

температура, тем больше выработка электроэнергии и эффективнее работа полупроводникового термоэлектрического автомобильного кондиционера. Набегающий поток воздуха, возникающий при движении автомобиля, позволяет обойтись без принудительной вентиляции теплоотвода, как преобразователя солнечной радиации в электроэнергию, так и теплоотвода полупроводникового термоэлектрического автомобильного кондиционера.

Вывод. Разработанное устройство может быть внедрено в широком спектре электронных изделий для обеспечения автономного питания: датчики мониторинга среды, бытовые приборы, военная аппаратура, космические спутники, метеостанции, радиомаяки, сотовая телефонная связь и т.д.

Библиографический список:

1. http://iu4.ru/publ/2012_ing_vest_08_01.pdf.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фотоэффект>.
3. http://studopedia.ru/5_25361_effekt-zeebeka.html.
4. Патент РФ №2417356. Способ оптимизации режимов работы термоэлектрической батареи с учетом геометрических и электротеплофизических параметров при импульсном питании/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д., Челушкина Т.А.
5. Патент РФ №2335825 Термоэлектрическое устройство с высоким градиентом температур/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М.
6. Патент РФ №2205279. Термоэлектрический автомобильный радиатор/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Зарат А., Гафуров К.А.

УДК 621.362

*Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Челушкина Т.А., Шкурко А.С.,
Магомедова П.А.*

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ПАССИВНАЯ АНТЕННА ДЛЯ
КОВОИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ ЗА СЧЕТ ОТРАЖЕНИЯ
СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА**

*Ismailov T.A., Gadjiyev H.M., Chelushkina T.A., Shkurko A.S.,
Magomedova P.A.*

**ENERGY-EFFICIENT PASSIVE ANTENNA CODE PULSE
MODULATION DUE TO THE REFLECTION OF MICROWAVE SIGNAL**

В статье рассмотрена антенна в форме уголкового отражателя с р-и-п-диодами, интегрированная с корпусом приемо-передающего устройства, позволяющая не только обеспечить двунаправленное соединение с базовой станцией в результате трехкратного переотражения радиосигнала, но и

при минимальных энергозатратах обеспечить в цифровом режиме передачу на отраженной волне информационных потоков любой сложности, что позволит исключить энергозатраты в передающем тракте и продлить ресурс устройства.

Ключевые слова: энергоэффективная пассивная антенна, кодовоимпульсная модуляция, уголкового отражатель, *p-i-n*-диоды, сверхвысокочастотный сигнал.

The article describes an antenna in a corner reflector with a p-i-n-diodes, integrated with the housing transceiver, which allows not only to provide bi-directional communication with the base station as a result of multipath radio three times, but with minimal energy consumption to provide digitally transmit information on the reflected wave flow of any complexity, which allow to eliminate energy in the transmit path and extend the life of the device.

Key words: energy efficiency passive antenna, code pulse modulation, corner reflector, *p-i-n*-diodes, a microwave signal.

Быстрое развитие средств связи делает актуальным повышение эффективности составных частей инфокоммуникационных систем. Развитие систем связи в отрасли требует формирования надежных энергосберегающих и энергоэффективных коммуникационных устройств. Наиболее перспективным направлением в соответствии с современными достижениями науки, техники и технологий являются цифровые системы в спутниковой связи, сотовой телефонии, wi-fi системах и т.д. Но в первую очередь требуются инновационные разработки для антенных систем, т.к. влияние аддитивных и мультипликативных помех будет сказываться во всех последующих каскадах, кроме того, от диаграммы направленности антенны существенно зависит энергосберегающие и энергоэффективные показатели всей информационной системы в целом.

Основными параметрами передающих антенн являются их диаграмма направленности и мощность излучения. От этих показателей зависят параметры всех каскадов передатчика устройства связи. Снижение мощности передатчика при сохранении качества связи позволяет повысить энергоэффективность антенной системы. Наличие мощных электронных компонентов выходных каскадов передатчиков связных устройств приводит не только к увеличению энергетических затрат, но и к росту паразитных тепловыделений и необходимости дополнительных систем теплоотвода в окружающую среду и схем защиты от тепловых пробоев. Все это ухудшает надежность и эксплуатационные характеристики систем связи.

Кроме того, в современных условиях актуальна проблема по защите информационных потоков и использованию ненаправленных антенн или направленных антенн с паразитными боковыми лепестками диаграммы направленности, что повышает риск несанкционированного доступа к передаваемой информации за счет радиоперехвата.

Направленная антенна обладает более высокими энергетическими показателями по сравнению с ненаправленными антеннами, но в этом случае требуется точная ориентация в пространстве по направлению передачи информационных потоков между абонентами. Во многих случаях для мобильных устройств связи применение направленных антенн является неприемлемым по конструктивным показателям.

В военной технике и в навигационных системах, а также для космической аппаратуры были разработаны пассивные антенны в виде уголкового отражателя на основе трехмерных ортогональных плоскостей сконструированных таким образом, чтобы излучение после трехкратного отражения от трех плоскостей возвращалось к источнику излучения. Ориентация в пространстве антенны в виде уголкового отражателя и расположения на местности относительно передатчика не играет никакой роли, сигнал все равно будет переотражён в сторону передатчика. Таким образом, подобный сигнал может быть использован, например, для создания навигационных опорных маяков или определения дистанции до космических объектов или наземных устройств в радиолокации, а также для формирования ложных мишеней для ведения боевых действий и отвлечения радиолокационных сигналов противника от своей военной техники.

Однако существующие пассивные антенны в виде уголкового отражателя не способны менять свои характеристики и всегда одинаково отражают пришедшие радиосигналы.

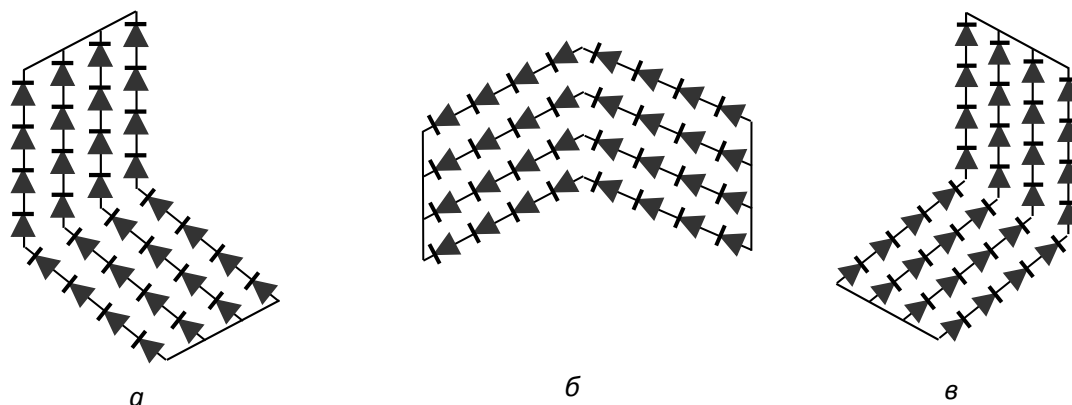


Рисунок 1 - Схема соединения $p-i-n$ -диодов в плоскостях антенны в форме уголкового отражателя

Одним из перспективных видов создания антенн для современных систем цифровой связи является применение антенны в виде уголкового отражателя с $p-i-n$ -диодами. На рис.1 приведена схема формирования ортогональных отражающих поверхностей, состоящих из проводников с $p-i-n$ -диодами.

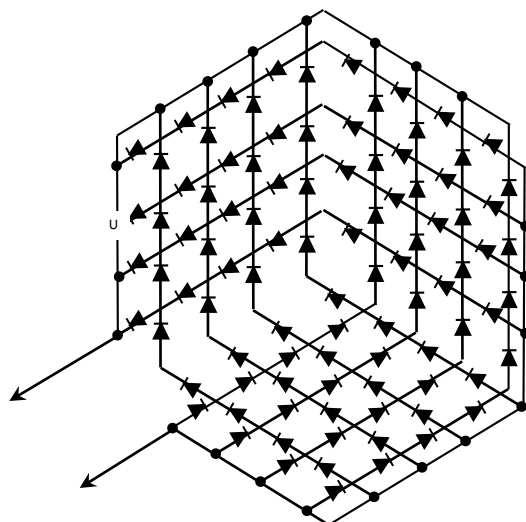


Рисунок 2 - Топология пространственного размещения диодных поверхностей в антенне уголкового отражателя

Наложение этих поверхностей друг на друга изображено на рис. 2. Шаг между проводниками и $p-i-n$ -диодами кратен четверти длины волны отражаемого сигнала для того, чтобы плоская поверхность из линейных вибраторов воспринималась как сплошная металлическая плоскость.

При пропускании запирающего тока все $p-i-n$ -диоды открыты и на рис. 3 изображена схема замещения, а также ход лучей после трехкратного отражения от всех трех ортогональных поверхностей уголкового отражателя.

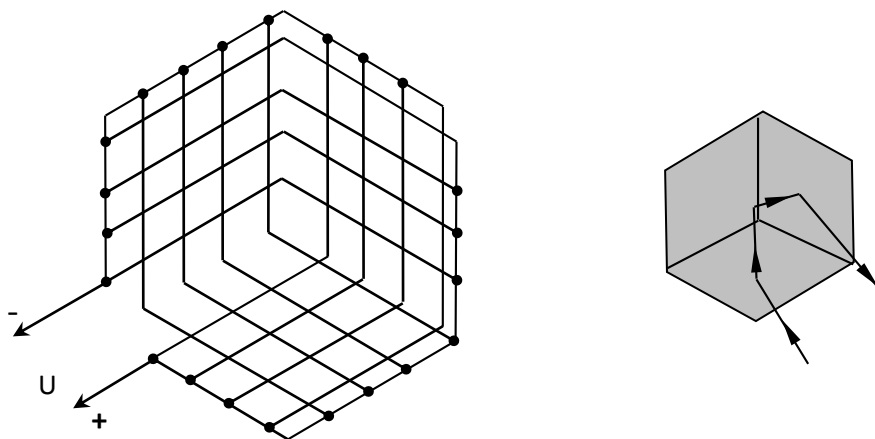


Рисунок 3 - Схема замещения при подаче на $p-i-n$ -диоды запирающего напряжения и траектория переотражения в обратном направлении радиолуча от поверхностей антенны уголкового отражателя

При пропускании запирающего тока все $p-i-n$ -диоды закрыты и на рисунке 4 изображена схема замещения, при которой все поверхности разорваны на изолированные фрагменты, имеющие размеры такой величины, что позволяют радиосигналам беспрепятственно проходить сквозь антенну без переотражения на излучающую станцию.

Форма уголкового отражателя у антенны позволяет повысить конфиденциальность передачи информационных потоков за счет того, что отраженный сигнал имеет острую диаграмму направленности на базовую станцию и для перехвата необходимо, чтобы не санкционированно подслушивающий приемник находился между абонентом и базовой станцией, но в этом случае передача будет прервана, так как сигнал от базовой станции не попадает на пассивную антенну и обратно от абонента к базовой станции, за счет экранирующего и поглощающего эффекта антенны не санкционированно подслушивающего приемника. Таким образом, попытка подслушать сигнал обернется его полным уничтожением и невозможность его перехвата. А в условиях мобильного перемещения абонента по местности задача перехвата еще более усложняется, так как не санкционированно подслушивающему приемнику необходимо перемещаться таким образом, чтобы находиться все время на линии между базовой станцией и двигающимся в произвольном направлении абонентом. Таким образом, линия связи на базе пассивной антенны в виде уголкового отражателя позволяет повысить конфиденциальность переговоров до 100%.

Преимуществом разработанной антенны является энергосбережение, так как вместо формирования передающего радиосигнала достаточно затратить минимум энергии на открывание и закрывание *p-i-n*-диодов, что позволит в энергосберегающем режиме осуществить двусторонний обмен цифровой информации при минимальных затратах энергии у абонентов компьютерных сетей и сотовых телефонов. Кроме того, уголкового отражателя позволяет осуществлять устойчивую двустороннюю связь при любом расположении мобильного устройства связи в пространстве и при любом направлении на базовую станцию.

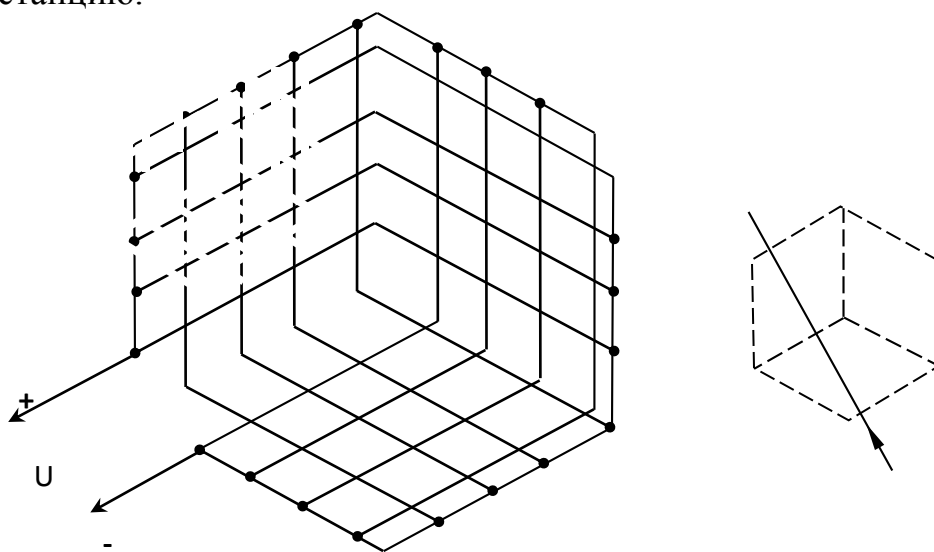


Рисунок 4 - Схема замещения при подаче на *p-i-n*-диоды запирающего напряжения для преобразования отражающих поверхностей антенны (разбивка на радиопрозрачные фрагменты) и беспрепятственного пропускания радиолуча без отражения

Для повышения энергоэффективности целесообразно повысить экономичность *p-i-n*-диодов, за счет изготовления их по инновационной технологии с созданием излучающего *p-i-n*-перехода интегрально выполненного совместно с солнечной батареей [1,2,3].

В этом случае вместо паразитных тепловых потерь в *p-i-n*-диодах будет излучаться электромагнитная энергия в виде фотонов, которые на солнечной батарее будут рекуперированы опять в электроэнергию и использованы для электропитания устройства связи, тем самым повышая его энергоэффективность [4]. Чем выше частота излучаемых фотонов, тем больше энергии будет отведено и рекуперировано. В результате *p-i-n*-диоды будут работать при меньших энергетических затратах, и доля паразитных тепловых потерь будет уменьшена и затраты энергии для работы пассивной антенны будут снижены. Таким образом, будет достигнута большая энергоэффективность пассивной антенны.

Дополнительный эффект будет получен за счет того, что на неизлучающих спаях *p-i-n*-диодов, за счет термоэлектрических явлений на основе эффекта Пельтье будет происходить поглощение тепла и понижение температуры, что может быть использовано для охлаждения тепловыделяющих электронных компонентов устройства связи и повышения степени интеграции СБИС.

Вывод. Создание энергосберегающих и энергоэффективных пассивных антенн СВЧ диапазона является приоритетным для инновационного развития России, т.к. быстро развивается рынок интернет-услуг и сотовой телефонии. Надежная устойчивая и эффективная связь является необходимым базовым условием прогресса во всех областях народного хозяйства и военной техники.

Ожидаемые результаты:

- Снижение энергетических затрат мобильных устройств на порядок и продление времени работы в автономном режиме в 10 раз.
- Уменьшение стоимости мобильных устройств на 20% за счет исключения передающего тракта.
- Повышения конфиденциальности переговоров до 100%.

Библиографический список:

1. Патент РФ №2405230. Способ отвода тепла от тепловыделяющих электронных компонентов в виде излучения/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д., Челушкина Т.А.
2. Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Нежведилов Т.Д./ Многослойное излучающее термоэлектрическое устройство. Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. 2013. Т. 1. С. 90-93.
3. Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М./ Тонкопленочные термоэлектрические устройства с отводом тепла в виде излучения для охлаждения микросистемной техники. Научное приборостроение. 2013. Т. 23. № 3. С. 120-124.

4. Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М./ Излучающее термоэлектрическое устройство с рекуперацией энергии. Вестник Международной академии холода. 2014. № 1. С. 43-45.

УДК 621.396

Исмаилов Т.А., Рашидханов А.Т., Юсуфов Ш.А.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА БЛОКОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Ismailov T.A., Rashidhanov A.T., Yusufov Sh.A.

THERMOELECTRIC DEVICES TO PROVIDE THERMAL BLOCK MODE ELECTRONIC SYSTEMS

В статье рассматривается термоэлектрическое охлаждающее (ТЭО) устройство для обеспечения теплового режима блоков радиоэлектронных систем касетной конструкции, даны направления конструктивных решений использования ТЭО устройства, приведено описание экспериментального стенда и методики проведения эксперимента, приведены зависимости температуры на имитаторе электронной платы от отводимой ТЭО мощности, температур горячих и холодных спаев, скорости воздушного потока и расстояния между электронными платами.

Ключевые слова: *термоэлектрическое охлаждающее устройство, тепловой режим, радиоэлектронные системы, экспериментальные исследования, электронная плата.*

The article deals with thermoelectric cooling (TEC) device to provide thermal mode power electronics systems cluster design, are areas of constructive solutions use the feasibility study of the device, a description of the experimental facility and methodology of the experiment, the dependences of temperature on the simulator of the electronic board from the exhaust of the feasibility study power, temperatures of hot and cold junctions, the speed of the air flow and the distance between the electronic boards.

Key words: *thermoelectric cooling device, a heat mode, electronic systems, experimental studies, electronic board.*

Известно, что от теплового режима элементов и функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры существенно зависит надежность всего устройства в целом. Статистические исследования показали, что в 55% случаев выхода приборов и устройств причиной отказа является именно нарушение температурного режима [1].

Использование специальных методов охлаждения и терморегулирования, основанных на конвективном переносе тепла от радиоэлектронных систем