

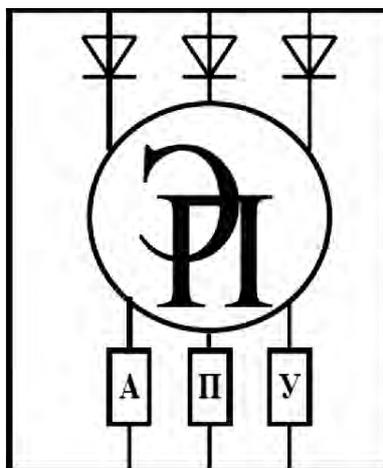
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и АПУ»

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

*Лабораторный практикум
для студентов специальности 140607
«Электрооборудование автомобилей и тракторов»*

Часть 2



Могилев 2013

УДК 621.3
ББК 31.2
Р 40

Рекомендовано к опубликованию
учебно-методическим управлением
ГУВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Электропривод и АПУ» «14» декабря 2012 г.,
протокол № 6

Составитель канд. техн. наук, доц. В. А. Селиванов

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Болотов

Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 140607 «Электрооборудования автомобилей и тракторов» содержат краткие теоретические знания, руководство по выполнению практических экспериментов.

Учебное издание

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Часть 2

Ответственный за выпуск

Г. С. Ленеvский

Технический редактор

И. В. Русецкая

Компьютерная верстка

Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл.-печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»
ЛИ № 02330/0548519 от 16.06.2009.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2013



Введение

Лабораторный практикум позволяет закрепить полученные теоретические знания по дисциплине «Радиотехнические системы автомобилей и тракторов» (РТС), а также приобрести практический опыт по исследованию системы глобального позиционирования (GPS или Global Positioning System) и компактного электронного устройства радардетектор и приобрести опыт самостоятельной работы с современным электронным оборудованием в лаборатории «Радиотехнические системы автомобилей и тракторов» (РТС). В данных методических указаниях рассмотрены вопросы изучения и исследования электронных устройств радиотехнических систем.



Часть 2

Организация лабораторных работ в лаборатории РТС

Лабораторные работы по курсу «Радиотехнические системы автомобилей и тракторов» (РТС) отличаются, прежде всего, сложностью схем, большим разнообразием радиотехнического оборудования. Это требует от студентов проявления максимума самостоятельности и вдумчивости при подготовке к работе и её проведении.

Лабораторная работа выполняется в строгом соответствии с методическими указаниями. Включение схемы осуществляется только с разрешения преподавателя или лаборанта.

Во время занятий особое внимание должно уделяться строгому соблюдению правил техники безопасности. В случае ненормальных режимов работы лабораторной установки нужно немедленно отключить схему от источников питания и поставить в известность лаборанта или преподавателя.

Порядок выполнения работ в лаборатории РТС

На первом (вводном) занятии студенты получают график выполнения лабораторных работ. Работы выполняются группой в составе 3–4 человек. Студенты должны заблаговременно готовиться к занятию. Подготовка включает в себя:

- изучение цели и содержания лабораторной работы;
- изучение теоретического материала, необходимого для проведения исследований;
- изучение описания работы и схем радиотехнического оборудования;
- составление программы проведения исследований;
- производство необходимых предварительных расчётов;
- составление отчёта (заготовки) по лабораторной работе.

Готовность студентов к выполнению лабораторной работы проверяется преподавателем до начала работы. Студенты, явившиеся на занятия неподготовленными, а также не представившие своевременно отчёт о выполнении предыдущей работы, к очередной лабораторной работе не допускаются. Студенты, нарушившие правила выполнения работ в лаборатории и правила ТБ, отстраняются от выполнения работы.

Содержание отчёта и порядок защиты работы по дисциплине «Радиотехнические системы автомобилей и тракторов» (РТС)

Отчёт должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы (программу работы);
- сведения об оборудовании;
- домашнее задание;
- схему электрическую принципиальную исследуемых устройств;
- результаты исследований (данные опыта и расчёта);



– основные теоретические зависимости, использованные при расчёте, примеры расчётов;

– экспериментальные и расчётные характеристики (в одних осях);

– анализ и сравнение результатов опыта и расчёта.

Отчёт о лабораторной работе выполняется каждым студентом индивидуально.

До начала работы студенты представляют заготовку отчёта о предстоящей работе (с выполненным домашним заданием) преподавателю и в течение 10–15 мин, подтверждают свою подготовку к выполнению работы путём устного собеседования с преподавателем или проходят электронное тестирование.

Студенты, прошедшие предлабораторный опрос, допускаются к выполнению работы. Все результаты экспериментов заносятся в отчёт (или рабочую тетрадь). После выполнения работы данные экспериментов представляются на проверку преподавателю и только по его разрешению можно разбирать схему и приводить в порядок рабочее место.

Полученные результаты должны быть обработаны и занесены в отчёт по лабораторной работе.

При защите лабораторной работы студент должен показать знания основных практических и теоретических положений по данной работе.

6 Лабораторная работа № 6. Изучение системы глобального позиционирования (GPS или Global Positioning System)

Цель работы

- 1 Описать систему GPS или Global Positioning System.
- 2 Определить местоположение объекта.
- 3 Изучить задачи, лежащие в основе системы GPS.
- 4 Классифицировать GPS-приемники.

Задание

1 Изучить и кратко описать систему GPS или Global Positioning System.

2 Определить место расположения объекта по расстояниям до спутника.



Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с оборудованием и приборами на рабочем месте.
- 2 Записать паспортные данные измерительных приборов и испытуемого оборудования.

6.1 Краткие теоретические положения

Описание системы.

В околоземном пространстве развернута сеть искусственных спутников Земли (ИСЗ), равномерно «покрывающих» всю земную поверхность. Орбиты ИСЗ вычисляются с очень высокой точностью, поэтому в любой момент времени известны координаты каждого спутника. Радиопередатчики спутников непрерывно излучают сигналы в направлении Земли. Эти сигналы принимаются GPS-приемником, находящимся в некоторой точке земной поверхности, координаты которой нужно определить (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 – Схема функционирования системы

В приемнике измеряется время распространения сигнала от ИСЗ и вычисляется дальность «спутника-приемника» (радиосигнал, как известно, распространяется со скоростью света). Поскольку для определения местоположения точки нужно знать три координаты (плоские координаты X , Y и высоту H), то в приемнике должны быть измерены расстояния до трех различных ИСЗ. Очевидно, при таком методе радионавигации (он называется беззапросным) точное определение времени распространения сигнала возможно лишь при наличии синхронизации временных шкал спутника и приемника.

Поэтому в состав аппаратуры ИСЗ и приемника входят эталонные часы (стандарты частоты), причем точность спутникового эталона времени исключительно высока (долговременная относительная стабильность час-

тоты обеспечивается на уровне 10^{-13} – 10^{-15} за сутки). Бортовые часы всех ИСЗ синхронизированы и привязаны к так называемому «системному времени». Эталон времени GPS-приемника менее точен, чтобы чрезмерно не повышать его стоимость. Этот эталон должен обеспечивать только кратковременную стабильность частоты – в течение процедуры измерений.

На практике в измерениях времени всегда присутствует ошибка, обусловленная несовпадением шкал времени ИСЗ и приемника. По этой причине в приемнике вычисляется искаженное значение дальности до спутника или «псевдодальность». Измерения расстояний до всех ИСЗ, с которыми в данный момент работает приемник, происходит одновременно. Следовательно, для всех измерений величину временного несоответствия можно считать постоянной. С математической точки зрения это эквивалентно тому, что неизвестными являются не только координаты X , Y и H , но и поправка часов приемника D , t . Для их определения необходимо выполнить измерения псевдодальностей не до трех, а до четырех спутников. В результате обработки этих измерений в приемнике вычисляются координаты (X , Y и H) и точное время. Если приемник установлен на движущемся объекте и наряду с псевдодальностями измеряет доплеровские сдвиги частот радиосигналов, то может быть вычислена и скорость объекта. Таким образом, для выполнения необходимых навигационных определений надо обеспечить постоянную видимость с нее, как минимум, четырех спутников. После полного развертывания созвездия ИСЗ в любой точке Земли могут быть видны от пяти до 12 спутников в произвольный момент времени. Современные GPS-приемники имеют от пяти до 12 каналов, т. е. могут одновременно принимать сигналы от такого количества ИСЗ. Избыточные измерения (сверх четырех) позволяют повысить точность определения координат и обеспечить непрерывность решения навигационной задачи.

Определение местоположения.

Теоретически для определения местоположения необходимы данные с трех спутников. Допустим, нам известна величина расстояния от одного спутника до приемника. Зная ее, мы можем нарисовать окружность вокруг спутника, на краю которой и будет находиться наш приемник (рисунок 6.2).

Таким образом, мы сузили сектор поиска до пересечения двух окружностей (рисунок 6.3). Остается прибавить информацию о третьем спутнике (рисунок 6.4).

Добавим данные со второго спутника.

Таким образом, мы получаем точные координаты приемника, который находится на пересечении трех окружностей. В данном описании схема сильно упрощена за счет изображения в двухмерной плоскости. В действительности все происходит в трехмерном пространстве, но принцип вычислений используется тот же.



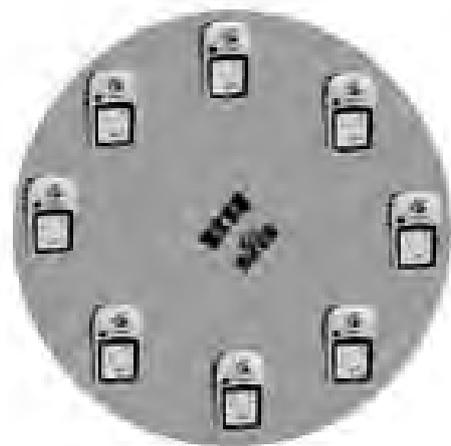


Рисунок 6.2 – Приемник на расстоянии от спутника



Рисунок 6.3 – Данные со второго спутника

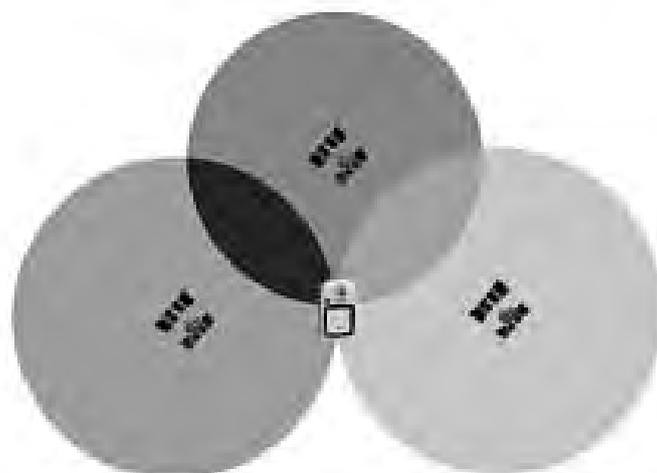


Рисунок 6.4 – Добавление информации с третьего спутника

Расстояние до спутников рассчитывается простейшей формулой – умножением скорости света (скорость распространения радиоволн) на время прохождения сигнала от спутника до приемника. Полученная величина и будет искомым расстоянием.

При этом для вычисления времени необходима точнейшая синхронизация часов космического аппарата с часами принимающего устройства, т. к. разница даже в $0,0000003$ с в последствии вызывает ошибку, равную 100 м. Для этого на каждом спутнике установлено четверо точнейших атомных часов.

Но даже они могут содержать отклонения от эталонного времени. Для точного определения координат нужно не три, а четыре спутника. Последний призван нивелировать временные ошибки первых трех.

Важно знать, что GPS-приемник является лишь приемником сигналов от спутника, который ни при каких условиях не может передавать данные на спутник. Поэтому он только лишь принимает сигнал, подобно радио-приемнику.

В состав системы входят:

- созвездие ИСЗ (космический сегмент);
- сеть наземных станций слежения и управления (сегмент управления);
- собственно GPS-приемники (аппаратура потребителей).

Космический сегмент состоит из 26 спутников (21 основного и пяти запасных), которые обращаются на шести орбитах. Плоскости орбит наклонены на угол около 55° к плоскости экватора и сдвинуты между собой на 60° по долготе. Радиусы орбит – около 26 тыс. км, а период обращения – половина звездных суток (примерно 11 ч 58 мин). На борту каждого спутника имеется четыре стандарта частоты (два цезиевых и два рубидиевых – для целей резервирования), солнечные батареи, двигатели корректировки орбит, приемопередающая аппаратура, компьютер.

Передающая аппаратура спутника излучает синусоидальные сигналы на двух несущих частотах: $L1 = 1575,42$ МГц и $L2 = 1227,6$ МГц. Перед этим сигналы модулируются так называемыми псевдослучайными цифровыми последовательностями (точнее, эта процедура называется фазовой манипуляцией). Причем частота $L1$ модулируется двумя видами кодов: С/А-кодом (код свободного доступа) и Р-кодом (код санкционированного доступа), а частота $L2$ – только Р-кодом. Кроме того, обе несущие частоты дополнительно кодируются навигационным сообщением, в котором содержатся данные об орбитах ИСЗ, информация о параметрах атмосферы, поправки системного времени.

Кодирование излучаемого спутником радиосигнала преследует несколько целей:

- обеспечение возможности синхронизации сигналов ИСЗ и приемника;
- создание наилучших условий различения сигнала в аппаратуре приемника на фоне шумов (доказано, что псевдослучайные коды обладают та-



кими свойствами);

– реализация режима ограниченного доступа к GPS, когда высокоточные измерения возможны лишь при санкционированном использовании системы.

Код свободного доступа C/A (Coarse Acquisition) имеет частоту следования импульсов (иначе называемых «чипами») 1,023 МГц и период повторения 0,001 с, поэтому его декодирование в приемнике осуществляется достаточно просто. Однако точность автономных измерений расстояний с его помощью невысока.

Защищенный код P (Protected) характеризуется частотой следования импульсов 10,23 МГц и периодом повторения семь суток. Кроме того, раз в неделю происходит смена этого кода на всех спутниках.

Поскольку P-код передается на двух частотах (L1 и L2), а C/A-код – на одной (L1), в GPS-приемниках, работающих по P-коду, частично компенсируется ошибка задержки сигнала в ионосфере, которая зависит от частоты сигнала. Точность автономного определения расстояния по P-коду примерно на порядок выше, чем по C/A-коду.

Сегмент управления содержит *главную станцию управления* (авиабаза Фалькон в штате Колорадо), пять *станций слежения*, расположенных на американских военных базах на Гавайских островах, островах Вознесения, Диего-Гарсия, Кваджелейн и Колорадо-Спрингс и три станции закладки: острова Вознесения, Диего-Гарсия, Кваджелейн.

Кроме того, имеется сеть государственных и частных станций слежения за ИСЗ, которые выполняют наблюдения для уточнения параметров атмосферы и траекторий движения спутников.

Собираемая информация обрабатывается в суперкомпьютерах и периодически передается на спутники для корректировки орбит и обновления навигационного сообщения.

Аппаратура потребителей.

В аппаратуре потребителя (GPS-приемнике) принимаемый сигнал декодируется, т. е. из него выделяются кодовые последовательности C/A либо C/A и P, а также служебная информация. Полученный код сравнивается с аналогичным кодом, который генерирует сам GPS-приемник, что позволяет определить задержку распространения сигнала от спутника и таким образом вычислить псевдодальность. После захвата сигнала спутника аппаратура приемника переводится в режим слежения, т. е. в БПС поддерживается синхронизм между принимаемым и опорным сигналами. Процедура синхронизации может выполняться:

- по C/A-коду (одночастотный кодовый приемник);
- по P-коду (двухчастотный кодовый приемник);
- по C/A-коду и фазе несущего сигнала (одночастотный фазовый приемник);
- по P-коду и фазе несущего сигнала (двухчастотный фазовый приемник).



Используемый в GPS-приемнике способ синхронизации сигналов является едва ли не важнейшей его характеристикой.

Задачи, лежащие в основе системы GPS.

Во всех сегментах и элементах GPS используется оборудование, построенное на самых современных «высоких технологиях», но идеи в ее основе удивительно просты. Давайте рассмотрим из них пять наиболее важных.

- 1 Местоопределение по расстояниям до спутников.
- 2 Измерение расстояний до спутников.
- 3 Обеспечение точной привязки по времени.
- 4 Определение положения спутника в пространстве.
- 5 Компенсация погрешностей.

Местоопределение по расстояниям до спутников.

GPS основана на определении координат местоположения по расстояниям до спутников. Это означает, что наши координаты на Земле вычисляются на основе измеренных системой расстояний до группы спутников в космосе. Спутники выполняют роль точно координированных точек отсчета.

Например, если мы знаем, что от нас до спутника А, скажем, 11000 км, то это значит, что мы находимся где-то на воображаемой сфере радиусом в 11000 км с центром, совпадающим со спутником А.

Если одновременно расстояние до спутника В составляет 12000 км, то это еще больше сократит пространство, где мы можем находиться. Так как единственная область, где мы будем на расстоянии 11000 км от спутника А и 12000 км от спутника В, есть линия пересечения двух сфер, т. е. окружность.

Затем, если мы произведем измерение дальности еще и до третьего спутника, то сможем свести возможное местоположение до двух точек. Эти две точки находятся там, где сфера радиусом в 13000 км пересекается с окружностью, полученной от пересечения сфер с радиусами 11000 и 12000 км.

Следовательно:

- координаты местоположения вычисляются на основе измеренных дальностей до спутников;
- для определения местоположения необходимо провести четыре измерения;
- трех измерений достаточно, если исключить неправдоподобные решения;
- еще одно измерение требуется по техническим причинам, которые будут рассмотрены ниже.

Измерение расстояния до спутника.

Радиоволны распространяются со скоростью света 300 000 км/с. Если мы сможем точно определить момент времени, в который спутник начал посылать свой радиосигнал, и момент, когда мы получили его, мы будем знать, как долго он шел до нас. И тогда, умножая скорость распространения сигнала на время в секундах, получим расстояние до спутника.



Наши часы должны быть весьма точны, так как свет распространяется непостижимо быстро. Если бы спутник находился прямо над головой, потребовалось бы всего около 0,06 с для прохождения радиосигнала от спутника до нас.

GPS строится с применением совершенного способа измерения времени, основанного на атомном стандарте частоты, который обеспечивает ход бортовых часов спутника с наносекундной точностью. А это 0,000000001 с!

Главной трудностью при измерении времени прохождения радиосигнала является точное выделение момента времени, в который сигнал передан со спутника. Для этого необходимо синхронизировать спутники и приемники так, чтобы они генерировали один и тот же код точно в одно и то же время.

Далее, принять код от спутника и посмотреть, как давно наш приемник сгенерировал тот же код. Выявленный таким образом сдвиг одного кода по отношению к другому будет соответствовать времени прохождения сигналом расстояния от спутника до приемника. Преимуществом использования кодовых посылок (кодовых последовательностей) является то, что измерения временного сдвига могут быть проведены в любой момент времени.

Следовательно:

- расстояние до спутника определяется путем измерения промежутка времени, который требуется радиосигналу, чтобы дойти от спутника до нас;
- считаем, что спутник и приемник генерируют один и тот же псевдослучайный код строго одновременно в общей шкале времени;
- определяем, сколько времени потребовалось сигналу со спутника, чтобы дойти до нас, путем сравнения запаздывания его псевдослучайного кода по отношению к коду приемника.

Обеспечение совершенной временной привязки.

Если спутник и приемник имеют расхождение шкал времени (выходят из синхронизации) даже на 0,01 с, измерение расстояния будет произведено с ошибкой в 2993 км!

По крайней мере, одну сторону проблемы синхронизации часов обеспечить достаточно просто.

На борту спутников установлены атомные часы. Существует способ обойтись в наших приемниках часами умеренной точности – секрет в том, чтобы произвести измерение дальности еще до одного спутника.

Он состоит в том, что если три точных измерения определяют положение точки в трехмерном пространстве, то четыре неточных позволят исключить относительное смещение шкалы времени приемника.

GPS – трехмерная система, но принцип мы рассмотрим на плоскости, т. е. в двух измерениях.

Вот как это происходит. Предположим, часы приемника не так совершенны, как атомные. Их ход соответствует кварцевым часам, но они не

вполне сверены с единым временем системы. Скажем, они отстают на 1 с и как это скажется на вычислении нашего местоположения.

Предположим, что мы находимся в четырех секундах от спутника А и в шести секундах от спутника В. На плоскости этих двух измерений было бы достаточно для привязки нашего местоположения к какой-либо одной точке фактического местоположения.

Если бы мы использовали приемник с часами, отстающими на секунду, он определил бы, что расстояние до спутника А составляет 5 с, а до спутника В – 7 с. В результате появятся две новые окружности, пересекающиеся уже в другой точке.

Добавим еще одно измерение. В двумерном варианте это означает использование третьего спутника.

Предположим, (если у нас совершенные часы) спутник С находится в восьми секундах от нашего истинного положения и все три окружности пересекаются в одной точке, так как они соответствуют истинным дальностям до трех спутников.

Если добавить 1 с отставания ко всем трем измерениям, то новые окружности, соответствующие уже не истинным дальностям, а так называемым «псевдодальностям», не пересекутся в одной точке, а образуют некоторый треугольник, и вероятное местоположение окажется где-то внутри него.

Таким образом, не существует точка, которая может быть одновременно в пяти, семи и девяти секундах от точек А, В и С соответственно. Это физически невозможно.

При обработке ошибочных сигналов компьютер приемника начинает вычитание (или прибавление) некоторого (одного и того же для всех измерений) интервала времени, к измеренным им псевдодальностям. Он продолжает корректировать время во всех измерениях до тех пор, пока не найдет решение, которое «проводит» все окружности через одну точку.

Из сказанного следует, что при трехмерном местопределении (т. е. при одновременном определении трех координат – долготы, широты и высоты точки над принятым в расчетах земным эллипсоидом) необходимо выполнить четыре измерения, чтобы исключить погрешность временной привязки часов приемника к единому системному времени.

Необходимость в четырех измерениях самым существенным образом сказывается на проектировании GPS-приемников. Если необходимо выполнять непрерывное местопределение в реальном масштабе времени, то следует использовать приемник, имеющий по крайней мере четыре канала измерений. То есть такой, у которого с каждым из четырех спутников постоянно работает отдельный канал приема и первичной обработки сигналов, т. е.:

– точная временная привязка – ключ к измерению расстояний до спутников;



- спутники точны по времени, поскольку на борту у них – атомные часы;
- часы приемника могут и не быть совершенными, т. к. их уход можно исключить при помощи тригонометрических вычислений;
- для получения этой возможности необходимо произвести измерение расстояния до четвертого спутника;
- необходимость в проведении четырех измерений определяет устройство приемника.

Определение положения спутника в космическом пространстве.

Мы принимали, что знаем точно, где в космическом пространстве находятся спутники и, исходя из этого, можем вычислить наше местоположение по их координатам и расстояниям до них. Но как узнать, где в космическом пространстве располагается нечто,двигающееся с большой скоростью и удаленное от нас на расстояние в 18000 км?

Для высоколетящего спутника 18000-километровая высота является настоящим приобретением. Все на такой высоте находится полностью вне земной атмосферы. А это означает, что полет по орбите вокруг Земли будет описываться очень простой математикой. Подобно Луне, спутники GPS совершают такое же очень предсказуемое орбитальное движение вокруг Земли.

Чтобы сделать систему более совершенной движение спутников GPS находится под постоянным контролем специальных наземных станций слежения. Обращаясь вокруг планеты один раз за 12 ч, спутники GPS проходят над контрольными станциями дважды в сутки. Это дает возможность точно измерять их высоту, положение и скорость.

После того, как станции определили параметры движения спутника, они передают эту информацию обратно на спутник, заменяя ее в памяти бортового компьютера прежнюю. Далее эти небольшие поправки вместе с дальномерными кодовыми сигналами будут непрерывно передаваться спутником на Землю.

Спутники GPS передают не только псевдослучайный дальномерный код, но также и информационные сообщения о своем точном положении на орбите и о состоянии своих бортовых систем.

Все виды приемников GPS используют эту информацию вместе с информацией, заключенной в альманахе, для того, чтобы установить точное положение каждого спутника в космическом пространстве.

Вычисление своих координат:

- для вычисления своих координат нам необходимо знать как расстояния до спутников, так и местонахождение каждого в космическом пространстве;
- спутники GPS движутся настолько высоко, что их орбиты очень стабильны и их можно прогнозировать с большой точностью;
- станции слежения постоянно измеряют незначительные изменения в орбитах, и данные об этих изменениях передаются со спутников.



Ионосферные и атмосферные задержки сигналов.

Существуют два источника погрешностей, которые очень трудно избежать. Наиболее существенные из этих погрешностей возникают при прохождении радиосигналом ионосферы Земли – слоя заряженных частиц на высоте от 120 до 200 км.

Эти частицы существенным образом влияют на скорость распространения света, а следовательно, и на скорость распространения радиосигналов GPS. А это делает невозможными наши вычисления расстояний до спутников, поскольку они построены на предположении о том, что скорость распространения радиоволн строго постоянна.

Существуют два метода, которые можно использовать, чтобы сделать ошибку минимальной.

Во-первых, мы можем предсказать, каково будет типичное изменение скорости в обычный день, при средних ионосферных условиях, а затем ввести поправку во все наши измерения. Но, к сожалению, не каждый день является обычным.

Другой способ состоит в сравнении скоростей распространения двух сигналов, имеющих разные частоты несущих колебаний.

Таким образом, если мы сравним время распространения двух разночастотных компонент сигнала GPS, то сможем выяснить, какое замедление имело место. Этот метод корректировки достаточно сложен и используется только в наиболее совершенных, так называемых «двухчастотных» приемниках GPS.

После того, как сигналы GPS пересекли ионосферу, расположенную очень высоко, они входят в атмосферу, в которой происходят все погодные явления. Водяные пары в атмосфере также могут влиять на радиосигналы. Ошибки по величине схожи с ошибками, вызываемыми ионосферой, но их почти невозможно скорректировать. К счастью, их суммарный вклад в погрешность местоположения не значителен.

Другие виды погрешностей.

Как бы точны ни были атомные часы на спутниках, все же и у них имеются источники небольших погрешностей. Специальные станции следят за этими часами и могут выверить их, если выявиться хотя бы незначительный уход.

Наши приемники на Земле также иногда ошибаются. Компьютер приемника может округлить математическую операцию, или электрические помехи могут привести к ошибочной обработке псевдослучайных кодов.

Еще один тип погрешностей – это ошибки «многолучевости». Они возникают, когда сигналы, передаваемые со спутника, многократно отражаются от окружающих предметов и поверхностей до того, как попадают в приемник.

Все источники погрешностей, которые мы до сих пор обсуждали, суммируются и придают каждому измерению GPS некоторую неопределенность.



Геометрия: некоторые углы лучше других.

Для достижения наибольшей точности в хорошем приемнике GPS учитывается некоторый своеобразный геометрический принцип, названный «Geometric Dilution of Precision – GDOP» (геометрический фактор снижения точности).

Суть в том, что в зависимости от взаимного расположения спутников на небосводе геометрические соотношения, которыми характеризуется это расположение, могут многократно увеличивать или уменьшать все неопределенности.

Исходя из этого, хорошие приемники снабжают вычислительными процедурами, которые анализируют относительные положения всех доступных для наблюдения спутников и выбирают из них четырех кандидатов, т. е. наилучшим образом расположенные четыре спутника.

Точность GPS.

Результирующая погрешность GPS определяется суммой погрешностей от различных источников. Вклад каждого из них варьируется в зависимости от атмосферных условий и качества оборудования. Кроме того, точность может быть целенаправленно снижена. Этот режим разработан для того, чтобы не дать возможному противнику тактического преимущества в определении местоположения с помощью GPS. Когда и если этот режим установлен, он создает наиболее существенную компоненту суммарной погрешности GPS.

Следовательно:

- ионосфера и атмосфера Земли вызывают задержки сигнала GPS, которые можно пересчитать в ошибки местопределения;
- некоторые из этих ошибок могут быть устранены математически и путем моделирования;
- другие источники ошибок – это часы спутников, приемники, и многолучевость;
- не наилучшее взаимное расположение спутников в небе приводит к увеличению всех компонент суммарной погрешности местопределения.

Многолучевая интерференция также вносит ошибки в определение местоположения с помощью GPS. Это происходит, когда сигнал отражается от объектов расположенных на земной поверхности, что создаёт заметную интерференцию с сигналами приходящими непосредственно со спутников. Специальная техника обработки сигнала и продуманная конструкция антенн позволяет свести к минимуму этот источник ошибок.

Классификация GPS-приемников.

Все GPS-приемники делятся на два основных типа – кодовые и фазовые. Первые для определения координат используют информацию спутникового сигнала, вторые же для вычисления используют сам радиосигнал. На сегодняшний день фазовые приемники используются исключительно в геодезии и картографии, их стоимость может достигать нескольких десят-

ков тысяч долларов, а точность измерения доходит до нескольких миллиметров. Для гражданских же нужд используются исключительно кодовые приемники. До недавнего времени гражданские GPS-приемники можно было разделить на три основных типа – это автомобильные (рисунок 6.5), пешеходные (рисунок 6.6) и морские (рисунок 6.7). Пожалуй, самым распространенным видом на сегодняшний день являются автомобильные GPS-навигаторы.



Рисунок 6.5 – Автомобильный GPS-навигатор



Рисунок 6.6 – Пешеходный (туристический) GPS-навигатор



Рисунок 6.7 – Морской GPS-навигатор

Эти устройства могут быть как встроены в автомобиль на производстве, так и установлены после покупки. Они всегда снабжены подробной картой, с помощью которой можно проложить маршрут, учитывающий все правила движения. Они обладают большим и нередко сенсорным цветным

дисплеем и оптимизированы под использование в автомобиле. Многие модели позволяют загружать информацию о пробках и дорожных работах.

Пешеходные навигаторы предназначены, прежде всего, для туристов. Эти устройства могут быть ориентированы на работу с картой или функционировать без нее. В последнем случае они выполняют функцию продвинутого компаса. Например, уходя в лес, вы отмечаете контрольной точкой местоположение своего автомобиля, после чего отправляетесь в путь.

Когда же приходит время возвращаться, вы уже четко знаете, в каком направлении вам надо двигаться, чтобы попасть к контрольной точке, машине, так как она отмечена на дисплее вашего навигатора.

Назначение морских навигаторов можно определить по названию. В них сосредоточено, пожалуй, наибольшее количество специализированных функций. Здесь и прием данных о погоде, и информация о морских течениях, глубинах, приливах/отливах, и возможность прослушивания спутниковых радиостанций. Они, как правило, имеют довольно внушительные размеры и водонепроницаемый корпус.

Последними мы рассмотрим интегрированные GPS-приемники (рисунок 6.8).



Рисунок 6.8 – Интегрированные GPS-приемники

Несмотря на то, что на данном этапе они имеют наименьшую численность среди существующих GPS-устройств, в будущем их доля будет увеличиваться, и в гражданском сегменте они должны полностью вытеснить специализированные устройства. Современные встраиваемые GPS-чипы имеют очень скромные размеры, при этом, практически не уступая своим старшим аналогам в точности определения координат.

Контрольные вопросы

- 1 Основные элементы входящие в структуру GPS-системы.
- 2 Способ определения местоположения объекта.
- 3 Для чего производится кодирование излучаемого спутником радиосигнала?
- 4 Охарактеризуйте «режим выборочного доступа» SA (Selective Availability). С какой целью данный режим предусмотрен?
- 5 Назовите последовательность функционирования аппаратуры потребителей.
- 6 Дайте краткое описание основных идей, лежащих в основе системы GPS.
- 7 Назовите виды погрешностей. Каким образом достигается наибольшая точность приемника GPS?
- 8 Классификация GPS-приемников.
- 9 Отличительные особенности кодовых и фазовых GPS-приемников.
- 10 Особенности автомобильного GPS-навигатора.
- 11 Дайте краткую характеристику интегрированным GPS-приемникам.

7 Лабораторная работа № 7. Исследование системы радар-детектор

Цель работы

- 1 Описать принцип действия радара-детектора.
- 2 Дать сравнительную оценку радара-детектора и антирадара.
- 3 Классифицировать диапазоны частот дорожных радаров.
- 4 Изучить установку «радар-детектор».

Задание

- 1 Изучить и кратко описать установку «радар-детектор».
- 2 Определить частоты на которых работают одно-, двух-, и многополосовые радары-детекторы.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с оборудованием и приборами на рабочем месте.
- 2 Записать паспортные данные измерительных приборов и испытуемого оборудования.



7.1 Краткие теоретические положения

Принцип работы радара-детектора.

Радары-детекторы (их также называют антирадары) – это приборы, предназначенные для обнаружения СВЧ-излучения радаров, регистрирующих скорость автомобиля.

Радар-детектор – это компактное электронное устройство, которое детектирует и информирует пользователя о наличии в поле действия радаров, излучающих радиоволны или лазерные лучи, на определение которых он настроен.

Для замера скорости радар ДПС принимает обратно излучение, отраженное от автомобиля, а радар-детектор – прямое, поэтому радар-детектор всегда способен обнаружить радар ДПС намного раньше по времени, чем тот замерит скорость автомобиля. Реально можно обнаружить активный радар ДПС на расстоянии до 5000 м (при наилучших условиях местности и погоде), когда как максимальное расстояние устойчивых показаний радара ДПС составляет всего лишь около 500–600 м. Но конечно важно знать – радар-детектор необходим в 95 % случаев для того, чтобы уловить сигнал радара ДПС заблаговременно, когда инспектор ДПС облучает какую-либо машину далеко впереди, пытаясь определить ее скорость. Поэтому одним из критериев выбора радара-детектора является его чувствительность и возможность максимального отсеивания ложных сигналов. Этими параметрами в основном и отличаются радары-детекторы разных ценовых групп.

Антирадар.

В отличие от радара-детектора, антирадар – активное устройство, созданное для генерирования высокомогущных помех в определенных спектрах радиочастот или модулирования ответного сигнала, по мощности превосходящего оригинальный от пеленгующего радара.

Антирадаром называется устройство, тем или иным образом препятствующее определению скорости движения транспортного средства. В простейшем случае антирадар ставит активную помеху, более сложные приборы обеспечивают индикацию на радаре заранее заданной скорости. Радар-детектор – это радиоприемник, настроенный на частоты радаров.

В результате на пеленгирующем устройстве (радаре ГИБДД) не будет выдаваться вообще ничего или выдаваться тот результат, который смодулировал антирадар. Данные устройства запрещены во всех странах мира, и за их использование грозит либо уголовное дело, либо крупный штраф с конфискацией устройства.

Также имеются лазерные антирадары или шифтеры – они модулируют ответный сигнал (смещая полосу частот вниз (по англ. Shift) – в результате в закодированном виде передается не реальная скорость, а уменьшенная на порядок) и передают его на радар ГИБДД. Данные устройства пока не за-

прещены некоторыми странами. Но явный минус этих устройств – они весьма дороги. Типичный представитель – комплекс радар-детектор + лазерный детектор + шифтер от компании Escort.

Радары-детекторы (антирадары) делятся на группы:

– активные, т. е. вносящие изменения в показания радара ГИБДД или сбивающие эти показания. Техническая реализуемость такого прибора возможна лишь теоретически, на практике такие приборы не применяются, т. к. по принципу действия создают мощное излучение и запрещены законодательством;

– пассивные, которые делятся на две группы:

1) прямого детектирования, которые работают по принципу есть входной сигнал – есть звук, нет сигнала – звук отсутствует. Такой радар не создает помех. К этой группе относятся модели радаров-детекторов Saver G213, Saver G215, Saver G250, Saver G255.

Преимущества таких приборов: не могут быть обнаружены никакими радиотехническими средствами; 100-процентная гарантия обнаружения радара ГИБДД;

2) супергетеродинный, который имеет внутренний перестраиваемый генератор. Работает по принципу: когда частота внутреннего генератора совпадает с входящей – выдается сигнал тревоги. К этой группе относятся радары-детекторы Beltronics, Cobra, Crunch, Escort, K40, Mongoose, PNI, Star, Stealth, Super Cat, Uniden, Valentine One, Whistler, Rocky Mountain, Симикон, Stinger, Sho-Me. Преимуществом таких моделей радаров является большая дальность действия, чем у радаров-детекторов прямого детектирования.

Основные недостатки:

– может быть обнаружен радиотехническими средствами, например радаром ГИБДД, радарными-детекторами во встречных машинах (если при проезде встречной машины радар-детектор подает сигнал, это означает, что в этой машине установлен супергетеродинный антирадар);

– время обработки сигнала (скорость срабатывания) у супергетеродинных радаров разная и может быть больше длительности импульса миллисекундного радара.

Основные параметры радаров-детекторов.

Чувствительность радаров-детекторов измеряется в децибелах на квадратный сантиметр (дБм/см²). На практике удобнее пользоваться условной дальностью обнаружения сигнала радара. В идеальных условиях (хорошая погода, ровная трасса, точная взаимная ориентация радара и радара-детектора) чувствительность 98 дБм/см² примерно соответствует 5 км дальности обнаружения. Помехозащищенность радаров-детекторов является едва ли не более важной, чем чувствительность. Оценивается опытным путем. Абсолютно помехозащищенных радаров-детекторов не существует. При использовании импульсного режима радара особое значение



приобретает такой параметр радара-детектора, как быстродействие. Разнообразные сервисные функции, хотя и не являются основными для радаров-детекторов, заметно облегчают их использование. Изменение яркости индикаторов, цифровое отображение условной дальности до радара, возможность отключения звукового сигнала или приема сигналов Safety Allert являются важными потребительскими параметрами.

Одно-, двух-, и многополосные радары-детекторы.

В соответствии с тем, что различные радары работают на разных частотах, радары-детекторы должны принимать сигналы в разных диапазонах (полосах) частот. У нас наиболее распространены однополосные радары-детекторы, настроенные на X-диапазон (в соответствии с большинством радаров в России). Двухполосные радары-детекторы работают в X- и K-диапазонах. Многополосные охватывают все доступные диапазоны (X-, K-, Ka-, и лазер). Как правило, чем больше полос охватывает радар-детектор, тем он дороже. В России наиболее целесообразно применение XK-радаров-детекторов.

Разновидности радаров-детекторов.

Различные модели радаров-детекторов способны работать на разных частотных диапазонах. Модели, работающие в лазерном диапазоне могут иметь дополнительный датчик для приема лазерного сигнала сзади. Существуют модульные конструкции, в которых антенный блок устанавливается вне салона, а внутри – только панель управления и сигнализации. Интересны замаскированные модели радаров-детекторов, в частности, конструктивно совмещенные с зеркалом заднего вида. Существуют разновидности, совмещающие функции радара-детектора, часов, Safety Alert, вольтметра и даже тахометра. Подавляющее большинство импортных радаров-детекторов используют супергетеродинный принцип приема. Он обеспечивает высокую чувствительность и помехозащищенность. Однако в ряде случаев (например, при работе с радаром ИСКРА-1) эти приборы проигрывают радарам-детекторам прямого усиления.

Плюсы и минусы типов усилителей в радаре-детекторе.

Во всех существующих радарах-детекторах используется два типа усиления сигнала:

- прямое усиление;
- усиление на основе гетеродина и супергетеродина.

Прямое усиление сигнала – самый старый способ усиления сигнала. Плюсами является то, что метод реально пассивный – излучение самого усилителя практически равно нулю. В данном случае, в странах, где запрещены радары-детекторы, от данного радара-детектора не требуется наличие на борту функции скрытия от VG-2 и других специальных устройств ДПС. Также плюсом является то, что данный тип усилителя ловит мало помех (за счет очень малой чувствительности) и он дешев в производстве и настройке.



Усиление на основе гетеродина и супергетеродина наиболее технологичен и прогрессивен, и используется во всех среднебюджетных и топовых по цене радарх-детекторах. Плюсами является чрезвычайно высокая чувствительность и селективность частот. Минусом является то, что это прибор активный, т. е. он излучает свое характерное излучение. Также, ввиду высокой чувствительности, возрастает процент помех, и требуется настройка усилителя по частотам и создание сложных схем отсеивания ложных помех. Также, в отличие от схем прямого усиления, в странах где запрещены данные устройства, требуется наличие схемы отключения усилителя при воздействии детектора VG-2.

Диапазон частот

X-диапазон.

Полицейские и милицейские дорожные радары используют несколько стандартизированных несущих радиочастот, самой старой и основной, которой является частота 10525 МГц, названная X-диапазоном.

Данная частота была изначально использована в локационном оборудовании, и на основе ее было создано множество импортных и отечественных радаров ДПС, из которых наиболее популярны «Барьер», «Сокол» и др.

В настоящее время эта частота морально и технически устарела, включая и импульсную реинкарнацию, и постепенно уступила дорогу более быстрым приборам работающим на другой несущей частоте.

K-диапазон.

Более свежий диапазон для полицейских и милицейских дорожных радаров с несущей частотой 24150 МГц. Ввиду меньшей длительности периода и более высокого энергетического потенциала позволяет приборам, работающим на этой частоте, иметь небольшие размеры и дальность обнаружения, в полтора раза превышающую дальность приборов, работающих в X-диапазоне, плюс за меньшее время.

Так же эта частота хороша тем, что у нее более широкая полоса пропускания (100 МГц) и гораздо меньше помех по сравнению с X-диапазоном.

На этом диапазоне частот базируются наши отечественные радары «Беркут», «Искра-1» и их модификации, и фото и видео комплексы, построенные с участием локационных частей этих радаров.

В настоящее время это базовый диапазон у подавляющего большинства радаров мира.

Ka-диапазон.

Самый новый диапазон для полицейских и милицейских дорожных радаров с несущей частотой 34700 МГц. Считается наиболее перспективным диапазоном за счет опять же еще меньшей длительности периода и более высокого энергетического потенциала, позволяющего данным приборам иметь дальность обнаружения до 1,5 км с высокой точностью за минимально короткое время.

Этот диапазон имеет самую широкую полосу пропускания (1300 МГц),

в счет чего его называли SuperWide (сверхширокий) и полное отсутствие бытовых и иных помех, мешающих определению скорости пеленгуемого объекта.

На этом диапазоне частот очень мало практических и широко используемых радаров в России – их только начали осваивать.

Это рабочий диапазон будущих радаров, наиболее эффективный для повсеместного применения. Ожидается его полное лицензирование в ближайшие 2–3 года.

Ku-диапазон.

Один из редких диапазонов, работающий на частоте 13450 МГц, используемый в некоторых европейских странах.

Камнем преткновения в России послужило спутниковое телевидение, работающее в этом диапазоне. А в Европе, и даже в Прибалтике пока что половина парка дорожных радаров работает на этой частоте. Редкий рабочий диапазон, являющийся истинно европейским, но не имеющий практического будущего.

Лазерный диапазон.

С начала 90-х гг. впервые появились лазерные дальнометры и измерители скорости, основанные на отражении узконаправленного луча лазера от препятствия.

Скорость вычислялась по простым алгоритмам, путем подачи нескольких коротких импульсов через строго определенный промежуток времени измеряя расстояния до цели от каждого отражения этого импульса. В итоге получалась некая средняя составляющая, которая и выводилась на экран. Принцип прост и не изменился до сегодняшних дней, но с каждым новым витком эволюции таких дальнометров менялась частота импульсов и длина луча лазера. Почти во все современные радары-детекторы встроены сенсоры для приема лазерного диапазона. Принимаемая длина волны которых колеблется от 800 до 1100 нм.

Имеются так же недостатки, присущие приборам, используемых лазерный диапазон – они не любят дисперсионные препятствия (осадки, туман и т. д.), вследствие чего данные приборы используются только в сухую погоду. Наличие приема данного диапазона важно в большинстве своем лишь в мегаполисах, где сотрудники ГИБДД имеют дорогую технику для отслеживания скоростного режима.

VG-2 – защита от нападения.

Почти во всех европейских странах и некоторых штатах Америки местным законодательством запрещено использование радаров-детекторов.

Чтобы обеспечить отлов незаконного прибора, существуют несколько специальных высокочувствительных радаров, работающих на частоте 13000 МГц, именуемыми VG-1, VG-2, VG-3 и аналогичными.

Суть технологии такова – машина облучается данным радаром. Радар-детектор, в подавляющем своем большинстве, основанный на супергете-



родине, произведет обработку этого сигнала.

В процессе усиления этого сигнала и до того, как он пойдет на обработку в радаре-детекторе, радар-детектор выдаст этот сигнал-эхо в эфир. То есть произойдет обычное для усилителя-гетеродина неизбежное излучение усиленного сигнала. Радар VG-2 засекает этот сигнал-эхо и выдает, что в том месте с большой долей вероятности находится радар-детектор.

Импульсные режимы определения. Стандарты и названия.

В конце 90-х гг. прошлого века сменилась эпоха постоянно действующих радаров X-, K- и Ka-диапазонов на более быстрые и неуловимые Instant-On радары.

Данные устройства имеют импульсную форму определения скорости – небольшую очередь коротких импульсов. Данную форму не понимают многие радары-детекторы и просто не обрабатывают ее, считая это помехой.

Специально для таких радаров были разработаны многими компаниями новые алгоритмы по определению таких форм. Названий они получали много, но утвердились лишь немногие:

- Ultra-X – короткоимпульсный режим диапазона X;
- Ultra-K – короткоимпульсный режим диапазона K;
- Ultra-Ka – короткоимпульсный режим диапазона Ka;
- POPtm – сертифицированный режим по определению импульсных K- и Ka-диапазонов;
- F-POPtm – сертифицированный режим по определению импульсных X-, K- и Ka-диапазонов;

Методы борьбы с ложными срабатываниями радаров-детекторов.

В условиях современного города существует огромное количество как внутрисполосных (на частоте сигнала радара), так и внеполосных (на других частотах) помех. И если от последних (сигналы радиотелефонов, промышленные помехи и т. п.) удастся в той или иной степени избавиться, то избежать ложных срабатываний от первых (микроволновые датчики различных охранных систем, датчики открывания дверей в магазинах и т. п.) практически невозможно. Однако по характеру срабатывания радара-детектора, а также при повторении срабатывания в определенных местах можно научиться с высокой степенью вероятности отличать ложное срабатывание от настоящего. В современных радарах-детекторах предусмотрен режим, который повышает помехозащищенность при некотором снижении чувствительности. Этот режим рекомендуется использовать в условиях городских помех.

Использование кругового обзора в лазерном радаре-детекторе.

Если в микроволновых диапазонах радары-детекторы принимают сигнал со всех сторон (хотя сзади и на меньших расстояниях), то луч лазера распространяется только в одном направлении. Поэтому, для обеспечения возможности приема сзади, ряд радаров-детекторов оснащены дополнительным датчиком лазерного приема. Его эффективность ниже, т. к. луч,



выпущенный сзади часто экранируется элементами корпуса автомобиля и отделки салона. Более эффективны дополнительные лазерные датчики, установленные непосредственно у заднего стекла.

Круговой обзор для не лазерных диапазонов.

Дополнительные меры по круговому приему для микроволновых диапазонов не требуются, т. к. практически все радары-детекторы принимают такие сигналы со всех направлений, хотя их чувствительность сзади заметно меньше, чем спереди. При этом следует иметь в виду, что обычно контроль сзади осуществляется на минимальных расстояниях, а затем по радиации передается номер машины-нарушителя впереди стоящему посту.

Возможность радара-детектора принимать сигнал сквозь препятствия.

Электромагнитные волны в микроволновом диапазоне не имеют свойства огибать препятствия. Однако, они могут отражаться от некоторых объектов, хотя и ослабляются при этом. Поэтому порой можно принять сигнал, отраженный от зданий, автомобилей и других объектов.

Установка радара-детектора.

Большинство радаров-детекторов имеют моноблочную конструкцию. Их следует устанавливать перед ветровым стеклом автомобиля так, чтобы передняя часть прибора (раскрыв антенны) была обращена точно вперед по оси движения автомобиля. Нельзя допускать, чтобы перед радаром-детектором были какие-либо предметы, загораживающие обзор (щетка дворника). Популярны модели радаров-детекторов, устанавливаемые на внутрисалонное зеркало. В этом случае заботиться о точной ориентации по оси движения не надо: производителем учтен угол установки зеркала и антенна в радаре-детекторе соответственно скорректирована.

Блоки обработки сигнала. Достоинства и недостатки.

Блок обработки сигнала – сердце любого радара-детектора. В этом блоке происходит обработка поступающих данных с сенсоров и антенн, обработка сигналов по алгоритмам, выявления ошибок, выдача результата, а так же обработка дополнительных функций.

В настоящее время используется несколько вариантов обработки сигналов:

- аналоговая обработка;
- гибридная обработка (цифро-аналоговая);
- цифровая обработка.

Аналоговая обработка постепенно уходит в прошлое, уступая полностью новым технологиям. В данном виде сигнал непосредственно обрабатывается схемами с заложенными алгоритмами, и результат выдается на экран. Минусы очевидны – низкая скорость, большой потребляемый ток, высокая составляющая ложных помех.

Гибридная технология – одна из самых распространенных технологий на сегодняшний день. Поступающие данные непосредственно не усиливаются, а проходят через АЦП на обработку БИСами. Приборы отличаются высо-



кой скоростью обработки, небольшой составляющей ложных сигналов.

Цифровая обработка – самая перспективная и современная технология, основанная на создании микрокомпьютерного комплекса внутри радара-детектора. Сердцем данного блока является микропроцессор и дополнительные СБИСы, в комплекс которых заложено множество алгоритмов, небольшая часть которых являются эвристическими. Программы, используемыми данными процессорами можно непосредственно обновлять, если появляются новые дополнения к существующим алгоритмам. Кардинально отличается от предыдущих технологий тем, что имеет сверхвысокую скорость обработки, минимальную составляющую ложных срабатываний, сведенных практически к нулю, сверхвысокая дистанция определения сигналов и параллельная обработка поступающих сигналов – в настоящее время до восьми сигналов одновременно.

Перспективы развития радаров и радаров-детекторов.

В настоящее время прогнозируется, что через 3–4 года будущие радары полностью будут работать в Ka- и лазерном диапазоне. То есть, исходя из этого прогноза, можно выбирать радар-детектор, поддерживающий данный диапазон – ведь тогда не придется покупать новый, экономя при этом средства.

Российские законы о применении радаров-детекторов.

Помните: в некоторых государствах и федеральных объединениях местные законы запрещают использование лазер/радаров-детекторов. Перед тем, как использовать прибор, пожалуйста, удостоверьтесь, что на вашей территории его применение разрешено. На всей территории Российской Федерации использование радаров-детекторов не запрещено.

Законы других стран.

Интересную особенность можно проследить за рядом европейских стран, и следует иметь в виду – незнание закона не освобождает от ответственности!

Албания: не существует запрета на провоз и использование радаров-детекторов.

Финляндия: полиция использует штатные и внештатные машины для «отлова». 95 % радаров основаны на Ka-диапазоне, но иногда используются и диапазон К, и крайне редко лазерные. Радаров, основанных на диапазоне Х и Ku нет. Ловцы радаров-детекторов стандартные – «Spectre-1» и «Spectre-2», т. к. радары-детекторы **запрещены**. Так же в Финляндии иногда на новых трассах используют ловушки типа Gatso, но это не радары, основанные на стандартных радиоволнах, а GPS-пеленгаторы, работающие на датчиках, установленных на разделительной полосе на дороге. Для их отлова нужны детекторы другого типа.

Бельгия: запрещено производство, ввоз, владение, предложение в продажу, продажа и бесплатное распространение оборудования, которое показывает наличие приборов, контролирующего движение, и мешает их



функционированию. Нарушение грозит заключением в тюрьму от 15 дней до трех месяцев, или взиманием денежного штрафа. В случае повторного нарушения денежный штраф удваивается. В любом случае прибор изымается и уничтожается.

Болгария: не существует общего запрета. Использование разрешено, если это не мешает измерению скорости. То есть использовать можно только радары-детекторы.

Франция: денежному штрафу подлежат предложение в продажу, ввоз, приобретение, продажа, установка, использование и провоз приборов, которые показывают наличие радаров. Затем изымается прибор и автомобиль, в котором он находится.

Латвия: использование запрещено. При продаже есть ограничения.

Литва: использование запрещено. Возможно взимание денежного штрафа и изъятие оборудования.

Люксембург: возможно заключение в тюрьму от трех дней до восьми лет, а также взимание денежного штрафа и изъятие оборудования.

Нидерланды: нет запрета на использование.

Норвегия: нет запрета на использование, но есть некоторые незначительные ограничения.

Австрия: использование запрещено. Нарушение подвержено денежному штрафу и изъятию прибора.

Польша: запрещено использование и провоз в действующем состоянии. Провоз допускается только тогда, когда прибор признан непригодным к использованию (например, запечатанный). При нарушении взимается денежный штраф.

Румыния: не существует запрета на использование. Это положение обсуждается.

Швеция: существует запрет на производство, передачу, владение и применение. Нарушение грозит изъятием прибора, денежным штрафом или заключением в тюрьму до шести месяцев.

Швейцария: денежному штрафу подлежат предложение в продажу, ввоз, приобретение, продажа, установка, использование и провоз приборов, которые показывают наличие радаров. Затем изымается прибор и автомобиль, в котором он находится.

Дания: запрещено оснащение автомобиля оборудованием или отдельными частями, настроенными на получение электромагнитных волн от приборов полиции, настроенных на контролирование скорости или мешающих работе этих приборов. Нарушение облагается денежным штрафом.

Испания: запрещено использование.

Чехия: нет запрета на использование. Это положение до сих пор обсуждается.

Турция: в настоящее время не существует запрета на использование.

Венгрия: запрещено владение, использование во время движения и



реклама радаров-детекторов. При нарушении грозит денежный штраф и изъятие прибора.

Германия: в этом отношении одна из самых лояльных стран. Полицией неоднократно проводились специальные акции, по итогам которых автолюбителям дарили радары-детекторы. В целях безопасности дорожные службы установили на наиболее опасных участках дорог так называемые «ложные радары» – устройства, имитирующие сигнал дорожного радара. При срабатывании радара-детектора водитель снижает скорость, что соответственно снижает аварийность.

Контрольные вопросы

- 1 Поясните принцип работы радара-детектора.
- 2 Назовите основные параметры радаров-детекторов.
- 3 Сравните одно-, двух-, и многополосные радары-детекторы.
- 4 Назовите диапазоны частот радаров-детекторов.
- 5 VG-2 – защита от нападения.
- 6 Импульсные режимы определения. Стандарты и названия.
- 7 Использование кругового обзора в лазерном радаре-детекторе.
- 8 Блоки обработки сигнала. Достоинства и недостатки.

Список литературы

- 1 **Болдин, В. А.** Современные глобальные радионавигационные системы зарубежных стран / В. А. Болдин. – М. : ВВИА им. Н. Е. Жуковского, 1985. – 250 с.
- 2 **Фомин, Н. Н.** Радиоприемные устройства : учебник для вузов / Н. Н. Фомин, Н. Н. Бука, О. В. Головин ; под ред. Н. Н. Фомина. – М. : Радио и связь, 1996. – 280 с.
- 3 **Борисов, В. А.** Радиотехнические системы передачи информации / В. А. Борисов, В. В. Калмыков, Я. Н. Ковальчук. – М. : Радио и связь, 1990. – 310 с.

