

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

---

Кафедра технической эксплуатации  
радиоэлектронного оборудования воздушного транспорта

И.О. Прокофьев

## АВИАЦИОННЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ

### ЧАСТЬ III

**Учебно-методическое пособие**  
по проведению практических занятий

*для студентов IV курса  
специальности 25.05.03  
всех форм обучения*

Москва  
ИД Академии Жуковского  
2021

УДК 378.162.3+629.05  
ББК 05p-48  
П84

Рецензент:

*Болелов Э.А.* – канд. техн. наук, доцент

**Прокофьев И.О.**

П84

Авиационные тренажеры. Часть III [Текст] : учебно-методическое пособие по проведению практических занятий / И.О. Прокофьев. – М.: ИД Академии Жуковского, 2021. – 52 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Авиационные тренажеры» по учебному плану для студентов IV курса специальности 25.05.03 всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 15.04.2021 г. и методического совета 15.04.2021 г.

**УДК 378.162.3+629.05**  
**ББК 05p-48**

*В авторской редакции*

Подписано в печать 20.05.2021 г.  
Формат 60x84/16 Печ. л. 3,25 Усл. печ. л. 3,02  
Заказ № 767/0429-УМП27 Тираж 50 экз.

Московский государственный технический университет ГА  
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского  
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А  
Тел.: (495) 973-45-68  
E-mail: zakaz@itsbook.ru

© Московский государственный технический  
университет гражданской авиации, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Практическое занятие №1 «Эмулятор аппаратуры формирования сигнала DME».....	4
1. Общие описания эмулятора и радиомаяка .....	5
2. Органы управления и индикации радиомаяка .....	6
3. Режимы работы радиомаяка .....	10
4. Управление программным обеспечением эмулятора.....	12
5. Местное управление радиомаяком .....	13
6. Контрольные вопросы .....	25
Практическое занятие №2 «Эмулятор системы посадки СП-200».....	26
1. Описание программного обеспечения эмулятора аппаратуры дистанционного управления (АДУ) .....	26
2. Главный интерфейс эмулятора.....	28
Панель Маяки .....	30
3. Работа с приложением "Монитор" ПО "Мультиконсоль".....	31
4. Генератор неисправностей.....	38
5. Контрольные вопросы .....	39
Практическое занятие №3 «Модуль для работы с СНП ГЛОНАСС/GPS GeosDemo» .....	40
1. Общие сведения .....	41
2. Работа с программой .....	41
3. Меню основного окна.....	46
4. Описание программного обеспечения имитатора GPS сигналов .....	48
5. Структура спутниковых навигационных систем.....	50
6. Контрольные вопросы:.....	52

## **Практическое занятие №1 «Эмулятор аппаратуры формирования сигнала DME»**

### **Цель практического занятия:**

1. Изучение эмуляторов системам ближней навигации
2. Изучение аппаратной части эмулятора
3. Исследование основных параметров станции

Время – 4 часа.

### При подготовке к практическому занятию

На этапе подготовки к практическому занятию студенты должны, используя литературу [1, 2] и материалы лекций углубить свои знания в области изучения основных бортовых приборов самолета для работы с системами ближней навигации, а так же системы ближней навигации.

### Во время проведения занятия

Преподаватель перед проведением занятия проводит контрольный опрос студентов и определяет степень их готовности к практическому занятию. Затем преподаватель разбивает группу студентов на несколько подгрупп по два студента в каждой. Каждая подгруппа получает от преподавателя индивидуальный вариант задания на практическое занятие.

## *1. Общие описания эмулятора и радиомаяка*

Настоящий документ является руководством пользователю для программного обеспечения эмулятора, предназначенного для изучения устройства, принципа действия и правил эксплуатации радиомаяка дальномерного DME 2000 ВАИШ.461512.002... ВАИШ.461512.002-07 (далее по тексту - радиомаяк).

Радиомаяк выполняет следующие основные функции:

-принимает и декодирует пары импульсов сигнала **Запрос дальности**, излучаемые бортовым оборудованием DME воздушного судна, и формирует пары импульсов сигнала **Ответ дальности** с фиксированной временной задержкой относительно принятых пар импульсов;

-в отсутствии сигналов **Запрос дальности** генерирует и излучает хаотически распределенные во времени пары импульсов, аналогичные парам импульсов **Ответ дальности**;

-генерирует и излучает сигнал опознавания с использованием международного кода Морзе.

Аппаратура формирования сигнала DME конструктивно выполнена в виде шкафа. Внешний вид шкафа показан на рисунке 8-1. Шкаф формирования сигналов **DME 2000 ВАИШ.461512.001** состоит из следующих устройств:

Модуль управления;

Модуль обработки (комплект 1);

Усилитель (комплект 1);

Модуль питания (комплект 1);

Модуль обработки (комплект 2);

Усилитель (комплект 2);

Модуль питания (комплект 2).

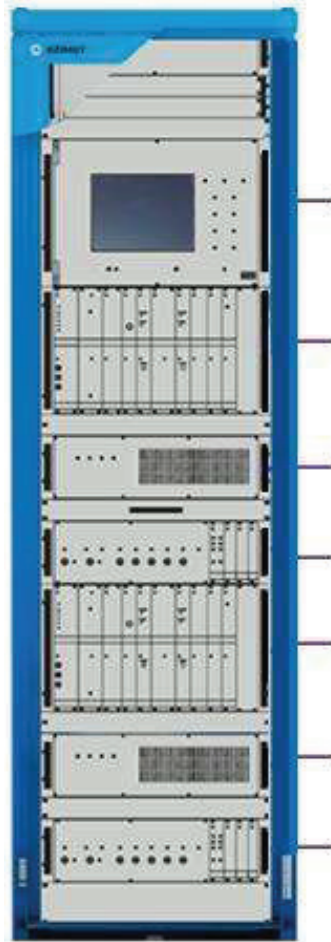


Рис. 8-1 Внешний вид аппаратуры формирования сигнала DME

## *2. Органы управления и индикации радиомаяка*

### Общие сведения

Управление радиомаяка может осуществляться в местном и дистанционном режиме (в данном эмуляторе рассматривается только местный режим управления).

Органы управления и индикации радиомаяка, используемые в режиме местного управления, расположены в аппаратной радиомаяка на устройствах, входящих в систему жизнеобеспечения, и блоках, размещенных в шкафах формирования сигналов DME.

Органы управления и индикации шкафов формирования сигналов DME размещаются на лицевых панелях модулей (блоков). Описание их функционального назначения приведено ниже отдельно для каждого модуля.

### *Органы управления и индикации модуля управления*

Внешний вид лицевой панели модуля управления представлен на рисунке 8-2.

Основным устройством отображения информации о состоянии аппаратуры, режимах работы и значениях параметров при управлении радиомаяком в режиме местного управления является цветной графический дисплей. Он обеспечивает достаточно удобный интерфейс для управления радиомаяком при техническом обслуживании.

На лицевой панели модуля управления расположены только кнопка ИНДИКАТОР для включения/выключения дисплея и кнопка СБРОС ЗВУКА для выключения звукового сигнала.



Рис. 8-2 Внешний вид лицевой панели модуля управления

Кроме дисплея на лицевой панели модуля управления расположены также следующие отдельные светодиодные индикаторы:

"НОРМА", "УХУДШ", "ОТКАЗ" – отображают интегральную оценку состояния радиомаяка;

"РАБОТА КОМПЛЕКТ 1/КОМПЛЕКТ 2" – сигнализируют о включенном комплекте приемоответчика;

"РЕЖИМ РАБОТА/НАСТРОЙКА" – сообщают о выбранном режиме работы радиомаяка;

"УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦ/МЕСТНОЕ" – отображают текущий режим управления радиомаяком;

индикатор "ПИТАНИЕ ОТ АБ" – предупреждает о том, что электропитание радиомаяка осуществляется от аккумуляторной батареи;

"ИНДИКАТОР" – сигнализирует о включении питания дисплея.

#### *Органы индикации и контроля обработки*

Передняя панель модуля обработки образована лицевыми панелями входящих в него устройств. На них размещены следующие устройства индикации и контроля:

"**+5 В**", "**-5 В**", "**+12 В**", "**-12 В**", "**+24 В**", "**-24 В**" – индикаторы наличия напряжений питания;

"НОРМА", "ОТКАЗ" – индикаторы состояния контроллера передатчика ВАИШ.468367.037 и устройства контроля ВАИШ.468367.039.



Рис. 8-3 Внешний вид лицевой панели модуля обработки



### *Органы управления и индикации модуля питания*

Модуль питания не имеет органов управления. На передней панели модуля питания расположены следующие индикаторы:

- 1) “**~220 В/+48 В**” – сигнализирует о наличии напряжения **+48 В**, которое формируется из сетевого напряжения **~220 В 50 Гц**;
- 2) “**15 А ~220 В**” – сигнализирует о перегорании соответствующей плавкой вставки;
- 3) “**АККУМ РАБОТА**”, “**АККУМ ЗАРЯД**” – сообщают о питании аппаратуры приемответчика от аккумуляторной батареи и включении его зарядного устройства;
- 4) Индикаторы “**ДЕЖ**”, “**МО**”, “**УМ**”, “**ВЕНТ**” с общей маркировкой “**+48 В**” предупреждают о наличии на выходе модуля питания дежурного напряжения **+48 В** для модуля управления и основного напряжения питания **+48 В** для модуля обработки, усилителя мощности и вентиляторов шкафа приемответчика;
- 5) “**СВЕТООГР**” – предупреждает о включении светоограждения,
- 6) “**+24 В**” – сигнализирует о наличии напряжения питания устройств модуля питания;

Внешний вид лицевой панели модуля питания показан на рисунке 8-4.

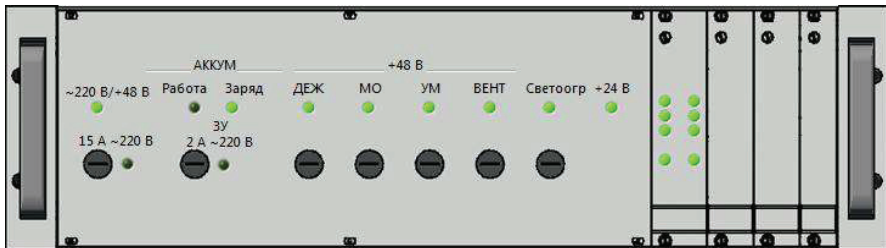


Рис. 8-4 Внешний вид лицевой панели модуля питания

### *Органы управления и индикации усилителя мощности*

На передней панели усилителя ВАИШ.464224.002 расположены следующие органы управления и индикации:

- 1) индикатор “**ОТКАЗ**” – сигнализирует о наличии сбоя в работе (результат самоконтроля усилителя);
- 2) индикатор “**НОРМА**” – показывает, что усилитель находится в рабочем состоянии.

Внешний вид передней панели модуля усилителя представлен на рисунке 8-5.

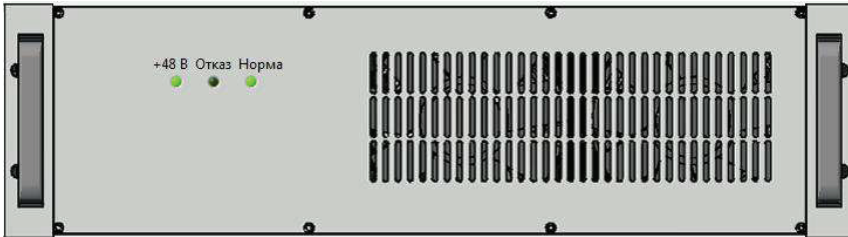


Рис. 8-5 Внешний вид модуля усилителей

### 3. Режимы работы радиомаяка

Радиомаяк может находиться в состоянии "Выключен" ("Обесточен") или в одном из следующих режимов работы:

- 1) "**Дежурный**" – дежурный режим работы;
- 2) "**Работа**" ("**Рабочий**") – основной режим работы;
- 3) "**Настройка**" – вспомогательный режим работы, который используется при ремонте и техническом обслуживании радиомаяка.

состоянии **Выключен (обесточен)** радиомаяк полностью отключен от внешних сетей электропитания и аккумуляторной батареи. Выключение электропитания аппаратуры радиомаяка по этим цепям обеспечивают выключатели щитка питания аппаратной и аккумуляторной батареи (в данном эмуляторе не рассматривается).

Основное назначение **Дежурного** режима работы радиомаяка – обеспечение дистанционного включения радиомаяка и контроля функционирования системы жизнеобеспечения контейнера при выключенном радиомаяке.

В режиме **Дежурный** обеспечивается внешнее электропитание, подключены аккумуляторные батареи, модуль питания формирует дежурное напряжение +48 В, но радиомаяк в работу не включен (не формируется основное напряжение +48 В для модулей возбудителя, усилителей и коммутации).

В этом режиме обеспечивается работа модуля управления, осуществляется обмен данными с системой жизнеобеспечения контейнера и аппаратурой ДУ.

Для перевода радиомаяка в дежурный режим достаточно включить электропитание радиомаяка от внешней сети или аккумуляторной батареи.

В дежурном режиме радиомаяк может оставаться сколь угодно долго. В любой момент времени он может быть переведен в режим **Работа** по команде оператора с помощью модуля управления или аппаратуры ДУ.

В режиме **Работа** ("Рабочий") обеспечивается функционирование радиомаяка в полном объеме. Для перевода радиомаяка из режима **Дежурный** в режим **Работа** необходимо нажать кнопку **Излучение включить** (в данном эмуляторе не применяется) **УДАЛИТЬ**.

Режим **Настройка** радиомаяка отличается от режима **Работа** лишь тем, что в этом режиме блокируется работа устройства автоматического выключения радиомаяка (переключения на резервный комплект) при выходе его параметров за установленные допуски. Режим **Настройка** используется только при ремонте и техническом обслуживании радиомаяка.

Блокировка работы устройства автоматического выключения радиомаяка в этом режиме работы позволяет проводить ремонтные и регулировочные работы, включать специальные режимы работы радиомаяка для проведения измерений его параметров, проводить проверку работоспособности устройства контроля, имитируя значения параметров, выходящие за установленные пороги.

**ВНИМАНИЕ** – *Использование режима **Настройка** в штатном режиме работы радиомаяка при обслуживании воздушных судов категорически запрещается! (Здесь и далее всякое предупреждение написанный курсивом имеет смысл только для реального радиомаяка).*

Радиомаяк имеет два режима управления: местный и дистанционный. Дистанционное управление радиомаяком осуществляется с помощью аппаратуры ДУ, установленной в помещении КДП (в данном эмуляторе не рассматривается). Местное управление радиомаяком обеспечивает модуль управления приемоответчика.

Изменение режима управления может быть выполнено только с помощью модуля управления.

#### 4. Управление программным обеспечением эмулятора

Интерфейс главного окна программного обеспечения эмулятора представлен на рисунке 8-6. Интерфейс состоит из трех частей: панель модулей - 1, окно для просмотра модулей - 2, панель кнопок управления программой - 3.



Рис. 8-6 Вид главного интерфейса программного обеспечения эмулятора

Панель модулей (1) имеет вид шкафа формирования сигналов, состоящий из семи модулей, где каждый модуль представляет собой кнопку. Для выбора модуля нужно левой кнопкой мыши нажать на тот участок панели, где расположен соответствующий модуль. Вид панели показан на рисунке 1.

Окно для просмотра модулей (2) дает возможность пользователю в крупных размерах увидеть внешний вид выбранного модуля, а так же расположенные на нем соединители, индикаторы и кнопки. После включения, пока еще не выбран один из модулей, в окне показывается внешний вид радиомаяка (значение по умолчанию), как показано на рисунке 8-6.

Панель кнопок управления программой (3) предназначена для управления программой. Панель состоит из трех кнопок: **Генератор неисправностей**, **Функциональная схема** и **Выход**. При нажатии кнопки

**Генератор неисправностей** открывается окно (программы) **Генератор неисправностей**, которая позволяет пользователю генерировать неисправности в системе радиомаяка. При нажатии кнопки **Функциональная схема** открывается окно, на котором отображен функциональная схема радиомаяка. При нажатии кнопки **Выход** программа останавливается.

Нужно учесть, что шкаф формирования сигналов, отображенный в этой программе, является шкафом формирования сигналов соответствующий комплекту 1, то есть все индикаторы находящийся в этом окне связаны только с комплектом 1 (не зависят от того, какой комплект выбран).

## *5. Местное управление радиомаяком*

### Общие сведения

Режим местного управления применяется при техническом обслуживании радиомаяка и обеспечивается с помощью органов управления и индикации радиомаяка.

Режим местного управления может быть включен только в помещении аппаратной с помощью модуля управления первого, либо второго комплекта радиомаяка. Управление радиомаяком осуществляется при помощи виртуальных органов управления и индикации, отображаемых на экране цветного дисплея модуля управления.

Радиомаяк имеет достаточно большое количество изменяемых и контролируемых параметров. Для удобства восприятия информации и доступа ко всем параметрам и режимам работы в радиомаяке организован оконный графический интерфейс управления, подобный тому, который применяется в операционной системе Windows персонального компьютера.

Управление радиомаяком в различных режимах работы обеспечивается комплексом программ, таких как **Управление**, **Журнал**, **Аппаратная**, **Настройка и др.**

В программном обеспечении эмулятора оконный графический интерфейс реализован как программа. Для открытия программы оконного графического интерфейса, нужно в главном окне (программе), с помощью панели модулей, выбрать модуль управления. В окне для просмотра модулей появится

крупный внешний вид модуля управления, с помощью кнопки **Индикатор** включить дисплей модуля управления, после чего поместив стрелку мыши на территории дисплея, дважды нажать на левую кнопку мыши. Нужно иметь в виду, что при выключенном состоянии дисплея, программу графического интерфейса открыть невозможно, а если программа уже открыта, то отключение дисплея с помощью кнопки Индикатор не закроет программу графического интерфейса, а всего лишь сделает невидимым, которое легко восстанавливается при включении дисплея.

### *Интерфейс управления*

Интерфейс управления представляет собой оконный графический интерфейс, обеспечивающий пользователю доступ к комплексу программ управления и контроля параметров радиомаяка.

Запущенные программы отображаются в окнах – собственном суб-экранном пространстве, находящемся в произвольном месте "над" основным окном.

Основным окном графического интерфейса пользователя является **Рабочий стол**, изображение которого представлено на рисунке 8-7.

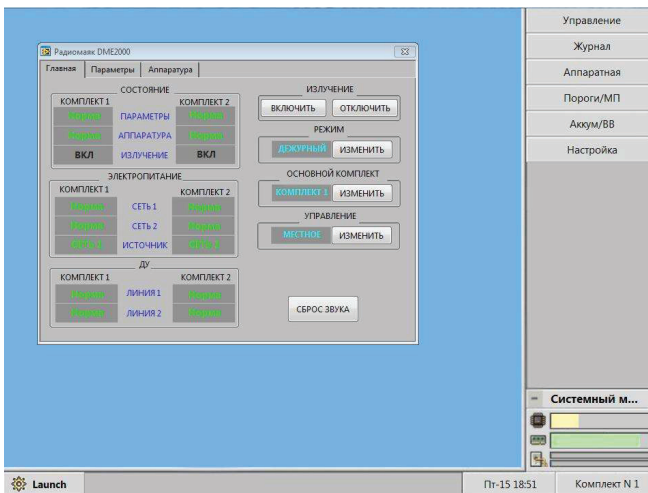


Рис. 8-7 Рабочий стол оконного графического интерфейса

На рабочем столе отображаются вертикальная панель управления, горизонтальная панель задач с кнопкой **Launch** и какое-либо фоновое изображение. Рабочий стол практически всегда виден либо его можно увидеть, свернув открытые окна.

Окна, в которых запускаются программы, имеют стандартное расположение элементов управления, аналогичное таковым в операционной системе Microsoft Windows. Клавиша в правом верхнем углу, закрывает окно. Для восстановления окна необходимо программу запустить снова.

На вертикальной панели управления рабочего стола, в верхней ее части, размещаются кнопки запуска приложений (программ). Внизу панели управления расположены часы, индикаторы загрузки процессора и памяти, а также номер комплекта.

Интерфейс управления радиомаяком представлен следующим комплексом программ:

- 1) **Управление, Журнал, Аппаратная, Пороги/МП, Аккумулятор/ВВ и Настройка.**
- 2) Программа **Управление** предназначена для контроля и управления радиомаяком в рабочем режиме.
- 3) Программа **Журнал** обеспечивает просмотр изменений состояния радиомаяка и действий оператора по его управлению.
- 4) Программы **Аппаратная** и **Пороги/МП** используются для управления системой жизнеобеспечения и аппаратурой электропитания.
- 5) Программа **Аккумулятор/ВВ** позволяет проводить контроль состояния аккумуляторов и проверку работоспособности индикаторов лицевой панели модуля управления.
- 6) Программа **Настройка** используется на этапе пуско-наладочных работ, при техническом обслуживании, ремонте радиомаяка и антенной системы, проверке и калибровке контрольных устройств.

Запуск всех программ осуществляется как с панели управления, расположенной справа на рабочем столе, так и из списка всплывающего меню клавиши Windows. Особый статус имеет программа **Управление**. Ее запуск осуществляется автоматически после включения питания радиомаяка. Для запуска других программ эту программу необходимо свернуть или закрыть.

Программы **Управление** и **Аппаратная** являются общими для обоих комплектов аппаратуры радиомаяка. Программы **Журнал, Пороги/МП, Аккумулятор/ВВ** и **Настройка** имеют привязку к конкретному комплекту (шкафу) радиомаяка.

Параметры, опции и режимы, установленные для одного комплекта, не распространяются на второй комплект. С каким комплектом аппаратуры работает запущенная программа, можно проконтролировать на панели задач рабочего стола.

## Программа "Управление"

Программа **Управление** является основной программой рабочего режима радиомаяка. С ее помощью можно выполнять все основные операции по управлению и контролю состояния аппаратуры.

Как уже было отмечено выше, запуск этой программы осуществляется автоматически после включения питания радиомаяка. Возможен запуск и с рабочего стола. Управление и контроль состояния аппаратуры в рабочем режиме радиомаяка осуществляется с помощью трех страниц: **Главная**, **Параметры**, **Аппаратура**. Изображение главной страницы приведено на рисунке 8-8. На главной странице изображены основные органы управления и индикации радиомаяка. Более детальная информация о параметрах и состоянии аппаратуры радиомаяка представлена на других страницах.

Выбор страницы осуществляется с помощью закладок, расположенных в верхней части открытого окна. На закладках указывается название страниц. На текущий момент времени может быть открыта только одна страница. Для смены страницы необходимо навести курсор на закладку требуемой страницы, и нажать левую клавишу мыши.

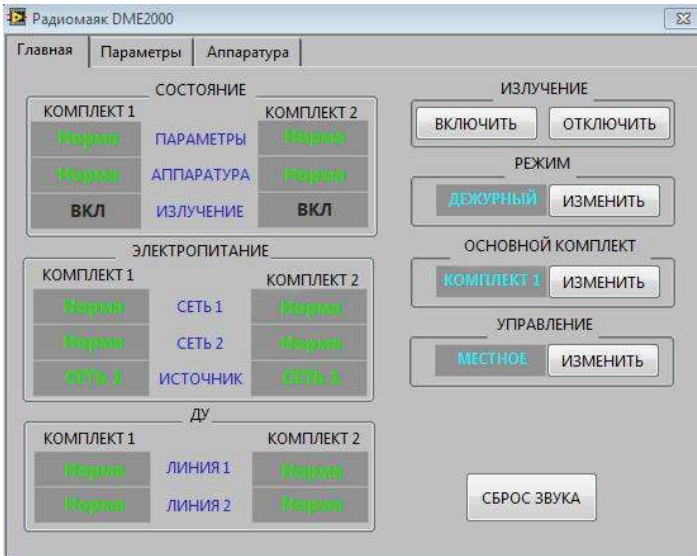


Рис. 8-8 Страница "Главная" рабочего режима



Основные операции управления радиомаяком выполняются с помощью выдвижной клавиатуры и виртуальных органов управления и индикации, отображаемых на экране цветного дисплея модуля управления.

На экране дисплея можно наблюдать текущее состояние радиомаяка, режимы работы и значения параметров радиомаяка. Отображение общей интегральной оценки состояния радиомаяка и режимов работы дублируется единичными индикаторами, расположенными на лицевой панели модуля управления.

Органы управления радиомаяком изображаются на экране дисплея модуля управления в виде обычных кнопок (клавиш). На кнопке указывается ее наименование или выполняемая функция.

Управление виртуальными кнопками на экране дисплея осуществляется с помощью манипулятора. Для нажатия виртуальной кнопки необходимо привести его курсор на изображение соответствующей кнопки и кратковременно нажать на левую клавишу манипулятора.

При нажатии отдельных кнопок открывается диалоговое окно, требующее подтверждения или отмены данной команды. Выполнение команды производится только после ее подтверждения оператором.

Состояние радиомаяка и его отдельных устройств отображается на экране дисплея с помощью виртуальных индикаторов, которые цветом и содержанием текста на индикаторе сообщают о текущем состоянии аппаратуры. При возникновении отказа или ухудшении параметров устройства происходит изменение цвета соответствующего индикатора.

Более подробное описание страниц программы **Управление** рабочего режима приведено ниже.

### *Программа "Управление"*

Программа **Управление** является основной программой рабочего режима радиомаяка. С ее помощью можно выполнять все основные операции по управлению и контролю состояния аппаратуры.

Как уже было отмечено выше, запуск этой программы осуществляется автоматически после включения питания радиомаяка. Возможен запуск и с рабочего стола.

Управление и контроль состояния аппаратуры в рабочем режиме радиомаяка осуществляется с помощью трех страниц: **Главная**, **Параметры**, **Аппаратура**.

Изображение главной страницы приведено на рисунке 8-8.

На главной странице изображены основные органы управления и индикации радиомаяка. Более детальная информация о параметрах и состоянии аппаратуры радиомаяка представлена на других страницах.

Выбор страницы осуществляется с помощью закладок, расположенных в верхней части открытого окна. На закладках указывается название страниц. На текущий момент времени может быть открыта только одна страница. Для смены страницы необходимо навести курсор на закладку требуемой страницы, и нажать левую клавишу мыши.

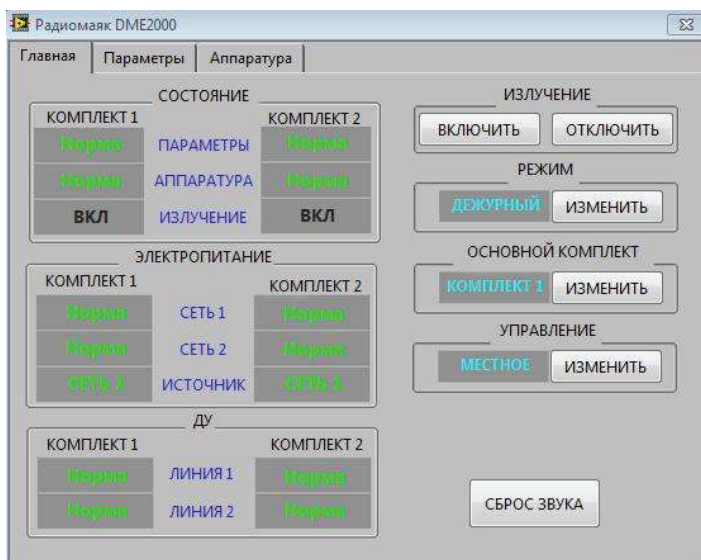


Рис. 8-8 Страница "Главная" рабочего режима

Основные операции управления радиомаяком выполняются с помощью выдвижной клавиатуры и виртуальных органов управления и индикации, отображаемых на экране цветного дисплея модуля управления.

На экране дисплея можно наблюдать текущее состояние радиомаяка, режимы работы и значения параметров радиомаяка. Отображение общей интегральной оценки состояния радиомаяка и режимов работы дублируется единичными индикаторами, расположенными на лицевой панели модуля управления.

Органы управления радиомаяком изображаются на экране дисплея модуля управления в виде обычных кнопок (клавиш). На кнопке указывается ее наименование или выполняемая функция.

Управление виртуальными кнопками на экране дисплея осуществляется с помощью манипулятора. Для нажатия виртуальной кнопки необходимо навести его курсор на изображение соответствующей кнопки и кратковременно нажать на левую клавишу манипулятора.

При нажатии отдельных кнопок открывается диалоговое окно, требующее подтверждения или отмены данной команды. Выполнение команды производится только после ее подтверждения оператором.

Состояние радиомаяка и его отдельных устройств отображается на экране дисплея с помощью виртуальных индикаторов, которые цветом и содержанием текста на индикаторе сообщают о текущем состоянии аппаратуры. При возникновении отказа или ухудшении параметров устройства происходит изменение цвета соответствующего индикатора.

### *Страница "Главная"*

Главная страница рабочего режима представляет собой виртуальную панель управления, на которой расположены основные органы управления и индикации радиомаяка.

Органы управления и индикации главной страницы разделены на функциональные группы: **Состояние**, **Электропитание**, **ДУ**, **Излучение**, **Режим** и др. Индикаторы имеют серый фон, кнопки управления – светлый.

Назначение индикатора указывается надписями сверху и сбоку. Состояние индикатора определяется надписью внутри его контура и дополнительно выделяется цветом надписи или цветом фона индикатора. Нормальное состояние отображается зеленым цветом, неисправность – красным, ухудшение параметров или предупреждение – желтым.

Кнопки управления радиомаяком имеют светлый фон. На кнопке указывается ее наименование или выполняемая функция. Управление виртуальными кнопками на экране дисплея осуществляется с помощью манипулятора выдвижной клавиатуры.

При нажатии отдельных кнопок открывается диалоговое окно, требующее подтверждения или отмены данной команды. Выполнение команды производится только после ее подтверждения оператором.

Формирование команд управления (включение и выключение радиомаяка, смена комплекта аппаратуры, изменение режимов работы)

требует подтверждения оператором. При нажатии одной из кнопок управления на экране дисплея поверх главной страницы появляется всплывающее диалоговое окно

*Команды управления выполняются только при нажатии оператором соответствующих клавиш.*

*Надо заметить, что возможны ситуации, когда кнопки вызовов диалоговых окон или некоторые варианты в диалоговом окне будут недоступны (заблокированы). Более подробно эти ситуации рассматриваются в соответствующих главах.*

**Страница "Аппаратура".** Данная страница представляет собой панель индикации, на которой отображается состояние аппаратуры радиомаяка.

На панели изображены индикаторы состояния устройств радиомаяка. Для детализации отказа модуля коммутации, коммутатора и модуля питания представлена программы **Пороги/МП**. Эта программа запускается с панели управления рабочего стола.

Цвет надписи названия устройства или блока соответствует его состоянию: а) зеленый – устройство включено и в норме; б) желтый – ухудшение состояния устройства; в) красный – отказ устройства.

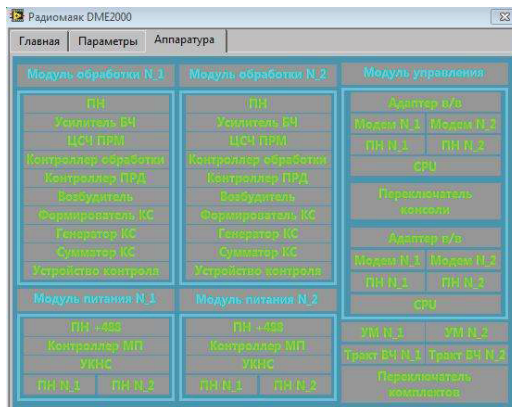


Рис. 8-12 Страница "Аппаратура"

## Страница "Параметры"

На странице **Параметры** в табличной форме отображаются значения основных параметров радиомаяка. Изображение страницы приведено на рисунке 8-13. В таблице для каждого параметра приводятся номинальное значение, измеренные значения и результат допускового контроля (**Норма**, **Ухудшение** или **Отказ**) по обоим каналам контроля.

Состояние **Норма** отображается, если измеренное значение не выходит за установленный допуск. Состояния **Ухудшение** и **Отказ** индицируются, когда значение параметра превышает соответствующий установленный допуск, в этом случае строка с параметром окрашивается соответственно желтым или красным цветом.

Параметр	Значение		Допуск		Состояние
	Норма	Факт	Ухудш	Отказ	
Рабочая частота передатчика, МГц	1177	1177	0,001%	0,002%	Норма
Рабочая частота приемника, МГц	1114	1114	0,001%	0,002%	Норма
Тракт ВТ:					
Пиковая мощность передатчика, Вт	1200	1108		<3дБ	Норма
Скорость передачи, имп.пар/с	800	749		<700	Норма
Параметры импульсной пары:					
Длительность радиоимпульса, мкс	3,5	3,68		+/-0,50	Норма
Длит. фронта радиоимпульса, мкс	2,5	2,03		3,0	Норма
Длит. спада радиоимпульса, мкс	2,6	2,66		3,5	Норма
Кодовый интервал, мкс	12,0	11,98	+/-0,50	+/-1,00	Норма
Различие мощности, дБ	0,00	0,30		1	Норма
Временная задержка, мкс	48,50	48,56	+/-0,50	+/-1,00	Норма
Сигнал опознавания:					
Код опознавания	GNV	GNV			Норма
Период опознавания, с	10	10		>70	Норма
Эффективность по ответу, %	70	94		<70	Норма

Рис. 8-13 Страница "Параметры"

Программа **Журнал** обеспечивает просмотр изменений состояния радиомаяка и действий оператора по его управлению. Программа запускается с панели управления рабочего стола или из меню кнопки **Launch**. После ее запуска на экран дисплея модуля управления выводится окно (страница) **Журнал событий**.

Отображаемая на странице информация кодируется цветом:

- 1) черным цветом ведутся записи смены режима работы, состояния радиомаяка и команд, выполненных оператором, как в местном, так и дистанционном режимах управления;

- 2) красным цветом – аварийные ситуации;
- 3) желтым цветом – ухудшение состояния аппаратуры (параметров);
- 4) зеленым – переход из аварийного режима работы в нормальный.

Программа **Журнал** обеспечивает долговременное хранение информации обо всех изменениях в аппаратуре изделия.

*Программа **Аппаратная** предназначена для контроля и управления устройствами системы жизнеобеспечения контейнера. Программа запускается с панели управления рабочего стола или из меню кнопки **Launch**. После ее запуска на экран дисплея модуля управления выводится окно (страница).*

*Программа **Пороги/МП** предназначена для контроля и управления устройствами аппаратуры питания. Программа запускается с панели управления рабочего стола или из меню кнопки **Launch**. После ее запуска на экран дисплея модуля управления выводится окно **Программа конфигурирования МП**.*

**Программа конфигурирования МП** имеет пять страниц: **Электропитание, ТелеСостояние, Ввод/Вывод, Настройка контроля и Опции контроля.**

*Программа **Акумм/ВВ** позволяет проводить контроль работоспособности отдельных устройств радиомаяка: индикаторов лицевой панели модуля управления, аккумуляторов и других.*

Программа запускается с панели управления рабочего стола или из меню кнопки **Launch**. После ее запуска на экран дисплея модуля управления выводится окно **Адаптер ввода вывода**.

Программа **Адаптер ввода вывода** имеет пять страниц: **Сигнализация, Адаптер в/в, Перекл. сети, Контроллер АБ, Контроль.**

*Программа **Настройка** используется на этапе пуско-наладочных работ, при техническом обслуживании и ремонте радиомаяка.*

Программа запускается с панели управления рабочего стола или из меню кнопки **Launch**. После ее запуска на экран дисплея модуля управления выводится окно **Настройка модуля обработки**.

Запуск программы возможен только в режиме **Настройка**. В рабочем режиме радиомаяка программа **Настройка** не запускается. В других режимах изменения блокируются и возможен только просмотр параметров.

Программа Настройка имеет десять страниц: "**К ПРД**", "**УК**", "**КО**", "**ФКС**", "**ГКС**", "**Сумм**", "**Возб**", "**ЦСЧ**", "**ПРМ**", "**Опции**". В названии страниц используются сокращенные наименования устройств модуля обработки.

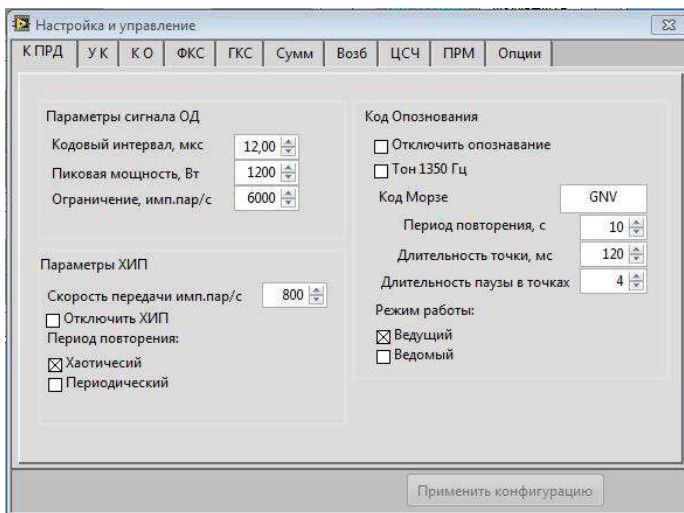


Рис. 8-14 Окно "Настройка модуля обработки"

**ВНИМАНИЕ** – значения параметров, опций и режимов работы, установленные на страницах программы "Настройка и управление", используются в рабочем режиме радиомаяка. Изменение этих параметров может полностью нарушить работу радиомаяка. После завершения операций на страницах программы "Настройка" все измененные значения параметров, опций и режимов должны быть приведены в исходное состояние.

## Генератор Неисправностей

Генератор неисправностей предназначен для симулирования неисправностей, которые дают возможность пользователю изучить поведение различных индикаторов вовремя неисправностей радиомаяка. Для открытия окна (программы) **Генератор неисправностей** нужно нажать на кнопку **Генератор неисправностей**, расположенный на панели кнопок в главном окне программы. Программа **Генератор неисправностей** состоит из 4 страниц: **Параметры**, **Аппаратура**, **Индикаторы** и **Линии ДУ**

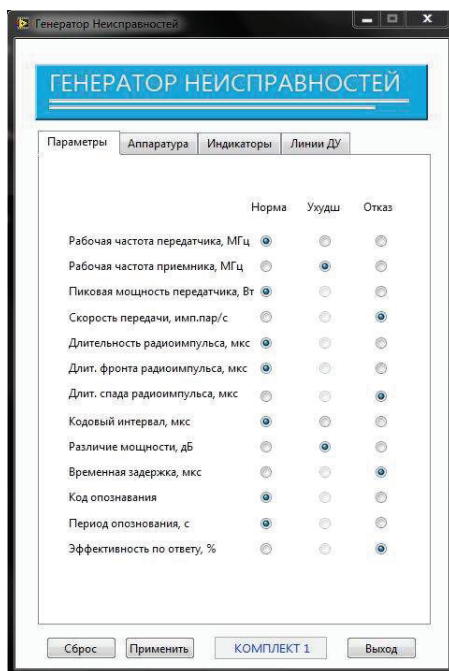


Рис. 8-15 Изображение программы

"Генератор неисправностей" Для каждой страницы существует определенный список параметров, аппаратуры, индикаторов или линий (в зависимости от выбранной страницы), для которых можно генерировать состояния с помощью кнопок выбора состояний, которые находятся напротив соответствующей строки. Существует три варианта состояний: **"Норма"**, **"Ухудш"** (ухудшение) или **"Отказ"** (выбрать можно только один из них). Некоторые строки имеют только 2 состояния **"Норма"** или **"Отказ"**, состояние **"Ухудш"** у них отсутствует. Все неисправности независимы друг от друга, то есть пользователь имеет возможность



генерировать несколько неисправностей одновременно просто выбирая состояние "Ухудш" или "Отказ" для соответствующих строк.

*6. Контрольные вопросы*

1. Какое предназначение радиомаяка?
2. Состав аппаратуры DME?
3. Принцип работы?
4. Как осуществляется управление и контроль состояния аппаратуры в рабочем режиме радиомаяка?
5. Как получить и провести анализ СВЧ сигнала?

**Литература**

1. НКПГ.161464.011 РЭ5 Ч6. Руководство по имитаторам
2. <http://helpiks.org/5-107068.html>

## Практическое занятие №2 «Эмулятор системы посадки СП-200»

### Цель практического занятия:

1. Изучение эмуляторов системам ближней навигации
2. Изучение аппаратной части эмулятора
3. Исследование основных параметров станции

Время – 4 часа.

### При подготовке к практическому занятию

На этапе подготовки к практическому занятию студенты должны, используя литературу [1, 2] и материалы лекций углубить свои знания в области изучения основных бортовых приборов самолета для работы с системами ближней навигации, а также системы ближней навигации.

1. *Описание программного обеспечения эмулятора аппаратуры дистанционного управления (АДУ)*

### Общие сведения

Аппаратура дистанционного управления (АДУ) предназначена для управления и контроля радиомаяками систем посадки, навигации и управления воздушным движением серии 90 и серии 200 (в этой программе рассмотрены два идентичных маяка – РМК и РМГ).

АДУ – это программно-аппаратный комплекс. Аппаратно он состоит из компьютера, панелей информации (ПИ), модемов, ИБП, линий связи. Программно АДУ включает в себя операционную систему QNX и пользовательскую Мультиконсоль.

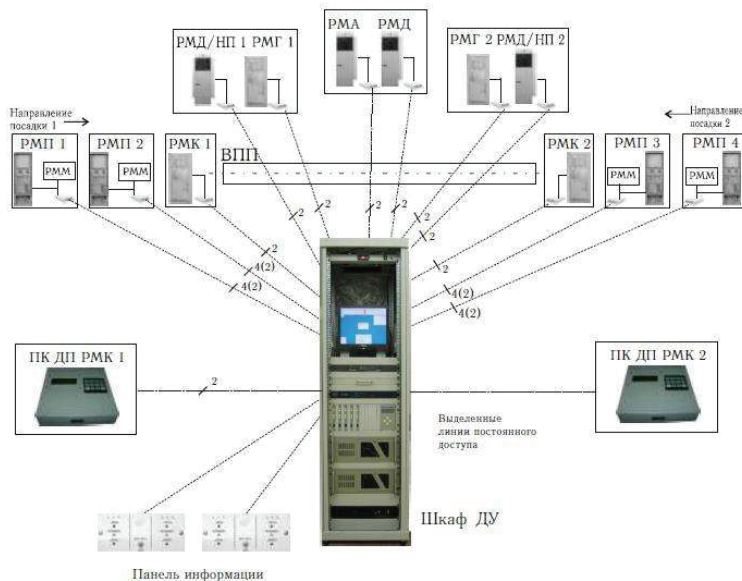
Мультиконсоль – это комплекс приложений, тесно связанных друг с другом, и представляющий интерфейс пользователя для управления радиомаяками. Мультиконсоль состоит из следующих программ: **Монитор**, **Статистика**, **Конфигуратор системы**, **Конфигуратор статистики**. ПК АДУ

в свою очередь состоит из системного блока, мыши, клавиатуры, монитора, звуковых колонок и кабельного хозяйства.

АДУ представляет собой программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий непрерывный одновременный контроль состояния всех подключенных к АДУ маяков и управление любым из подключенных радиомаяков серии 90 и серии 200.

К АДУ одновременно можно подключить от 1 до 16 объектов. АДУ обеспечивает:

- 1) управление режимами работы радиомаяков; контроль;
- 2) состояния основных параметров радиомаяков;
- 3) отображение контрольных параметров в режиме реального времени или ретроспективе на экране монитора компьютера АДУ;
- 4) возможность выбора, установки и корректировки основных параметров радиомаяков;
- 5) возможность установки порогов аварийных значений аппаратуры допускового контроля радиомаяков;
- 6) проведение процедуры встроенного контроля состояния радиомаяков;
- 7) контроль текущего времени, даты, наработки радиомаяков;
- 8) разграничение доступа к изменению параметров радиомаяков путем введения уровней пользователей с обязательной регистрацией их в программе перед началом работы.



## 2. Главный интерфейс эмулятора

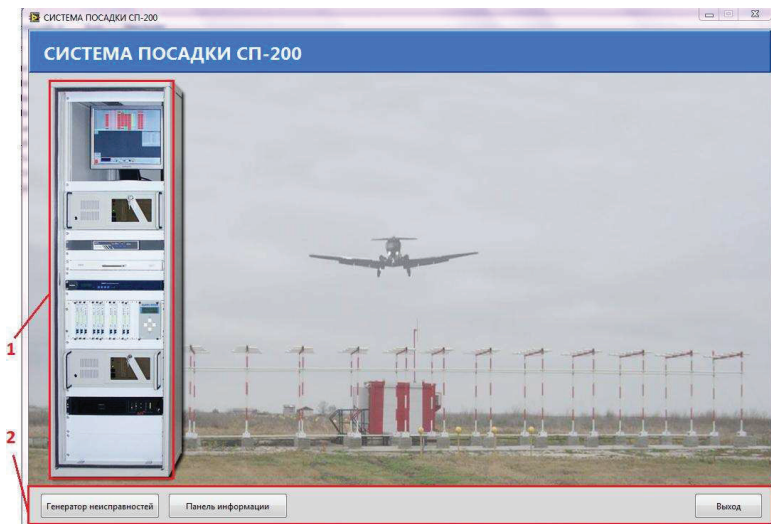


Рис. 9-2 Вид главного интерфейса программы "Система посадки СП-200"

Главная страница состоит из панели модулей (1) и панели кнопок управления программой (2).

Панель модулей (1) имеет вид шкафа формирования сигналов, состоящий из нескольких модулей и монитора. Основное управление маяками осуществляется с помощью монитора. В данной программе монитор реализован в виде отдельного окна – **Дисплей**

Панель кнопок управления программой (2) состоит из трех кнопок – **Генератор неисправностей**, **Панель индикации** и **Выход**. Выход из программы осуществляется нажатием кнопки "Выход" или с помощью крестика на верхнем правом углу. После закрытия программы, по умолчанию, информация не сохраняется. Если есть окна, после закрытия которых информация сохраняется, то они будут отдельно отмечены. Некоторые окна имеют кнопку для минимизации.

Кнопка **Панель информации** предназначена для открытия окна **Панель информации** (рисунок 9-3). Кнопка "Генератор неисправностей" открывает программу **Генератор неисправностей**, которая описывается ниже.

### Панель информации

Панель информации используется для представления диспетчерам информации о текущем состоянии радиомаяков. На панели информации расположены два комплекта индикаторов (Норма, Ухудшение, Авария), соответственно зеленого, желтого и красного цвета. Индикаторы **"НОРМА"**, **"УХУДШЕНИЕ"** и **"АВАРИЯ"** сигнализируют о состоянии. **"ЗВУК СИГНАЛ"** и **"ОТКЛ"** позволяют включать и выключать звук сигнала. Сигналы **"Ухудшение"** и **"Авария"** сопровождаются звуковым сигналом.

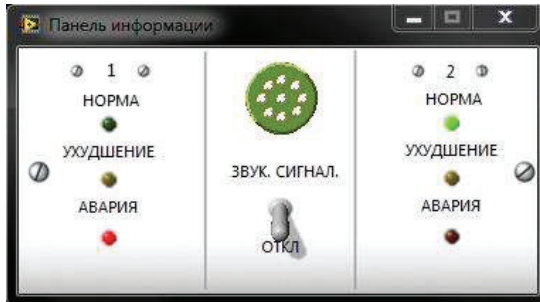
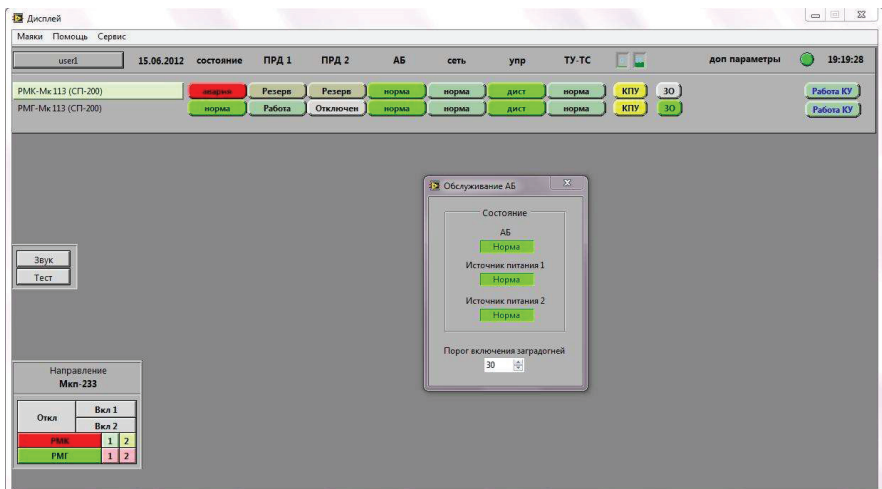


Рис. 9-3 Изображение окна "Панель информации"

### Дисплей программы

**Дисплей**—это монитор АДУ, реализованный в виде отдельного окна, на котором отображается вся информация о маяках (рисунок 9-4). Для того чтобы открыть это окно, следует дважды нажать левой кнопкой мыши на мониторе в главном интерфейсе программы.



Нажав правой кнопкой мыши на дисплей, можно увидеть меню, которое состоит из следующих пунктов: **Конфигурирование системы, Монитор** и **Сохранение конфигурации**.

### *Конфигурирование системы*

Для пользователей доступна частичная возможность конфигурирования ПО Мульти-консоль, которая не затрагивает критических участков программы, влияющих на устойчивую работу АДУ. Для вызова конфигурации необходимо после входа в систему нажать правую кнопку мыши и в появившемся меню выбрать пункт Конфигурация системы

Конфигуратор системы состоит из шести вкладок: **О программе, Маяки, Пользователи, Панель, Направления, Панели**.

### *Панель Маяки*

Позволяет конфигурировать доступ к радиомаяку.

На этой странице находятся списки маяков и их пользователей. Для каждого радиомаяка заданы свойства, которые можно посмотреть, нажав кнопку **Свойства**.

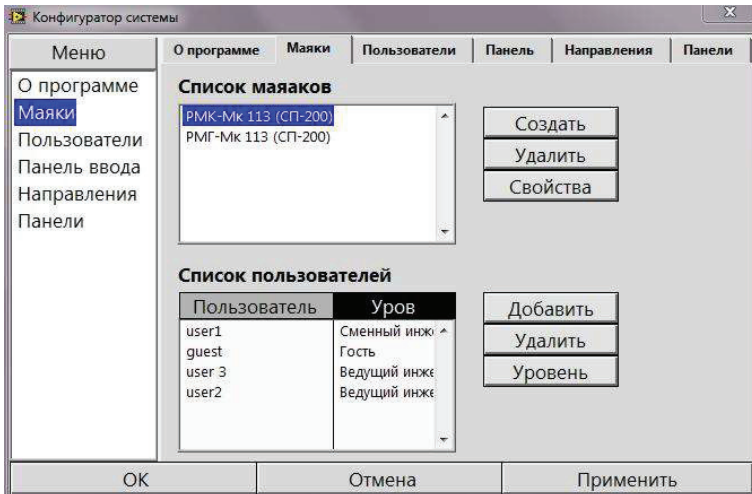


Рис. 9-4 Панель "Маяки"

На странице Свойства маяка описывается данный маяк. В первой строке Название можно выбрать название выбранного маяка. Строка Тип разрешает выбрать тип маяка (не применяется). В разделе Разъем можно выбрать разъем маяка: COM1, COM2, MOXA1, MOXA2 или IP. Строка инициализации используется для инициализации, возможны следующие значения: rs 232 и at. Строка IP задает IP номер маяка, а строка Port – порт маяка. Уровень передачи разрешает ввести уровень передачи данного маяка. Последняя строка Тип линии позволяет выбрать тип линии: 2-х проводной модем, 4-х проводной модем, RS-232 (радиомодем), или ДГУ.

### ***Панель "Пользователи"***

Эта панель позволяет управлять пользователями системы. Для каждого пользователя заданы свойства, которые можно посмотреть, нажав кнопку **Свойства**.

### ***3. Работа с приложением "Монитор" ПО "Мультиконсоль"***

Приложение **Монитор** является частью **ПО Мультиконсоль** и предназначено для контроля и управления радиомаяками и направлениями.

Приложение **Монитор** состоит из нескольких окон:

- 1) Основное окно;
- 2) Управление звуком;
- 3) Окно направления.

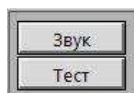
Для запуска приложения **Монитор** необходимо нажать правую клавишу мыши на территории дисплея и в появившемся меню выбрать пункт **Монитор**. После запуска приложения **Монитор** программа попросит произвести регистрацию, так как данное приложение позволяет пользователю не только просматривать, но и изменять параметры радиомаяков. Для этого в появившемся окне необходимо ввести имя и пароль. После регистрации станет доступно основное окно.

Имя пользователя можно выбрать из выпадающего меню (первая строка). Вместо пароля можно написать что угодно, только чтобы строка не была пустой. Если одна из строк пуста, кнопка **ОК** деактивирована. Ее можно будет нажать только в том случае, когда обе строки заполнены. Кнопка **Выход** закрывает окно регистрации.

После входа в систему открывается страница, на которой можно увидеть следующие окна: **Окно аварийной сигнализации**, **Окно направлений** и **Основное окно**.

### **Окно аварийной сигнализации**

Данное окно индицирует включенную аварийную сигнализацию и управляет звуком. При возникновении аварии или ухудшения состояния одного из радиомаяков включается аварийная сигнализация. Звук выдается в стандартный динамик ПК и/или звуковые колонки. Имеется возможность отключить звук, возникший по причине аварийной ситуации, но по изменению ситуации в худшую сторону (например, ухудшение состояния другого радиомаяка) он включится снова. Звук выключится при полном улучшении ситуации, то есть – когда исчезнут все аварии, или аварийная ситуация достигнет состояния, при котором последний раз сбрасывался звук. Звук по текущей аварии отключается кнопкой **Звук** (либо горячей клавишей F12). При нажатии кнопки **Тест** происходит проверка работы динамика ПК и/или звуковых колонок.



### **Окно “Направление”**

Окно **Направление** предназначено для управления всеми радиомаяками, входящими в одно направление. Все радиомаяки в системе могут подразделяться по направлениям магнитного курса посадки. Также можно увидеть состояния входящих в направление радиомаяков.

Направление Мкп-233			
Откл	Вкл 1		
	Вкл 2		
РМК	1	2	
РМГ	1	2	

### **Основное окно**

Основное окно предназначено для отображения состояния радиомаяков, а также для ускоренного управления некоторыми важными функциями (включение/отключение передатчиков обхода КУ и т.д.).





В данном окне все радиомаяки представлены в виде списка, каждому радиомаяку, в зависимости от его типа, поставлен в соответствие набор состояний.

При нажатии правой кнопки мыши, при установке курсора мыши на любой строке, представляющей радиомаяк, выпадает меню с операциями, специфичными для данного типа радиомаяка.

В верхней полосе окна расположены информационные блоки, их перечисление – слева направо: имя текущего, зарегистрированного пользователя, текущая дата, заголовки соответствующих информационных столбцов (Состояние, ПРД1, ПРД2, Сеть, упр, ТУ-ТС, доп. Параметры), текущее состояние **Мультиконсоли** (заблокирована/не заблокирована).

Чтобы поменять текущего пользователя системы **Мультиконсоли**, необходимо нажать кнопку, которая располагается слева сверху экрана и на которой написано текущее имя пользователя. После нажатия на экране появится окно ввода имени и пароля.

### *Основное меню*

Основное меню является одним из важнейших инструментов управления. Оно находится в правом верхнем углу окна и имеет три основных раздела — **Маяки**, **Помощь** и **Сервис**.

В разделе **Маяки** выпадающее меню разделено на две части — поле выбора конкретного радиомаяка, над которым будет производиться действие (отмечен галочкой), и поле действий.

Возможные действия:

- 1) Операции с радиомаяком
- 2) Состояние КУ
- 3) Контроль и Управление
- 4) Встроенный контроль
- 5) Тест ПУ, КУ1/2, Запрос
- 6) Измерительные каналы ПУ/КУ

- 7) Последнее аварийное состояние
- 8) Аварийное состояние по переключению
- 9) Аварийное состояние по отключению
- 10) Обслуживание АБ
- 11) Обслуживание таймера
- 12) Управление передатчиками
- 13) Управление обходом КУ
- 14) В регламенте
- 15) Окно системных событий.

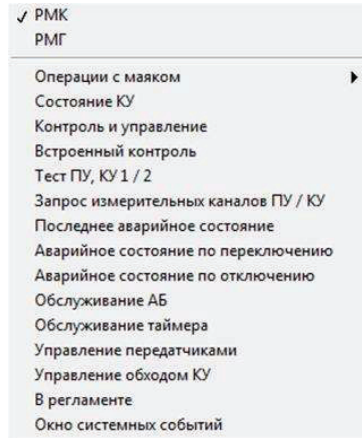


Рис. Основное меню

При выборе **Операции с маяком** выпадает то же меню, что появляется при нажатии правой кнопки мыши над строкой, представляющей нужный радиомаяк: **Управление передатчиками, Управление обходом и Регламент.**

Пункт **Управление передатчиками** позволяет передатчики выбранного радиомаяка включить, включить с обходом КУ или отключить.

Это также можно сделать, нажав на кнопку "ПРД1" ("ПРД2") соответствующего радиомаяка в основном меню программы.

Пункт **Управление обходом** позволяет включать или отключать состояние обхода КУ1 (КУ2) выбранного радиомаяка. Это также можно

сделать, нажав на кнопку **Обход КУ1 (Обход КУ2)** соответствующего радиомаяка в основном меню программы.

Пункт **Регламент** позволяет выводить радиомаяки из регламента. По умолчанию все радиомаяки находятся в регламенте, то есть – значимы для сигнализации. При выводе радиомаяка из регламента название радиомаяка подсвечивается красным цветом.

### *Окно "Состояние КУ"*

Это окно вызывается из меню **Маяки** с помощью строки **Состояние КУ** или же с помощью кнопки **Состояние** соответствующего радиомаяка.

	Зона аперт УК	Зона выносная	Крутизна аперт УК	Крутизна аперт ШК	Крутизна УК рез	Крутизна ШК рез
КУ 1	СГМ	СГМ	СГМ	СГМ	СГМ	СГМ
	РГМ	РГМ	РГМ	РГМ	РГМ	РГМ
	УрВЧ	УрВЧ	УрВЧ	УрВЧ	УрВЧ	УрВЧ
КУ 2	СГМ	СГМ	СГМ	СГМ	СГМ	СГМ
	РГМ	РГМ	РГМ	РГМ	РГМ	РГМ
	УрВЧ	УрВЧ	УрВЧ	УрВЧ	УрВЧ	УрВЧ

Рис. 9-21 Состояние КУ

### *Окно "Контроль и управление"*

Это окно можно вызвать из меню операций с маяком. Оно предназначено для контроля измеряемых и установки калибровочных параметров радиомаяков

Окно разделено на два списка – измеряемых и установочных параметров. Изменяемые параметры представлены следующим набором свойств: **Параметр** – название параметра радиомаяка, **КУ** – номер КУ либо ПУ (отображается КУ (ПУ) первого или второго комплекта аппаратуры радиомаяка, производит измерение параметров), **Значение** – текущее значение параметра, **Аварийные пределы** – нижний и верхний допустимые пределы контролируемого параметра. Ползунок, расположенный между нижним и верхним аварийными пределами, отражает положение параметра внутри пределов.

Параметр	КУ	Значение	Аварийные пределы	
СГМ Зона аперт УК	2	51,4	15	60
СГМ Зона выносная	1	48,6	24	75
СГМ Крутизна аперт УК	2	54,3	34	67
СГМ Крутизна аперт ШК	1	49,4	48	71
СГМ Крутизна УК рез	2	61,1	59	87
СГМ Крутизна ШК рез	1	46,9	35	53
РГМ Зона аперт УК	2	0,54	-1	7
РГМ Зона выносная	1	-2,34	-4	-1

Параметр	Комп.	Значение	Состояние	пределы
Уровень НБЧ ШК	2	0.8		0 ... 1.5
СГМ НБЧ ШК	1	45.5		0 ... 99.9
Смещение БЧ УК	2	126		0 ... 255
Мощность несущей часто	2	19		0 ... 50

Калиб. ПРМ1      Калиб. ПРМ2      Закрыть

Рис. 9-22 Окно "Контроль и управление"

Установочные параметры запрашиваются один раз и служат для задания параметров радиомаяка при настройке. В данном списке находятся следующие столбцы:

- 1) **Параметр** – название параметра радиомаяка;
- 2) **Комплект** – первый или второй;
- 3) **Значение** – текущее значение параметра, устанавливается по результатам наземной проверки радиомаяка.
- 4) **Состояние** – текущее состояние параметра (ВКЛ / ВЫКЛ). При настройке радиомаяка с помощью этой кнопки можно включить / отключить параметр;
- 5) **Пределы** – предельные значения вводимого параметра/

### ***Выбор параметров***

Для изменения набора команд в окне **Контроль и управление** надо щелкнуть двойным щелчком мыши по заголовку соответствующего окна (по названию Параметр). При этом откроется список доступных параметров для данного типа радиомаяка. Для каждого параметра необходимо указать направление, нажимая кнопку из соответствующего столбца – для КУ1 и КУ2, если параметр адресован в КУ.

### ***Изменение аварийных пределов***

Нажав кнопкой мыши на соответствующую полосу аварийных пределов в измерительном списке окна **Контроль и управление**, откроется окно установки пределов. При нажатии кнопки **Применить** выбранные параметры, если они корректны, будут отосланы в радиомаяк. С помощью этого окна можно вручную сгенерировать ошибки для измеряемых параметров, устанавливая аварийные пределы так, чтобы значение не находилось в этом диапазоне.

### ***Изменение состояния ВКЛ/ ВЫКЛ параметров***

Нажав кнопкой мыши на соответствующую кнопку состояния в установочном списке **Контроль и управление**, откроется окно изменения состояния. Выбрав необходимое состояние, нужно нажать кнопку **ОК**.

### ***Установка значения***

Нажав кнопкой мыши на соответствующую кнопку значения в окне команд установки, откроется окно установки значения. Можно набирать нужное значение как с помощью указателей справа и слева от вводимого значения, так и непосредственно с клавиатуры. При нажатии кнопки **Применить** установочное значение будет отослано в радиомаяк и для подтверждения повторно зачитано.

### ***Встроенный контроль***

В меню встроенного контроля присутствуют различные тесты, выполняемые непосредственно самой аппаратурой радиомаяка. В окне **Тест ПУ** отображаются результаты этих тестов. Если еще не было сделано ни одного теста, то индикатор **Статус выполнения** будет серым, после выполнения теста будет показывать либо зеленый знак с надписью **нет ошибок**, или же красный – с надписью **есть ошибки**, в зависимости от того есть в этой группе каналы с авариями.

### ***Окно Запроса измерительных каналов ПУ и КУ***

Это окно очень похоже на окно **Контроля и управления** с той единственной разницей, что тут отображаются не параметры КУ, а каналы КУ 1 (2) и ПУ. Выбор каналов делается тем же способом, как и в вышесказанном окне, список каналов ПУ или КУ можно увидеть, нажимая соответствующую кнопку ПУ/КУ в нижней части окна. Неисправности для этих каналов можно сгенерировать тем же способом, что в окне **Контроль и управление**.

### ***Окно Аварийное состояние***

Это окно вызывается из меню **Маяки** с помощью команд **Последнее аварийное состояние**, **Аварийное состояние по переключению** или **Аварийное состояние по отключению**, и соответственно, будет показывать состояния маяка при последней аварии, при переключении и при отключении.

### ***Окно системных событий***

Это окно представляет собой информативное поле, которое запоминает и отображает все последние 1000 событиях, которые происходили с маяками, установленными в системе. Включив кнопку **Протоколировать только аварии или ухудшения**, пользователь установит режим, при котором в этом окне будут отображаться только события, связанные с ухудшением состояния каких-либо параметров радиомаяков. Нажатие кнопки "Очистить лог" приведет к стиранию всех предыдущих событий из этого окна.

## ***4. Генератор неисправностей***

Генератор неисправностей предназначен для симулирования неисправностей, которые дают возможность пользователю изучить поведение различных индикаторов вовремя неисправностей. Для открытия окна **Генератор неисправностей** нужно нажать на кнопку **Генератор неисправностей**, которая находится на панели кнопок в главном окне программы.

**Генератор неисправностей** состоит из трех вкладок – ПРД 1, ПРД 2 и Доп. Пара-метры во вкладках ПРД 1 и ПРД 2 приведены параметры управления, которые так же можно найти в окне **Контроль и управление**, соответственно, для ПРД 1 и ПРД 2.

Кнопка **Назад** возвращает в предыдущее состояние (после последнего нажатия кнопки **Применить**). Кнопка **Применить** генерирует выбранные

состояния. Кнопка **Сброс** устанавливает для всех строк соответствующие значения по умолчанию ("Норма"), для сохранения которых нужно нажать кнопку **Применить**.

На окне **Генератор неисправностей**, в правом верхнем углу отображается имя выбранного маяка, для которого генерируются неисправности (например, РМК).

*5. Контрольные вопросы:*

- 1) Принцип работы системы посадки СП 200?
- 2) Для чего нужна аппаратура дистанционного управления?
- 3) Для чего необходим генератор неисправностей?
- 4) Принцип работы АДУ?
- 5) Состав шкафа ДУ.
- 6) Схема дистанционного управления навигационно–посадочным оборудованием аэродрома.

### **Литература**

3. НКПГ.161464.011 РЭ5 Ч6. Руководство по имитаторам
4. <http://helpiks.org/5-107068.html>

## **Практическое занятие №3 «Модуль для работы с СНП ГЛОНАСС/GPS GeosDemo»**

### **Цель практического занятия:**

1. Изучение систем спутниковой навигации и наблюдения.
2. Приобретения навыков работы с эмулятором
3. Исследование основных параметров спутниковых систем.

Время – 4 часа.

### При подготовке к практическому занятию

На этапе подготовки к практическому занятию студенты должны, используя литературу [1, 2] и материалы лекций углубить свои знания в области изучения основных бортовых приборов самолета для работы со спутниковыми системами, а также изучить принцип работы спутниковых систем.

### Во время проведения занятия

Преподаватель перед проведением занятия проводит контрольный опрос студентов и определяет степень их готовности к практическому занятию. Затем преподаватель разбивает группу студентов на несколько подгрупп по два студента в каждой. Каждая подгруппа получает от преподавателя индивидуальный вариант задания на практическое занятие.



## *1. Общие сведения*

GeoSDemo® (далее программа) является демонстрационным программным обеспечением совмещенных спутниковых навигационных приемников ГЛОНАСС/GPS (далее по тексту – приемник). Программа позволяет:

- 1) Производить автоматическое или ручное подключение к приемнику по последовательным портам RS232 и USB
- 2) Отображать выходную навигационную информацию приемника, в том числе и в графическом виде
- 3) Формировать и посылать в приемник команды, запросы и установки
- 4) Отображать ответы приемника на команды, запросы и установки
- 5) Осуществлять запись выходной информации в лог-файлы
- 6) Производить чтение записанных ранее лог-файлов
- 7) Формировать и записывать протокол работы приемника

Перечень сокращений:

КА-космический аппарат

НЗ-навигационная задача

ПК-персональный компьютер

ПО-программное обеспечение

## *2. Работа с программой*

### **Установление связи с приемником**

После запуска программы на экране отобразится окно выбора способа подключения к приемнику (Рис. 10-1). Это стартовое окно программы, в котором необходимо задать способ установления связи с приемником. Таких способов три:

- 1) Автоматическое сканирование и определение подключенных к приемнику портов ПК (RS232 и USB)
- 2) Ручная установка портов ПК
- 3) Использование сохраненных ранее настроек портов ПК.

Кроме того, в окне можно задать опцию чтения записанных ранее log-файлов (работа не в реальном времени).

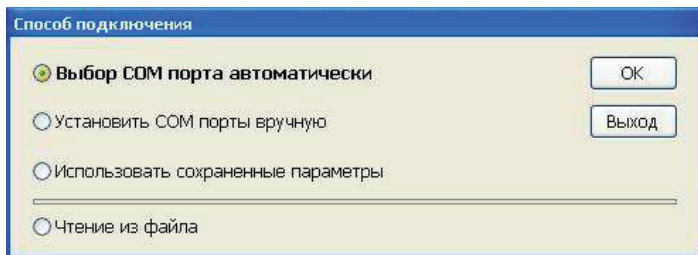


Рис. 8-1. Выбор способа подключения программы к приемнику

### *Выбор COM порта автоматически*

При выборе этого пункта программа автоматически производит поиск COM портов ПК, подключенных к приемнику. Для обмена с приемником, имеющим интерфейс USB, драйвер USB ПК создает виртуальный COM порт, номер которого отображается в нижнем углу основного окна.

При выборе этого пункта номера COM портов ПК устанавливаются вручную в окне «**Основные настройки**».

Использовать сохраненные параметры, при выборе этого пункта программа использует сохраненные параметры от предыдущего запуска программы (при первом запуске этот пункт будет недоступен).

### *Основное окно*

Основное окно программы (Рис. 10-1) содержит несколько информационных панелей.

- 1) Краткая панель навигационной информации (Рис. 10-2), включающая время UTC, широту/долготу/высоту, плановую скорость, курс, факторы DOP.
- 2) Окно отображения спутников на карте неба (Рис. 10-3). Каждый спутник отображается кружком с системным номером КА. Цвет отображает следующее: синим цветом обозначены спутники GPS: темно-синим – спутники, находящиеся в слежении, голубым – спутники, используемые в решении НЗ. Зеленым цветом обозначены спутники ГЛОНАСС: темно-зеленым – спутники, находящиеся в слежении, салатovým – спутники, используемые в решении НЗ о

розовым цветом обозначены спутники, не используемые в решении НЗ.

- 3) В левом нижнем углу основного окна расположена статусная строка, в левой части которой отражаются статус подключения и параметры СОМ портов ПК (номер и скорость обмена), настроенных на прием данных бинарного и NMEA протоколов (Рис. 10-4).

Порт активен, если индикатор ярко-зеленого цвета, и указаны номер порта и скорость подключения.

Порт не активен, если индикатор темно-зеленого цвета, и отображена надпись «Нет данных».

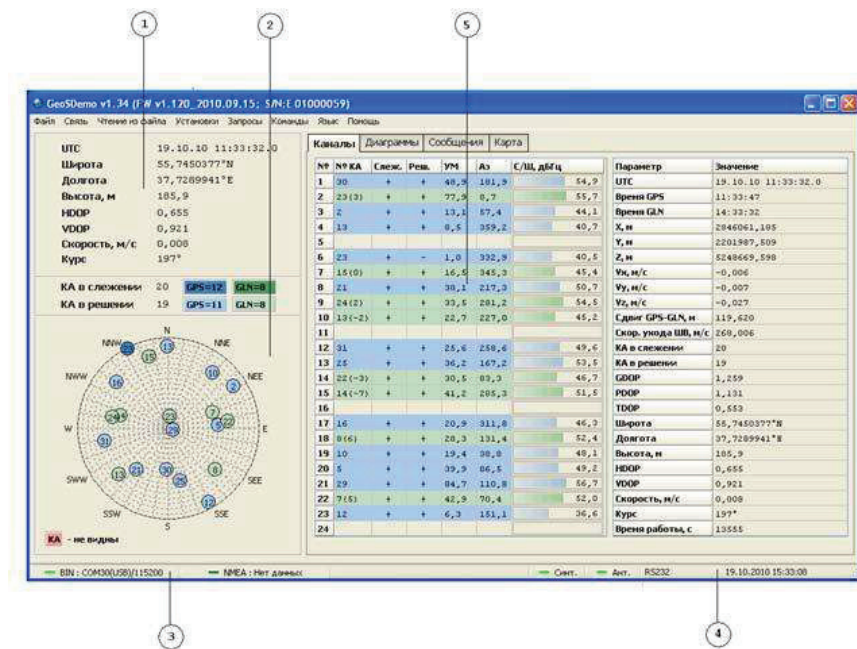


Рис. 10-1. Основное окно программы

UTC	19.10.10 11:36:27.0
Широта	55,7450575°N
Долгота	37,7290010°E
Высота, м	192,4
HDOP	0,714
VDOP	1,086
Скорость, м/с	0,006
Курс	184°

Рис. 10-2. Панель основных навигационных данных

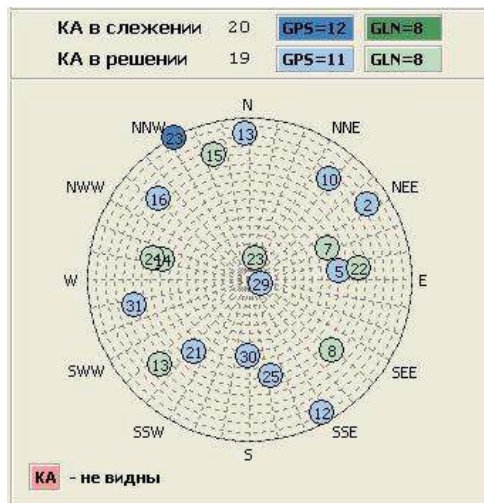


Рис. 10-3. Карта видимых спутников

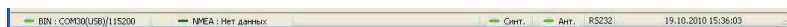


Рис. 10-6. Индикация подключения к портам ПК

Надпись «(USB)» справа от номера COM порта означает, что подключение произведено через виртуальный COM порт, который создается драйвером USB.

4) В правом нижнем углу (Рис. 10-6) отображаются:

Системная дата и время компьютера в соответствии с региональными настройками

Статус аппаратной телеметрии приемника. Индикатор «Синт.» показывает состояние телеметрии синтезатора частоты приемника, а индикатор «Ант.» - состояние телеметрии напряжения питания антенны. Индикаторы горят

зеленым, если телеметрия в норме, и красным, если в телеметрии обнаружены ошибки.

Признак аппаратной конфигурации приемника ГеоС-1: с USB («USB») или без USB (пустое поле). Для ГеоС-1М в поле отображается «SMD».

- 4) В правой половине основного окна имеется панель, содержащая набор из 4 вкладок: «Каналы», «Диаграмма», «Сообщения» и «Карта».

### **Каналы**

Вкладка «Каналы» отражает информацию о принимаемых КА (номер КА, находится КА в слежении и/или решении, угол места, азимут, отношение с/ш), а также расширенный набор навигационных данных. Количество выводимой в этой вкладке информации зависит от типа информационного протокола. Голубым цветом выделены КА GPS, салатовым цветом – КА ГЛОНАСС. При бинарном протоколе количество передаваемой информации будет выше, чем при протоколе NMEA.

**Вкладка «Диаграммы»** содержит 4 диаграммы: Широта/Долгота (отображается отклонение координат приемника относительно первой точки), Высота, Скорость и Количество КА в решении в зависимости от времени. На диаграммах отображаются 300 точек с данными, после чего происходит их автоматическое обновление. Обновить диаграммы можно принудительно, кликнув двойным щелчком по диаграмме Широта/Долгота.

**Вкладка «Сообщения»** содержит два текстовых окна

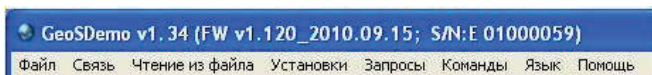
В верхнем окне отображаются бинарные сообщения: ответы приемника на установку или запрос параметров, а также сообщения о приеме альманаха и эфемерид. Каждое сообщение содержит системное время прихода и номер, по которому его можно идентифицировать. В нижнем окне отображаются NMEA сообщения. Справа над каждым окном имеется галочка, установка которой разрешает сохранение в log-файл принимаемых бинарных и NMEA сообщений. Имена log-файлов присваиваются автоматически по дате и времени начала записи. Чтобы прекратить запись в log-файлы, нужно снять обе галочки.

**Вкладка «Карта»** отображает положение пользователя на карте, при условии, что приемник решает НЗ. Отображение координат производится

двумя способами. Если компьютер подключен к сети Интернет, то координаты пользователя будут выводиться на Карте Google

Настройка отображения позиции на Карте Google производится в окне «Основные настройки» на панели «Конфигурация позиции на Google map». Для разрешения отображения на Карте Google нужно установить соответствующую галочку, там же можно установить количество маркеров (точек) на карте и коэффициент масштабирования карты при запуске программы GeoSDemo®, а также выбрать вид маркера. В отсутствии подключения к Интернету координаты будут отмечаться на упрощенной карте.

### 3. Меню основного окна



Пункт «Файл» имеет три подпункта. «Основные настройки», «Сохранить протокол работы» разрешает запись сообщений из верхнего окна с вкладки «Сообщения» в текстовый файл, формируемый в корневом каталоге программы. Выход из программы производится через «Выход».

Пункт «Связь» содержит подпункт «Подключить»/«Отключить», с помощью которого производится установление или разрыв связи с приемником

Пункт меню «Чтение из файла» переводит программу в режим чтения log-файлов, записанных ранее приемником. При выборе этого пункта откроется дополнительная панель «Чтение из файла» (Рис. 10-16) для выбора log-файла с расширением \*.tim, который должен находиться в корневом каталоге программы в папке «data/», и установки темпа вычитывания в миллисекундах. Галочка «повторять» позволяет организовать циклическое чтение log-файла.

Кнопкой «Старт»/«Стоп» осуществляется соответственно начало или остановка вычитывания из файла. Файл всегда читается с начала. Кнопка «Отмена» переводит программу в штатный режим обмена с приемником.

Состав пункта «Установки» зависит от типа протокола, по которому программа обменивается с приемником.

Выбор каждого подпункта открывает панель, где можно произвести требуемые установки. Подтверждение установки производится кнопкой «ОК», закрытие панели без выполнения установки кнопкой «Отмена». В ответ на установку приходит ответ от приемника, который можно увидеть на вкладке «Сообщения».

## Запросы

Состав пункта «Запросы» приведен на Рис. 10-36. Выбор каждого подпункта формирует соответствующий запрос в приемник. В ответ на запрос приемник посылает ответ, который можно увидеть на вкладке «Сообщения».

## Команды

При работе по бинарному протоколу пункт меню «Команды» содержит подпункты, изображенные на Рис. 10-37. Используя команды, можно запросить версию ПО приемника, произвести перестарт приемника, обновить его ПО и сохранить основные параметры во Flash.

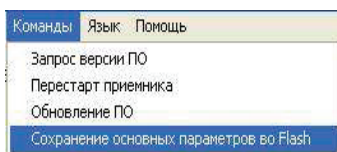


Рис. 10-7. Вид пункта меню «Команды» для бинарного протокола

При работе по NMEA протоколу пункт меню «Команды» содержит подпункты, изображенные на Рис. 10-38. Используя команды, можно произвести перестарт приемника и сохранить основные параметры во Flash.

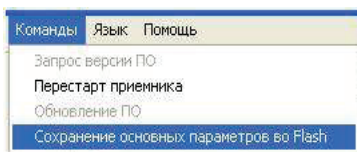


Рис. 10-8. Вид пункта меню «Команды» для NMEA протокола

В служебном окне так же можно выполнить:

- 1) Установку альманаха GPS
- 2) Установку альманаха ГЛОНАСС
- 3) Установку эфемерид GPS
- 4) Установка эфемерид ГЛОНАСС

Для этого необходимо указать путь к файлу и дождаться окончания установки, после чего будет выведено соответствующее сообщение в окне «Сообщение»


#### 4. Описание программного обеспечения имитатора GPS сигналов

Имитатор GPS сигналов предназначен для генерации реального GPS сигнала с заданными координатами. При запуске программного обеспечения имитатора GPS открывается окно, показанное на рис. 10-9

Панель программного обеспечения состоит из четырех частей: Генератор СВЧ сигналов, Настройка GPS, Текущие параметры GPS, Спутники.

Все параметры и настройки имитатора следует задавать перед нажатием кнопки «СТАРТ». Программа загружается в течении 40 сек., а после команды «СТАРТ» начинает генерировать сигнал в течении 7 минут.

**Устройство GPS.** В поле **Название ресурса** можно выбрать устройство, с помощью которого имитатор будет генерировать GPS сигналы.

**Настройка GPS.** В поле **Путь к файлу Almanac, Ephemeris, Trajectory**, при нажатии кнопки , открывается диалоговое окно, с помощью которого можно выбрать файлы – Almanac, Ephemeris и Trajectory.

В поле **Количество кадров** можно выбрать количество кадров. В поле **Спутниковый интервал обновления** можно выбрать интервал для обновления списка доступных спутников. В поле **Формат местополож. Приемника** можно выбрать формат местоположения приемника – LLA или ECEF. В поле **Контур траектории**, сняв или поставив галочку, можно, соответственно, включить или выключить контур траектории. В поле **Начальное GPS время недели** можно выбрать начальное время недели. В поле **Максимальное количество оптимальных спутников** можно установить максимальное количество оптимальных спутников. Количество оптимальных спутников может колебаться от 4 до 10. В поле **Опорный уровень мощности (дБм)** можно управлять опорным уровнем мощности.

В поле **Макс. относительный уровень мощности (дБ)** можно выбрать максимальный относительный уровень мощности.

В поле **Коэффициент масштабирования сигнала** можно выбрать коэффициент масштабирования сигнала. В поле **Начальная скорость** можно увеличить или уменьшить начальную скорость. В поле **Начальный заголовок** можно выбрать заголовок. Во вкладках **Широта, Долгота и Высота** можно задавать параметры генерируемого сигнала GPS.



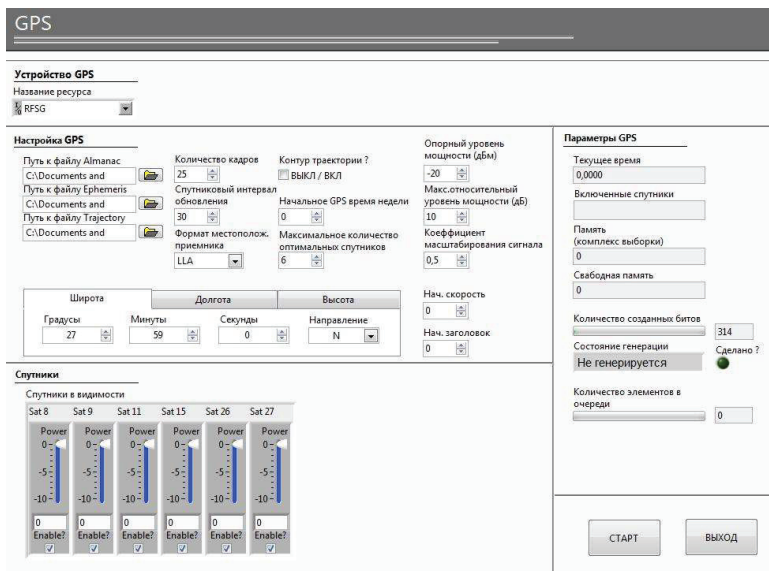


Рис. 10-9 Интерфейс программного обеспечения имитатора GPS сигналов

Вкладка **Широта** содержит следующие поля управления:

Градусы-выбор градуса широты

Минуты-выбор минут

Секунды-выбор секунд

Направление-выбор направления N(севере) или S(юг)

Вкладка **Долгота** содержит следующие поля управления:

Градусы-выбор градуса долготы

Минуты и секунды как во вкладке Широта

Направление-выбор направления E(восток) или W(запад)

Вкладка **Высота** содержит следующие поля управления:

1) **Высота** – выбор высоты.

2) **Текущие параметры GPS.** В поле **Текущее GPS время недели** отображается текущее время недели. В поле **Включенные спутники** отображаются имена выбранных спутников. В поле **Память (комплекс выборки)** отображается занятая память. В поле **Свободная память** отображается свободная память. В поле **Количество созданных битов** отображается число созданных битов. В поле **Состояние генерации** отображается текущее состояние генерации. Индикатор может принять следующие значения: "Не генерируется", "Буферизация сигнала", "Генерация сигнала" и "Окончание генерации". В поле **Количество элементов в очереди** отображается количество элементов в очереди.

3) **Спутники.** В поле **Спутники в видимости** отображаются доступные спутники, и мощность сигналов каждого спутника.

При кратковременном нажатии кнопки Выход программа закроется, и генерация сигнала GPS будет остановлена.

Для приема и анализа генерированного GPS сигнала следует использовать приемник GPS сигналов и соответствующее программное обеспечение.

### 5. Структура спутниковых навигационных систем

Структура, способы функционирования и характеристики спутниковых навигационных систем зависят от требуемого качества навигационного обеспечения. Для достижения таких важнейших качеств, как непрерывность и высокая точность навигационных определений, в составе современных спутниковых навигационных систем (типа ГЛОНАСС и GPS) функционируют три сегмента (рис. 1.1):

- 1) космический сегмент, состоящий из навигационных спутников (НС);
- 2) наземный сегмент контроля и управления;
- 3) сегмент потребителей, включающий аппаратуру потребителей.

Разнообразие существующей аппаратуры потребителей обеспечивает потребности наземных, морских, авиационных и космических (в пределах ближнего космоса) потребителей.

Основной операцией, выполняемой с помощью указанных выше сегментов, является определение пространственных координат местоположения потребителей и времени. Эта операция осуществляется непосредственно в аппаратуре потребителя, для чего используется позиционный способ

определения местоположения потребителей на основе беззапросных (пассивных) дальномерных измерений по сигналам нескольких навигационных спутников с известными координатами.

Использование беззапросных измерений обеспечило возможность достижения неограниченной пропускной способности спутниковых навигационных систем.

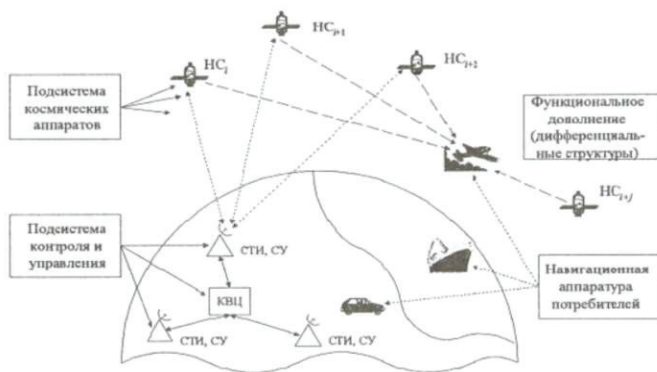


Рис. 1.1. Глобальная спутниковая навигационная система.

Спутниковая навигационная система является пространственно-временной системой с зоной действия, охватывающей все околоземное пространство, и функционирует в собственном системном времени. Важное место в ней отводится проблеме временной синхронизации подсистем. Так, пространственно-временная привязка всех навигационных спутников определяет заданную орбитальную конфигурацию. Временная синхронизация важна и для обеспечения заданной последовательности излучения сигналов всех спутников. Она обуславливает возможность применения пассивных дальномерных (псевдодальномерных) методов измерений. При этом все подсистемы должны функционировать в единой шкале времени.

На практике реализовать это требование не реально, так как для его выполнения в каждой подсистеме необходимо использовать однотипные высокоточные эталоны времени и частоты. Поэтому в современных системах выделяются несколько шкал времени, отличающихся стабильностью: системная, бортовая и шкала времени потребителя.

*б. Контрольные вопросы:*

- 1) Назовите количество спутников группировки GPS и ГЛОНАСС.
- 2) Сколько необходимо спутников для решения определения координат ВС?
- 3) Как работают спутниковые системы навигации и наблюдения?
- 4) Что относится к сегменту потребителя?
- 5) С помощью чего происходит коррекция координат ВС при работе со спутниковыми системами?
- 6) Назовите частотный диапазон спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС
- 7) Количество и размещение антенн GPS на ВС.

**Литература**

5. НКПГ.161464.011 РЭ5 Ч6. Руководство по имитаторам
6. <http://helpiks.org/5-107068.html>