

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ХАКАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.Ф. КАТАНОВА»
КОЛЛЕДЖ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ, ИНФОРМАТИКИ И ПРАВА

ПЦК естественнонаучных дисциплин, математики и информатики

РЕФЕРАТ

на тему:
Разработка пирометра

Автор реферата:

(подпись)

Шутова В.О.

(фамилия, инициалы)

Специальность: 09.02.01 – Компьютерные системы и комплексы

Курс: III

Группа: Т-31

Зачет/незачет: _____

Руководитель:

(подпись)

(фамилия, инициалы)

Абакан, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	4
2. ТЕРМОМЕТР И ЕГО ВИДЫ	6
3. ПИРОМЕТР И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ	8
3.1. Фотоэлектрические пирометры	11
3.2. Цветовые пирометры	13
6. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИРОМЕТРА.....	16
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	17
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	18

ВВЕДЕНИЕ

Пирометр (инфракрасный термометр) - прибор для бесконтактного измерения температуры. Температура как физическая величина является одним из определяющих параметров состояния, позволяющих контролировать протекание самых различных производственных процессов.

Оборудование и устройства многих технологических циклов и процессов не позволяют установку контактных датчиков или показывающих приборов для контроля температуры по ряду технических причин. Ввиду актуальности такой проблемы были разработаны специальные инфракрасные термометры (пирометры), позволяющие измерять температуру в труднодоступных местах.

Для жизнедеятельности человека показатели температуры являются очень важным аспектом, так как человеческое здоровье связано именно с температурой. При повышенной или пониженной температуре состояние здоровья ухудшается в разы, следствие этого, плохая ориентация в производственной обстановке.

Плохая температура воздействует отрицательно не только на человека, но и на растения. Для нормальной жизни и роста даже неприхотливым растениям с небольшой потребностью в температуре необходимо как минимум 15°C. Влияние температуры распространяется так же и на животных. Последствия: снижение продуктивности, плохой набор массы тела.

Актуальность данной темы заключается в том, что температура очень важна для жизнедеятельности человека. Простота использования и большие функциональные возможности.

Данный реферат посвящен разработке портативного пирометра на базе макетной платы Arduino Uno. Цель работы – разработка портативного пирометра, который позволит определять уровень температуры помещений и не только.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить литературу по данной теме.
2. Изучить основы пирометра.
3. Изучить принцип работы пирометра.
4. Изучить принципы измерения уровня температуры на расстоянии.

1. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температуру измеряют с помощью устройств, использующих различные термометрические свойства жидкостей, газов и твердых тел. Существуют десятки различных устройств, применяемых в промышленности, при научных исследованиях и для специальных целей.

Термометром называют устройство (прибор), служащее для измерения температуры путем преобразования ее в показания или сигнал, являющийся известной функцией температуры.

Чувствительным элементом термометра называют часть термометра, преобразующую тепловую энергию в другой вид энергии для получения информации о температуре.

Различают термометры контактные и бесконтактные. Чувствительный элемент контактного термометра входит в непосредственное соприкосновение с измеряемой средой.

Пирометром называют бесконтактный термометр, действие которого основано на использовании теплового излучения нагретых тел.

Термокомплект называют измерительную установку, состоящую из термометра, не имеющего собственной шкалы, и вторичного прибора, преобразующего выходной сигнал термометра в численную величину.

Термометры сопротивления. Измерение температуры по электрическому сопротивлению тел (обычно металлических) основывается на зависимости их сопротивления от температуры. У большинства чистых металлов с ростом температуры сопротивление увеличивается приблизительно на 0,4% -град⁻¹, а у металлов ферромагнитной группы (железо, никель, кобальт)—приблизительно на 0,65% -град⁻¹.

Электрические термометры сопротивления практически позволяют измерять температуру с высокой степенью точности — до 0,02°C, а при измерениях небольшой разности температур — до 0,0005°C. Обязательное наличие источника тока, а также большие размеры чувствительного элемента у термометров сопротивления ограничивают их применение. Если у термопар

температура определяется в точке соединения двух термоэлектродов, то у термометров сопротивления — на участке некоторой длины.

Чаще применяют металлические термометры сопротивления (рис.1.6). Материалы для термометров сопротивления должны обладать следующими свойствами: а) высоким удельным сопротивлением; б) высоким температурным коэффициентом; в) химической инертностью; г) легкой технологической воспроизводимостью; д) дешевизной; е) постоянством физических свойств во времени.

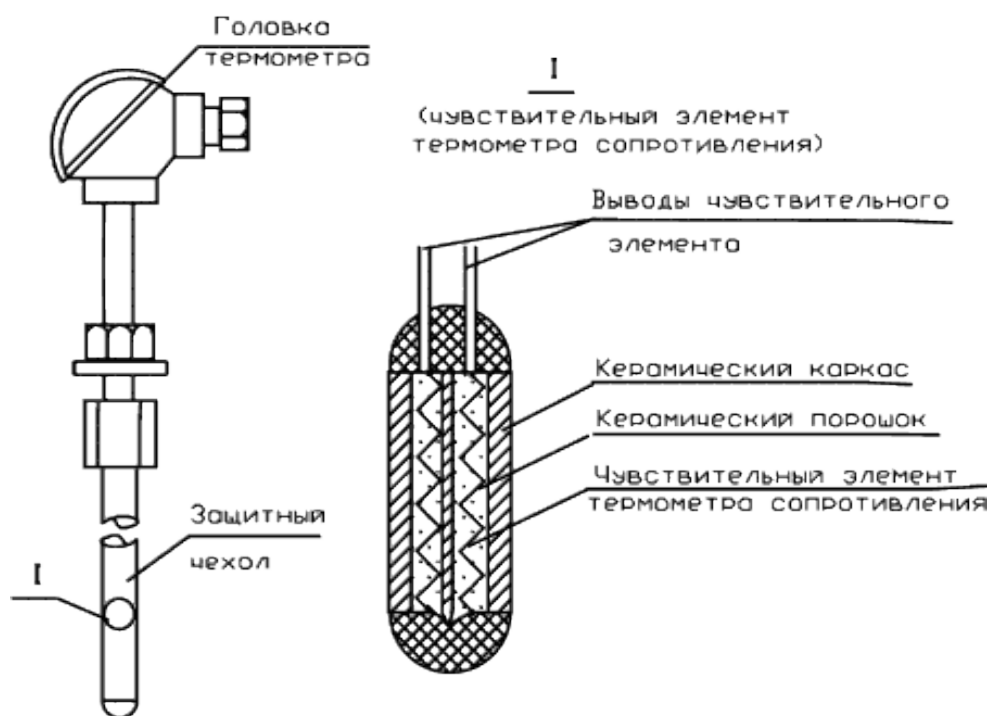


Рисунок 1.6 – Схема термометра сопротивления

Металлические сплавы, обладающие обычно высоким удельным сопротивлением, но небольшим температурным коэффициентом, непригодны в качестве материала для термометров сопротивления. Наиболее подходящими материалами для термометров сопротивления оказались платина (для измерений в интервале от -200 до 650°C) и медь (в интервале от -50 до $+180^{\circ}\text{C}$).

2. ТЕРМОМЕТР И ЕГО ВИДЫ

Термометр (от греч. *terme* – тепло, *metreo* – измеряю) – прибор для измерения температуры: воздуха, воды, почвы, тела человека и других физических тел. Термометры применяются в метеорологии, гидрологии, медицине и других науках и отраслях хозяйства.

Изобретателем термометра принято считать Галилея: в его собственных сочинениях нет описания этого прибора, но его ученики, Нелли и Вивиани, засвидетельствовали, что уже в 1597 году он сделал нечто вроде термобароскопа (термоскоп).

В настоящее время существуют много видов термометров: цифровые, электронные, инфракрасные, пирометры, биметаллические, дистанционные, электроконтактные, жидкостные, термоэлектрические, газовые, термометры сопротивления и т.д. У каждого термометра – свой принцип действия и своя сфера применения. Рассмотрим некоторые из них.

Жидкостные термометры основаны на принципе изменения объёма жидкости, которая залита в термометр (обычно это спирт или ртуть), при изменении температуры окружающей среды.

В связи с запретом применения ртути из-за её опасности для здоровья во многих областях деятельности ведется поиск альтернативных наполнений для бытовых термометров. Например, такой заменой может стать сплав галинстан. Также все шире применяются другие типы термометров.

Электронные термометры принцип работы электронных термометров основан на изменении сопротивления проводника при изменении температуры окружающей среды. Электронные термометры более широкого диапазона основаны на термопарах (контакт между металлами с разной электроотрицательностью создаёт контактную разность потенциалов, зависящую от температуры).

Инфракрасный термометр позволяет измерять температуру без непосредственного контакта с человеком. В некоторых странах уже давно имеется тенденция отказа от ртутных термометров в пользу инфракрасных не только в медицинских учреждениях, но и на бытовом уровне.

3. ПИРОМЕТР И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

Пирометр, или его равнозначные названия – инфракрасный термометр (термодетектор, даталоггер температуры), — это точный инженерный прибор нового поколения для бесконтактного и быстрого измерения температурных показателей на расстоянии до трех метров от исследуемого объекта.

В основе его работы лежит принцип определения по тепловому электромагнитному излучению практически любого объекта температурного значения его поверхности. Это позволяет контролировать и своевременно регулировать температуру и ее перепады в промышленных и бытовых объектах, их деталях и элементах.

Работа приборов этого типа основана на возникновении инфракрасного излучения и определении показателя абсолютного значения излучаемой в инфракрасном спектре энергии длины волны.

Инструмент направляется на удалённый объект, расстояние до которого лимитируется только диаметром замеряемого пятна и составом («чистотой») окружающей объект воздушной среды. Измерение характеристик излучения объекта (его интенсивность и спектральный состав) пирометрическим прибором косвенным образом определяет и температуру его поверхности.

Принцип работы пирометра определяет основной функционал инструмента:

1. измерение температуры удалённых (недоступных или труднодоступных) объектов, а также температуры их движущихся элементов;
2. анализ температурного режима находящихся под напряжением объектов при невозможности контактных способов измерения;
3. экспресс-фиксация быстрых температурных изменений поверхности объектного тела;
4. исследование объектов, обладающих низкой теплоёмкостью или теплопроводностью.

Классификация пирометра

Пирометры можно разделить по нескольким основным признакам:

1. **Оптические.** Позволяют визуально определять, как правило, без использования специальных устройств, температуру нагретого тела, путём сравнения его цвета с цветом эталонной нити.
2. **Радиационные.** Оценивают температуру посредством пересчитанного показателя мощности теплового излучения. Если пирометр измеряет в широкой полосе спектрального излучения, то такой пирометр называют пирометром полного излучения.
3. **Цветовые** (другие названия: мультиспектральные, спектрального отношения) — позволяют делать вывод о температуре объекта, основываясь на результатах сравнения его теплового излучения в различных спектрах.

Температурный диапазон

1. **Низкотемпературные.** Обладают способностью показывать температуры объектов, обладающих даже отрицательными значениями этого параметра.
2. **Высокотемпературные.** Оценивают лишь температуру сильно нагретых тел, когда определение «на глаз» не представляется возможным. Обычно имеют сильное смещение в пользу «верхнего» предела измерения.

Применения

Пирометр ищет себе применение в таких областях как, теплоэнергетика, электроэнергетика, лабораторные исследования, быт, промышленные объекты. Рассмотрим же некоторые из них. Лабораторные исследования - при проведении исследований активных веществ в активных средах, а также в тех случаях, при которых контактный метод нарушает чистоту эксперимента (например, тело настолько мало что при измерении контактным методом потеряет существенную часть теплоты, или просто слишком хрупкое для такого типа измерения).

Использование пирометра на промышленных объектах и в быту не представляет никаких сложностей: инструмент наводится на обследуемый объект, измерение и фиксация на дисплее температурных данных выполняется в считанные секунды.

3.1. Фотоэлектрические пирометры

В приборах различных типов чувствительными элементами служат фотоэлементы с внешним фотоэффектом, фототок пропорционален энергии излучения волн определенного участка спектра. В пирометрах этого типа (рис. 2) изображение раскаленного тела (т-ру к-рого измеряют) с помощью объектива и диафрагмы 2 создается в плоскости одного из отверстий диафрагмы 3, расположенной, наряду с красным светофильтром, перед фотоэлементом. Последний через др. отверстие этой диафрагмы освещается регулируемым источником света-электрич. лампой. Благодаря колебаниям заслонки вибращ. модулятора фотоэлемент поочередно с частотой 50 Гц освещается раскаленным телом и лампой. При неравенстве освещенностей от них в цепи фотоэлемента возникает фототок, усиливается электронным усилителем. Его выходной сигнал изменяет ток накала лампы до выравнивания указанных освещенностей. Сила тока, однозначно связанная с яркостной т-рой тела, на сопротивлении $R_{\text{вых}}$ преобразуется в напряжение измеряемое автоматическим потенциометром, шкалы которого градуированы в градусах Тя. Фотоэлектрич. пирометры выпускают одношкальными для измерения т-р от 600 до 20000С или двухшкальными (введен ослабляющий светофильтр) для определения более высоких температур; в первом случае погрешность не превышает 1%, во втором -2,5% от диапазона измерений.

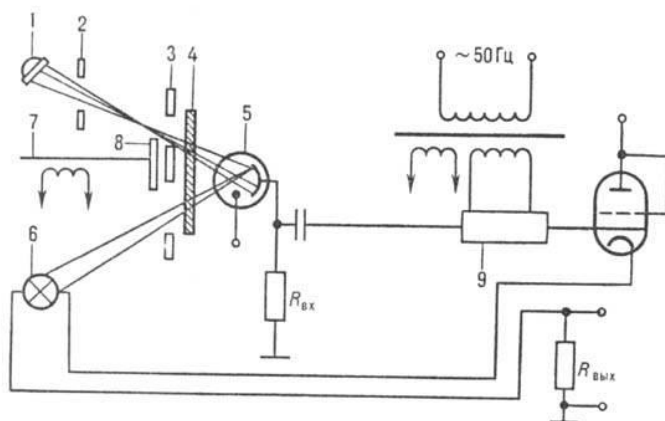
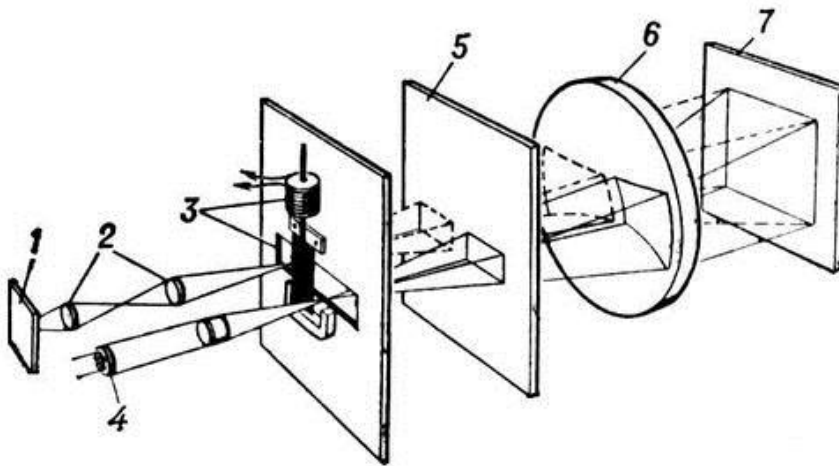
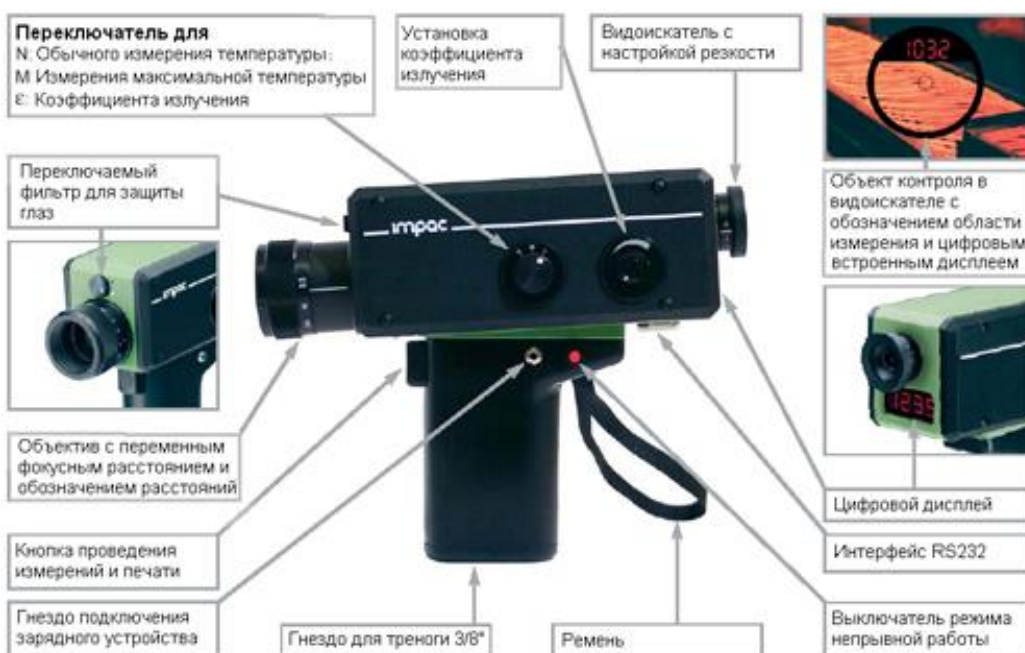


Рис. 2. Фотоэлектрич. пирометр: 1 – объектив; 2, 3 – диафрагмы; 4 – светофильтр; 5 – фотоэлемент; 6 – лампа; 7 – модулятор света; 8 – заслонка; 9 – усилитель; $R_{\text{вх}}$, $R_{\text{вых}}$ – входное и выходное сопротивления в цепи лампы.



Оптическая система автоматического фотоэлектрического пирометра: 1 — источник излучения; 2 — линзы оптической системы; 3 — модулятор, попеременно пропускающий излучение источника и эталонной лампы 4 к фотоэлементу 7; 5 — фильтр с узкой частотной полосой пропускания; 6 — погнутая линза. Фотоэлемент поочередно освещается то источником, то лампы. При неравенстве создаваемых ими освещённостей в цепи фотоэлемента возникает переменная составляющая фототока, амплитуда которой пропорциональна разности освещённостей. При измерениях ток накала лампы регулируют так, чтобы переменная составляющая фототока стала равна нулю.



3.2. Цветовые пирометры

Другие названия: мультиспектральные, спектрального отношения — позволяют делать вывод о температуре объекта, основываясь на результатах сравнения его теплового излучения в различных спектрах.

В отличие от оптических пирометров с исчезающей нитью и цветковых пирометров, в радиационных пирометрах используется тепловое действие полного излучения нагретого тела, включая как видимое, так и не видимое излучение. В связи с этим радиационные пирометры называются также пирометрами полного излучения. В качестве чувствительного элемента в радиационных пирометрах используется термобатарея из нескольких миниатюрных последовательно соединенных термопар 2 (рис.3), рабочие спаи которых нагреваются излучением объекта измерения (1), фокусируемых с помощью оптической системы (3). Возникающая Т.Э.Д.С. измеряется с помощью милливольтметра или автоматического потенциометра (4), градуированного в градусах.

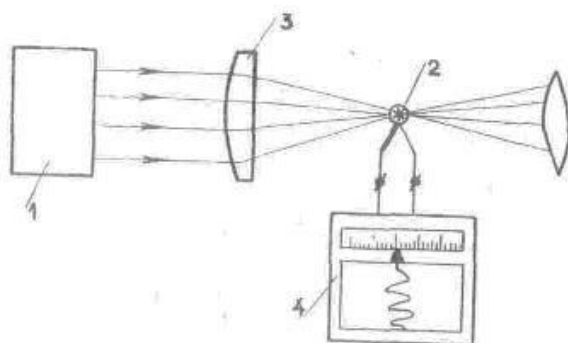


Рис.3

Принцип действия резонансного метода основан на сравнении измеряемой частоты f_x с собственной резонансной частотой f_p градуированного колебательного контура или резонатора. Обычно данный метод применяется в диапазонах высоких частот и СВЧ, но может использоваться и в более низком диапазоне. Измерительные приборы, работающие на основе этого метода, называются резонансными частотомерами

колебательная система возбуждается сигналом источника измеряемой частоты $u(f_x)$ через входное устройство. Интенсивность колебаний в колебательной системе резко увеличивается в момент резонанса, т.е. при $f_x = f_p$. Данный момент фиксируется с помощью индикатора резонанса, связанного с колебательной системой, и значение измеряемой частоты f_x считывается с градуированной шкалы механизма настройки.

В качестве колебательной системы на частотах до сотен МГц используются колебательные контуры; на частотах до 1 ГГц — контуры с распределенными постоянными типа отрезков коаксиальной линии; на частотах, превышающих 1 ГГц, — объемные резонаторы.

На рис. 10.3 приведена упрощенная структурная схема резонансного частотомера (волномера) с объемным резонатором, включающая волновод 1, по которому поступает энергия измеряемой частоты f_x , петлю связи 2, детектор (полупроводниковый диод) 3 с индикатором резонанса. И объемный резонатор 4 и плунжер 5, предназначенный для изменения одного из размеров резонатора и связанный с отсчетной шкалой. Связь резонатора с детектором индуктивная и осуществляется петлей связи 2.

Линейный размер резонатора l в момент настройки в резонанс однозначно связан с длиной волны λ возбуждаемых в нем электромагнитных колебаний. Резонанс наступает при длине резонатора $l = n \lambda/2$, где $n = 1, 2, 3$ и т. д. Поэтому, перемещая плунжер 5 до момента получения первого резонанса, а затем следующего и оценивая по отсчетной шкале разность $\Delta l = l_1 - l_2 = \lambda/2$, можно определить длину волны λ . Здесь l_1 и l_2 — показания отсчетной шкалы в момент

1-го и 2-го резонансов. Измеряемая частота f_x вычисляется по формуле $f_x = c/\lambda$, где c — скорость распространения света в вакууме.

Чтобы увеличить точность измерений частоты, необходимо повышать добротность Q резонаторов. С этой целью их внутренние поверхности полируют и серебрят, доводя величину Q до значения $(5...10)10^3$. С целью уменьшения сопротивления в месте подвижного контакта плунжера с резонатором применяют системы длинных линий (отрезки линий длиной $\lambda/2, \lambda/4$).

Резонансные частотомеры (волномеры) имеют простое устройство и достаточно удобны в эксплуатации. Наиболее точные из таких приборов обеспечивают измерение частоты с относительной погрешностью $10^{-3} ... 10^{-4}$. Основными источниками погрешностей измерения являются погрешность на-стройки в резонанс, погрешность шкалы и погрешность считывания данных.

6. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИРОМЕТРА

Примеры применения пирометров в автомобиле:

1. Измерение температуры охлаждающей жидкости, радиатора;
2. Измерение выпускной системы (перегрев катализатора и т.д.);
3. Измерение температуры тормозных дисков (заклинивание, «закисание» часто приводят к тому, что при резком торможении из-за неравномерного срабатывания машина становится неуправляемой), суппорта, подшипников и т.д.;
4. Измерение температуры воздушного потока (кондиционер, отопление);
5. Измерение поверхности детали перед покраской.

Примеры применения в быту:

1. Измерение температуры отопления.
2. Измерение температуры кондиционирования помещений.
3. Измерение температуры контактных электрических соединений (щиток, скрутки и т.д.).
4. Измерение температуры внутри компьютера (процессор, ЖД).

Примеры применения на производстве:

1. Измерение температуры (контроль) при изготовлении продукции.
2. Измерение температуры плавильных печей.
3. Измерение температуры заморозки/разморозки продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Произведено ознакомление с устройствами для измерения температуры. Изучены термометры и его виды. Изучены пирометры и его характеристики. Рассмотрены различные примеры использования пирометра.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Криштафович А.К. Электронные измерения и измерение параметров полупроводниковых приборов [Текст]: учеб. пособие для электротехнических техникумов / А.К. Криштафович. - М.: Высш. шк., 1974. - 304 с.
2. Бурсиан Э.В. Физические приборы/ Учеб. пособие для студентов – М.: Просвещение 1984. - 271 с.
3. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация/Учебник для вузов 2-е изд. – СПб: Питер, 2006 – 433 с.
4. Степанов А.С. Справочник радиолюбителя / А.С. Степанов. - Москва, 2010. - 456 с.
5. Гельфер Я. М. История и методология термодинамики и статистической физики. — Изд. 2-е, перераб. и дополн.. — М.: Высшая школа, 1981. — 536 с
6. Алексенко А.Г. Микросхемотехника / А.Г.Алексенко, И.И. Шагурин. — М.: Радио и связь, 2014. — 496 с.
7. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. — 5 изд., испр.. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 544 с.
8. Ратов, С.В. Радиотехника /С.В. Ратов,Д.Н.Ратов. - Москва, 2010.- 156 с.
9. Шишмарев В.Ю. Электротехнические измерения [Текст] : рек. ФГАУ "ФИРО" : учебник для студентов спо, обучающихся по спец. 220703 "Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)", 230113 "Компьютерные системы и комплексы", учебная дисциплина "Электротехнические измерения" / В. Ю. Шишмарев. - Москва : Академия, 2013. - 297, [1] с.
10. Захарченко В. А., Шмойлов А. В. Приемник инфракрасного излучения // Приборы и техника эксперимента, 1979, № 3, с.220.
11. Белозеров А. Ф., Омелаев А. И., Филиппов В. Л. Современные направления применения ИК радиометров и тепловизоров в научных исследованиях и технике. // Оптический журнал, 1998, № 6, с.16.

12. Угрюмов, Е.П. Цифровая схемотехника / Е.П. Угрюмов.- Спб.: БВХ - Санкт-Петербург, 2010. - 528 с.

13. Ерошин В. А. Применение микроконтроллеров AVR. Схемы. Алгоритмы // Мирская электроника. 2012. - 288 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://gyrator.ru/mikrokontroller-step> (дата обращения: 01.11.2016).