

Балакшин К.С.  
*Научный руководитель – Д.А.Фонин*  
*ГБПОУ ВО «Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения»*  
*602267, г. Муром Владимирской обл., ул. Комсомольская, д.55*  
*e-mail: balks0404@mail.ru*

### **Метеостанция**

В настоящее время потребность человека в определении погоды является необходимым процессом, ведь наблюдение погодных условий и измерение параметров погоды становится всё более актуальным. Ухудшающаяся экологическая обстановка также заставляет нас следить за изменениями погоды, для осуществления успешной хозяйственной деятельности. Современный уровень развития науки и техники позволяет узнать прогноз погоды из СМИ и сети интернет. Существуют и специальные электронные устройства для определения и прогнозирования погоды, используемые в домашних условиях – метеостанция. Метеостанция – это электронный прибор, состоящий из блока обработки данных с экраном и определенного набора датчиков, которые измеряют метеорологические параметры. Важнейшей характеристикой внешних погодных условий является температура окружающей среды.

Целью работы является исследование, изготовление и разработка домашней метеостанции.

Проанализировав выявленную проблематику, было принято решение разработать и изготовить метеостанцию. Во время работы над проектом были проанализированы существующие в настоящее время электронные схемы метеостанции и выбран оптимальный вариант конструкции [3].

В результате исследований установлено, что применение микроконтроллера позволяет максимально упростить электрическую схему устройства, что дает возможность сделать прибор компактным и функциональным [1].

Для метеостанции необходимо выбрать схему, которая будет компактна и позволит считывать данные с датчиков. Для решения этой задачи было принято решение применить контроллер на базе Arduino Nano, так как он довольно компактен и функционален. Благодаря интерфейсам передачи данных получается уменьшить количество проводов, предназначенных для передачи [2].

Изготовленная метеостанция используется для определения температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, уровня углекислого газа, даты и время. Изготовленная метеостанция по сравнению с промышленными аналогами будет выгоднее, т.к. она имеет простую конструкцию, а по функциональному назначению ничем не уступает покупным. Прогноз осадков осуществляется за счёт изменения давления. Имеется функция построения графиков показаний с датчиков за час и сутки. Преимущество метеостанции состоит в том, что она показывает данные, актуальные именно для местонахождения устройства, например - температуру, а не среднюю по городу. Проводя экономический анализ было выявлено явное преимущество в стоимости изготовленного устройства, по сравнению с покупным.

Проведение измерений возможно в условиях эксплуатации; напряжения питания – 5 Вольт, от источника питания.

### **Литература**

1. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для вузов /2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 139 с.
2. Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие – Москва : Техносфера, 2021. - 550 с.
3. Слесарев А.И., Моисейкин, Ю.Г. Устьянцев, Аспекты проектирования электронных схем на основе микроконтроллеров: учебное пособие — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 136 с.

Блюхеров. И.А.

*Научный руководитель к.т.н., доцент, доцент каф. радиотехники Ромашова Л.В.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: ivanvolt42@gmail.com , romashovmurot@mail.ru*

### Разработка и исследование лабораторного стенда по дисциплине «Радиоприёмные устройства»

Современные системы радиосвязи используют различные компоненты. Важным функциональным элементом в системе РПУ является преселектор. В основном все радиоприёмные устройства, получившие широкое распространение, базируются на принципе супергетеродинного приемника.[1] Супергетеродин — один из типов радиоприёмников, основанный на принципе преобразования принимаемого сигнала с антенны, в сигнал фиксированной промежуточной частоты, с последующим её усилением в каскадах устройства. Преселектор супергетеродинного приемника обеспечивает заданную избирательность по зеркальному каналу и каналу прямого прохождения.

В данной работе предполагается разработка экспериментального стенда, представляющего собой преселектор супергетеродинного приемника.

Разрабатываемое устройство должно содержать модули эквивалентов приёмных антенн, управляемые резонансные входные цепи с ёмкостной и индуктивной связью и резонансный перестраиваемый усилитель радиочастоты. Предполагается, что радиотехнические цепи будут иметь рабочие частоты приёма от 400 кГц до 2.1 МГц.

Преселектор выполняет функцию перестраиваемого по частоте фильтра, основным предназначением которого является подавление зеркального канала приема. Довольно часто пассивный преселектор комбинируют с перестраиваемым по частоте резонансным усилителем, выполняющим функцию предварительного усиления и фильтрации принимаемого сигнала.

На рисунке 1 приведена схмотехническая модель разрабатываемого устройства.

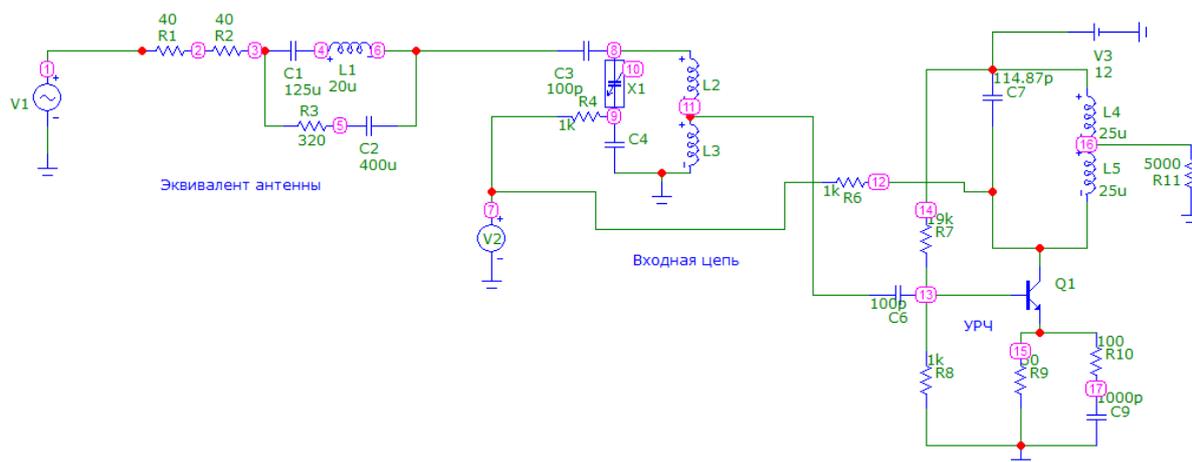


Рис. 1 – Принципиальная схема схмотехнической модели экспериментального стенда

Основной задачей, для решения которой использовалось моделирование схемы, была проверка расчета и корректировка номинальных значений электронных компонентов.[2] При моделировании работоспособности схемы учитывалось, что ширина полосы пропускания преселектора складывается из ширины спектра сигнала и запаса полосы с учетом нестабильности частоты и неточности сопряжения настроек контуров преселектора и гетеродина [3]:

$$P = P_C + 2\Delta_{\max}, \quad (1)$$

где  $P_C$  - ширина спектра частот принимаемого сигнала;  $\Delta_{\max}$  - максимальный уход частоты настройки приемника. При амплитудной модуляции (АМ): [2]  $P_C = 2F_B$ , где  $F_B$  - верхняя частота модуляции.

Произведем моделирование устройства в программе MicroCap 12.2.0.3.

Частотная характеристика преселектора, рассчитанная для промоделированного устройства, показана на рисунке 2.

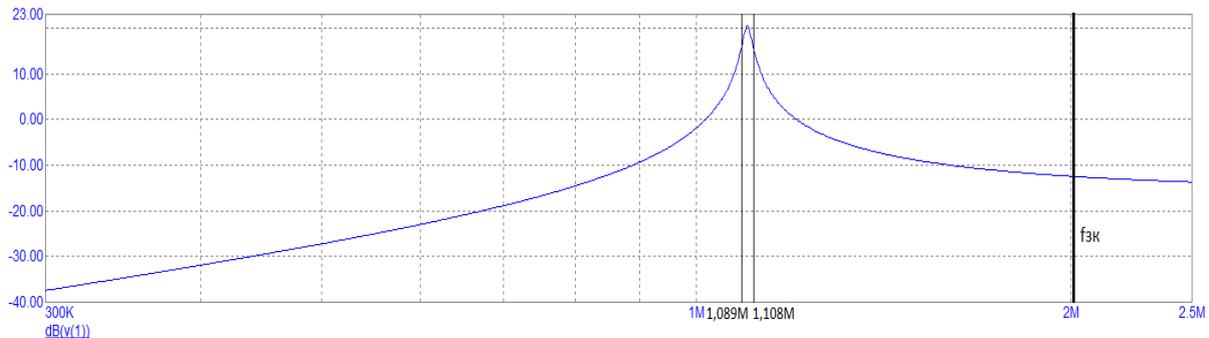


Рис. 2 – Амплитудно-частотная характеристика преселектора

Из рисунка 2 видно, что полоса пропускания по уровню -3 дБ ограничена на частотах 1,089 МГц и 1,108 МГц и составляет 19 кГц, а полученный в итоге рабочий диапазон не пропускает частоту зеркального канала 2,01 МГц.

Можно сделать вывод о том, что схема преселектора подавляет прямой и зеркальный канал приема. Зеркальный канал имеет уровень сигнала -12,28 дБ и подавляется на 32,76 дБ или приблизительно в 43.5 раза. Прямой канал на частоте 455 кГц имеет сигнал на уровне -29,16 дБ и подавлен на 49,6 дБ или примерно в 302 раза.

В дальнейшем планируются дополнительные исследования схемотехнической модели преселектора супергетеродинного приемника, реализация устройства в виде экспериментального стенда, измерения основных характеристик и параметров.

### Литература

1. Аржанов В.А., Науменко А.П. Проектирование радиоприемных устройств. Учебное пособие. // Омск - Изд-во ОмГТУ. 2008. С. 12-13.
2. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10. // Смоленск - Смоленский филиал НИУ МЭИ. 2012, С. 13.
3. А.И. Фалько. Расчет преселекторов радиоприемных устройств: Учебное пособие. // Новосибирск - СибГУТИ. 2009. С. 53.

Глотов Д.А.

*Научный руководитель: доцент, к.т.н. Жиганова Е.А.**Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23**E-mail: radio@mivlgu.ru***Исследование генерации высокочастотных автогенераторов**

В данной работе исследовали назначение автогенератора, он состоит в генерации высокочастотных (ВЧ) или сверхвысокочастотных (СВЧ) колебаний. В автогенераторе происходит преобразование энергии источника постоянного тока в энергию ВЧ или СВЧ колебаний.

Классификация автогенераторов возможна по нескольким признакам. **В зависимости от диапазона частот** они делятся на две большие группы: высокочастотные и сверхвысокочастотные. В ВЧ генераторах таковыми являются цепи с сосредоточенными постоянными, в СВЧ - с распределенными параметрами, т. е. фидерные линии или волноводы [1].

Возможны два основных принципа построения автогенератора с колебательной системой. В автогенераторе 1-го типа используется электронный прибор, представляемый в виде нелинейного генератора тока  $i(U_y)$ , где  $U_y$  - управляющее напряжение. За счет цепи обратной связи часть мощности сигнала из колебательной системы поступает на вход электронного прибора. После усиления поступившие колебания возвращаются в колебательную систему, компенсируя потери и поддерживая устойчивый режим автоколебаний. При этом необходимо соблюдение условия синхронизма, состоящее в равенстве фаз колебаний, отобранных из колебательной системы и вновь туда поступивших. Для управляющего напряжения при этом запишем:

$$U_y = k \cdot U,$$

где  $U$  - напряжение на колебательной системе;  $k$  - коэффициент положительной обратной связи

Основой 2-го типа автогенератора являются специальные генераторные диоды, в эквивалентной схеме которых имеется отрицательная активная проводимость (Например, по причине падающего участка в вольт - амперной характеристике или запаздывания сигнала в приборе). Такой прибор при подключении к колебательной системе компенсирует в ней потери, благодаря чему поддерживается устойчивый режим автоколебаний.

Для работы двух типов автогенератора, запишем обобщенное дифференциальное уравнение:

$$\frac{d^2 u}{d\tau^2} - \mu(1 - bu - gu^2) \frac{du}{d\tau} + u = 0,$$

Заметим, что аналитическое исследование уравнения этого вида, называемое уравнением Ван-дер-Поля, возможно только при малом значении параметра  $\mu$  (поэтому  $\mu$  называют "малым" параметром) с помощью метода медленно меняющихся амплитуд [2].

Для 1-го типа имеем:

$$b = \frac{2a_2 \rho k^2}{\mu}, \quad g = \frac{3a_3 \rho k^3}{\mu}, \quad \mu = \rho a_1 - \left(\frac{1}{Q}\right), \quad \rho = \frac{1}{\omega C}, \quad Q = \frac{R}{\rho},$$

где  $\rho$  - волновое сопротивление контура;  $Q$  - добротность;  $k$  - коэффициент обратной связи.

С учетом сделанного вывода для коэффициентов уравнения 2-го типа имеем:

$$b = 2a_2 \rho / \mu, \quad g = 3a_3 \rho / \mu, \quad \mu = \rho |G_0| - (1/Q).$$

Для генерации колебаний необходимо иметь  $\mu \geq 0$  т. е. отрицательная проводимость по модулю должна превышать проводимость активных потерь в колебательной системе. Ограничение амплитуды колебаний определяют нелинейные члены проводимости  $G(u)$ .

После проведенного моделирования:

$$G(u) = -G_0 + 2a_2 u + 3a_3 u^2,$$

где  $G_0$  - отрицательная активная проводимость эквивалентной схемы генераторного диода, подключенного параллельно контуру при заданных параметрах  $G_0 = 5$ ,  $a_2 = 0.1$ ,  $a_3 = 0.05$ ,

можно сделать вывод, что с повышением амплитуды колебаний модуль отрицательной проводимости двухполюсника уменьшается, что предотвращает неограниченное возрастание амплитуды колебаний.

Таким образом, двухполюсник с отрицательной активной проводимостью и электронный прибор - четырехполюсник с цепью положительной обратной связи суть эквивалентные понятия, приводящие к одинаковому результату - возможности возникновения и существования автоколебаний. Эта общность схем основана на том, что в обоих случаях происходит восполнение энергии, теряемой в колебательной системе, за счет внешнего дополнительного источника.

#### **Литература**

- 1 Каганов В. И. Радиотехника + компьютер + MathCad, 2001. – 413 с.
- 2 Боголюбов Н. Н., Митропольский Ю. А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний

Ермаков С.А.

*Научный руководитель д.т.н., проф. В.В.Костров  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: 89506024047@bk.ru*

### **Радиолокационная станция для обнаружения беспилотных летательных аппаратов**

Современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) являются эффективными мобильными средствами для доставки почты, небольших посылок, медикаментов и гуманитарных грузов в труднодоступные районы и других объектов дистанционной торговли; для проверки линий электропередач и трубопроводов; для мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций и контроля за опасными объектами; отслеживание пробок на дорогах и заторов на реках во время ледохода и для многих других полезных приложений.

Однако они могут быть опасными средствами воздушного наблюдения при подготовке террористического акта, видеосъемки для шантажа или других противоправных действий, заброски предметов, представляющих угрозу безопасности людей, а также могут нести аппаратуру для создания помех, причем сами БПЛА в районе аэропорта могут представлять помехи при взлете-посадке самолетов [1,2]. Ряд БПЛА предназначены для уничтожения военной техники, вооружения, складов с боеприпасами и продовольствием. В таких случаях для нейтрализации БПЛА необходимо иметь аппаратуру обнаружения и борьбы с малогабаритными БПЛА. Принцип действия, заложенный в функционирование данной аппаратуры, может быть разнообразен, но наиболее часто используются акустические, лазерные и радиолокационные средства для обнаружения, а для нейтрализации – системы радиоэлектронной борьбы, системы перехвата управления, противодроны.

Целью данной работы – исследование возможности использования малогабаритного радиолокатора Ку-диапазона для обнаружения БПЛА.

Рассмотрены основные виды БПЛА и их характеристики, отмечено, что одним из основных факторов, определяющим эти цели, является малое значение эффективной площади рассеивания. Проведен обзор методов обнаружения целей, в конструкции которых применены элементы технологии Стелс. В соответствии с рекомендациями [3] и основной задачей по обнаружению сформулировано тактико-техническое задание на разработку, определены ключевые направления исследований. При этом учитывалось, что радиолокатор может работать как автономно, так и в составе уже установленных интегрированных систем безопасности, оснащенных аппаратурой видеонаблюдения и тепловизором. Такие системы являются комплексными, осуществляют круглосуточное дежурство по охране периметра объекта и обеспечивают всепогодное обнаружение движущихся целей, измерение их координат и скорости [1].

Проведен расчет энергетических соотношений и определены параметры сканирования антенной системы [4]. В качестве компромиссного решения использовано механическое вращение антенны с возможностью электронного сканирования в угломестной плоскости. Рабочая частота выбрана в области Ку-диапазона, что позволяет улучшить радиолокационный контакт с целью. Однако в этом диапазоне приходится просчитывать возможные потери сигнала при наличии туманов, дождей, пыльных бурь. Проведенные расчеты показали, что потери сигнала составляют 5...7 дБ, поэтому данными факторами пренебрегать нельзя. Базовая технология для построения РЛС основана на концепции когерентной угломерно- дальномерной доплеровской импульсной радиолокации, которая предполагает также использование при зондировании сложного сигнала [4,5].

Особое внимание уделяется организации поляризационных режимов при зондировании пространства. Для достижения наилучших энергетических характеристик принята полная поляризация при приеме, а в качестве информационного параметра – дифференциальная

разность эхо-сигналов на разных поляризациях. Кроме того, важным параметром для распознавания и отождествления целей как БПЛА, который существенно используется в радиолокационной системе, является пропеллерный эффект.

Как показал анализ, использование малогабаритной РЛС для охраны больших территорий является более выгодным по сравнению с распределенной системой датчиков. Несмотря на то, что данные радиолокационные станции устанавливаются на участках с прямой оптической видимостью, они обладают мобильностью и их местоположение выбирается исходя из условий оптимального осуществления контроля охраняемой территории.

#### **Литература**

1. Годунов А. И., Шишков С. В., Юрков Н. К. Комплекс обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 2 (6). С.62–70.

2. Лавров А.А., Антонов И.К. Многолучевые радиолокаторы. Борьба с дронами. – М.: Радиотехника, 2021. – 256 с.

3. Бондаренко А.П., Соколов К.С. Критерии выбора основных конструктивных и энергетических параметров РЛС на начальном этапе проектирования // Радиопромышленность. 2014. Вып. 1. С.5-17.

4. Информационные технологии в радиотехнических системах: учебное пособие / В.А. Васин, И.Б. Власов, Ю.М. Егоров и др.; под ред. И.Б. Федорова. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2004. – 672 с.

5. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. – М.: Радиотехника, 2004. – 320 с.

Мангушев А.Д.  
Научный руководитель – Д.А.Фонин  
ГБПОУ ВО «Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения»  
602267, г. Муром Владимирской обл., ул. Комсомольская, д.55  
e-mail: artemkamangustic@mail.ru

### **Система автополива**

Повседневная жизнь человека наполнена большим количеством различных задач, порою справиться со всеми банально не хватает времени. Для реализации большого количества задач разрабатываются различные системы автоматического управления, которые являются полностью автономными. Применение автоматики существенно сокращает расход ресурса времени.

Полив участка или уход за домашними цветами – задача не менее важная и требует ответственного подхода. Как часто мы забываем вовремя полить цветы? Несвоевременный полив приводит к засухе почвы, которая в свою очередь может привести к увяданию или гибели растения. Для решения данной проблемы мною была разработана и изготовлена система автоматического полива с контролем влажности почвы, во избежание чрезмерного полива почвы.

Автополив — это автоматизированная система орошения, которая работает по заданному графику или по результатам измерений влажности почвы, и обеспечивает необходимый полив.

Проанализировав выявленную проблематику, было принято решение разработать автоматизированную систему полива с датчиком влажности почвы. Во время работы над проектом были проанализированы существующие в настоящее время устройства автоматического полива, а также был выбран оптимальный вариант конструкции данного устройства [2].

В результате исследований было установлено, что использование микроконтроллера на базе Arduino Uno позволяет упростить конструкцию и эксплуатацию устройства [1].

Изготовленное устройство позволяет решить проблему засухи почвы, оно не дорогое (по сравнению с покупными аналогами), надёжное, безопасное, имеет малый вес и размеры, прост в использовании, а также уменьшает затраты воды на полив. Изготовленное устройство опережает промышленные аналоги в своем функционале и в характеристиках, а в связи с повышением цен на рынке, созданное устройство гораздо выгоднее аналогов.

Принцип работы данного устройства построен на работе микроконтроллера. Микроконтроллер анализирует полученную, от датчика влажности почвы, информацию, в случае недостаточного значения, контроллер подает команду на мембранный насос, который осуществляет подачу воды из резервуара.

### **Литература**

1. Бокселл Дж. Б78 Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками. — СПб.: Питер, 2017. — 400 с.: ил.
2. Муромцев Д.Ю., Белоусов О.А., Тюрин И.В., Курносков Р.Ю М91 Конструирование блоков радиоэлектронных средств: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 288 с ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература)

Маркив Р.А.

*Научный руководитель: доктор технических наук, проф. В.В. Костров  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: markivr@mail.ru*

### **Разработка облика малогабаритной радиолокационной станции Ки-диапазона для комплекса охраны**

Охранные РЛС предназначены для обнаружения и идентификации движущихся объектов на открытой земной и водной поверхностях, а также в воздушном пространстве (человек, группа людей, транспортные средства, лодка, катер, самолет и др.). Современный уровень технического развития беспилотных летающих аппаратов (БПЛА) и дистанционно управляемых дронов, а также их доступность, привели к возникновению целого ряда угроз с воздуха для охраняемых объектов. И здесь речь идет не только о незаконной съемке (коммерческом, промышленном или политическом шпионаже), но и серьезной угрозе жизни. Даже если на данный момент БПЛА и дроны имеют недостаточную грузоподъемность для несения боезаряда, представляющего значительную опасность, то в скором времени их совершенствование может привести к тому, что эти устройства вполне могут стать носителями для стрелкового вооружения, распылителей отравляющих веществ и т.п. Именно поэтому радиолокационные комплексы охраны объектов становятся всё более актуальными.

Целью данной работы является разработка малогабаритной радиолокационной станции Ки-диапазона для комплекса охраны, не уступающей по параметрам современным отечественным и зарубежным образцам.[2]

Радиолокационный метод обнаружения основан на использовании радиоволн определенной частоты. Радиолокационная станция, которая находится в центре охраняемого объекта, излучает их, либо в заданном направлении, либо циркуляционно на 360°. Радиоволны отражаются от объекта, и возвращаются на станцию, где и анализируются. Основным устройством для анализа является импульсный радиолокатор, который работает в Ки диапазоне. Анализ осуществляется на основе эффекта Доплера — когда волны, отражённые движущимся объектом, порождают большие искажения, чем от статичного. Частотный диапазон используемых радиоволн позволяет применять РЛС совместно с другими устройствами для контроля периметра, в том числе и беспроводными. Наиболее эффективно они сочетаются с системами периметрального видеонаблюдения, в состав которых входят тепловизоры [1,3]. Кроме определения движущихся целей РЛС, охрана периметра выполняет и другие функции:

- определяет точные динамические координаты нарушителя, оперативно вносит изменения в соответствии с его передвижениями;
- измеряет скорость движения объекта;
- может определять класс некоторых транспортных средств (в основном наземных и довольно приблизительно — легковые или грузовые автомобили).

Дальность распознавания человека, у различных моделей, составляет 1...1,5 км. Дальность распознавания транспортного средства, включая его координаты, скорость и направление, составляет 1,5...3 км.

### **Литература**

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. Учебник для вузов – М.: Радиотехника, 2004. – 320 с.
2. Воскресенский Д.И.. Антенны с обработкой сигнала. Учебное пособие для вузов. – М.: Сайнс-пресс, 2002. – 80 с.
3. Сайбель А.Г. Основы радиолокации. – М.: Советское радио, 1961. – 384 с.

Мартояс Н.С.

*Научный руководитель к.т.н., доцент каф. радиотехники Докторов А.Н.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: Pasta0ru@gmail.com*

### Радиоприемник FM диапазона на микросхеме TDA7021

Радиоприёмник – это общее название радиотехнических устройств, предназначенных для приёма, определения (детектирования) выделения и усиления (в случае необходимости) электрических сигналов, которые принимает его антенна. Если говорить проще, то радиоприёмник – это устройство, используемое для приёма радиоволн и сигналов, которые излучают в эфир радиопередатчики. В наше время это устройство получило широкое распространение, например: в автомобилях. С помощью радиоприемника можно слушать различные станции, музыку, сигналы в широком диапазоне, дальние радиовещательные линии, а также принимать телеграф и однополосный сигнал. С начала изобретения и до наших дней радиоприемники совершенствовались, уменьшая свои габариты, при этом расширяя свою функциональность.

Цель данной работы была: собрать приемник на аналоге микросхемы K174XA34 – TDA7021.

Скорректировали принципиальную схему, с учетом замены микросхем доступными аналогами: K174X34 - TDA7021, а K174УН31 - TDA7050 (Так как в наше время трудно найти данные микросхемы), разработали печатную плату приемника.

. Была разработана печатная плата в программе Sprint Layout, рис. 1. Где были проведены дорожки, места под контактные отверстия для выводов элементов и расположение мест под сами элементы. Для уменьшения габаритов печатной платы, некоторые дорожки были проведены под углом 45 градусов, а в некоторых местах под элементами и микросхемами.

Антенна подключается через несколько конденсаторов, которые представляют собой делитель. Это позволяет уменьшить коэффициент включения антенны в контур входной цепи.

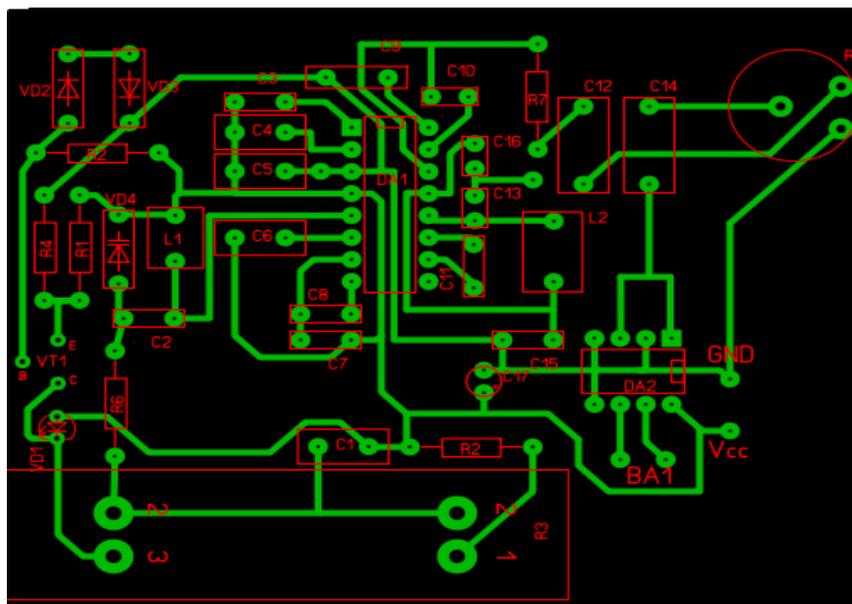


Рис1. – Трассировка печатной платы

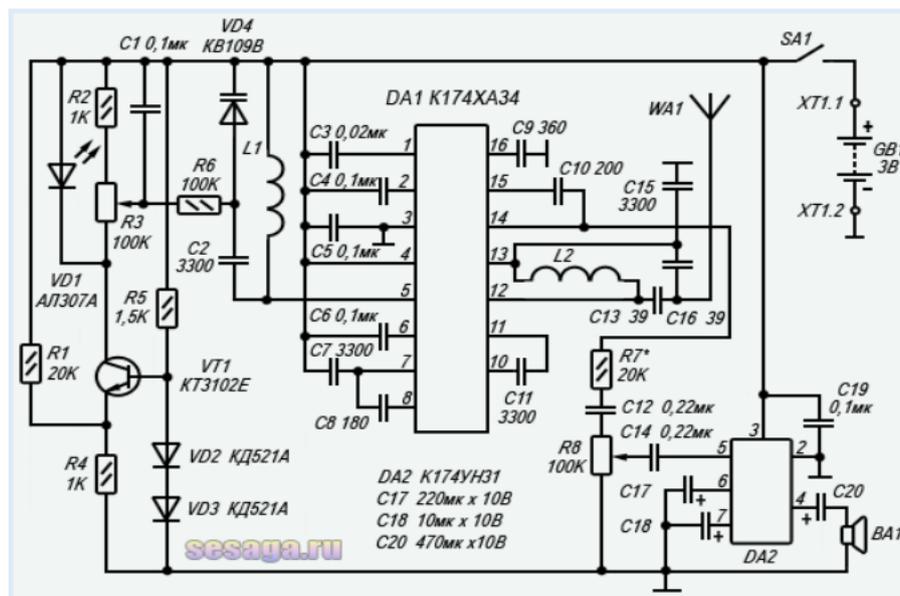


Рис.2 - принципиальная схема приемника

Настройка гетеродина, представляющего собой генератор управляемого напряжением, осуществляется с помощью изменения емкости варикапа VD4. Для этого определенный уровень постоянного напряжения, задаваемый переменным резистором R3, поступает на варикап и изменяет его емкость.

Для стабилизации тока делителя, в состав которого входит переменный резистор R3 применяются транзисторный каскад для удержания точной настройки приемника на одной станции, чтобы не изменялась напряжение на варикапе. Таким образом компенсируется явление ухода частоты настройки приемника. Способ изменения частоты настройки приемника с помощью варикапа называется электронной настройкой. От параметров конденсаторов и катушек индуктивности около микросхемы DA1 зависит диапазон рабочих частот приемника от 88 до 100 МГц.

В дальнейшем будет собран приемник и будет показана его работоспособность. Кроме того, планируется измерить основные параметры данного приемника: диапазон работы по частоте, чувствительность, сила тока потребляемого от батареи питания, изменение уровня звука.

### Литература

1. Простой УКВ приемник на микросхеме K174XA34 своими руками [Электронный ресурс] <https://elektro.jofo.me/1686828.html?>
2. УКВ-ЧМ приемник на K174XA34, схема, фото (начинающим) [Электронный ресурс] <https://vrtp.ru/index.php?showtopic=6216&st=60>.
3. Приемник на K174XA34 [Электронный ресурс] [https://forum.cxem.net/index.php?/profile/23292%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D1%91%D0%BA/content/&type=forums\\_topic\\_post](https://forum.cxem.net/index.php?/profile/23292%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D1%91%D0%BA/content/&type=forums_topic_post).
4. FM радиоприемник 40-140МГц на TDA7021 или K174XA34 [Электронный ресурс] <https://zen.yandex.ru/media/elektroradio/fm-radiopriemnik-40140mgc-na-tda7021-ili-k174ha34mojet-prinimat-aeroport-5dae6015118d7f00c3033631>
5. Простой УКВ приемник на микросхеме K174XA34 своими руками [Электронный ресурс] <https://sesaga.ru/prostoj-ukv-priemnik-na-mikrosxeme-k174xa34-svoimi-rukami-okonchanie.html>
6. Что такое радиоприемник FM? [Электронный ресурс] <https://obuchonok.ru/node/4699>

Маслин А.В.

*Научный руководитель – доцент, канд. техн. наук К.К. Храмов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
e-mail: antonmaslin@gmail.com*

### **Инерциальные навигационные системы**

Отсутствие информации о местоположении летательных аппаратов было серьезным препятствием в развитии авиационной техники. Была необходима система навигации, которая не зависела бы от земных ориентиров. Требовался навигационный прибор, анализирующий движение самолета не используя внешние источники информации. Это оборудование должно размещаться на борту самолета, а система должна функционировать автономно.

Инерциальные навигационные системы (ИНС) помогли решить эти задачи. В них входит: общая географическая ориентировка, определение местонахождения относительно заданной траектории или цели и наведение на движущуюся цель [1].

Принцип работы ИНС заключается в измерении ускорений летательного аппарата и его угловых скоростей относительно трех осей самолета производится это для того, чтобы, исходя из этих данных, определить местоположение летательного аппарата, его скорость, направление движения и другие параметры [1, 2]. По результатам анализа объект стабилизируется, также может использоваться автоматическое управление.

В состав ИНС входят гироскопы, определяющие углы наклона, относительно основных осей тангаж, рысканье и крен, и акселерометры, они считают линейное ускорение [2]. Корректность полученной информации зависит от настройки и точности регулировки приборов. Анализ данных производит бортовой компьютер, который в соответствии с определенными навигационными алгоритмами корректирует движение летательного аппарата.

ИНС бывают платформенные и бесплатформенные. Фундаментом для платформенных ИНС служит гиростабилизированная платформа. В бесплатформенных системах акселерометры и гироскопы крепко связаны с корпусом прибора. Преимущества бесплатформенных ИНС перед платформенными заключаются в меньшем весе и габаритах, а также в возможности работать в условиях сильных перегрузок [1].

Главными преимуществами ИНС перед другими навигационными системами являются их полная независимость от внешних источников данных, повышенная защита от помех, высокая информативность и возможность передавать информацию на большой скорости. Отсутствие какого-либо излучения при работе ИНС обеспечивает скрытность объекта, на котором она используется.

В докладе рассматриваются принципы работы ИНС, основные параметры и элементы, применение, преимущества и недостатки их использования, а также перспективы развития и применения.

### **Литература**

1. Инерциальная навигационная система: как это работает. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rostec.ru/news/kak-eto-rabotaet-inertsialnaya-navigatsionnaya-sistema/>
2. Инерциальная навигация. Википедия: Свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Инерциальная\\_навигация](https://ru.wikipedia.org/wiki/Инерциальная_навигация)

Пчелина Ю.А., Тышкевич Е.М.

*Научный руководитель: д.т.н. доцент, преподаватель ФИТР Федосеева Е.В.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет име-  
ни Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
yulyarchelina@yandex.ru*

### **Результаты оценки влияния потерь в модовом разделителе на чувствительность много- частотной СВЧ радиометрической системы**

Чувствительность СВЧ радиометрических систем определяет минимальную величину мощности шумового сигнала, которая может быть зафиксирована. Ее предельное значение зависит от шумовых свойств радиометра, ширины полосы частот и постоянной времени фильтра интегратора на выходе системы [1-2].

При наличии в СВЧ радиометрическом комплексе нескольких частотных диапазонов необходимо рассматривать чувствительность системы для каждого из них. Так для трехдиапазонной СВЧ радиометрической системы [3] с полосой пропускания 1000МГц и постоянной времени интегрирования 1с выполненный анализ показал следующие значения чувствительности: 0,03К на частоте 3,5 ГГц, 0,04К на частоте 9,375ГГц и 0,05К на частоте 22ГГц.

В трехдиапазонной СВЧ радиометрической системе с компенсацией влияния фоновых шумов частотное разделение входных сигналов выполняется последовательно в трехсекционном модовом разделителе, что позволяет осуществлять прием по единому общему направлению для всех частотных каналов на общую апертуру зеркала антенны с формированием в каждом канале основного измерительного сигнала и дополнительного сигнала компенсации при приеме на двух модах круглого волновода  $H_{11}$  и  $E_{01}$  [3].

Наличие модового разделителя приводит к дополнительным потерям входного сигнала, величина которых определяется коэффициентом передачи. Проведенное исследование показало следующие значения коэффициента передачи модового разделителя: на частоте 3,5ГГц - 1,5дБ, на частоте 10 ГГц - 1дБ, на частоте 22 ГГц - 1,5дБ.

С учетом указанных значений коэффициентов передачи модового разделителя чувствительность трехдиапазонной СВЧ радиометрической системы оказалась равной 0,046К на частоте 3,5 ГГц, 0,053К - на частоте 9,375ГГц и 0,067К на частоте 22ГГц. Снижение чувствительности СВЧ радиометрической системы составило на частоте 3,5ГГц 53%, на частоте 10 ГГц - 32%, а на частоте 22 ГГц - 43 %.

Таким образом, оптимизация модового разделителя в составе многодиапазонной СВЧ радиометрической системы в задачах снижения потерь информационного сигнала, является важной задачей повышения чувствительности и в конечном итоге точности измерений радиотеплового излучения при дистанционном зондировании окружающего пространства.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-19-00378, <https://rscf.ru/project/21-19-00378/>.

### **Литература**

1. Есепкина Н.А., Корольков Д.В., Парийский Ю.Н. Радиотелескопы и радиометры - М.:Наука, 1973 - 419с.
2. Фалин В.В. Радиометрические системы СВЧ - М.:Луч, 1997 - 440 с.
3. Федосеева Е.В., Щукин Г.Г., Ростокин И.Н., Ростокина Е.А. Компенсация помех в работе СВЧ радиометрических систем // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2014. – №1. – С.50 – 62.

Розенштейн М.А

*Научный руководитель: преподаватель Фомин Д.А*

*ГБПОУ ВО «Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения»,  
специальность «Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники» (по  
отраслям)*

*holo18124@gmail.com*

### **Изготовление паяльной станции**

Часто ставится вопрос о соединении различных элементов. Конструкция устройства может учитывать многократную сборку и разборку, для этого используются различные виды соединения. Соединения могут быть разъёмными и неразъёмными. В работе радиоэлектронщика часто приходится соединять токоведущие провода между собой или с различными частями конструкции, а также устанавливать элементы на печатную плату. Решать такие задачи позволяет соединение - пайка.

Пайка – это технологическая операция, применяемая для получения неразъёмного соединения деталей из различных материалов путём введения между этими деталями расплавленного металла, имеющего более низкую температуру плавления, чем материал соединяемых деталей. Пайка применяется в ювелирном деле, радиотехнике и др. Задачи которые выполняются этой операцией обширны и иногда требуют применения нового специализированного оборудования. Применение нового оборудования позволяет обеспечить точность, надежность, необходимое качество пайки. Это достигается использованием паяльной станции.

Паяльная станция – это класс специального оборудования радиотехнической промышленности, предназначенного для осуществления пайки. Это один из важнейших инструментов монтажника. Преимуществом паяльных станций, относительно обычных паяльников, является то, что они позволяют крайне точно устанавливать температуру. Точно установленная температура позволяет выставить необходимое значение для плавления припоя и обеспечивает качественный монтаж радиоэлементов, без их повреждения.

Проанализировав выявленную проблематику была поставлена цель разработать и изготовить паяльную станцию с минимальными затратами на материалы, и в тоже время обеспечить простоту и функциональность.

Во время работы над проектом были проанализированы электрические и структурные схемы различных паяльных станций, и был выбран наиболее оптимальный вариант.

Изготовленная паяльная станция может быть использована для монтажа и демонтажа радиотехнических элементов. Изготовление паяльной станции по сравнению с покупной промышленного устройства, позволяет сократить затраты.

### **Литература**

1. Фомин Д. В. «Основы технологий создания радиоэлектронных систем» 2021 год.
2. В. Дригалкин «Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники (3-е изд.)» 2018 год.
3. Паоло Аливерти «Электроника для начинающих. Самый простой пошаговый самоучитель» 2018 год.

Сасин Р.С.

*Научный руководитель: д.т.н., проф. В.В. Костров  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: roman\_sasin@mail.ru*

### Аттенюаторы передающего и приёмного каналов приемопередающего модуля активной фазированной антенной решетки

Наличие аттенюатора в передающем канале приемопередающего модуля (ППМ) позволяет стабилизировать коэффициент передачи канала, если использовать при управлении сигналы контрольных детекторов, установленных на входе и выходе канала. Кроме того, при необходимости, этот же аттенюатор может быть использован для коррекции амплитудного распределения по раскрыву активной фазированной антенной решетки (АФАР) [1].

Включение аттенюатора на выходе (или в другом месте приёмного тракта ППМ) расширяет динамический диапазон приёмника, что существенно для РЛС и создаёт характерные возможности по адаптации АФАР к помеховой обстановке [2].

Зависимость затухания от тока нелинейна, следовательно, необходим программный её учет. Другим видимым осложнением использования в АФАР pin-аттенюаторов с изменяющимся током управления является замеченный при этом существенный фазовый сдвиг в аттенюаторах, различный при разных токах. Поэтому значительный интерес могут представлять Т-образные либо П-образные резистивные схемы согласованных аттенюаторов, в которых pin-диоды используются лишь в качестве быстродействующих коммутирующих элементов между трактом, имеющим “нулевые” потери и трактом с заданным затуханием. При этом фазовый сдвиг в резистивной секции может быть измерен для данной величины затухания и скомпенсирован изменением (подбором) длины тракта с нулевым затуханием, так чтобы фазовые длины обоих путей оказались равными.

При затуханиях более 10 дБ на секцию аттенюатора (амплитудный дискрет) “пролезание” сигнала через выключенные диоды канала с нулевыми потерями и сложение его с сигналом, прошедшим через резистивную секцию, будет приводить к дополнительному фазовому сдвигу. Поэтому для увеличения развязки в этих случаях целесообразно включение дополнительного последовательного диода в тракт с нулевыми начальными потерями. Последовательное включение нескольких таких секций с выбранным наперёд шагом изменения затухания позволит независимо управлять амплитудой и фазой сигнала ППМ, а значит – и АФАР в целом.

Принципиальная схема 6-разрядного аттенюатора, которая может входить в приемный канал модернизированного модуля изображена на рис. 1. Сборка аттенюатора изображена на рис. 2.

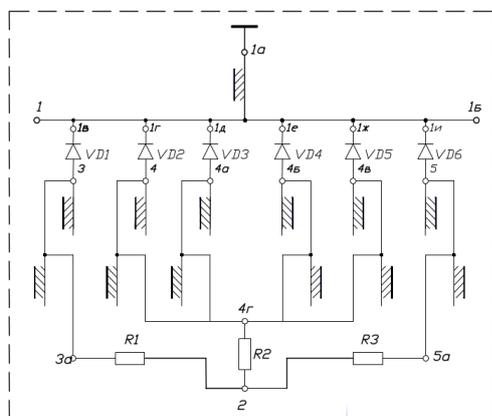


Рис. 1 – 6 разрядный аттенюатор

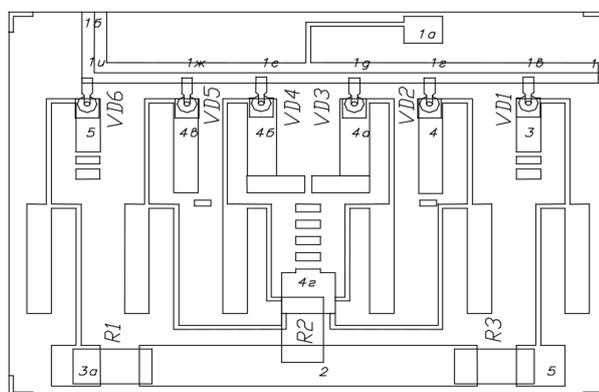


Рис. 2 – Сборка аттенюатора

Рассмотрим современные решения в области таких компонентов на примере продукции АО «НПП «ПУЛЬСАР», зарекомендовавшей себя как лидер отечественной полупроводниковой электроники, разрабатывающий нового поколения ЭКБ: полупроводниковых СВЧ, силовых, фотоэлектронных и микроселектронных приборов, выпуск радиоэлектронной аппаратуры для информационных систем гражданского назначения. Портфолио этой компании включает практически все компоненты, необходимые для построения большинства СВЧ-устройств, поэтому разработчику не придется дополнительно искать комплектующие у других производителей.

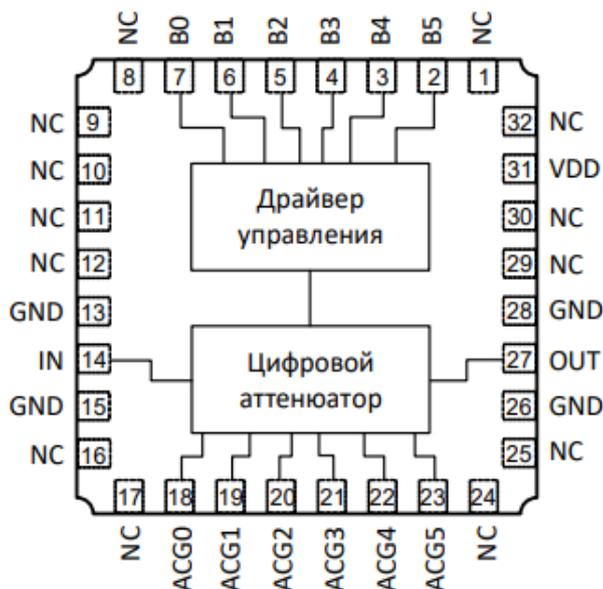


Рис. 3 – Структура аттенюатора 1324PM2У

Сегодня наблюдается тенденция к созданию широкополосных цифровых аттенюаторов, перекрывающих несколько частотных диапазонов, позволяя инженерам унифицировать свои разработки под разные применения, а также широкому использованию технологий на основе нитрида галлия, позволяющих расширить энергетические возможности ПППМ [3]. Следующий критерий выбора аттенюатора – диапазон ослабления и минимальный шаг.

### Литература

1. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: Учебное пособие для вузов / Д.И. Воскресенский, В.И. Степаненко, В.С. Филиппов и др. Под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632 с.
2. Гостюхин В.Л., Трусов В.Н., Гостюхин А.В. Активные фазированные антенные решетки. – М.: Радиотехника, 2011. – 304 с.
3. Балакирев А., Туркин А. Развитие технологии нитрида галлия и перспективы его применения в СВЧ-электронике // Современная электроника. 2015. № 4. С.28-32.

Шнитов Е.А.

*Научные руководители: к.т.н. Т.Г. Кострова, М.А. Староверов  
ГБПОУ ВО «Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения»,  
«Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники»,  
89036486528e@gmail.com*

### Устройство управления солнечной панели

Солнечная панель представляет из себя группу фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов), производящих энергию из солнечного света. Современные солнечные панели имеют КПД 15-30%, однако он очень сильно зависит от угла падения солнечных лучей.

Система слежения за солнцем (солнечный трекер) – устройство, предназначенное для слежения за перемещением солнца, чтобы получить максимальную энергию от его света.

Система слежения за солнцем позволяет получить максимальный КПД панели в течении всего солнечного дня, изменяя угол поворота солнечной панели, чтобы на фотоэлементы постоянно попадало максимальное количество солнечного света.

Прибор используется при проектировании автономных источников питания для устройств и электростанций на солнечных панелях.

Актуальность данного устройства определяется востребованностью многими промышленными и энергетическими отраслями при создании автономных устройств используемых в труднодоступных местах с минимальными затратами.

Целью работы является разработка и изготовление устройства слежения за солнцем.

Практическая реализация данного проекта позволяет получить опыт разработки и применения конструкторских решений необходимых для полного освоения специальности 11.02.02 «Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники» (по отраслям).

Принцип работы основан на определении стороны поворота солнечной панели, опираясь на показания двух датчиков света. Исходя из изученного материала, было принято решение разработать устройство по данной структурной схеме.



Рисунок 1. Структурная схема

Основываясь на выбранную структурную схему, была разработана электрическая принципиальная схема.

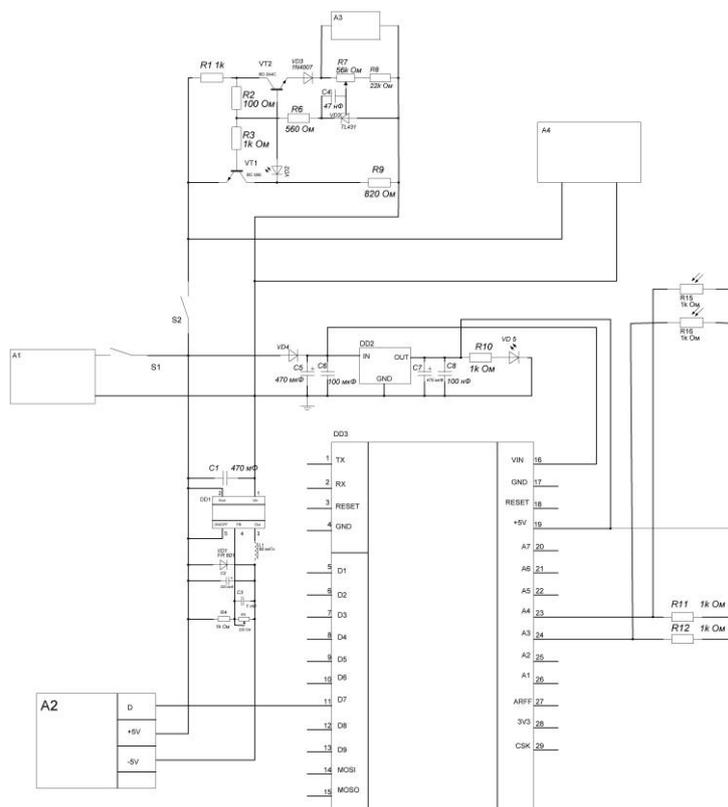


Рисунок 2. Схема устройства

Схема основана на следующем принципе работы:

Контроллер считывает показания датчиков света и с помощью выходных сигналов управляет сервоприводом. Контроллер работает от напряжения 7.4В, питаясь напрямую от аккумуляторной батареи. Сервопривод питается напряжением 5В, что обеспечивает понижающий преобразователь. Аккумуляторы защищены от переразряда и перезаряда с помощью специальной платы.

Характеристики контроллера:

1. Напряжение питания 5В;
2. Входное питание 7-12В
3. Максимальный ток цифрового выхода 40 мА;
4. Флэш- память 16 Кб;
5. ОЗУ 1 Кб;
6. EEPROM 512 байт;
7. Частота 16 МГц;

Условия эксплуатации:

1. Температура окружающего воздуха от -20 до +50°C;
2. Давление до 800,3 мм рт.ст.;
3. Относительная влажность воздуха до 80%.

### Литература

1. Кашкаров, А.П. “Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции” / Кашкаров, А.П., 2022.
2. Белов, А. В. “ARDUINO. От азов программирования до создания практических устройств” / Белов, А. В., 2018.
3. Марголис Майкл, Уэлдин Ник, Джемсон Брайан "Arduino. Большая книга рецептов" / Марголис Майкл, 2021.
4. Шафиков, И.Р. “Автономный солнечный трекер” / Шафиков И.Р., 2020.

Ухарский И.О., Чалышев А.А.

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Д.Н. Романов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: fakes1074@mail.ru*

### Разработка и исследование лабораторного комплекса по системам радиочастотной идентификации

RFID (англ. Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация)— метод автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках. Технологию радиочастотной идентификации (RFID) задействуют многие компании. Сегодня такие метки можно встретить на товарах в магазинах, их включают в различные брелки и даже в автомобильные ключи. Смарт - карточки для поездок в общественном транспорте также работают на основе этой технологии. Что делает актуальным разработку лабораторного комплекса по исследованию данной технологии и обучению азам работы с ней.

Центральной частью лабораторного комплекса является программатор RFID меток. Была проведена разработка цифровой части программатора, аналогового RFID детектора, необходимого для чтения и записи данных RFID меток, источника питания.

Для организации лабораторного комплекса необходимо подробно рассмотреть принцип работы технологии RFID, применяемой в большом количестве разнообразных приложений, изучить стандарты, описывающие различные варианты реализации и применения технологии.

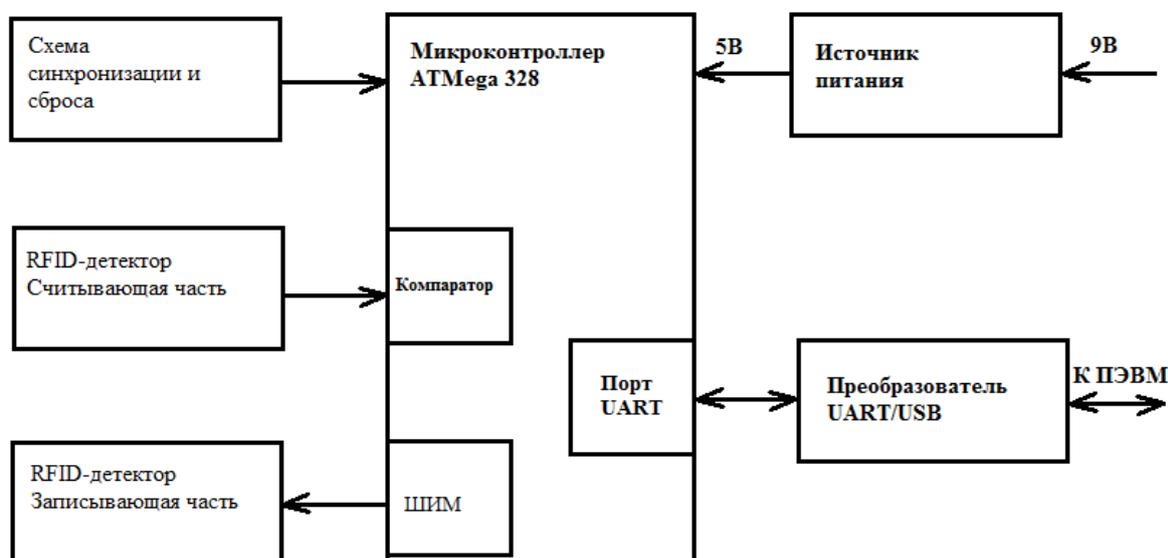


Рис. 1 – Структурная схема программатора RFID меток

Разработан общий алгоритм работы лабораторного комплекса. На его основе синтезирован алгоритм управляющей программы и реализована программа управления программатором. Разработка программы проводилась на языке С.

Успешно выполнено макетирование устройства на базе платформы Arduino-nano, которая построена на микроконтроллере ATmega328p. Макетирование показало правильность принятых в процессе разработки решений. На макете было проведено многократное успешное копирование меток типа EM-Marie.

Фадеева Я.А.

*Научный руководитель – доцент, канд. техн. наук С.Н. Жиганов  
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет име-  
 ни Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
 e-mail: fadeeva.yana2013@yandex.ru*

### Исследование системы СДЦ при обработке регулярных последовательностей импульсных сигналов

Пассивные помехи существенно влияют на работоспособность радиолокационных систем (РЛС), снижают их тактико-технические характеристики. К пассивным помехам относят отражения зондирующего сигнала от подстилающей поверхности (поверхность земли и моря), местных предметов (гор, линий электропередач, здания, труб различных предприятий и т.п.), облаков и метеообразований (дождь, град), облаков искусственных отражателей, стай насекомых и птиц, а так же неоднородностей атмосферы. Отраженные от пассивных помех сигналы обладают, как правило, большой мощностью (отношение помеха/шум может достигать до 80-90 дБ) и малым доплеровским сдвигом частот в силу малой или нулевой скорости их движения.

Одним из основных устройств, обеспечивающих устойчивую работу РЛС в условиях пассивных помех, является устройство селекции движущихся целей (СДЦ). Устройство СДЦ представляет собой рекурсивный или нерекурсивный фильтр, обеспечивающий значительное ослабление сигналов, доплеровский сдвиг частот которых находится вблизи нуля [1].

В настоящее время существует достаточно большое количество подходов к построению устройств СДЦ. Принципиально эти устройства отличаются лишь сформированной частотной характеристикой и способом реализации. Самым простым, но в то же время достаточно эффективным является устройство черезпериодной компенсации (ЧПК), структурная схема которого приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Структурная схема однократной системы ЧПК

Устройство работает следующим образом. Отсчеты видеосигнала, огибающая которых изменяется в соответствии с частотой Доплера, поступают на вход устройства ЧПК. На выходе устройства ЧПК формируется разность между текущим отсчетом и задержанным на один период. Если амплитуда отсчетов одинакова, то уровень сигнала на выходе устройства ЧПК будет равен нулю. Если амплитуда отсчетов сигнала изменяется в соответствии с частотой Доплера, то уровень сигнала на выходе устройства ЧПК будет изменяться от отсчета к отсчету.

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) устройства ЧПК описывается функцией [2]

$$K(\omega) = 2 \left| \sin \omega \frac{T}{2} \right|. \quad (1)$$

Поскольку в выражение для частотной характеристики входит синусоидальная функция, то  $K(\omega)$  является периодической функцией, значение которой изменяется от нуля до 2. Нули частотной характеристики приходятся на точки  $1/T, 2/T, \dots, k/T, \dots$ . На рисунке 2 приведена частотная характеристика однократного устройства ЧПК рассчитанная по соотношению (1) при  $T = 1$  мс.

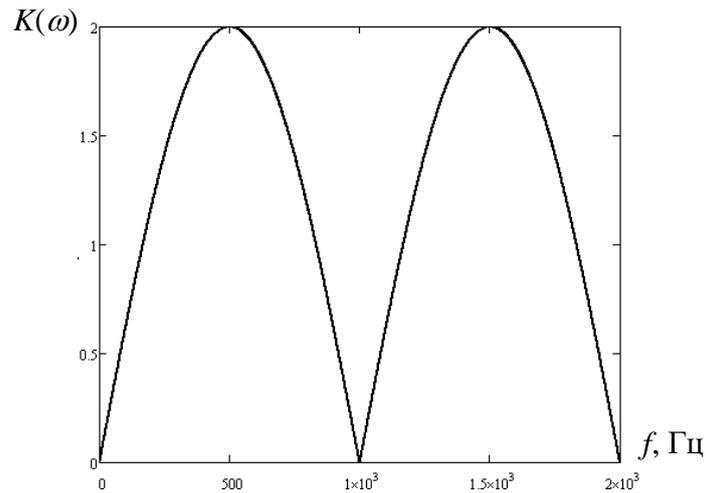


Рисунок 2 - Частотная характеристика однократной системы ЧПК

Кривая, приведенная на рисунке 2 имеет нули в точках 1000 Гц, 2000 Гц, и т.д. При таких значениях частоты входного сигнала на выходе устройства ЧПК уровень сигнала будет равен нулю. Этот эффект носит название слепых скоростей. Кроме этого при такой периодической частотной характеристике появляется неоднозначное измерение частоты полученного сигнала, поскольку по принятому значению  $K(\omega)$  невозможно определить к какому периоду оно относится.

В докладе рассматривается однократная система ЧПК которая позволяет достаточно эффективно подавлять пассивные помехи вблизи нулевой частоты, при этом структура обработки является простой; Усложнение структуры обработки в виде многократных систем ЧПК которая вызывает более эффективное подавление пассивных помех вблизи нулевых частот, но при этом частотная характеристика становится неравномерной в полосе прозрачности фильтра. Использование простейшего рекурсивного фильтра позволяет сделать частотную характеристику более равномерной в полосе прозрачности. Все рассмотренные АЧХ устройств ЧПК являются периодическими, что приводит к появлению «слепых» скоростей.

Одним из эффективных методов борьбы со «слепыми» скоростями является вобуляция периода следования импульсов, то есть использование неэквилидистантных последовательностей импульсов.

### Литература

1. Прохоров С.А. Прикладной анализ неэквилидистантных временных рядов. – Самарский государственный аэрокосмический университет, 2001. – 375 с.
2. Бакулев П.А., Степин В.М. Методы и устройства селекции движущихся целей. – М.: Радио и связь, 1986. – 288 с.

Холодов И.Ю., Тышкевич Е.М.

Научный руководитель: к.т.н. доцент. Федосеева Е.В.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: johncold511@gmail.com

### Результаты корреляционного анализа СВЧ радиометрических систем

Радиометрическая СВЧ система – это комплекс, предназначенный для дистанционного зондирования атмосферы. С ее помощью можно отслеживать изменения состояния атмосферы путем измерения мощности собственного радиотеплового излучения атмосферы [1].

Выполнение многочастотных измерений позволяет лучше оценить характер метеопараметров атмосферы из-за различной частотной зависимости мощности собственного радиотеплового излучения для разных метеопараметров атмосферы, таких как температура, водо- и влагосодержание, интенсивность осадков [2].

В данной работе представлены результаты численного корреляционного анализа данных измерений радиотеплового излучения атмосферы трехдиапазонной СВЧ радиометрической системой.

Численный корреляционный анализ проводился по суточным данным измерений в трех частотных диапазонах. На рисунке 1 представлены результаты корреляционного анализа метеопараметров приземного слоя атмосферы в пяти населенных пунктах и величины выходных сигналов в трех частотных диапазонах.

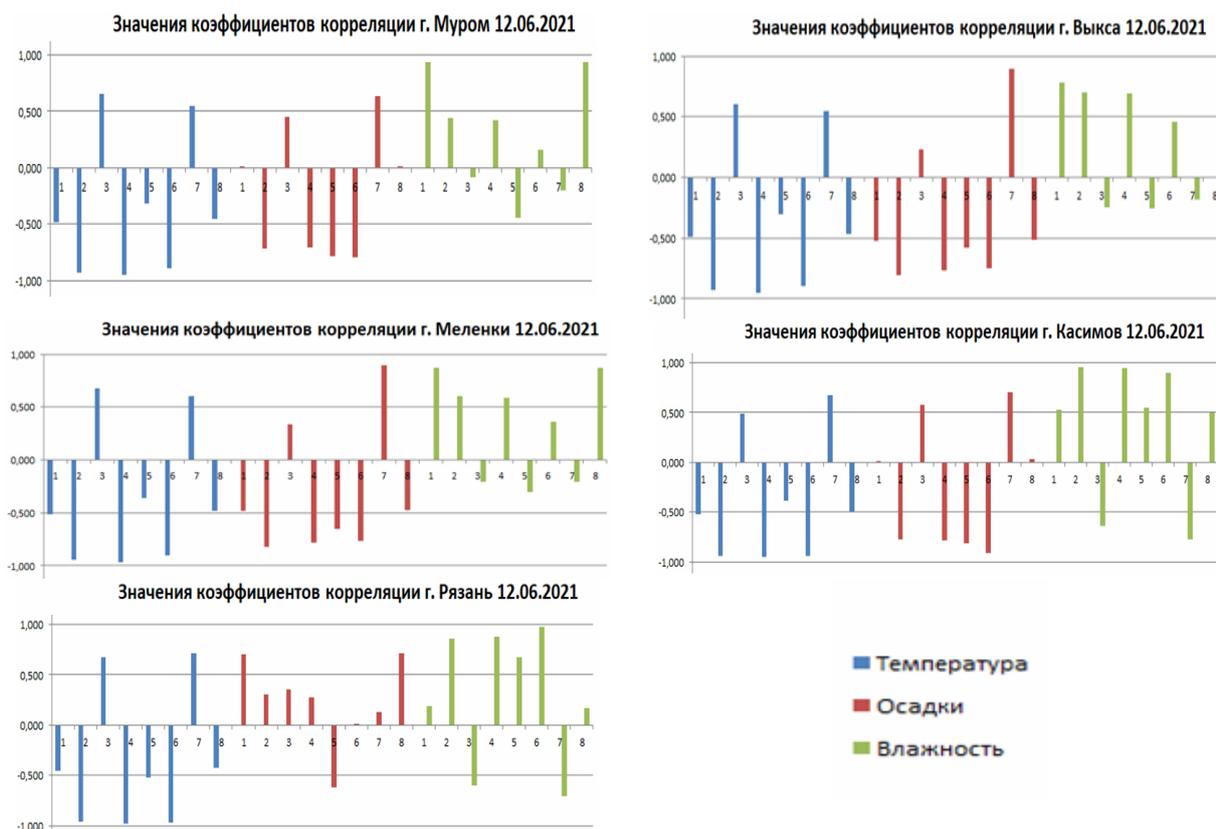


Рисунок 1 Результаты корреляционного анализа значений метеопараметров температуры, влажности, интенсивности осадков и величины выходного сигнала СВЧ радиометрической системы 1 - тестовый сигнал системы; 2 - частота 10 ГГц, поляризация горизонтальная; 3 - частота 7,5 ГГц, дополнительный сигнал компенсации; 4 - частота 10 ГГц, поляризация вертикальная; 5 - частота 7,5 ГГц, поляризация горизонтальная; 6 - частота 10 ГГц, дополнительный сигнал компенсации; 7 - частота 7,5 ГГц, поляризация вертикальная; 8 - частота 22 ГГц, поляризация вертикальная)

Анализ результатов корреляционной обработки данных измерений показал следующее:

- на всех частотах величина коэффициента корреляции выходного сигнала и температуры мало изменяется для разных населенных пунктов;
- коэффициент корреляции выходного сигнала и влажности и интенсивности дождя уменьшается с увеличением расстояния до населенного пункта от места базирования СВЧ радиометрической системы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-19-00378, <https://rscf.ru/project/21-19-00378/>.

#### **Литература**

1. Радиотеплолокация в метеорологии / В.Д. Степаненко, Г.Г. Щукин, Л.П. Бобылев, С.Ю. Матросов. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 283 с.
2. Ростокин И.Н., Федосеева Е.В., Федосеев А.А. Вопросы построения многочастотной СВЧ - радиометрической системы дистанционного зондирования облачной атмосферы с компенсацией фонового излучения. // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2015. – №1. – С.5 – 11

Шкаликова А.А.

*Научный руководитель старший преподаватель Смирнов М.С.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: Shkalikovaarina4578@gmail.com*

## Разработка графического интерфейса для модуля формирования РЛИ подвижных объектов

Интерфейс программного комплекса (рис. 1) состоит из трех базовых частей:

- основное меню;
- окно отображения модели подвижного объекта;
- окно отображения параметров сцены.

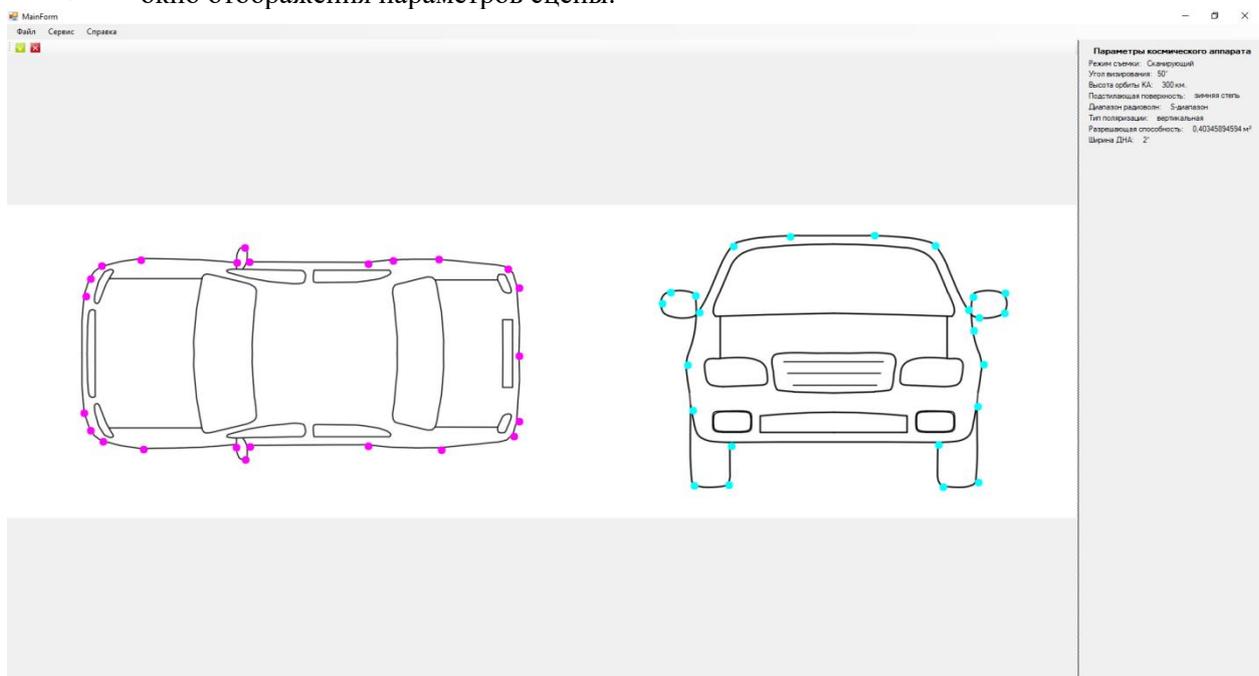


Рис. 1 – Интерфейс главного окна программного комплекса

Главное меню состоит из пунктов: «Файл», «Сервис» и «Справка».

Через пункт меню «Файл» пользователь может открыть изображение в формате \*.BMP, сохранить сформированный массив блестящих точек в текстовый файл, а так же открыть файл с параметрами сцены (\*.MRSA). В качестве объекта для работы предполагается использование изображения в градациях серого, содержащее или вид сверху подвижного объекта, или вид сбоку, или изображение сочетающее оба вида.

Через пункт меню «Сервис → Параметры изображения» можно задать масштаб изображения и эффективную площадь рассеяния для конкретного объекта.

Через пункт меню «Сервис → Параметры КА» можно вручную задать такие параметры как:

- режим съемки;
- тип подстилающей поверхности;
- диапазон радиоволн;
- тип поляризации;
- значение угла визирования;
- высота орбиты космического аппарата;
- разрешающая способность по азимуту и дальности;

- ширина диаграмма направленности антенны.

Через пункты меню «Сервис → Создать вид сверху» и «Сервис → Создать вид сбоку» включаются режимы, позволяющие выделить на изображении вид сверху или сбоку подвижного объекта.

Через пункт меню «Сервис → Создать контур» можно отметить на изображениях отдельные блестящие точки, которые будут включены в результирующий массив. Точки создаются отдельно для вида сверху (ЛКМ) и для вида сбоку (ПКМ).

Пункт меню «Справка» содержит информацию о программе и справку по работе с интерфейсом.

Основное окно предназначено для отображения открываемого изображения, выделения областей, относящихся к виду сверху и виду сбоку, а так же для создания контурных блестящих точек.

Область отображения параметров показывает значения параметров сцены, считанных из файла \*.MRSA, либо заданных вручную через пункт «Сервис → Параметры КА».

Шкаликова А.А.

*Научный руководитель старший преподаватель Смирнов М.С.  
Муromский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: Shkalikovaarina4578@gmail.com*

### **Разработка модуля для формирования РЛИ подвижных объектов**

При разработке программных комплексов, предназначенных для формирования модели радиоголограмм и радиолокационных изображений (РЛИ) для радиолокаторов с синтезированной апертурой (РСА) встает вопрос создания адекватных моделей подвижных объектов. В работах [1-2] при разработке подобного комплекса была принята классовая модель, описывающая несколько стандартных классов подвижных объектов (например, легковые автомобили, грузовые автомобили, морской транспорт, железнодорожный транспорт и т.д.), представляющих собой набор блестящих точек и отличающихся между собой только значением ЭПР и размером. В данных моделях отсутствует учет конструктивных особенностей конкретного подвижного объекта.

В данной работе описан программный модуль, предназначенный для формирования радиолокационной модели подвижного объекта на основе графического изображения. Данный модуль может использоваться как в составе комплекса, описанного в [1-2] так и как самостоятельная программа.

Работа программного комплекса основана на точечном изображении, представляющим собой черно-белое контурное изображение (рис.1).

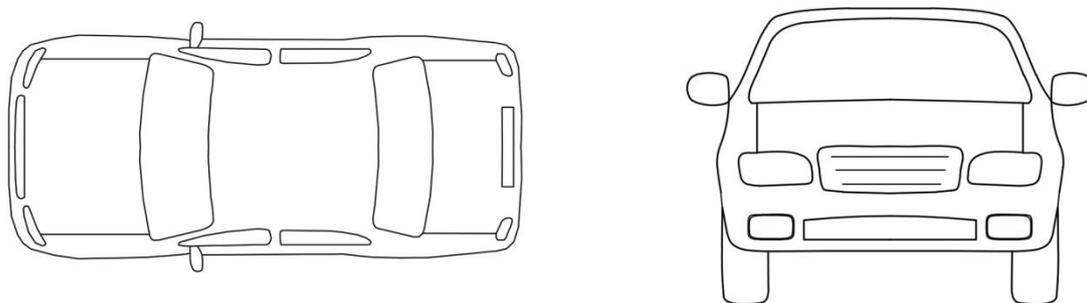


Рис. 1 – Пример базовых изображений для формирования радиолокационной модели

Работа модуля состоит из двух частей. Предварительно из изображения необходимо сформировать массив отражающих точек. Для этого оператор выделяет на изображении вид сверху и вид сбоку и на основе этого формируется сначала 3D модель объекта, а затем формируется двумерный массив, представляющий собой проекцию 3D модели на подстилающую поверхность. Для формирования проекции предварительно необходимо задать высоту космического аппарата и угол визирования. Методика расчета параметров проекции и размеров массива приведена в [3]. Размер полученного массива будет зависеть от разрешающей способности РСА и размера подвижного объекта. Размер подвижного объекта рассчитывается автоматически на основе размера исходного изображения и выбранного масштаба изображения.

В случае, когда конструкция подвижного объекта сильно отличается от параллелепипеда, существует возможность задать дополнительный набор отражающих блестящих точек для формирования сложной радиолокационной модели. В этом случае модель будет представлять собой смесь точек объекта и подстилающей поверхности.

Программный модуль предусматривает сохранение сформированного массива в текстовый файл либо передачу непосредственно в основную программу для дальнейшего моделирования.

### Литература

1. Храмов К.К., Костров В.В., Смирнов М.С. Разработка программного комплекса формирования радиоголограммы и РЛИ для РСА // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. XII Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции [Электронный ресурс]. Муром, 7 февр. 2020 г. – Муром: ИПЦ МИ ВлГУ, 2020. – С.87-88
2. М.С. Смирнов, В.В. Костров, В.А. Пальманов Разработка программного комплекса для моделирования радиоголограмм от радиолокаторов с синтезированной апертурой // Всероссийские открытые Армандовские чтения [Электронный ресурс]: Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции волн / Материалы Всероссийской открытой научной конференции. –Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2020. – С.265 - 270
3. Храмов К.К., Костров В.В., Смирнов М.С. Расчет геометрических параметров радиолокационной съемки с помощью РСА космического базирования для программного комплекса формирования радиоголограммы // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. XII Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции [Электронный ресурс]. Муром, 7 февр. 2020 г. – Муром: ИПЦ МИ ВлГУ, 2020. – С.93-94