз
- выберите начальную точку проводки и установите курсор на соответствующую ей строку
- проверьте все как следует еще раз и нажмите `Ctrl+S`. Монитор проводки примет управление и будет выполнять проводку в строгом соответствии с заданными направлениями прочтений. Если при нажатии `Ctrl+S(start)` курсор находился на строке заголовка записи маршрута, то проводка начнется с первой точки списка по направлению прочтения.

Если по каким либо причинам вам понадобилось выполнить принудительный заход на маршрут, то, выполнив все точно так же, вместо `Ctrl+S` нажмите `Ctrl+L(direct start)`. Это приведет к тому, что программа не станет искать заходную траекторию, а сразу будет вести по выбранному маршруту.

Для остановки проводки следует нажать Ctrl+K. Для выполнения этой операции не обязательно, чтобы активной была панель полетного задания.

10.6 Запись текущей точки

Эта очень важная операция используется во всех навигационных системах мира. Она выполняет регистрацию текущего значения координат. А поскольку программа "NavDat" обслуживает весьма специфический съемочный процесс, то и выполняется довольно замысловатым образом. Для выполнения этой операции нужно нажать Ctrl+F. По этой команде будет сделано следующее:

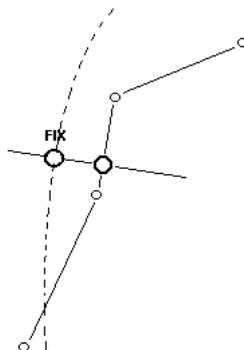


Рис. 21: Position fix

- В общем списке задания создается специальная запись с именем FIX. Если такая запись уже существовала, дубликат не создается
- В список точек заносится точка с текущими координатами и именем, являющимся композицией из даты и времени
- Если в момент нажатия производилась проводка по маршруту, то в список его точек также будет вставлена точка с таким же именем, находящаяся на траверсе текущей точки. (Рисунок 21)

10.7 Управление в панели полетного задания

- Стрелки перемещение по списку, работают стандартные комбинации для выделения (Shift вверх/вниз - перемещение с инверсией выделения, Ctrl вверх/вниз - перемещение с сохранением выделения, Ctrl Пробел - инвертировать выделение без перемещения)
- Enter Раскрыть/закрыть маршрут
- F3 загрузить файл полетного задания вместо текущего
- Ctrl+F3 загрузить файл полетного задания в конец текущего списка
- F2 сохранить файл полетного задания
- Backspace изменить порядок прохождения точек маршрута под курсором
- Alt-Backspace изменить порядок прохождения точек для всех маршрутов
- Ctrl-Backspace изменить порядок прохождения маршрутов
- Alt-M редактировать строку под курсором, Esc - отмена
- Alt-G разбивка выделенного региона

- Alt-R создание маршрутов магнитной компенсации
- Ctrl-Delete удалить выделенное
- Ctrl-Insert скопировать выделенное в буфер
- Ctrl-D Изменить значение флага 'выполнен' для выбранных маршрутов
- Shift-Insert вставить из буфера
- Ctrl-S начать заход на выделенный маршрут
- Ctrl-L форсировать проводку по маршруту, без захода на него
- Ctrl-K остановить проводку, глобальная комбинация (работает из любого окна)
- Ctrl-F записать текущую точку, глобальная комбинация (работает из любого окна)

11 Навигационная панорама

Панорама – основной индикатор визуального контроля качества исполнения полетного задания. Этот индикатор осуществляет картографическое отображение навигационной информации.

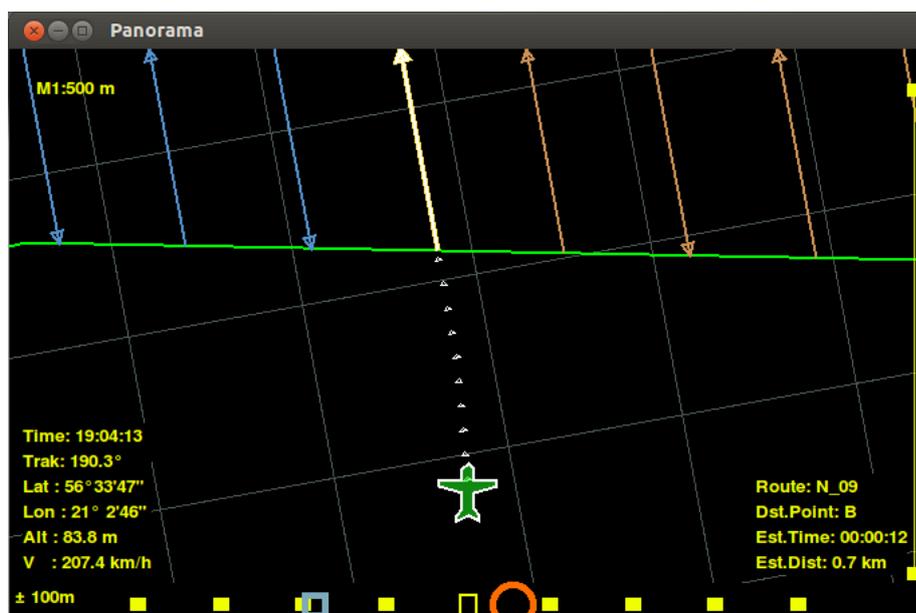


Рис. 22: Окно панорамы

На панораме схематически отображаются элементы полетного задания, ее поведение напрямую связано с операциями в панели полетного задания. (Рисунок 22)

В верхней части индикатора отображается масштаб карты - размер стороны одной клетки в метрах. В нижнем левом углу отображаются следующие параметры:

- Time - время GPS (чч:мм:сс)
- Track - текущий путевой угол (град)
- Lat - широта (градусы-минуты-секунды)
- Lon - долгота (градусы-минуты-секунды)

- Alt - высота над эллипсоидом (м)
- V - путевая скорость (км/ч)

В правом нижнем углу печатаются:

- Route - имя текущего маршрута
- Dst.Point - имя текущей точки назначения
- Est.Time - прогнозируемое время полета до конца маршрута в режиме проводки или до начала маршрута в режиме захода (чч:мм:сс)
- Est.Dist - расстояние до конца маршрута в режиме проводки или до начала маршрута в режиме захода (км)

Символическое изображение самолета отвечает текущему положению летательного аппарата. Если его контур отображается пунктиром, значит самолет находится за границей панорамы в том направлении, в котором указывает зеленая стрелка, совмещенная с пунктирным контуром.

В правой части панорамы отображается прогресс-индикатор прохождения маршрута. Голубого цвета кружок отвечает текущему положению на маршруте, отображаемом желтой линией.

В нижней части помещена шкала индикатора проводки. Оранжевый кружок дублирует текущие показания индикатора пилота. Голубой квадрат показывает боковое отклонение от линии маршрута, шкала - плюс-минус 100 метров.

11.1 Основные элементы панорамы

Для того, чтобы увидеть отображение элементов полетного задания на панораме, следует загрузить его или создать. Поскольку элементы отображения на панораме однозначно связаны с содержимым полетного задания и операциями над ним, следует рассматривать два этих индикатора совместно.

- Маршруты на панораме отображаются линиями темно-оранжевого цвета, как и в панели полетного задания. Стрелка на конце маршрута, или на границе панорамы, если конец маршрута не попадает в зону видимости, показывает его направление.
- Границы регионов изображаются зеленым цветом, как и в панели полетного задания.
- Маршрут, регион или набор точек, на котором установлен фокус в панели полетного задания, подсвечивается белым.
- Точка, на которой установлен фокус в панели полетного задания, отображается белым кружком и подписывается соответствующим именем.
- Одиночные точки (POSITION) отображаются розовым цветом и подписываются всегда.
- Текущий маршрут, на который производится нацеливание или осуществляется его прохождение, показывается толстой светло-оранжевой линией.
- Маршрут, помеченный в полетном задании, как пройденный, показывается голубой линией.
- Криволинейный участок заходной траектории отображается пунктиром из маленьких треугольников белого цвета, которые при мелком масштабе сливаются в линию.

11.2 Режимы

Навигационная панорама имеет два режима отображения

- Панорама. Самолет неподвижен, направление вверх отвечает текущему путевому углу.
 - Карта. Север наверху, самолет перемещается по карте.
-

11.3 Управление панорамой

- Q, A - увеличить/уменьшить масштаб
- M - изменить режим отображения
- Z - Поместить самолет в центр
- C - Изменить размер карты по размеру окна
- Можно использовать стрелки для перемещения карты

12 Пилотский индикатор, параметры проводки и пилотская панель

Во время выполнения полета программа "NavDat" может работать по-разному, в зависимости от фазы проводки, однако, в любом случае, программа отображает управляющую информацию на пилотском индикаторе.

12.1 Пилотский индикатор

Пилотский индикатор представляет собой указатель, имеющий две стрелки - указатели отклонения по горизонтали и вертикали, - и два светодиода - зеленый и красный, - которые могут загораться попеременно. Во время проводки лампочки на индикаторе моргают по-разному в зависимости от фазы проводки. В любой стадии проводки задача пилота - держать, а точнее, "успокаивать" стрелочный указатель в нуле. При этом следует помнить, что в режиме проводки ноль соответствует прямолинейному полету, а в режиме захода - криволинейному, по крайней мере до тех пор, пока не вышли на направление маршрута.

Стрелочный указатель передает информацию об отклонениях от заданной траектории. Если самолету для следования данной траектории необходимо отклониться вправо, то и указатель положения соответственно отклонится в зависимости от настройки программы вправо или влево, можно поставить так, как удобно пилоту. Поведение лампочек зависит от того, какая фаза проводки выполняется:

1. Режим выключенной проводки: горит красный светодиод.
2. Режим полета на точку: горит красный светодиод, моргает зеленый.
3. Режим проводки по маршруту: горит зеленый светодиод.
4. Режим захода на маршрут: в начале заходной траектории зеленый и красный диоды загораются попеременно, красный горит тем меньше, чем ближе к началу маршрута, до тех пор, пока светодиоды не заработают в режиме (3), что означает заход на маршрут.

Программа позволяет менять цвета светодиодов местами.

Параметры пилотского индикатора, связанные с выполнением полетного задания, могут быть проконтролированы на самописце. Раздел [В.2](#) содержит список параметров.

12.2 Фазы проводки

Всего возможно несколько режимов – фаз проводки. Процесс исполнения полетного задания – это последовательный переход из одной фазы в другую.

12.2.1 Полет на точку

Этот режим можно охарактеризовать следующим образом. Имеется точка назначения, но никак не определена траектория полета. В этом случае на индикатор пилота выводится угловое расхождение между направлением движения и направлением на заданную точку. Для этого режима масштаб шкалы индикатора устанавливается в градусах.

12.2.2 Криволинейная проводка

Это проводка по криволинейной траектории, составленной, как правило, из двух коротких прямолинейных отрезков, сопряженных дугами окружностей заданного радиуса. При проводке по циркулярной кривой на индикатор выводится угловое расхождение между текущим направлением движения и касательной к заданной окружности. Масштаб шкалы индикатора устанавливается в градусах.

12.2.3 Проводка по маршруту

Проводка по маршруту для достижения необходимой точности съемки накладывает ограничения на технику пилотирования летательного аппарата. В режиме трассовой проводки производится сближение с заданной линией пути, а показателем качества является боковое отклонение от маршрута. Масштаб шкалы в этом случае устанавливается в метрах.

Следует отметить, что для достижения уверенной, устойчивой и точной проводки требуется не только измерять и показывать угловые и линейные отклонения от заданной траектории, но и прогнозировать инерционное поведение летательного аппарата и замедленную реакцию пилота. Поэтому процесс управления пилотским индикатором основан на сложных расчетах и моделировании движения в реальном времени.

12.3 Условия вхождения

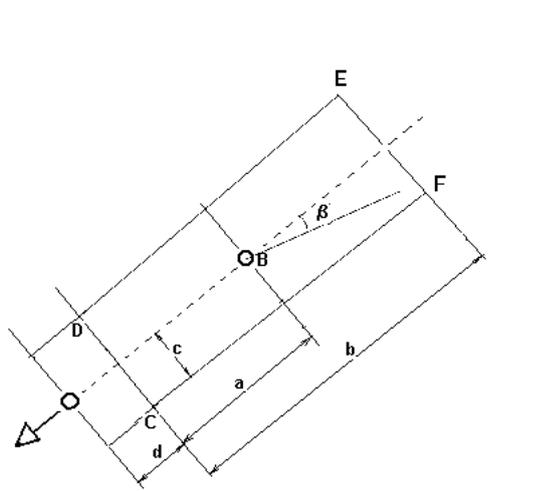


Рис. 23: Схематическая иллюстрация параметров задания вхождения

В процессе проводки программа "NavDat" обеспечивает наведение летательного аппарата на входной створ маршрута. Переключение из режима нацеливания в режим трассовой проводки происходит по достижении следующих условий:

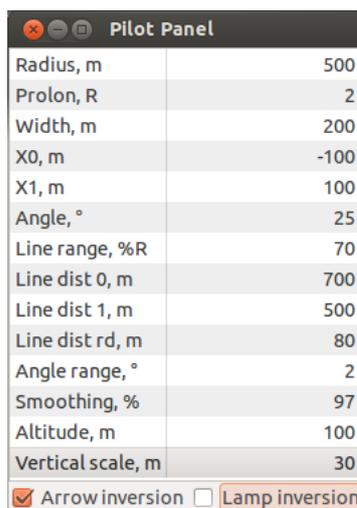
- самолет должен находиться ближе, чем расстояние b от начала маршрута
- направление движения самолета не должно отличаться от направления маршрута больше, чем на угол бета
- боковое отклонение не должно быть больше c
- вхождение должно завершиться не дальше расстояния d от начала маршрута.

Таким образом самолет должен лететь внутри четырехугольника CDEF, не уклоняясь от направления маршрута более, чем на угол бета. Отдельно следует сказать о специальной точке B и расстоянии a .

При нацеливании, сначала программа пытается завести самолет на маршрут в точке В. Это точка предварительного наведения. Дистанция а называется дистанцией предварительного выноса. Если наведение в точку В не состоялось по каким-либо причинам, программа сама несколько приблизит эту точку к началу маршрута, и будет продолжать это приближение до тех пор, пока не достигнет траверса CD. В этот момент будет принято решение о перезаходе.

Значения этих и некоторых других параметров настраиваются, исходя из представлений о заданной точности и масштабе съемки, условиях полета, пилотажных свойствах самолета и т.п. Для настройки используется специальная панель (Рисунок 24).

12.4 Параметры



Parameter	Value
Radius, m	500
Prolon, R	2
Width, m	200
X0, m	-100
X1, m	100
Angle, °	25
Line range, %R	70
Line dist 0, m	700
Line dist 1, m	500
Line dist rd, m	80
Angle range, °	2
Smoothing, %	97
Altitude, m	100
Vertical scale, m	30

Arrow inversion Lamp inversion

Рис. 24: Внешний вид пилотской панели

Для задания параметров вам следует отредактировать значения соответствующих величин.

- Radius – заданный радиус дуг криволинейной проводки в метрах
- Prolon – дистанция предварительного выноса (а) в радиусах
- Width – ширина створа (с) в метрах
- x0 – минимальная дистанция вхождения (d) в метрах
- x1 – максимальная дистанция вхождения (b) в метрах
- angle - угол вхождения бета в градусах
- Line range – масштаб стрелки при трассовой проводке в процентах от радиуса; следует помнить, что стрелка, как правило, показывает не текущее отклонение, а прогнозируемое с учетом параметров Line dist
- Line dist 0 и Line dist 1 – две дистанции упреждения в метрах. В режиме трассовой проводки две точки выносятся на эти расстояния вдоль прямой с текущим курсом, и от их отклонения от маршрута зависит положение стрелки.
- Line dist rd – дистанция упреждения с учетом текущей угловой скорости, в метрах. При ненулевом значении этого параметра Line dist 0 и Line dist 1 отсчитываются от точки, отвечающей этому упреждению в соответствующем направлении. Очень важный параметр, определяется динамическими характеристиками летательного аппарата. Если этот параметр равен нулю, индикатор игнорирует параметры Line dist 0 и Line dist 1 и показывает боковое отклонение с учетом Line range.

- Angle range – масштаб стрелки для угловой проводки и для этапа захода в градусах. По опыту для уверенного захода на маршрут его значение следует установить равным 3°-4°.
- Max accel – максимально допустимое ускорение (для контроля качества ГНСС данных). По опыту достаточно 10 м/с².
- Smoothing – фильтрация, сглаживание скачков. По опыту этот параметр должен быть около 95-97.
- Altitude* – Требуемая высота полета.
- Vertical scale* – Шкала вертикального указателя.
- Arrow Inversion – параметр, переключающий знак индикатора бокового уклонения. Некоторым пилотам удобнее, если уклонение вправо отображается на индикаторе смещением указателя влево.
- Lamp Inversion – параметр, переключающий цвет индикатора режима проводки.

Поля, отмеченные *, используются только для индикаторов типа modern. Arrow inversion в этом случае действует на оба индикатора (горизонтальный и вертикальный) одинаково.

12.5 Рекомендации по настройке

Настройка параметров проводки дело достаточно тонкое и требует некоторых навыков. Есть несколько простых рекомендаций по последовательности настройки.

1. Установите облегченные условия вхождения. Такие, при которых даже приблизительное попадание на маршрут будет считаться кондиционным.
2. Установите надежный расчетный радиус криволинейной проводки.
3. Установите существенно увеличенный предварительный вынос точки наведения.
4. Масштабы шкалы индикатора пилота тоже установите несколько больше обычных. Для линейной проводки 150 - 200 метров.
5. Для изменения чувствительности стрелки при заходе меняйте Angle range. Чувствительность тем больше, чем меньше этот параметр.
6. Подберите параметры Line dist исходя из баланса скорости сближения с маршрутом и раскочки вдоль маршрута. Чем больше Line dist 0 и 1, тем мягче и медленнее сближение. Упреждение Line dist rd следует устанавливать исходя из времени реакции пилота.
7. Выполняя настроечные полеты в таком режиме, наблюдайте по панораме или по фактическим линиям пути, как выполняется разворот и проводка по трассе. При этом меняйте параметры упреждений и успокоения.
8. Когда пилот привыкнет работать с индикатором в режиме проводки, а оператор настроит параметры упреждения, можно, располагая фактической информацией о среднем статистическом развороте, установить надежные параметры условий вхождения. Масштабы указателя - это всегда баланс между нагрузкой пилота и качеством проводки. Чем меньше чувствительность стрелки, тем легче пилоту держать ее в нуле, но, при этом, тем больше будут боковые отклонения.

13 Приложение пилотский индикатор

Есть приложение, работающее аналогично устройству 'стрелка'. Оно может отображаться на мониторе в кабине пилота, установленном вместо 'стрелки'. Основные особенности работы приложения описаны в Раздел 12. Добавлены дополнительные возможности отображать направление поворота на криволинейной фазе проводки и текущее значение навигационной высоты.

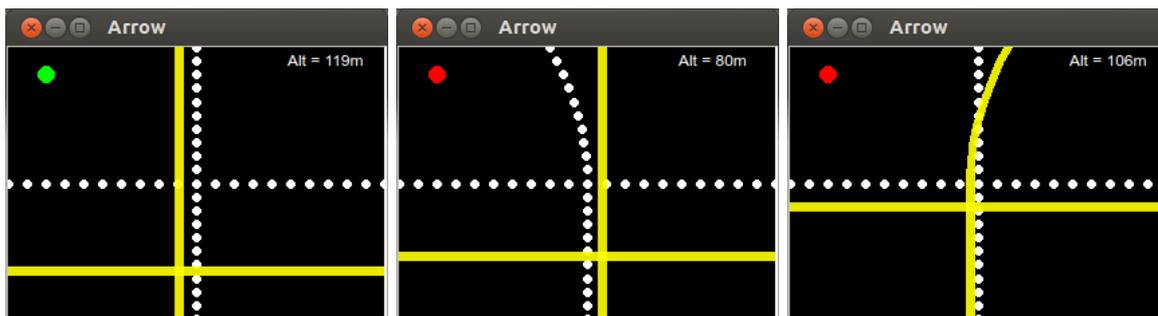


Рис. 25: Индикатор пилота

Данное приложение разработано также под ОС Android, доступно в Google Play. Оно может быть использовано для установки на смартфоне/планшете пилота с коммуникацией по WiFi. В мобильной версии приложение имеет расширенный функционал. Помимо 'стрелки' может отображаться панорама, позволяющая пилоту контролировать свое положение относительно начала следующего маршрута (см. Раздел 11), а также панель состояния приборов (см. Раздел 7). В случае работы без оператора пилот может контролировать работоспособность аппаратуры.

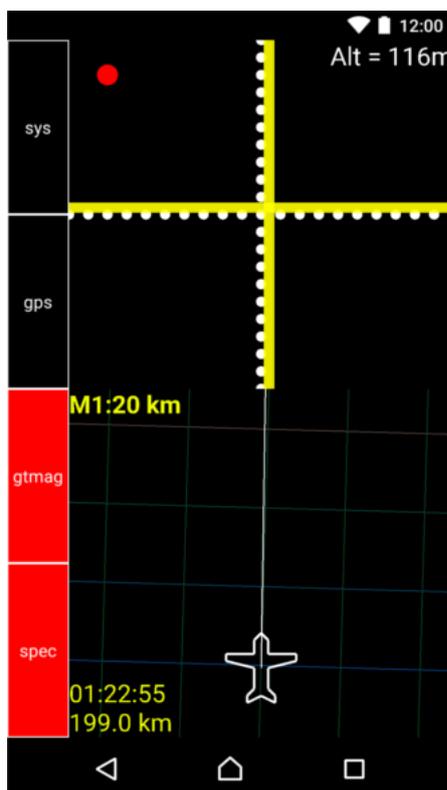


Рис. 26: Индикатор пилота под Андроид

Для начала работы надо просто подключиться к локальной сети бортового сервера и задать настройки сети (IP-адрес и порт), см. Раздел 6.3.

14 Таблица спутников

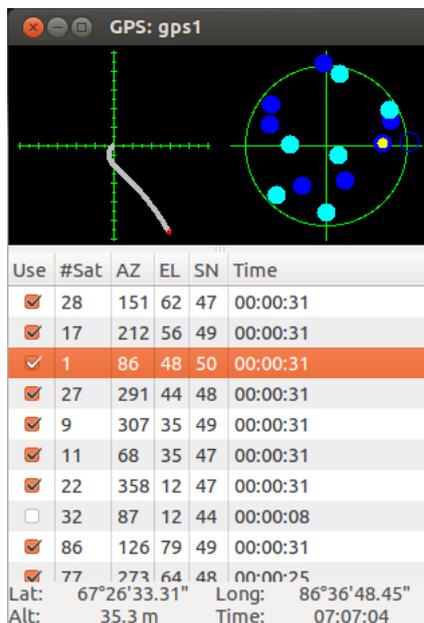


Рис. 27: Таблица спутников

14.1 Небесная полусфера

На индикаторе отображаются азимут и возвышение для всех спутников, наблюдаемых GPS приемником. Таким образом, индикатор представляет собой своеобразную карту спутников. Азимут отсчитывается от направления вверх по часовой стрелке. Возвышение - от края к центру. Если спутник в счислении не используется, то на индикаторе соответствующий ему значок будет нарисован окружностью, а не кругом. Голубым цветом обозначаются спутники ГЛОНАСС, а синим GPS. Спутник, выделенный в таблице, подсвечивается желтым кружком.

14.2 Карта

На индикаторе красной точкой отображается текущее положение, линия серого цвета показывает пройденную траекторию. карта всегда сориентирована так, что север находится вверху. При нажатии правой клавиши мыши на карте появляется меню выбора масштаба карты.

14.3 Панель спутников

На панели напечатаны строки состояний для всех спутников созвездия. В каждой строке печатается:

- значок использования в счислении
- номер спутника в созвездии
- отношение сигнал/шум
- время использования в счислении

14.4 Управление таблицей спутников

- Ctrl+D Выбрать устройство для отображения
- Ctrl+T Показать/Скрыть таблицу спутников
- Ctrl+S Показать/Скрыть панель состояния
- Ctrl+P Показать/Скрыть индикатор созвездия
- Ctrl+M Показать/Скрыть карту
- F8 Изменить размер таблицы спутников

15 Эмулятор ГНСС



Рис. 28: Окно эмулятора ГНСС

Имитирует поток данных ГНСС-приемника Javad, позволяет управлять координатами и скоростью самолета. Также при включенном режиме автопилота осуществляет прохождение маршрутов.



Внимание В настройке бортовой программы приемник должен быть настроен как localhost:4444

Управление в эмуляторе осуществляется следующим образом.

- Стрелки влево/вправо - изменение угловой скорости
- Пробел - установить угловую скорость в ноль
- Стрелки вверх/вниз - изменение линейной скорости
- Pilot Automatic - флаг включения автоматического управления.

Если включен режим автопилот, программа, при условии включенной проводки, сама пытается удерживать стрелку в нуле, изменяя угловую скорость. При этом, она реагирует на отклонение стрелки от нуля, только если оно составляет более 10% всей шкалы.

16 Самописец

Самописец предназначен для отображения параметров, измеряемых приборами комплекса, в виде графиков. Общий вид панели самописца следующий.

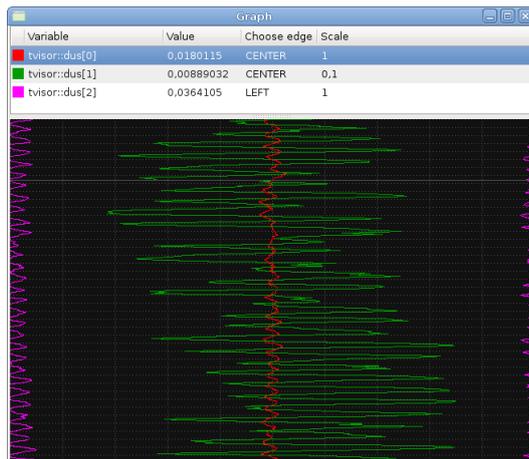


Рис. 29: Окно самописца

Окно самописца состоит из двух частей:

- Список переменных (см. Приложение В) и параметры их отображения
- Графическая область

Список переменных позволяет выбрать переменную для визуализации, он состоит из следующих столбцов: Цвет, Variable (имя переменной), Value (значение), Choose Edge (выравнивание) и Scale (масштаб).

16.1 Настройка

Для каждой переменной можно задать следующие параметры отображения, установив курсор на одну из них:

- **ЦВЕТ** задается с помощью клавиши пробел, черный цвет позволяет видеть числовое значение без отображения графика
- **ВЫРАВНИВАНИЕ** в соответствующем столбце нажать Enter и выбрать в выпадающем списке одно из значений:
 - OFF не отрисовывать переменную
 - CENTER выравнивание по центру (значение 0 будет по центру окна)
 - LEFT выравнивание по левому краю (значение 0 будет на левом краю окна)
- **МАСШТАБ** в соответствующем столбце нажать Enter и задать нужную величину - всю шкалу в единицах соответствующей переменной

16.2 Управление самописцем

- F8 Изменить размер таблицы/графиков; нажимая вверх/вниз установите нужный размер графической области, с нажатой клавишей Shift размер меняется с большим шагом; в конце нажмите Enter
- Ctrl+N Показать/Скрыть неотображаемые переменные
- Пробел Изменить цвет переменной под курсором
- Backspace Убрать переменную из списка отображаемых

17 Спектры

Программа Спектры предназначена для отображения параметров, измеряемых спектрометрами комплекса, в виде графиков. Общий вид панели спектров следующий.

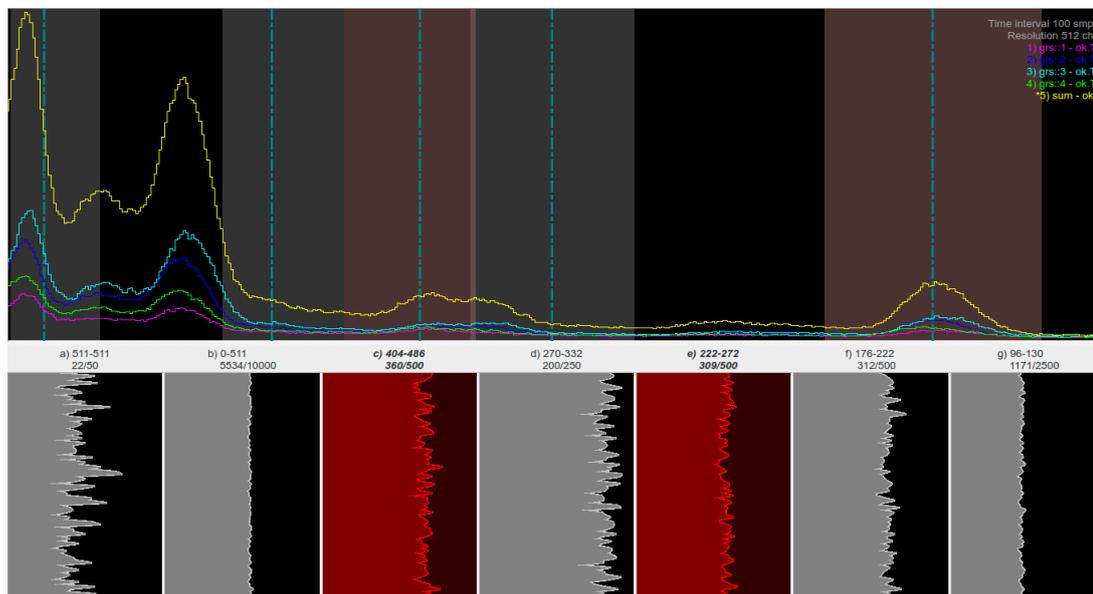


Рис. 30: Спектры

Окно спектров состоит из двух частей:

- Зона просмотра спектров
- Зона просмотра счета в окнах

Программа позволяет выбирать интервал отображения, время накопления, разрешение отображаемых спектров, включать/выключать визуализацию того или иного спектра, ставить маркеры, выбирать до десяти окон для контроля счета и задавать шкалу для их графиков, наблюдать суммарный спектр. Можно использовать курсор для выбора каналов, он подписан номером канала и текущим значением вертикальной шкалы, которое выбирается автоматически. Состояние каждого спектра отображается в строке соответствующего цвета:

- "on" - спектр получен и отображается
- "off" - спектр получен, но не отображается (не учитывается при отображении окон счета)
- "no data" - спектр не получен (не зависит от режима визуализации)

Каждый график счета озаглавлен строками "левая граница - правая граница" и "суммарный счет окна для текущего отсчета/текущий масштаб". Для спектров некоторых устройств (GRS410, ГСА2000) отображается режим работы алгоритма стабилизации (L(свет), Т (торий), U (уран), К (калий), А (анализ), 0 (детектор не подключен)).

17.1 Управление визуализацией спектров

Возможны следующие настройки отображения:

- Выбрать спектр: нажать номер спектра (1,2,3,...,0(10), Alt 1(11),...,Alt Ctrl 1(21),...); выделенный спектр помечается '*'
- Включить/выключить спектр: нажать Ввод для включения/отключения визуализации всех выбранных спектров
- Изменить цвет спектра: нажать Пробел для изменения цвета всех выбранных спектров
- Время накопления: нажать T для переключениями между 1, 20 или 100 отсчетов
- Разрешение спектров: нажать R для переключения между 1, 2 или 4 каналов на точку; например, спектры на 1024 канала могут просматриваться в режиме 512 (суммирование по 2) или 256 каналов (суммирование по 4)
- Левая граница: нажать , для уменьшения или Alt+, для увеличения номера канала, приписанного к левой границе зоны просмотра; нажать Ctrl для ускорения
- Правая граница: нажать . для увеличения или Alt+. для уменьшения номера канала, приписанного к правой границе зоны просмотра; нажать Ctrl для ускорения
- Просматривать все каналы: нажать Ctrl+Z
- Просматривать только выделенные каналы: нажать Ctrl+V
- Скрыть/показать зону просмотра окон счета: нажать Ctrl+N
- Двигать границу зоны просмотра окон счета: нажать Вверх или Вниз, использовать Ctrl для ускорения
- Выделить/снять выделение окна счета: нажать индекс окна (a,b,c,...)
- Добавить/удалить окно счета: нажать Ctrl+Insert для добавления выделенной зоны или Ctrl+Delete для удаления выделенных окон и/или всего, что вошло в выделенную зону
- Добавить/удалить маркер: нажать Ctrl+Insert для добавления или Ctrl+Delete для удаления маркера (если нет выделенной зоны)
- Изменить масштаб графика окна счета: нажать +/- для увеличения/уменьшения масштаба выделенных графиков

Суммарный спектр (sum) отображает сумму всех визуализируемых и включенных спектров. Он также может быть включен/выключен.

17.2 Горячие клавиши

Доступны следующие клавиши:

- F1 - вызов справки
- 1, 2, 3, ..., 0 - выделение/снятие выделения соответствующего спектра от 1 до 10
- Alt+1, Alt+2, Alt+3, ..., Alt+0 - выделение/снятие выделения соответствующего спектра от 11 до 20
- Ctrl+Alt+1, Ctrl+Alt+2, Ctrl+Alt+3, ..., Ctrl+Alt+0 - выделение/снятие выделения соответствующего спектра от 21 до 30
- Ввод - включение/выключение визуализации всех выделенных спектров
- Пробел - изменение цвета всех выделенных спектров
- a, b, c, ... - выделение/снятие выделения с соответствующего окна счета
- Влево, Вправо, Ctrl+Влево, Ctrl+Вправо, Home, End - движение курсора на 1 канал, на 20 каналов или до границы зоны просмотра

- Shift+Влево, Shift+Вправо, Shift+Ctrl+Влево, Shift+Ctrl+Вправо, Shift+Home, Shift+End - движение курсора с выделением на 1 канал, на 20 каналов или до границы зоны просмотра
- Вверх, Вниз, Ctrl+Вверх, Ctrl+Вниз - движение горизонтального разделителя на 1 или на 20 точек
- ',', Ctrl+',', - уменьшить левую границу на 1 или на 20
- Alt+',', Alt+Ctrl+',', - увеличить левую границу на 1 или на 20
- '.', Ctrl+'.', - увеличить правую границу на 1 или на 20
- Alt+'.', Alt+Ctrl+'.', - уменьшить правую границу на 1 или на 20
- +, - - увеличить/уменьшить масштаб выделенных окон счета
- Ctrl+Insert - добавить маркер в текущей позиции курсора или добавить окно счета для текущего выделения
- Ctrl+Delete - удалить маркер в текущей позиции курсора, удалить выделенные окна счета и/или все маркеры и окна счета внутри выделения
- Ctrl+N - скрыть/показать зону графиков окон счета
- Ctrl+Z - просматривать все каналы спектров
- Ctrl+V - просматривать только выделенные каналы спектров
- T - переключать время накопления спектров: 1/20/100 отсчетов
- R - переключать разрешение при отображении спектров: каждый канал/просуммированные парами/просуммированные четверками

18 EM4H

Эта программа позволяет контролировать параметры аэроэлектроразведочной системы EM4H и управлять ее работой.



Рис. 31: EM4H

Окно программы состоит из трех частей:

- Управление возбуждением
- Управление компенсацией
- Цифровая панель

Программа позволяет включать/выключать частоты возбуждения, выполнять компенсацию влияния летательного аппарата, просматривать в различных режимах значения измеряемых параметров и выводить их в панель самописца.

18.1 Управление возбуждением

Возможны следующие операции:

- Включить/выключить частоту: нажать F*. * соответствует номеру частоты:
 - F0 - 130 Гц, 0-я рабочая частота возбуждения в основной петле
 - F1 - 520 Гц, 1-я рабочая частота возбуждения в основной петле
 - F2 - 2080 Гц, 2-я рабочая частота возбуждения в основной петле
 - F3 - 8320 Гц, 3-я рабочая частота возбуждения в основной петле
 - FCO - 667 Гц, рабочая частота возбуждения в петле компенсатора
 - FC1 - 833 Гц, рабочая частота возбуждения в дополнительной петле компенсатора (только в варианте установки на Ми-8)
- Включить все частоты: нажать All on чтобы включить возбуждение на всех частотах
- Выключить все частоты: нажать All off чтобы выключить возбуждение на всех частотах

Следует иметь в виду, что состояние кнопок включения/выключения зависит от данных, которые получены. В частности, кнопка будет отображаться, как нажатая, только когда программа получит подтверждение от прибора, что соответствующая частота включена. При этом один из индикаторов на кнопке (правый) загорится зеленым. Второй индикатор загорится синим только после того, как амплитуда напряжения или тока в петле генератора на соответствующей частоте превысит минимально допустимое значение. Если хотя бы один индикатор красный - система не работает.

18.2 Управление компенсацией

Возможны следующие операции:

- Включить/выключить отбор: нажать Sample, чтобы начать/остановить отбор данных для компенсации.
- Очистить: нажать Clear, чтобы сбросить все отобранные данные и начать отбор заново.
- Компенсация: нажать Fix, чтобы использовать текущий набор данных для вычисления параметров компенсации.

Ниже представлены счетчики:

- Количество данных, поступивших на вход процедуры компенсации: total.
- Количество отбракованных данных: rejected.
- Количество данных, учтенных в текущих параметрах компенсации: used.

Процесс компенсации представляется следующим образом: на значительной высоте полета, где влиянием земли можно пренебречь (600-700м), выполняется накопление данных для компенсации. Для этого следует:

- Очистить выборку, нажав Clear. Все счетчики обнуляются.
- Запустить отбор, нажав Sample. После этого начнет меняться счетчик total и, возможно, rejected.

- Выполнить серию качаний гондолы по тангажу и крену так, чтобы гондола побывала в различных точках поля относительно самолета. Выполнение этой операции требует от оператора некоторого опыта и согласованных действий пилота. Операция накопления обычно занимает несколько минут.
- После того, как данные контрольной выборки будут накоплены, и счетчик накопленных значений total будет на разумное число отсчетов превосходить счетчик rejected, следует зафиксировать выборку, нажав Fix. При этом счетчик данных, использованных для вычисления параметров компенсации показывается в поле used.
- Если качество компенсации удовлетворяет, можно остановить отбор, нажав Sample еще раз. Счетчики total и rejected перестанут меняться.

Следует отметить, что на борту летательного аппарата режим компенсации необходим только для того, чтобы оператор убедился в работоспособности аппаратуры в наиболее сложном режиме. Накопление и обнуление счетчиков никакого влияния на записываемые данные не оказывает.

Программа "NavDat" сохраняет последние вычисленные параметры компенсации в своей системной директории. При очередном запуске "NavDat", если не менялся тип летательного аппарата в настройках устройства EM4H (см. Раздел 6.9), параметры будут автоматически загружены. В этом случае счетчики total и rejected будут нулевыми, а used - отличен от нуля.

18.3 Работа с цифровой панелью

Цифровая панель позволяет контролировать все измерения системы в виде чисел. Она отображает три матрицы:

- operating frequencies - матрица сигналов на рабочих частотах F^* .
- left piloting - матрица контрольных сигналов (левое пилотирование) на частотах F^*-6 Гц.
- right piloting - матрица контрольных сигналов (правое пилотирование) на частотах F^*+6 Гц.

Каждая частота представлена парой столбцов (выделены одним цветом), показывающих либо синфазную и квадратурную компоненты $\{Re F^*, Im F^*\}$, либо амплитуду и фазу сигнала: $\{Amp F^*, Ph F^*\}$. По строкам различаются мерители:

- X, Y, Z - оси чувствительности приемника EM4H.
- U - напряжение на основной петле.
- I - ток в основной петле (для установки на Ан-2 или Ми-8) для частот F0-F3 и в петлях компенсаторов для, соответственно, FC0 и FC1. При установке в варианте Ан-3 на частотах F0-F3 в этом канале измеряется сигнал дополнительной катушки компенсации, установленной на стингере.

В случае, когда какой-либо АЦП в зашкале, соответствующие поля матриц будут окрашены красным, как канал I в приведенном примере (см. Рисунок 31).

Два флага, расположенные в верхней части панели, позволяют выбрать черыре варианта отображения:

- compensated - устанавливается по Alt+C.

Если этот флаг установлен, отображаются скомпенсированные данные. При этом все сигналы матрицы operating frequencies нормируются на единицу на момент нажатия Fix или Clear. В дальнейшем коэффициенты нормировки не меняются до очередного нажатия одной из этих кнопок. Если текущих параметров компенсации нет (счетчик used = 0), выполняется только нормировка. Параметры X, Y, Z нормируются как вектор, т.е. $X^2+Y^2+Z^2 = 1$, а параметры U и I - как скаляры. При этом ноль фазы в приемнике отвечает фазе сигнала возбуждения (фазе большой полуоси эллипса поляризации на момент нормировки). Фаза в каналах U и I до нуля не доворачивается. Отображение матриц пилотирования также меняется - показывается результат применения цифрового фильтра, но нормировка не выполняется.

Если этот флаг не установлен, отображаются данные, полученные непосредственно с прибора. Значение компонент соответствует единицам 16-ти разрядного АЦП.

- polar form - устанавливается по Alt+M.

Если этот флаг установлен, отображаются амплитуды и фазы сигналов $\{Amp F^*, Ph F^*\}$. В случае установленного флага compensated и отсутствия параметров компенсации (счетчик used = 0) фаза сигналов приемника соответствует фазе большой полуоси эллипса поляризации на момент нажатия Clear или на момент начала работы программы. В случае не установленного флага compensated фаза никак не изменяется.

Если этот флаг не установлен, данные отображаются в формате комплексного числа: $Re F^*$ - синфазная компонента, $Im F^*$ - квадратурная. Важно помнить, что при снятом флаге compensated синфазная компонента соответствует нулю фазы данного мерителя, а не поля возбуждения.

Панель позволяет добавить любой из параметров в любом из форматах, определяемых флагами compensated и polar form, в качестве переменной самописца (см. Раздел В.6). Для этого следует выделить нужные параметры и нажать Ctrl+Insert: они появятся в списке переменных самописца. При выделении нескольких переменных в пределах одной матрицы можно пользоваться стрелками с нажатой клавишей Shift. Также можно, удерживая Ctrl, перемещать курсор, нажимая пробел для выделения очередного параметра. Переменная, добавленная в самописец, помечается символом "•". Удалить переменную из списка самописца можно выделив ее в соответствующей матрице и нажав Ctrl+Delete.

Программа позволяет скрыть матрицы сигналов пилотирования (Ctrl+P) или всю цифровую панель (Ctrl+H).



Рис. 32: EM4H - компактный вид

18.4 Горячие клавиши

Доступны следующие клавиши:

- F1 - вызов справки
- Tab - переключение между элементами (кнопки, флаги, матрицы)
- Ctrl+Tab - переключение между частями окна (управление возбуждением, управление компенсацией, цифровая панель)
- Alt+C - включить/выключить режим просмотра скомпенсированных значений в цифровой панели (флаг compensated)
- Alt+M - переключение режима просмотра значений: синфазные-квадратурные компоненты или амплитуда-фаза (флаг polar form)
- Ctrl+P - скрыть/показать матрицы пилотирования
- Ctrl+H - скрыть/показать цифровую панель
- Ctrl+T - скрыть/показать панель управления возбуждением/компенсацией

19 Панель Тепловизор

19.1 Параметры изображения

При работе с тепловизором можно видеть снимаемое изображение в реальном времени. Для этого предназначена панель тепловизора.



Рис. 33: Изображение и параметры тепловизора

19.2 Управление панелью тепловизора

- Ctrl-H Показать/скрыть параметры настройки изображения
- Ctrl-L Показать/скрыть дополнительные параметры

В верхней строке панели расположены регуляторы, позволяющие изменять параметры выводимого изображения. Значения этих параметров никак не сказываются на записываемых данных. С точки зрения управления первые три параметра одинаковы (Brightness, Contrast, Zoom). Для изменения значения надо установить курсор на соответствующий параметр, используя клавиши Tab, Shift-Tab или Alt-символ с подчеркиванием, соответствующий нужному параметру>, например для contrast: Alt-C. Параметр Position позволяет выбрать отображаемую часть строки. Включенный Br.Fix означает коррекцию яркости, т.е. среднее значение по строке будет приводиться к нулю, это позволяет не видеть прогрев головки тепловизора. Кнопка Pause позволяет остановить отрисовку изображения.

Отображаемые в строке состояния параметры (слева направо):

- лампа PPS, должна моргать 1 раз в секунду, это означает нормальную синхронизацию данных;
- N2 — наличие азота, должна стоять галочка;
- Missed — количество пропущенных строк изображения; даже если после каких-то манипуляций с проводами это число не 0, оно не должно меняться;
- Sens — «чувствительность», приблизительно вычисляемый параметр; при нормальной работе должен составлять величину порядка 0,05; зависит от температуры;
- Freq — частота, должна быть около 200 Гц;
- RMS — индикатор шума изображения, нормальное значение — от 1 до 2;
- Temp — температура головки оптического блока, должна иметь правдоподобное значение;
- Ralt — значение радиовысоты; проверяется при включенном приборе.

19.3 Окно индикатора системы ориентации

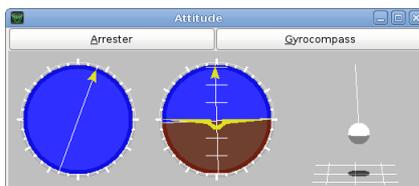


Рис. 34: Система ориентации

Программа позволяет управлять визуализацией параметров инерциальной системы ориентации тепловизора. Сфокусировавшись на поле "Arrester" нажмите **Enter** при этом гироскопический курс установлен равным путевому углу, а крен и тангаж приводятся в соответствие с показаниями акселерометров. Сразу после этого система вновь будет работать в автономном режиме, и можно визуально контролировать ее показания.

Благодаря описанному выше режиму не требуется продолжительная выставка перед полетом. Однако, программа допускает такую возможность. Для этого предусмотрена кнопка Gyrocompass. При ее включении система начинает оценивать измеренные векторы силы тяжести и угловой скорости Земли. Для корректной работы необходима полная неподвижность корпуса тепловизора. При выключении система начинает работать в автономном режиме. Этот режим имеет смысл только для контроля работоспособности чувствительных элементов системы.



Управление инерциальной системой ориентации никак не сказывается на записываемых данных.

А Горячие клавиши (Доступны из любого контекста)

А.1 Управление рабочим пространством и окнами

- **Alt-F1** Меню приложений
 - **Alt-Tab** Переключение между окнами
 - **Ctrl-Alt-влево**, **Ctrl-Alt-вправо** Переместиться на рабочее место влево, вправо.
 - **Alt-F4** Закрыть окно/приложение
 - **Alt-F8** Изменить размер окна: используйте стрелки для изменения; если нажать **Shift**, границы будут выравниваться с границами соседних окон; в конце нажмите **Enter**
 - **Alt-F7** Переместить окно: используйте стрелки для перемещения; если нажать **Shift**, границы будут выставляться по границам соседних окон; в конце нажмите **Enter**
 - **Ctrl-Alt-S** Сохранить настройки программ (Положение на экране).
 - **Ctrl-Alt-R** Восстановить сохраненное состояние программ "NavDat" и запустить бортовой сервер, если он не был запущен ранее
-

А.2 Навигация

- Ctrl-Alt-Q Увеличить масштаб панорамы, для всех приложений 'панорама' на текущем рабочем месте
- Ctrl-Alt-A Уменьшить масштаб панорамы, для всех приложений 'панорама' на текущем рабочем месте
- Ctrl-K Прекратить проводку по маршруту, если таковая осуществлялась(Раздел 10.5).
- Ctrl-F Запись координат текущей точки(Раздел 10.6).

В Переменные самописца

В.1 Системные переменные

- sys::bytes_written - объем записанных данных в текущей сессии (в байтах)
- sys::write_errors - число ошибок записи
- sys::write_error - флаг ошибки записи
- sys::storage_total - объем используемого для записи диска (в байтах)
- sys::storage_avail - свободный объем используемого для записи диска (в байтах)

В.2 Переменные выполнения полетного задания

- fplan::arrow - значение горизонтального указателя пилота в диапазоне от 0 до 100 (50 соответствует нулевому отклонению)
- fplan::vargow - значение вертикального указателя пилота в диапазоне от 0 до 100 (50 соответствует нулевому отклонению)
- fplan::lamp - текущее состояние лампы индикатора пилота: 0 - красный, 100 - зеленый (цвета могут быть инвертированы для конкретного указателя)
- fplan::ХТЕ - боковое уклонение в метрах

В.3 Переменные навигации (посылка \$POS dlg-файла)

- pos::time_ms - время от начала дня в миллисекундах
 - pos::year - текущий год
 - pos::month - текущий месяц
 - pos::day - текущий день
 - pos::siu - число видимых спутников
 - pos::lat - широта в градусах для WGS84 или другого геоида, выбранного в приемнике ГНСС
 - pos::lon - долгота в градусах для WGS84 или другого геоида, выбранного в приемнике ГНСС
 - pos::alt - высота в метрах для WGS84 или другого геоида, выбранного в приемнике ГНСС
 - pos::lat_r - широта в радианах для WGS84 или другого геоида, выбранного в приемнике ГНСС
 - pos::lon_r - долгота в радианах для WGS84 или другого геоида, выбранного в приемнике ГНСС
 - pos::track_r - текущий курс в радианах
-

- pos::track - текущий курс в градусах
- pos::hvel - горизонтальная скорость в м/сек
- pos::pdop - PDOP
- pos::ralt - навигационная высота в метрах (может быть радиовысота или какая-то другая в зависимости от настроек)
- pos::ralt_on - флаг навигационной высоты (если 0, используется высота, измеренная ГНСС-приемником, в зависимости от настроек)

В.4 Переменные ГНСС-приемника Javad/Topcon/Novatel

- gps::Latitude - географическая широта в градусах
- gps::Longitude - географическая долгота в градусах
- gps::Altitude - географическая высота в метрах
- gps::HorVel - горизонтальная скорость в м/сек
- gps::TrakG - путевой угол в радианах
- gps::VisSatNum - число видимых спутников
- gps::WeekTime - время от начала недели в секундах
- gps::rectime - GPS время от начала дня в миллисекундах
- gps::HHMMSS - GPS время в формате HHMMSS
- gps::NavErrors - число ошибок в потоке данных
- gps::PDOP - PDOP
- gps::nodata - флаг данных ГНСС, 1 если нет данных, иначе 0
- gps::nopos - флаг координат ГНСС, 1 если нет координат, иначе 0

В.5 Переменные ГТ-Маг

- gtmag::current* - ток датчика в миллиамперах, * - номер канала
 - gtmag::signal* - сигнал датчика в милливольтках, * - номер канала
 - gtmag::mag* - значение магнитного поля (нТл), * - номер канала
 - gtmag::dif_4* - значение ненормализованной 4-й разности магнитного поля (нТл), * - номер канала
 - gtmag::pps - счетчик сигналов синхронизации ГНСС приемника (PPS)
 - gtmag::magc - скомпенсированное значение магнитного поля (нТл)
 - gtmag::batt - входное напряжение в милливольтках
 - gtmag::outV - выходное напряжение (питание датчика) в милливольтках
 - gtmag::siu - число видимых спутников
 - gtmag::fx(fy,fz) - компоненты, измеренные феррозондом (нТл)
 - gtmag::magf - значение поля после фильтрации (нТл), для работы с Экватором
 - gtmag::fdif - значение ненормализованной 4-й разности магнитного поля после фильтрации (нТл), для работы с Экватором
 - gtmag::ra - радиовысота в метрах
-

В.6 Переменные EM4H

- em4h::frnum - номер текущего блока данных (меняется от 0 до 6399)
- em4h::err_cksum - число ошибок контрольных сумм в потоке данных между EM4H и бортовым компьютером
- em4h::err_cable - число ошибок в потоке данных между приемником и передатчиком EM4H
- em4h::err_fnum - число пропущенных блоков
- em4h::Ellipticity_F* - значение эллиптичности (отношения полуосей эллипса поляризации) для частоты F* (* = 0, ... ,3)
- em4h::Max* - текущее значение максимума соответствующего АЦП (* = X,Y,Z - приемник, GU напряжение на основной петле, GI - ток в основной петле, C0I - ток в петле первого компенсатора, C1I - ток в петле второго компенсатора), зашкал - 32768.
- em4h::Bird_27V - напряжение 27В, измеренное в приемнике
- em4h::Bird_10V - напряжение 10В, измеренное в приемнике
- em4h::Bird_1.2V - напряжение 1.2В, измеренное в приемнике
- em4h::Bird_LogicV - напряжение, отвечающее логической единице в приемнике
- em4h::Bird_Empty - резервный канал
- em4h::Bird_BoardID - идентификатор блока электроники приемника
- em4h::Bird_SensorID - идентификатор датчика
- em4h::Bird_BoardTC - температура электроники в приемнике (град. С)
- em4h::Tran_27V - напряжение 27В, измеренное в передатчике
- em4h::Tran_BirdV - напряжение питания приемника, измеренное в передатчике
- em4h::Tran_1.2V - напряжение 1.2В, измеренное в передатчике
- em4h::Tran_SignalV - амплитуда сигнала приемника (мВ)
- em4h::Tran_BirdCurrent - ток потребления приемника (мА)
- em4h::Tran_BoardID - идентификатор электроники передатчика
- em4h::Tran_RA - значение высоты (м)
- em4h::Tran_PowerTC - температура силовой электроники передатчика (град. С)
- em4h::aaa_bbb_ccc_ddd - данные EM4H, выбранные пользователем:
 - aaa - dat (рабочие данные), lpi1 (сигнал левого) или rpi1 (правого пилотирования);
 - bbb - Re (синфазная), Im (квадратурная компонента), Amp (амплитуда) или Ph (фаза соответствующего сигнала);
 - ccc - F*#, * = 0,...,3, C0, C1 - частота, # = X,Y,Z (АЦП приемника), U (напряжение) или I (ток в передатчике);
 - ddd - raw (измеренные) или comr (скомпенсированные данные).

Измерения raw - в единицах АЦП, comr - нормируются на единицу (в среднем). См. также Раздел 18.

В.7 Переменные RS-50x

- spec::errors - число ошибок в потоке данных
- spec::utc_time - время UTC встроенного приемника в секундах
- spec::roi[*] - интервалы накопления (присланные устройством), *=1,...,10

В.8 Переменные GRS410

- `spec::errors` - число ошибок в потоке данных
- `spec::adc[*]` - измерения аналоговых каналов, $*=0, \dots, 3$

В.9 Переменные ГСА2000

- `spec::errors` - число ошибок потока данных
- `spec::hard_errors` - контрольный байт устройства (см. инструкцию ГСА2000)
- `spec::func_errors` - контрольный байт состояния (см. инструкцию ГСА2000)
- `spec::live_time` - живое время в мс
- `spec::stab_code[*]` - управляющие коды системы стабилизации (см. инструкцию ГСА2000)
- `spec::peak[*]` - положение пиков света в каналах, умноженных на 100

В.10 Переменные радиовысотомера Free Flight

- `ffra::altitude` - высота (м)
- `ffra::errors` - число ошибок потока данных согласно контрольной сумме
- `ffra::test` - тест флаг (равен 2 во время теста, в нормальном состоянии 0)
- `ffra::status` - статус (равен 4 при ошибке статуса, в нормальном состоянии 0)
- `ffra::invalid` - флаг выхода (равен 8, если `invalid`, в нормальном состоянии 0)
- `ffra::strut` - флаг опоры (равен 16 если опоры нет, в нормальном состоянии 0)

В.11 Переменные АЦП

- `gtadc/e502::raw*` - значения каналов в единицах АЦП, $*$ - номер канала
- `gtadc/e502::имя_канала` - переменные, заданные пользователем, см. Раздел [6.16](#)