

Энергоресурсы могут быть возобновляемыми (вода, ветер ...) и невозобновляемыми (уголь, нефть, газ, ядерное топливо...)[1, с.12]. Каждый инженер, не только инженер-электрик, должен представлять общую картину энергоресурсов Земли, России и физические принципы их превращения в электричество.

Электростанции бывают тепловыми (делятся на конденсационные и теплоэлектроцентрали), гидравлическими (гидро- и гидроаккумулирующими), атомными, солнечными, геотермальными, дизельными, приливными и ветровыми. Принципы работы электростанций на уровне блок-схем необходимо знать всем техническим специалистам. Еще следует знать, из чего складывается стоимость электроэнергии, в частности, сколько персонала и какой вид электростанции обслуживает. Важно иметь представление о влиянии различных видов электростанций на экологию.

Возможно, стоит сжато внести эту информацию в «Электротехнику», сократив в ней какие-то другие главы на 2-4 часа. Возможно, стоит создать компьютерную программу, проверяющую и поясняющую эти знания. Тогда ее «прохождение» могло бы стать дополнительными баллами для зачета.

Нам, студентам специальности «Энергоснабжение промышленных предприятий», повезло изучать эту важную информацию на дисциплине «Общая энергетика». Уверены, что всем нашим однокурсникам будут полезны перечисленные нами сведения из этой дисциплины.

#### Библиографический список

1. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетика. М., 2021. 350 с.
2. Общая энергетика: курс лекций / М.Ю. Николаев, Г.В. Мальгин, Л.В. Мостовенко, А.В. Щекочихин. Нижневартговск: изд-во НВГУ, 2021. 105 с.

УДК 621.365.91  
ГРНТИ 47.14.23

### **ИЗГОТОВЛЕНИЕ, ИСПЫТАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ДАЛЬНЕЙШЕЙ МОДЕРНИЗАЦИИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Коростелев Г. Е., Некрутов Д. А.

Научный руководитель: Вовденко К. П.

*Трёхгорный технологический институт – филиал ТТИ НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

korostelev27112000@gmail.com

Предметом данного исследования является проектирование, изготовление и исследование характеристик изготовленной климатической камеры для испытания радиотехнических изделий. Основными направлениями работы являются: рассмотрение возможности использования для выполнения данной задачи элемента Пельтье и разработка электронной схемы управления камерой.

*Ключевые слова:* температура, испытания, нагрев, охлаждение, проектирование, электронная схема, принципиальная схема, печатная плата.

**MANUFACTURING, TESTING AND INVESTIGATING DIRECTIONS FOR FURTHER MODERNISATION OF A CLIMATIC CHAMBER DESIGNED FOR TESTING OF RADIOTECHNICAL PRODUCTS**

Korostelev G. E., Nekrutov D. A.

Supervisor: Vovdenko K. P.

TTI NRNU MEPhI, Trekhgornyy

The subject of this study is the design, manufacture and investigation of the characteristics of a manufactured climatic chamber for the testing of radiotechnical products. The main focus of the work is to consider the use of a Peltier element for this task and to develop an electronic circuit for the control of the chamber.

*Keywords:* temperature, testing, heating, cooling, design, electronic circuit, circuit diagram, printed circuit board.

Радиоэлектроника нашла применение практически во всех областях техники. Но часто возникает проблема необходимости предсказывать поведение радиоэлектронных изделий в различных температурных условиях и влияние температуры на их работоспособность. Существующие климатические камеры, выполняющие данную задачу, являются дорогими и обладают большими габаритными размерами, что ограничивает их применение для научных исследований.

Для решения этой проблемы была поставлена задача спроектировать испытательную камеру с использованием эффекта элемента Пельтье для нагрева и охлаждения, которая позволит проводить исследования в температурном диапазоне от -30 до +60 градусов Цельсия, будет иметь небольшие размеры и низкую покупную стоимость по сравнению с аналогами.

Элемент Пельтье является радиоэлектронным элементом, который работает по принципу одноименного эффекта. При прохождении постоянного тока через спай двух разнородных проводников происходит перенос энергии от одного слоя к другому, что приводит к созданию разности температур.

Была разработана принципиальная схема испытательной камеры (с возможностью использования датчика влажности при дальнейшей модернизации камеры), как показано на рисунке 1.

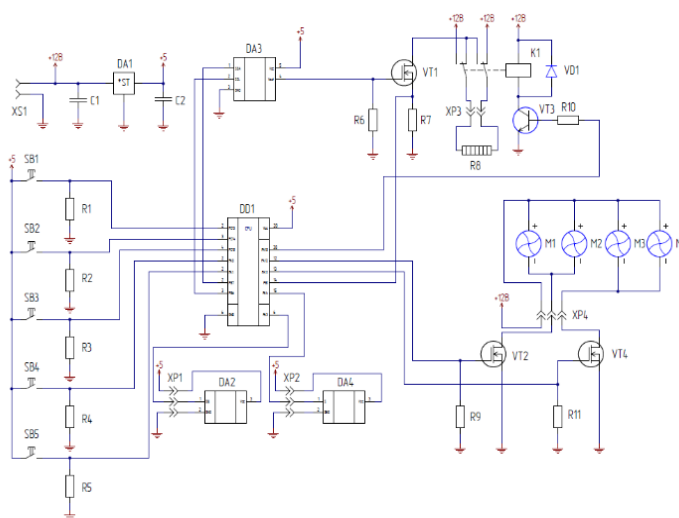


Рисунок 1 – Схема принципиальная управления климатической камерой

После разработки схемы принципиальной был изготовлен прототип. В процессе работы были заказаны все необходимые компоненты и произведена сборка опытного образца. Внешний вид камеры показан на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внешний вид опытного образца

В системе автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств Altium Designer была разработана печатная плата устройства. Трассировка печатного рисунка платы разработана с учетом протекающих токов в данных электрических цепях. Плата представлена на рисунке 3.

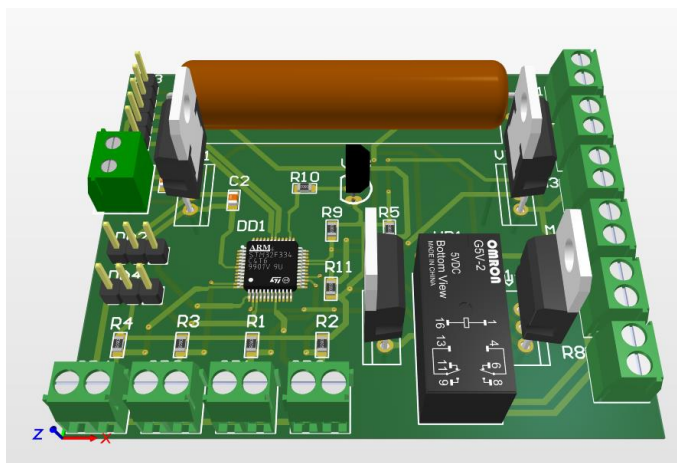


Рисунок 3 – Печатная плата климатической камеры

После сборки, был проведен ряд испытаний климатической камеры для получения экспериментальных данных необходимых для сбора информации по дальнейшей модернизации. Примененный нами элемент Пельтье имел номинальный ток 2,52 А (при заявленных производителем 15 А), поэтому практические данные при регистрации полученных температур получились ниже, чем ожидалось.

Первой целью исследований было определение возможностей нагрева и охлаждения воздуха внутри климатической камеры с применением различных конфигураций установки радиаторов на элемент Пельтье. В результате экспериментально полученных данных, пришли к заключению, что для улучшения работы камеры необходимы следующие этапы доработки:

работа над герметичностью и теплоизоляцией камеры и установка более мощного элемента Пельтье. Далее был сделан вывод, что наибольшую эффективность нагрева климатическая камера показывает при отведении тепла с охлаждающей и нагревающей сторон. Т.е при использовании двух радиаторов, а также наличии термопрокладки между радиаторами. Максимальное диапазон значений, полученных при регистрации температуры внутри климатической камеры в течении 40 минут, является от плюс 22,62 до плюс 42,08 градуса Цельсия при температуре окружающей среды плюс 27 градусов Цельсия. Полученные данные в виде графиков представлены на рисунке 4.

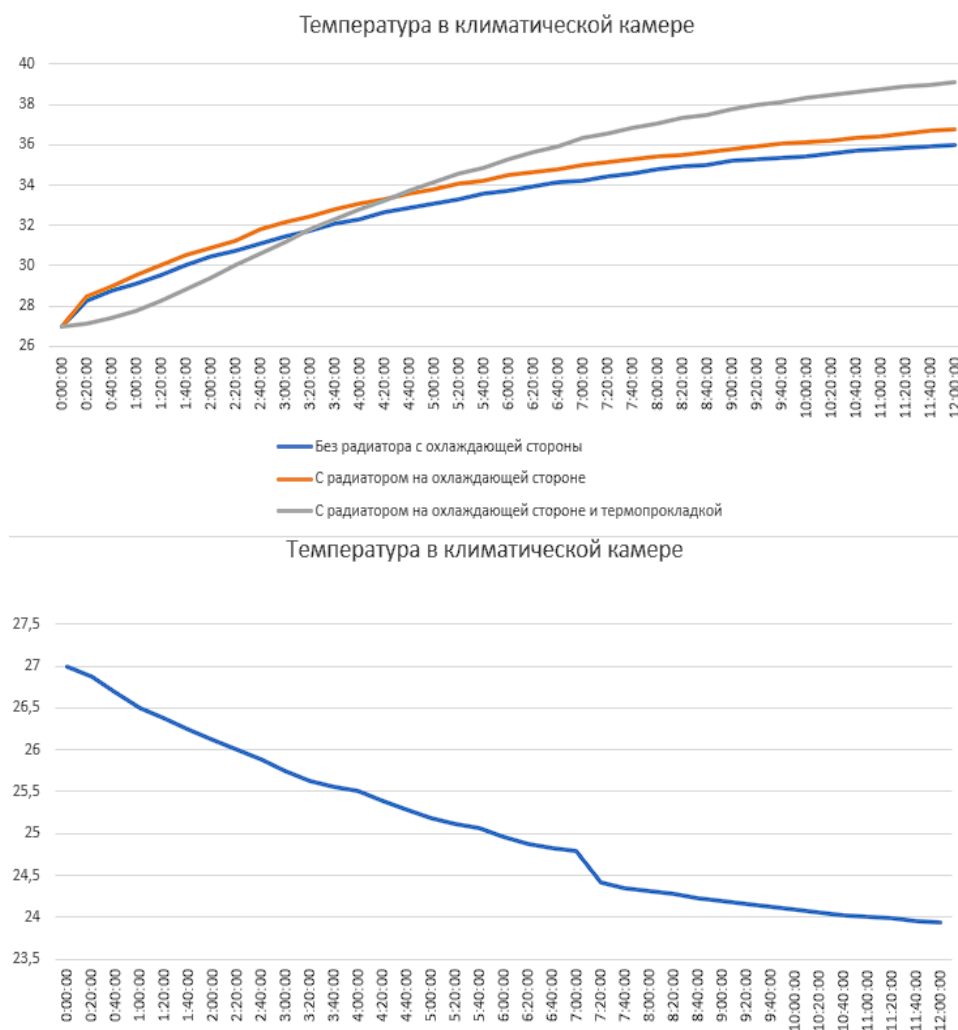


Рисунок 4 – Результаты работы климатической камеры

Таким образом, в результате проделанной работы в данном научно-исследовательском проекте, были выполнены поставленные перед нами задачи. А именно: был разработан печатный узел, собран тестовый образец и проведена регистрация реальных выходных параметров изготовленной климатической камеры. Проведенная работа позволит перейти к дальнейшему этапу модернизации камеры, т.е. к улучшению ее характеристик путем улучшения термоизоляции и использования более мощного элемента Пельтье в ее конструкции.

Библиографический список:

1. Элемент Пельтье - как устроен и работает, как проверить и подключить // [ElectricalSchool.info](http://ElectricalSchool.info) - большой образовательный проект на тему электричества и его

- использования. 2019. URL: <http://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/1977-jelement-pelte-kak-ustroen-i-rabotaet.html> (дата обращения 17.10.2022)
2. Элемент Пельтье //3D-DIY.RU/: 3DiY (ТридаЙ) - интернет-магазин комплектующих для 3D принтеров, ЧПУ станков и робототехники. 2021. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/element-pelte/> (дата обращения 17.10.2022)
  3. Элемент Пельтье, принцип работы //PrincipRaboty.ru - основные принципы работы систем 2022. URL: <https://principraboty.ru/yelement-pelte-princip-raboty/> (дата обращения 17.10.2022)
  4. Свистова Т. В. Функциональная электроника – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – 286 с.