

Рис.18

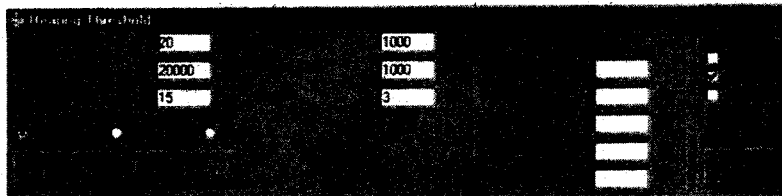


Рис.19

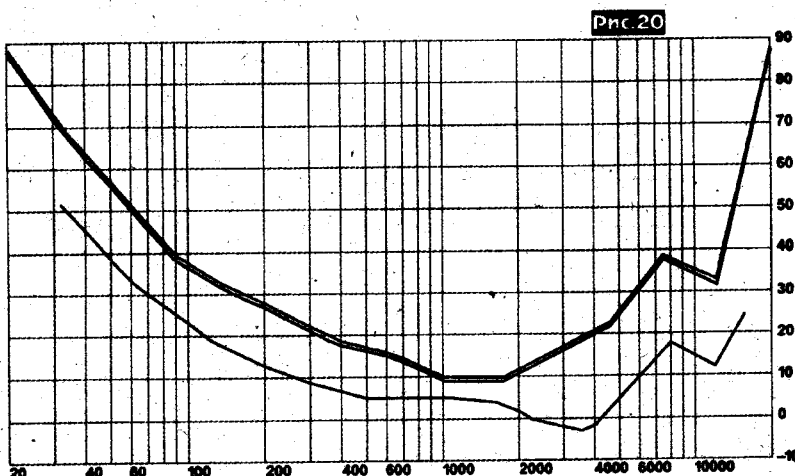


Рис.20

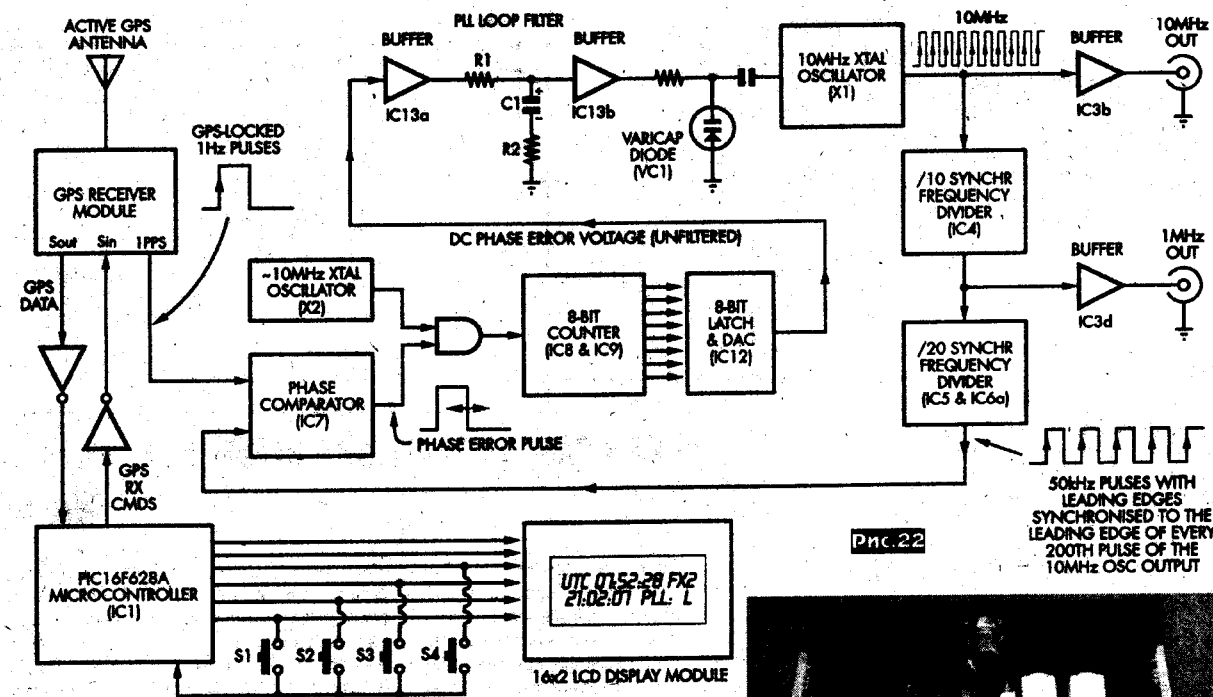
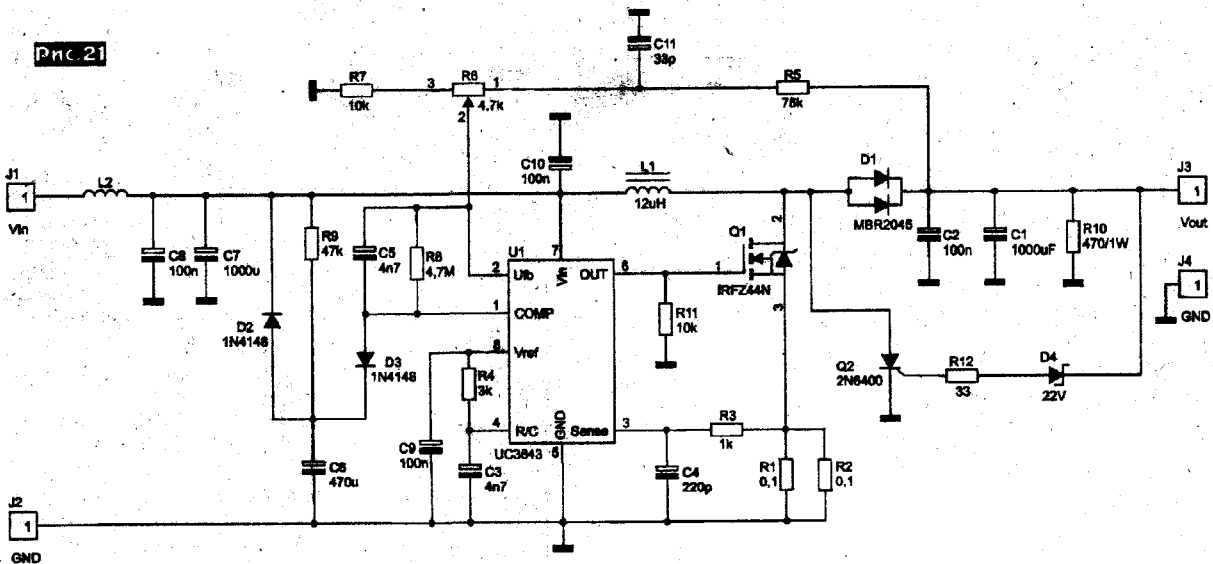
ковой тон, а также просит повторить тест на данной частоте перед автопереходом на следующую (красная или средняя кнопка). Программная часть аудиотестера состоит из не требующего установки файла TestYourEars.exe, который вместе с прошивкой контроллера IC5 можно получить в архивном файле 090351-11.zip (72 KB) по адресу <http://www.elektor.com/090351>. Перед запуском программы необходимо установить на ваш ПК драйвер виртуального COM-порта, который можно скачать по адресу <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.html>, и сконфигурировать назначенный ему номер COM-порта, зайдя (в WinXP) Control Panel - System - Hardware Tab - Device Manager - USB Serial Port и, прочитав назначенный номер, перенести его в соответствующее поле ввода Communication Comport по главному окну программы TestYourEars.exe (рис.18). Далее до начала измерений необходимо один раз произвести взаимную калибровку аттенуатора и ПК, нажав (см. рис.18) кнопку Calibrate 1 Volt RMS. Используя встроенный АЦП, микроконтроллер IC5 точно измеряет амплитуду сигнала на выходе звуковой карты (J3 - C11

(рис.19) задавайте начальную и конечную частоты теста, длительность каждого тона и паузы, количество частот и порог чувствительности, надевайте наушники, и можно начинать тест (кнопкой Go, рис.19). Когда очередной тест-тон (синусоида с определенной частотой и уровнем) подводится к наушникам, то на выносном пульте (рис.17) загорается красный (средний) светодиод; успевайте нажимать белую кнопку, если слышите тон, или черную, если не слышите. Когда все частоты и уровни теста будут пройдены, красный светодиод начнет мигать, а на дисплее вашего ПК появится график частотной зависимости чувствительности вашего слуха (рис.20) - ваша персональная кривая Флетчера-Мансона, который можно сохранить как в графический bmp-файл, так и в табличный текстовый файл с разделителями-запятыми. Проект аудиотестера находится в состоянии развития, поэтому программно предусмотренный режим A-B-X Test (рис.18) пока что аппаратно не реализован, но в будущем позволит сравнивать звучание разных аудиосистем т.н. «слепым» методом («Elektor» №10/2009, с.48-52).

- R14 - PTA0) и через USB порт установит усиление звуковой карты таким, чтобы генерируемое напряжение стало точно равно 1 В. Далее в меню «Hearing Threshold»

Многие автолюбители нередко прихватывают с собой на отдых или в путешествие ноутбук, питание которых по схеме «инвертор автомобильных 12 В → 220 В 50 Гц» + «сетевой адаптер 220 В 50 Гц → 19 В аккумулятора ноутбука» вследствие большого количества преобразований имеет низкий КПД и может довольно сильно разрядить аккумулятор автомобиля, ведь ноутбуки потребляют не один десяток Вт и пользуются ими не на ходу, а на стоянках. Томаш Крогульски для таких случаев предложил преобразователь (рис.21), формирующий постоянное напряжение 19 В для питания ноутбука непосредственно из 12 В бортовой сети автомобиля и поэтому обладающий высоким КПД. В основе схемы - ИМС ШИМ-контроллера UC3843, сконфигурированного как импульсный повышающий преобразователь постоянного напряжения. Собственно принцип повышения напряжения состоит в отдаче тока индукции катушкой индуктивности L1 в конденсаторы C2, C1 через диоды Шоттки D1 в те моменты, когда ключ Q1 закрыт, и закачке тока в катушку от источника Vin в моменты, когда Q1 открыт. Коммутацию Q1 с частотой около 100 кГц, стабилизацию выходного напряжения Vout, защиту от токовых перегрузок (посредством ограничения тока источника Q1 специальной токовой системой авторегулирования с входом Sense и датчиками тока R1, R2), а также плавный запуск (C6D2D3R9) без опасных импульсных выбросов осуществляет UC3843. Резистором R6 можно регулировать выходное напряжение. Элементы D4R12Q2 ноутбук от случайных выбросов выходного напряжения выше 23 В. Катушку L1 автор выполнил на двух сложенных вместе порошковых кольцах Ferroxcube TN24/17/7,5, на которые намотано 10 витков провода ПЭВ-1,5 мм. Описанный преобразователь обеспечивает ток нагрузки до 5 А при выходном напряжении 19 В («Elektronika Praktyczna» №11/2009, с.56, 57).

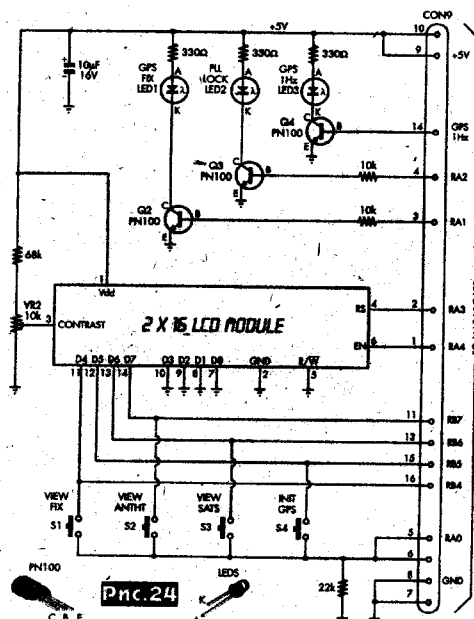
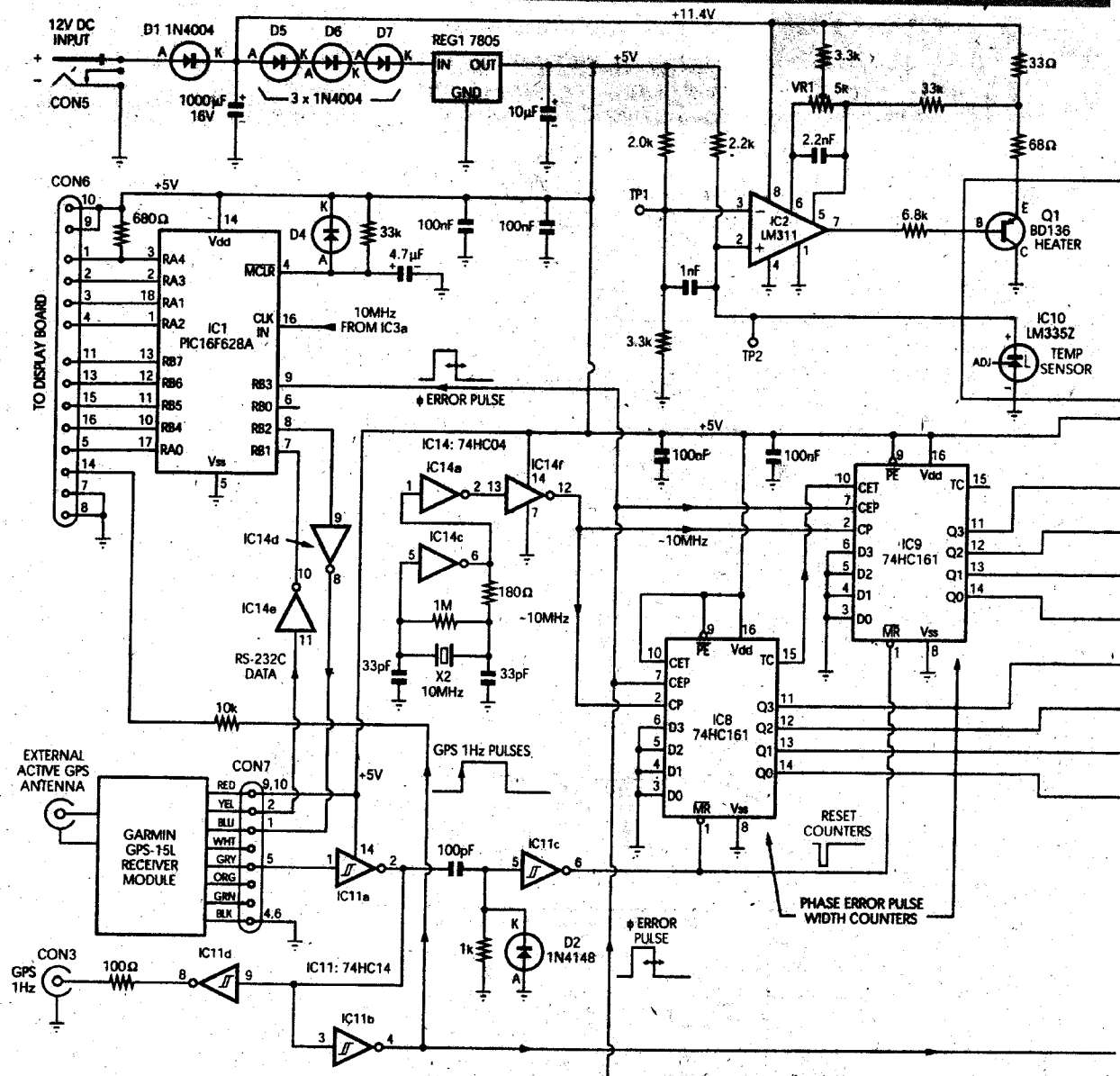
Эталон частоты, предложенный Джимом Роу, выдает частоты 10 и 1 МГц с настолько высокой точностью (соответственно не хуже 0,2 Гц и 0,02 Гц, т.е. с относительной погрешностью не более 2×10^{-6}), что его можно смело использовать при калибровке или поверке частотомеров, кварцевых генераторов и т.п. Из блок-схемы рис.22 видно, что устройство содержит модуль GPS-приемника GPS RECEIVER MODULE, который принимает сверхточный (определяемый бортовыми цезиевыми «атомарными» часами GPS-спутников) сигнал опорных 1-герцовых импульсов, который посредством петли несколько необычной ФАПЧ управляет частотой 10-мегагерцового кварцевого генератора X1. «Необычность» ФАПЧ в данном случае оправдана тем, что если попытаться применить для стабилизации частоты обычную ФАПЧ, то пришлось бы сравнивать спутниковые 1 Гц с поделенным в 10 млн. раз сигналом 10-мегагерцового генератора X1, т.е. фазы двух одногерцовых сигналов. А поскольку инерционность ФАПЧ



должна быть существенно больше, чем периоды сравниваемых сигналов, то стабилизации частоты пришлось бы ждать часами; если не сутками; за это время возмущающие факторы (изменения температуры, напряжения питания и т.д.) успеют многократно изменить частоту кварцевого генератора X1, что сводит на нет смысл такой медленной ФАПЧ. Поэтому в данном устройстве фазовый компаратор PHASE COMPARATOR сравнивает фазы фронта сигнала частотой 1 Гц

от GPS и фронта ближайшего к нему импульса последовательности с частотой 50 кГц, поступающей с выхода 10-МГц кварцевого генератора через делители частоты :10 (IC4) и :20 (IC5&IC6a). Можно показать, что на выходе фазового компаратора при этом периодически (раз в секунду) формируется импульс, длительность которого варьируется от 0 при совпадении моментов спада



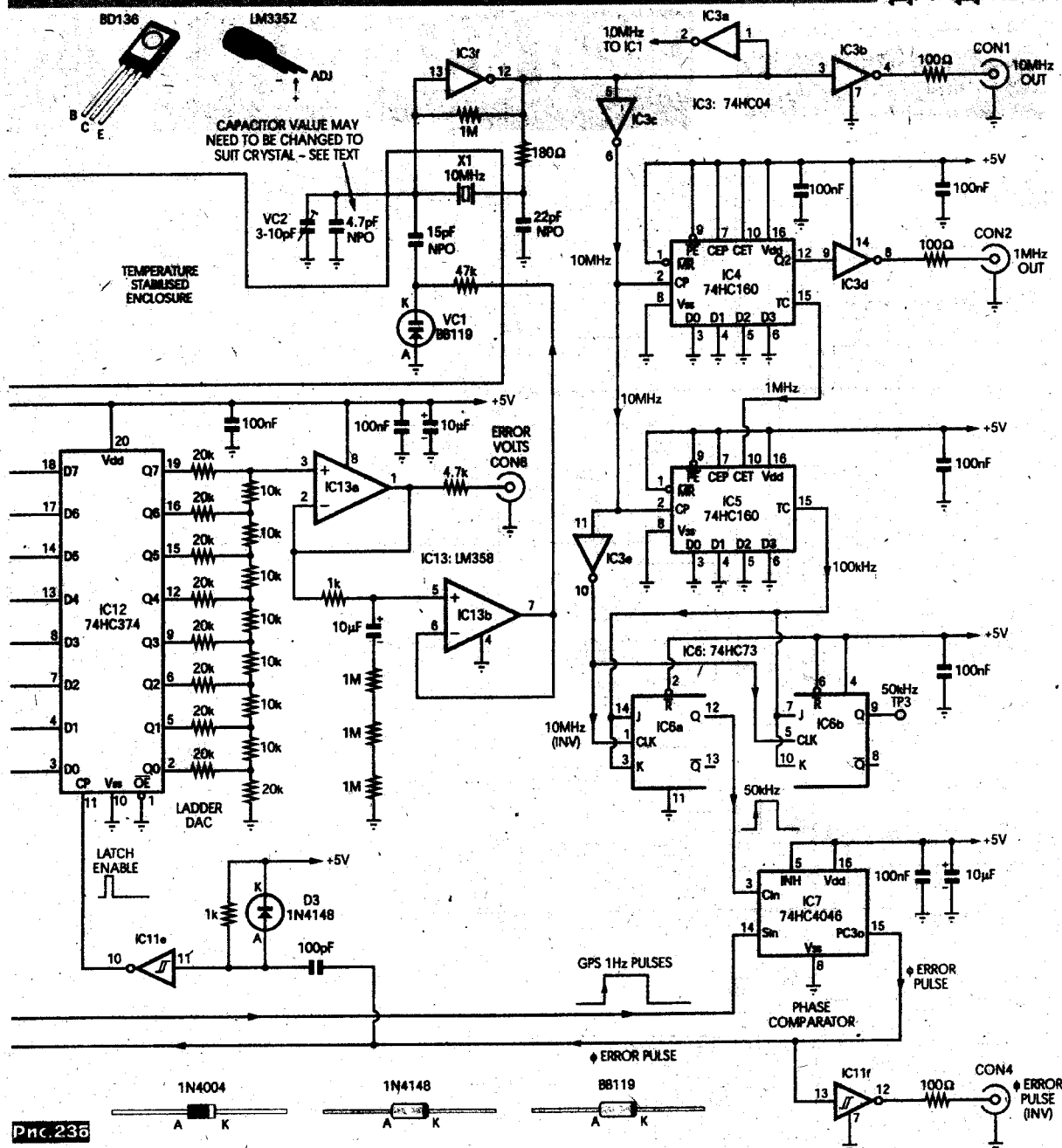


GPS-BASED FREQUENCY REFERENCE MAIN BOARD

Рис.23а

до 20 мкс при теоретической максимальной рассинхронизации фаз сравниваемых сигналов на целый период 50-килогерцовой последовательности. Т.е. фактически мы очень быстро (за секунду вместо суток) получаем сигнал фазовой ошибки, но в весьма узких пределах рассогласования (не более 20 мкс). Импульс фазовой ошибки подается на один из входов логического элемента И, на второй вход которого поступает 10-мегагерцовый меандр от второго кварцевого генератора X2. Количество

импульсов, прошедших на вход 8-разрядного счетчика 8-BIT COUNTER, будет пропорционально фазовому рассогласованию. Выход счетчика соединен со входом защелкиваемого 8-разрядного ЦАП 8-BIT LATCH&DAC, который через два буфера и сглаживающий фильтр R1C1R2 формирует постоянное напряжение управления емкостью варикапа VC1, подстраивающего частоту кварцевого генератора X1. Не использовать другие спутниковые данные, имея GPS модуль, автор посчитал грехом и поэтому добавил в описываемое устройство микроконтроллер PIC16F628A и ЖК дисплей 16x2 LCD DISPLAY, которые собственно к эталону частоты отношения не имеют, но зато обеспечивают информацию о текущей дате, времени, статусе GPS-сигна-



ла и захвате петли ФАПЧ. Кнопки S1-S3 переключают выдаваемую на дисплей информацию, а S4 позволяет при необходимости перезапустить GPS-модуль. Принципиальная схема устройства приведена на рис. 23а и рис. 23б, а схема дисплейной платы - на рис. 24. Назначение и обозначение большинства микросхем соответствуют уже рассмотренным на блок-схеме (рис. 22), поэтому подробнее остановимся только на некоторых важных деталях. Модуль GPS-приемника GARMIN GPS-15L подключен к разъему CON7. Он имеет размеры 46х36х8,5 мм и при подключении внешней GPS-антенны Garmin GA29 обеспечивает отслеживание до 12 спутников. Как мы уже отмечали, петля быстродействующей ФАПЧ требует фазового рассогласова-

ния не более 20 мкс, что эквивалентно довольно узким пределам корректного автозахвата частоты от 9,9998 до 10,0002 МГц. Именно в эти пределы обязательно должна укладываться частота свободных автоколебаний кварцевого генератора на IC3f, X1. Чтобы выполнить такие жесткие условия, сам кварцевый резонатор X1 и варикап VC1 вместе с термодатчиком IC10 и нагревательным элементом - транзистором Q1 в корпусе TO-220 смонтированы в мини-печке-термостате, конструктивно представляющей собой небольшой радиатор транзистора Q1, засунутый вместе с остальными элементами печки в пластиковую «бочку» диаметром 35 и длиной 40 мм (футляр от фотопленки). Благодаря петле авторегулирования,

формируемой компаратором IC2, такой минитермостат обеспечивает быструю стабилизацию температуры 42 °C (подстраивают триммером VR1) с погрешностью не более ± 1 °C. Питание всего устройства осуществляется от источника напряжением 12 В, потребляемый ток в стационарном режиме 340 мА, при старте и разогреве термостата до 420 мА. Прошивка контроллера IC1 находится в архивном файле 0409.zip (9,3 КБ), файл GPSFrqRFV2.HEX, который доступен по ссылке http://www.epemag3.com/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=234&Itemid=38, а рисунок печатных плат доступен по ссылке http://www.epemag3.com/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=40&Itemid=38 («Everyday Practical Electronics» №4/2009, с. 10-19).