

ности к термоэлектрическим пленочным преобразователям ТД-505. Последний представляет собой пленочную гетероструктуру на основе узкозонных полупроводников-полуметаллов.

Существенным достоинством термоэлектрических приемников является их неселективность к падающему излучению, т. е. возможность работы в широком спектральном диапазоне (от ИК до УФ) и отсутствие жестких требований к термостатированию устройства. Применение, например, в термоэлектрическом приемнике ТД-505 фторида бария в качестве входного окна и соответствующих интерференционных светофильтров разрешает роботу устройства в УФ-диапазоне, видимом спектре, ближнем ИК и "втором атмосферном окне" (8—14 мкм).

Целью настоящей работы является разработка ряда устройств на основе термоэлектрических сенсоров типа ТД-505, исследование их характеристик в различных областях применения, реализация относительно простых и доступных приборов для регистрации локального изменения температуры в радиоэлектронной аппаратуре, в области энергетики, технологических процессов, пожарной и охранной техники, медико-биологических исследований, агрономии, ветеринарии.

Основные критерии выбора чувствительного элемента, комплектующих элементов, блока питания и измерительной части заключались в обеспечении необходимой чувствительности (не хуже $\pm 0,1^\circ\text{C}$ при расстоянии от объекта порядка 1 м), воспроизводимости результатов измерений, минимального тока потребления, простоты в эксплуатации.

Конструктивно подобные приборы традиционно выполняются по оптической схеме зеркального отражателя с помещенным в фокусе сенсором [1, 2]. Подобные решения имеют резон для значительных дистанций измерения (например, для измерения температур высоковольтных линий электропередачи [3]), однако для небольших расстояний и при условии, что важно не абсолютное значение температуры объекта, а лишь аномалии, применение сравнительно габаритной зеркально-оптической схемы, по-видимому, нецелесообразно.

На рис. 1 приведена конструкция термоэлектрического сенсора ТД-505. Данные сенсоры обладают значительной стабильностью во временном и температурном интервалах. На протяжении нескольких лет эксплуатации не наблюдалось существенного изменения характеристик.

Следует отметить, что при выполнении данной работы авторы отдавали себе отчет в том, что свойства

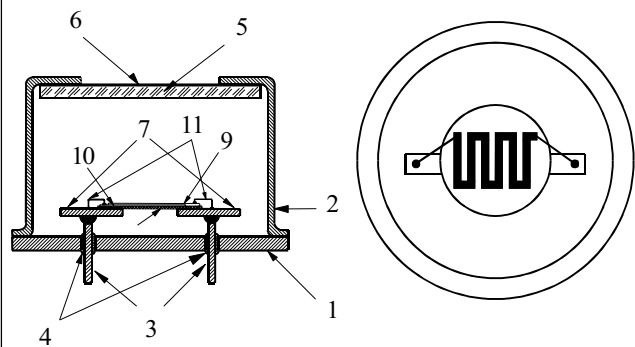


Рис. 1. Структура термоэлектрического сенсора ТД-505: 1 — основа; 2 — корпус; 3 — выводы; 4 — стеклоспаи; 5 — окно (BaF_2); 6 — интерференционный фильтр; 7 — контактные площадки; 8 — полиамидная пленка; 9, 10 — гетероструктура; 11 — контакты

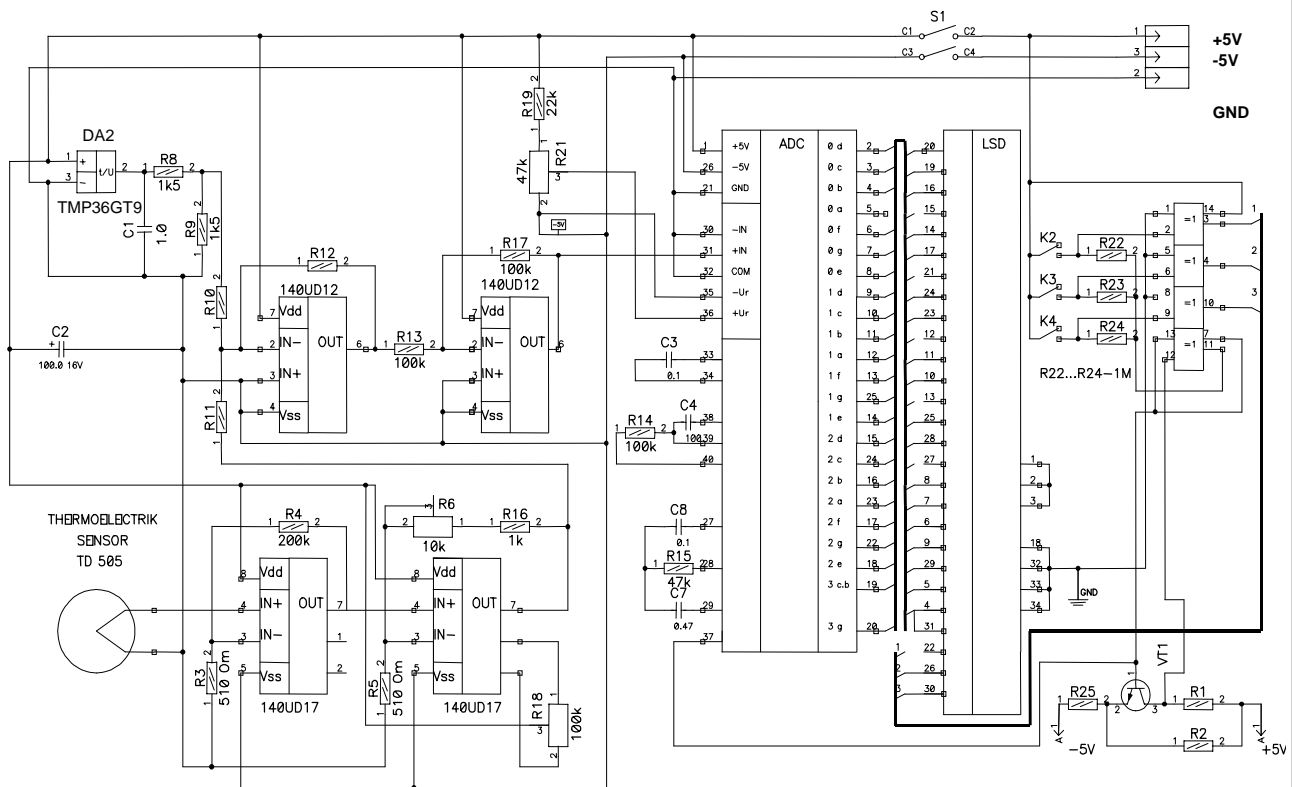


Рис. 2

(коэффициент “черноты” — альбедо) объектов существенно различаются [1], поэтому путем параллельных экспериментальных исследований для каждого конкретного направления были разработаны соответствующие методики применения.

На рис. 2 представлена принципиальная электрическая схема ИК-радиометра с малым током потребления (до 10 мА) и цифровой индикацией. Особенностями данного решения является использование микромощных и прецизионных операционных усилителей, усилителей постоянного тока, широтно-импульсного двухполярного автономного блока питания [3], наличие двух сенсоров измерительных каналов — радиационного потока и собственной температуры прибора.

Как видно из схемы, радиационный измерительный канал представляет собой двухкаскадный прецизионный усилитель постоянного тока с соответствующими цепями коррекции. Применение именно такого принципа приема и обработки сигнала обусловлено оптимальным соотношением между выходным сопротивлением сенсора, его сравнительно невысоким быстродействием ($t_{0,98}=0,5$ с) и др.

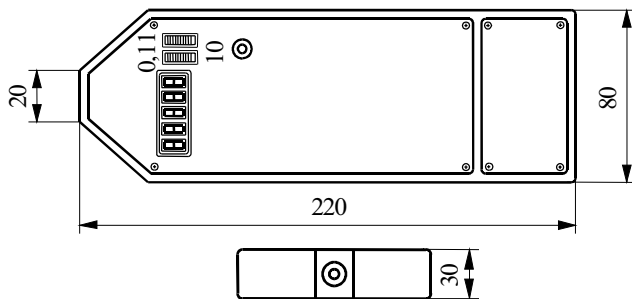


Рис. 3

“Термический” измерительный канал выполнен с использованием температурного сенсора TMP-36

с чувствительностью 10 мВ/°С. Сигналы из термического и радиационного канала приходят на вход сумматора, выполненного на микромощном усилителе DA1, и через повторитель на микросхеме DA2 обрабатываются по стандартной методике [4] с помощью АЦП КР572ПВ5.

Внешний вид автономного прибора, разработанного для медицинского, ветеринарного и агрономического применения, представлен на рис. 3.

Методики использования данного прибора были разработаны для гаммы объектов: в области медицины (в частности, ранней диагностики онкологических и внутренних заболеваний желудочно-кишечного тракта с верификацией на базе параллельных эндоскопических, гистологических и патологоанатомических исследований в ряде клиник), ветеринарии, агрономии, пожарной и охранной технике.

В области медицины апробация прибора проходила в поиске температурных аномалий в человеческом организме: локальное повышение температуры может быть связано с различного рода воспалительными процессами; снижение температуры, по сравнению с фоновой по организму, может свидетельствовать об онкологических заболеваниях на средних и поздних стадиях.

В области медицины, в животноводстве и агротехнологиях сравнительные исследования показали достоверность методик диагностики не хуже 75—80%, что делает возможным использование данного устройства и разработанных методик в практической работе медицинского, ветеринарного и агрономического персонала. Применение этого типа устройств возможно и в других областях.

Следует указать, что данное техническое решение не претендует на приоритет в сравнении с тепловизио-

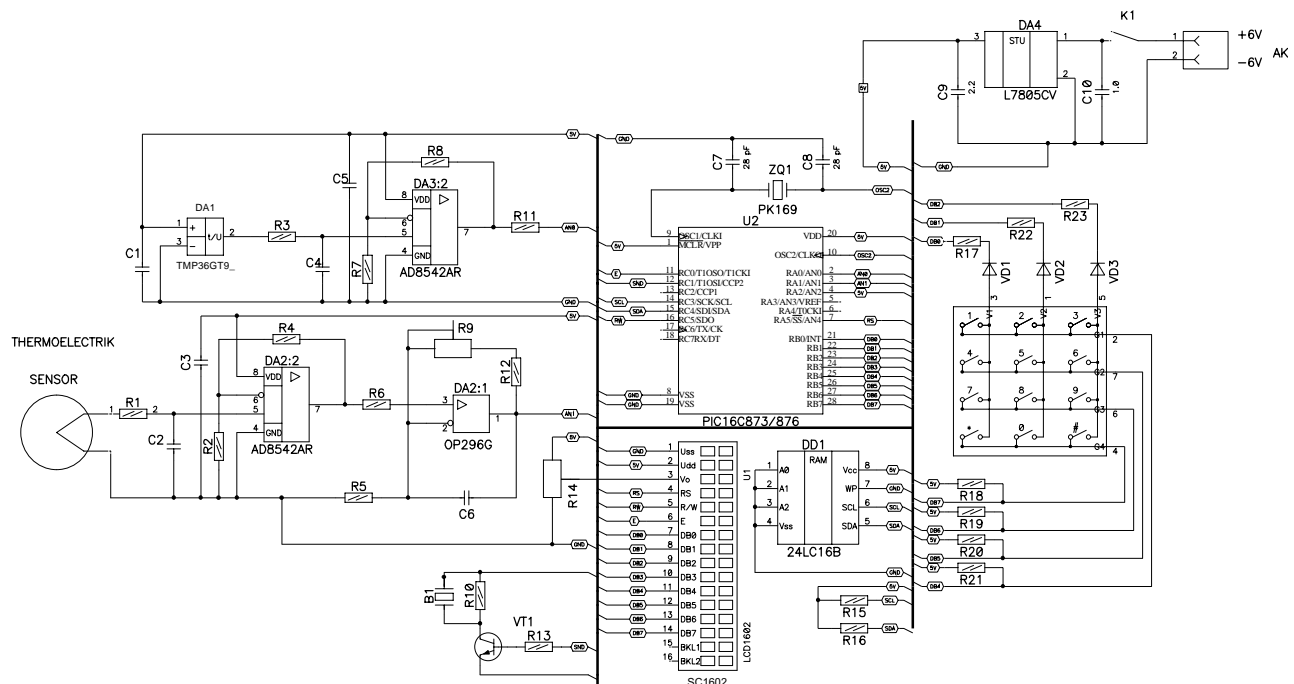


Рис. 4

рами ведущих зарубежных производителей. Целью работы было показать, что на основе разработанных отечественных термоэлектрических сенсоров и сравнительно несложной схемотехники возможно производство надежных и простых в эксплуатации автономных приборов с характеристиками не хуже зарубежных аналогов [1], но на 1,5—2 порядка дешевле.

Дальнейшая работа над устройством заключалась в «осовременивании» элементной базы, расширении возможностей дистанционного локального измерения температуры разного рода объектов, в повышении помехозащищенности, верификации и архивации данных исследований.

На **рис. 4** приведена принципиальная электрическая схема прибора на основе программируемых микроконтроллеров серии PIC (Microchip). Хотя приведенная схема прибора в значительной мере повторяет рис. 2 и не настолько очевидна с точки зрения принципа действия, однако значительно более адаптирована к функциональному и информативному расширению, вполне пригодна для SMD-исполнения. Существенное преимущество данного решения усматривается также в том, что микроконтроллер может быть относительно легко перепрограммирован на другие объекты, допускает до десятков алгоритмов работы с внешним устройством памяти, архивацию данных измерений и др.

Следующим этапом работы была разработка дистанционного устройства извещения о локальном повышении температуры различного рода объектов. Для простоты изложения остановимся лишь на одном возможном применении — извещателе пожарном дистанционном объемном. (Такое название в некоторой мере условно, поскольку в нормативных документах Украины такой класс приборов, в отличие от мировых стандартов, пока не предусмотрен [5].)

Принцип действия данного извещателя заключается в регистрации некоторого порогового значения электромагнитного излучения (ИК-, УФ- или видимого спектра), что позволяет фиксировать повышение температуры или открытое пламя. На **рис. 5** приведена принципиальная электрическая схема пожарного извещателя. Извещение о локальном повышении температуры реализуется, в данном случае, аналоговым (безадресным) путем увеличения тока в шлейфе.

Изготовленные опытные образцы извещателей показали чувствительность не хуже $\pm 3^\circ\text{C}$ в границах телесного угла 1 ср на расстоянии до 5 м. Чувстви-

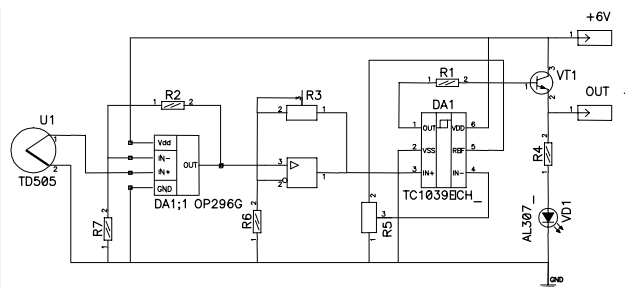


Рис. 5

тельность устройства обеспечивает возможность его применения в пожарной и охранной технике согласно существующим мировым требованиям.

Очевидно, что представленные схемотехнические решения представляют собой иллюстративный вариант: разработаны устройства, которые включают процессоры с соответствующей защитой от электрических наводок, верификацией и архивацией данных. Отметим только, что ток потребления в дежурном режиме не превышает 200 мкА, а в режиме срабатывания составляет до 20 мА. Такое изменение тока в шлейфах может быть надежно зафиксировано центральным пультом.

Выводы

Пленочные термоэлектрические преобразователи представляются вполне пригодными для разработки и создания приборов дистанционного измерения температуры в различных областях и имеют преимущества по сравнению с традиционными устройствами. Неселективность приемников, низкое выходное сопротивление, воспроизводимость характеристик, сравнительно невысокая себестоимость определяют конкурентоспособность таких устройств.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. The infrared temperature / Handbook, Omega Engineering Inc.— North American Edition, 1994.
2. Фигурнов Э., Мрыхин С. Инфракрасный термометр // Радио.— 1981.— Вып. 5.— С. 18—20.
3. Бирюков С. Применение АЦП КР572ПВ5 // Радио.— 1998.— Вып. 8.— С. 62.
4. Кушнерев А. Микро мощный стабилизированный преобразователь напряжения // Радио.— 1989.— Вып. 5.— С. 74.
5. ДБН В.2.5-13—98. Гос. строит. нормы Украины. Инженерное оборудование зданий и сооружений. Пожарная автоматика зданий и сооружений.— Киев: Гос. комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 1999.

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ В 2005 ГОДУ

- 18 апреля — 50 лет со дня смерти А. Эйнштейна (1879—1955), физика-теоретика, одного из основателей современной физики, лауреата Нобелевской премии.
- 23 апреля — 40 лет со дня запуска (1965) первого отечественного автоматического спутника космической системы связи "Молния-1".
- 28 июля — 90 лет со дня рождения (1915) Ч.-Х. Таунса, американского физика, одного из основателей квантовой электроники, лауреата Нобелевской премии.
- 4 августа — 75 лет назад (1930) советский ученый Л. А. Кубецкий подал авторскую заявку на изобретен-

- ный им фотоэлектронный умножитель, ставший родоначальником нового класса электронных приборов.
- 18 сентября — 70 лет со дня рождения (1935) Ю. В. Гуляева, ученого в области радиофизики, электроники, акустики.
- 22 октября — 30 лет назад (1975) выведен на орбиту первый искусственный спутник планеты Венера, который передал на Землю первое телевизионное изображение ее поверхности.
- 29 октября — 125 лет со дня рождения А. Ф. Иоффе (1880—1960), ученого-физика, создателя отечественной физической школы, пионера исследования полупроводников.