

Карточка проекта

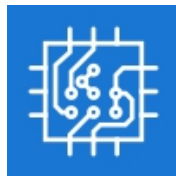
Название	Разработка низкотемпературного термоэлектрического генератора
Тип проекта	Инициативный
Исполнители	Сочнева П.К-9РТ6-1
Срок реализации	03.2022-05.2022

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт
Паста теплопроводящая КТП-8	1
Радиатор для холодной стороны 120 x90 x25	4
Теплопереход 86 x33 x22	4
Термоэлектрический модуль ТГМ-127-1,4-2,5	4
Микросхема МТ3608	1
Катушка индуктивности LQH32MN121K23-75 мФ-22мкГн ±10%	1
Конденсатор Чип 0805 X7R-16 В-22 мкФ ±10%	2
Резистор Чип 0805-0, 125 Вт-16 кОм ±5%	1
Резистор Чип 0805-0, 125 Вт-2 кОм ±5%	1
Диод Шоттки 1N5818	1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



ЗАДАНИЕ

на разработку

Выдано студенту: П.К.Сочнева-9РТб-1 _____

Название проекта: Разработка низкотемпературного термоэлектрического генератора (ТЭГ)

Назначение:

Термоэлектрический генератор предназначен для получения электрической энергии от различных источников тепла

Область использования:

ТЭГ может использоваться:

- как альтернативный источник электроэнергии в бытовых условиях, для зарядки гаджетов;
- как источник электроэнергии в полевых условиях;
- как дополнительный источник питания в автомобиле, снижающий нагрузку на двигатель и преобразующий избыток тепла от выхлопных газов в электрическую энергию.

Функциональное описание устройства:

Низкотемпературный ТЭГ преобразует тепловую энергию в электрическую. При контакте рабочей поверхности ТЭГ с источником на выходе генератора появляется напряжение, которое поступает на повышающий преобразователь. На выходе преобразователя напряжения формируется постоянное напряжение величиной 5 вольт или 12 вольт (в зависимости от области применения), необходимое для зарядки различных электронных устройств (смартфонов, телефонов, планшетных компьютеров и т.д.)

Техническое описание устройства:

Устройство должно состоять из 4-х термоэлектрических модулей, соединенных последовательно. Модули, с одной стороны должны крепиться к теплопроводам, которые в свою очередь, располагаются на рабочей поверхности теплоприемника. С другой стороны на термоэлектронный модуль крепится охлаждающий радиатор для обеспечения разности температур. Выходное напряжение с термоэлектрических модулей подается на электронный преобразователь напряжения, который повышает уровень напряжения до 5 вольт.

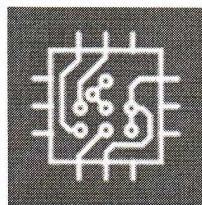
Требования:

Устройство должно соответствовать техническому заданию, быть безопасным, надежным.

План работ:

Наименование работ	Срок
Разработать структурную схему ТЭГ	03.2022
Определить список комплектующих	03.2022
Разработать эскиз конструкции ТЭГ	04.2022
Выполнить тепловой расчет элементов конструкции ТЭГ	04.2022
Выбрать схему преобразователя напряжения	04.2022
Разработать схему электрическую принципиальную ТЭГ	05.2022
Собрать устройство и проверить его работу	05.2022
Составить паспорт	05.2022
Провести испытания и демонстрацию готового изделия.	05.2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



ПАСПОРТ
Техническая разработка
«Низкотемпературный термоэлектрический генератор»

Руководитель проекта

С.Г. Марущенко 20.05.2022

(подпись, дата)

С.Г.Марущенко

Ответственный исполнитель

П.К. Сочнева 20.05.2022

(подпись, дата)

П.К.Сочнева

Комсомольск-на-Амуре 2022

Содержание

1	Общие положения	9
1.1	Наименование изделия	9
1.2	Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы.....	9
1.3	Перечень организаций, участвующих в разработке системы	9
1.4	Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах	10
2	Назначение и принцип действия	11
2.1	Назначение изделия	11
2.2	Области использования изделия	11
2.3	Принцип действия.....	11
3	Состав изделия и комплектность.....	19
4	Технические характеристики	20
4.1	Основные технические характеристики ТЭГ.....	20
4.2	Основные технические характеристики преобразователя напряжения	21
5	Устройство и описание работы изделия.....	22
5.1	Устройство изделия	22
5.2	Описание работы изделия	23
6	Условия эксплуатации	25
6.1	Правила и особенности размещения изделия	25
6.2	Меры безопасности.....	25
6.3	Правила хранения и транспортирования.....	26

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		8

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Низкотемпературный термоэлектрический генератор» (далее «изделие»).

Паспорт входит в комплект поставки изделия. Прежде, чем пользоваться изделием, внимательно изучите правила обращения и порядок работы с ним. В связи с постоянной работой по усовершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отраженные в данном издании.

1.1 Наименование изделия

Полное наименование системы – техническая разработка «Низкотемпературный термоэлектрический генератор» (ТР ТЭГ).

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы

Создание ТР ТЭГ осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке системы

Заказчиком создания ТР ТЭГ является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 17.

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		9

Исполнителями работ по созданию ТР ТЭГ являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро факультета энергетики и управления (далее СКБ ФЭУ), студенту группы 9РТб-1, Сочнева П.К.

1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.610-2006. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		10

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

Низкотемпературный термоэлектрический генератор - это устройство для преобразования тепловой энергии в электрическую с использованием полупроводниковых термоэлементов. Используется для автономного энергообеспечения различных объектов при условии невозможности использования или экономической нецелесообразности других источников тока. В состав изделия входят: термоэлектрический генератор (ТЭГ), состоящий из четырех последовательно соединенных термоэлектрических модулей (ТЭМ) и преобразователь напряжения.

2.2 Области использования изделия

Область использования:

ТЭГ может использоваться:

- как альтернативный источник электроэнергии в бытовых условиях, для зарядки гаджетов;
- как источник электроэнергии в полевых условиях;
- как дополнительный источник питания в автомобиле, снижающий нагрузку на двигатель и преобразующий избыток тепла от выхлопных газов в электрическую энергию.

2.3 Принцип действия

Устройство состоит из двух модулей – ТЭГ и преобразователя напряжения, осуществляющего повышение выходного напряжения с ТЭГ, до уровня, необходимого пользователю.

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		11

Рассмотрим принцип действия ТЭГ. В основе термоэлектрической генерации лежит эффект Зеебека - термоэлектрический эффект, заключающийся в возникновении термоЭДС при нагреве контакта двух разнородных металлов или полупроводников (термопары). Напряжение термоЭДС $E_{ТЭДС}$ прямо пропорционально коэффициенту Зеебека - α и разнице температур - ΔT между горячей T_h и холодной T_c сторонами термоэлектрического модуля, рисунок 1.

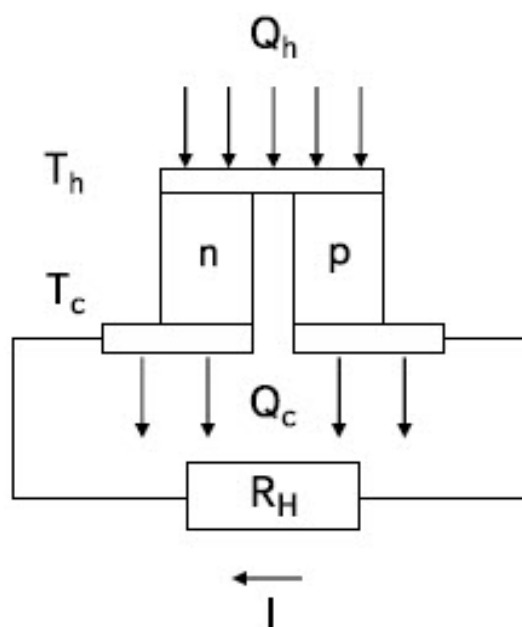


Рисунок 1 – Схематическое представление эффекта Зеебека на примере сая термоэлектрических элементов n – и p – типа.

Представленная конструкция термопары состоит из разнородных полупроводниковых термоэлементов n – и p – типа, соединенных между собой на одной стороне, другие два свободных конца подключаются к нагрузке R_H .

Если температура места контакта отлична от температуры свободных концов, то по такой цепи пойдет ток, а на нагрузке будет выделяться полезная мощность. Для увеличения электрической мощности и напряжения термопары соединяют последовательно, при этом они образуют термобатарею,

или термоэлектрический модуль, графическое изображение которого представлено на рисунках 2 и 3.

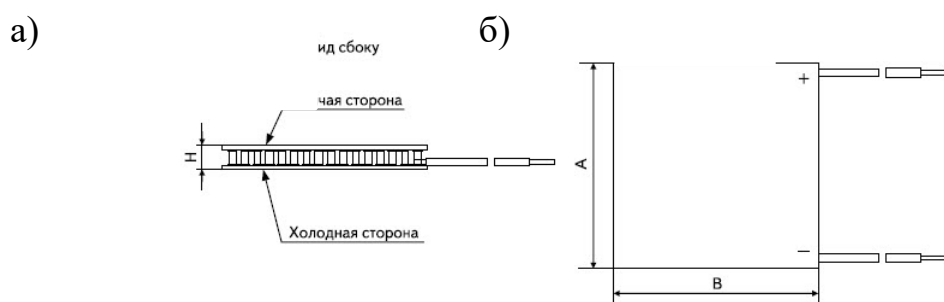


Рисунок 2 – Чертеж термоэлектрического генераторного модуля:

а) - вид сбоку; б) – вид сверху



Рисунок 3 – Термоэлектрический генераторный модуль в разрезе

Между двух керамических пластин смонтированы электрически последовательно, а по тепловому потоку – параллельно, термоэлектрические элементы n – и p – типа.

Современное применение термоэлектрического преобразования заключается в следующем. Развитие современной техники и технологий неразрывно связано с поиском новых источников энергии, в первую очередь – электрической. Основное требование увеличить объем ее выработки, но в последнее время на передний план выходят дополнительные условия: энергия

должна вырабатываться энергетически чистым путем, должна быть возобновляемая и никак не связана с углеродом. Сегодня усилия многих ученых направлены на развитие «зеленой» энергетики. Термоэлектрическая генерация является одним из перспективных, а в некоторых случаях единственно доступным способом прямого преобразования тепловой энергии в электрическую. В таком преобразовании отсутствует промежуточное звено, как, например, в работе тепловой или атомной электростанции, где тепловая энергия преобразуется в механическую, а затем механическая энергия преобразуется в электрическую.

Большинство ТЭГ предназначены для «малой энергетики». Они обладают такими уникальными качествами, как полная автономность, высокая надежность, простота эксплуатации, бесшумность и долговечность. ТЭГ используются для энергоснабжения объектов, удаленных от линий электропередачи, а так же при целом ряде условий, где они являются единственно возможным источником электрической энергии.

Среди преимуществ, определяющих при выборе среди прочих приоритет термоэлектрического преобразования, во многих приложениях - это отсутствие движущихся частей и, как одно из следствий, отсутствие вибраций, а также необходимости применения жидкостей и/или газов под высоким давлением. (Преобразование происходит в самом термоэлектрическом веществе.)

Рассмотрим принцип действия повышающего преобразователя напряжения.

Все преобразователи используют одинаковый принцип работы, имеют идентичное количество компонентов и отличаются лишь способом коммутации накопительного дросселя L_1 , от режима работы которого и зависят все характеристики схемы.

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		14

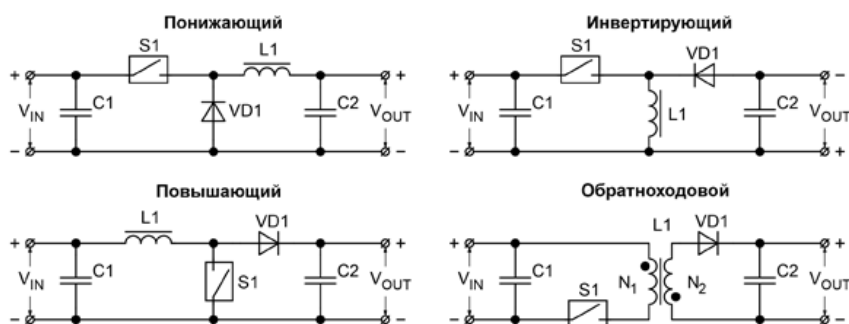


Рисунок 4-Схемы наиболее популярных преобразователей напряжения

Преобразование электрической энергии происходит в два этапа. На первом этапе ключ S_1 замыкается, и к дросселю L_1 прикладывается некоторое напряжение V_{L1} , под действием которого за время t_{ON} его ток возрастает на величину dl_1 (формула 1).

$$dl_1 = \frac{V_{L1}}{L_1} \quad (1)$$

где L_1 – индуктивность обмотки, активной на первом этапе.

При этом к диоду $VD1$ приложено напряжение обратной полярности, поэтому ток через него не протекает. В конце этого интервала ток дросселя достигает максимального значения I_{MAX1} , а это значит, что в его магнитопроводе накапливается энергия E (формула 2):

$$E = \frac{I_{MAX1}^2 * L_1}{2} \quad (2)$$

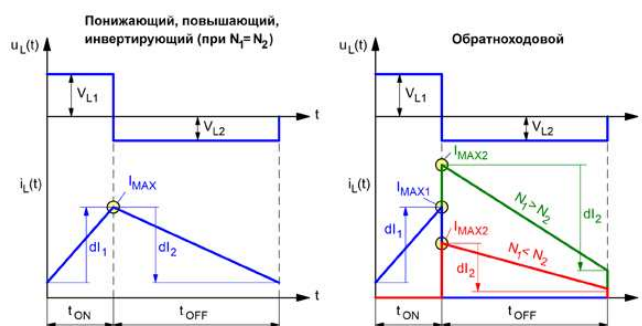


Рисунок 5-Диаграммы напряжения тока дросселя различных преобразователей

Поскольку на первом этапе энергия в дросселе увеличивается, то его очень часто называют этапом накопления или заряда дросселя.

После размыкания ключа S_1 на выводах всех обмоток дросселя формируется ЭДС самоиндукции, полярность которой противоположна полярности, присутствовавшей на первом этапе, это означает, что дроссель L_1 теперь становится не потребителем, а источником электрической энергии. Изменение полярности напряжения на обмотках приводит к открытию диода VD1, который и обеспечивает путь протекания тока на втором этапе, называемом этапом возврата, или разряда дросселя.

Поскольку количество энергии в дросселе в момент коммутации ключей не изменяется, то ток в его активной обмотке сразу после размыкания ключа S_1 также будет максимальным, однако его величина I_{MAX2} может измениться, ведь он теперь может протекать уже по другому количеству витков (формула 3):

$$E = \frac{I_{MAX2}^2 * L_2}{2} \quad (3)$$

где L_2 – индуктивность обмотки, активной на втором этапе.

Дроссель понижающей, повышающей и инвертирующей схем обычно содержит только одну обмотку, поэтому $L_1 = L_2$, а значит и $I_{MAX1} = I_{MAX2} = I_{MAX}$. А вот для обратноходовой схемы индуктивности L_1 и L_2 чаще всего отличаются, поэтому ток I_{MAX2} можно определить (формула 4), приравняв формулы 2 и 3 :

$$I_{MAX2} = LI_{MAX1} * \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = I_{MAX1} * \frac{N_1}{N_2} \quad (4)$$

где N_1 и N_2 – количество витков, соответственно, первичной и вторичной обмоток.

Вторую часть формулы 4 можно легко получить, вспомнив, что индуктивность обмотки пропорциональна квадрату количества витков (формула 5):

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
						16
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

$$L_{1,2} = N_{1,2}^2 * A_L \quad (5)$$

где A_L – конструктивный параметр магнитопровода.

После открытия диода напряжение на обмотке дросселя фиксируется на уровне V_{L2} , под действием которого ток дросселя за время t_{OFF} уменьшится на величину dI_2 (формула 6):

$$dI_2 = \frac{V_{L2}}{L_2} * t_{off} \quad (6)$$

В квазиустановившемся режиме, когда отсутствуют какие-либо переходные процессы как в цепях питания, так и в цепях нагрузки, дроссель на втором этапе преобразования должен отдать всю энергию, накопленную на первом интервале. Это означает, что к моменту начала следующего цикла его ток должен быть таким же, как и в начале предыдущего. Для схем с однообмоточным дросселем $dI_1 = -dI_2$, но в общем случае (для обратного преобразователя) изменения токов обмоток определяются. Законом полного тока (формула 7)

$$dI_1 * N_1 = -dI_2 * N_2 \quad (7)$$

Подставляя в формулу 8 соотношения 2 и 7, с учетом 6, можно получить основное уравнение 9, связывающее величины напряжений на выводах обмоток дросселя с отношением длительностей основных этапов преобразования:

$$\frac{V_{L1}}{N_1} * t_{ON} = -\frac{V_{L2}}{N_2} * t_{off} \quad (8)$$

Формула 8 является основой для получения регулировочной характеристики преобразователя – зависимости выходного напряжения от относительной длительности первого этапа преобразования $D = t_{ON}/(t_{ON} + t_{OFF})$. Однако для того чтобы получить эти зависимости, далее необходимо рассматривать каждую схему в отдельности.

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
						17
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

Повышающий преобразователь (Step-Up Converter, Boost Converter) также обычно строится на основе однообмоточного дросселя ($N_1 = N_2$). На первом этапе преобразования, когда ключ S_1 замкнут, к обмотке дросселя приложено полное напряжение питания ($V_{L1} = V_{IN}$), а вот на втором есть разница между входным и выходным напряжениями ($V_{L2} = V_{OUT} - V_{IN}$), как показано на рисунке 6. Подставляя эти значения в формулу 8, получим формулу 9:

$$V_{IN} * t_{ON} = -(V_{OUT} - V_{IN}) * t_{OFF} \quad (9)$$

Из формулы 9 теперь можно получить уравнение для регулировочной характеристики (формула 10):

$$V_{OUT} = V_{IN} * \frac{t_{ON} + t_{OFF}}{t_{OFF}} = V_{IN} * \frac{1}{1-D} \quad (10)$$

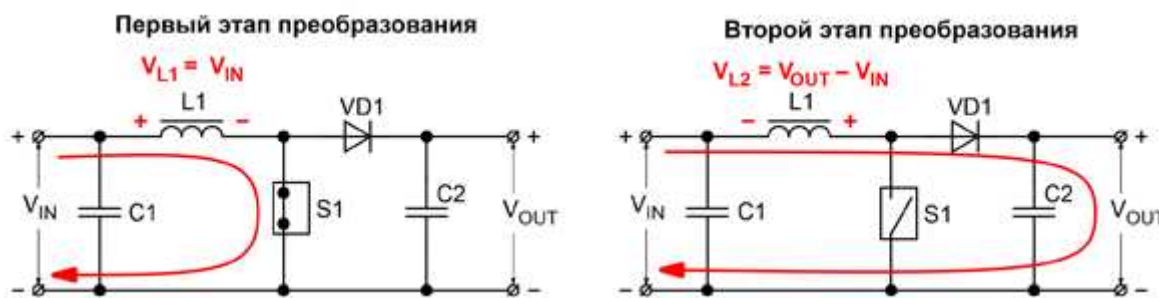


Рисунок 6-Принцип работы повышающего преобразователя

Как и в понижающем преобразователе, формула 10 накладывает ограничения на соотношение напряжений V_{IN} и V_{OUT} . При $V_{OUT} < V_{IN}$ правая часть формулы 10 изменит свой знак, и дроссель перестанет отдавать энергию. Поэтому повышающий преобразователь может только увеличивать входное напряжение.

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- ТЭГ
- Преобразователь напряжения
- Зарядный USB кабель
- Паспорт.

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
						19
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

4 Технические характеристики

4.1 Основные технические характеристики ТЭГ

Основные технические характеристики устройства приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики ТЭГ

Наименование параметра	Значение
Рабочий диапазон температур	20°-100°С
Напряжение на выходе ТЭГ при температуре 80°С	2.4В
Номинальный выходной ток	1,23 А
Габариты, мм	210 x 135 x 50
Масса нетто, кг	2

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
						20
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

4.1 Основные технические характеристики преобразователя напряжения

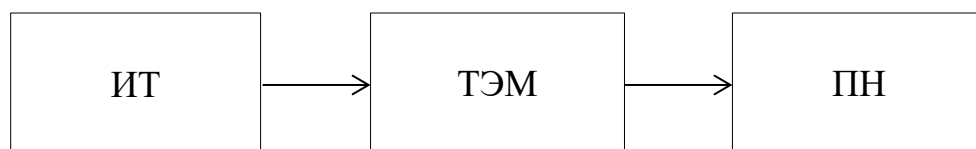
Основные технические характеристики преобразователя напряжения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики преобразователя напряжения

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение на выходе преобразователя	5 В
Номинальный выходной ток преобразователя	0,5 А
Диапазон входных напряжений	0,6 -2,4 В
Частота преобразования	1.2 МГц
КПД прибора	88%
Габариты, мм	30 x 70 x50
Масса нетто, гр	100

5 Устройство и описание работы изделия

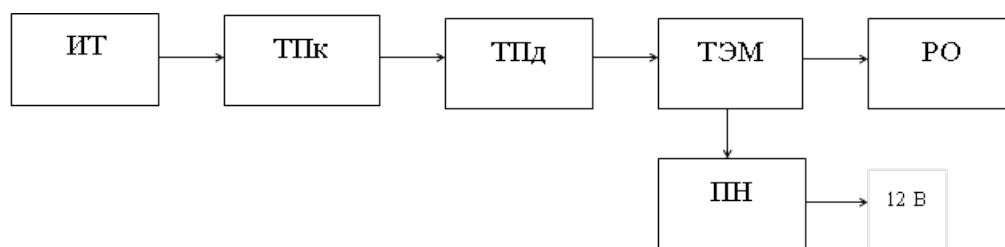
5.1 Устройство изделия



ИТ-источник тепла; ТЭМ – термоэлектрический модуль;

ПН- преобразователь напряжения

Рисунок 7– Структурная схема термоэлектрического генератора



ИТ-источник тепла; ТПк- теплопроводник; ТПд- теплопереход;

ТЭМ – термоэлектрический модуль; ПН-преобразователь напряжения;

РО- радиатор охлаждения

Рисунок 8– Функциональная схема термоэлектрического генератора

Конструкция ТЭГ представлена на рис.6

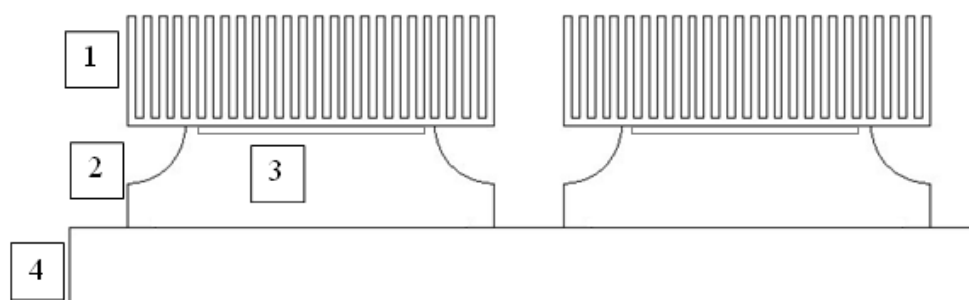


Рисунок 9 – Конструкция термоэлектрического генератора,
вид сбоку

Конструкция термоэлектрического генератора состоит из:

1. Радиатор охлаждения

Устройство для рассеивания тепла в воздухе. Служит для отвода лишнего тепла с теплоперехода.

2. Теплопереход

Составная часть полупроводникового термоэлектрического устройства, обеспечивающая электрическую изоляцию его термоэлементов от объекта теплового воздействия или системы теплообмена и обладающая заданной теплопроводимостью в направлении градиента температуры.

3. Термоэлектрический модуль

Термоэлектрический преобразователь, принцип действия которого базируется на эффекте Пельтье — возникновении разности температур при протекании электрического тока.

4. Металлическая подложка

Металлическая пластина, используется в качестве каркаса генератора, а так же в качестве теплоприемника.

Принцип действия заключается в следующем: источник тепла через теплопроводник и теплопереход нагревает горячую сторону термоэлемента, в свою очередь на том образуется разность температур, что приводит к возникновению термо-ЭДС.

Чем больше разница температур, тем выше напряжение, вырабатываемое термоэлектрическим генератором, и тем выше вырабатываемая мощность. С термоэлемента, образуемый ток поступает на преобразователь напряжения на выходе которого получаем стабильные 5 В.

5.2 Описание работы изделия

Изделие предназначено для преобразования тепловой энергии в электрическую энергию. Перед началом работы необходимо к выходному разъему ТЭГ подключить преобразователь напряжения. Выходной разъем

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
						23
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

преобразователя напряжения кабелем USB соединить с потребителем электроэнергии (мобильным телефоном, планшетом и т.п.).

ТЭГ конструктивно состоит из рабочей подложки, теплопроводов, ТЭМ и охлаждающих радиаторов. Необходимо разместить ТЭГ рабочей подложкой на источник тепла. Внимание, температура источника тепла не должна превышать 100 С. Охлаждающие радиаторы не должны соприкасаться с другими источниками тепла. После установления температурного баланса (2 минуты) ТЭГ готов к работе. На преобразователе напряжения загорится сигнальный светодиод, подтверждающий наличие выходного напряжения.

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
						24
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

6 Условия эксплуатации

Изделие выпускается в климатическом исполнении УХЛ 1.3 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в стационарных условиях, а также под воздействиями атмосферных факторов:

- интервал температур от +10 до +35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25 °С;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- атмосферное давление от 86,6 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

В помещении, где используется изделие не должно возникать условий для конденсации влаги (выпадения росы). Изделие является электронным прибором, требующим бережного обращения.

Для обеспечения безотказной работы, сохранения точности и его сбережения необходимо соблюдать следующие правила:

- изучить паспорт, прежде чем приступить к работе с изделием;
- предохранять изделие от ударов и повреждений;
- не допускать самостоятельную разборку изделия.

6.1 Правила и особенности размещения изделия

Изделие должно быть расположено на нагревательном приборе.

ВНИМАНИЕ! При эксплуатации изделия запрещается проводить самостоятельно какие-то либо работы по извлечению и установке внутренних компонентов изделия.

6.2 Меры безопасности

Необходимо соблюдать требования техники безопасности и следующие меры предосторожности:

- не оставлять изделие включенным без наблюдения;

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
						25
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

- после транспортировки в холодное время года изделие необходимо выдержать при комнатной температуре не менее двух часов;
- внутренние осмотры и ремонт изделия должны производиться только квалифицированными специалистами;
- не устанавливайте изделие на неустойчивой подставке, стойке или ненадежном кронштейне.

6.3 Правила хранения и транспортирования

Транспортирование изделия в упакованном виде может производиться железнодорожным, автомобильным (в закрытых транспортных средствах), воздушным, речным и морским видами транспорта в соответствии с правилами перевозок грузов, действующих на транспорт данного вида. Условия транспортирования изделия по части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 5 по ГОСТ 15150.

После транспортирования изделие должно быть выдержано не менее 2 часов в транспортной таре при температуре 20 ± 5 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

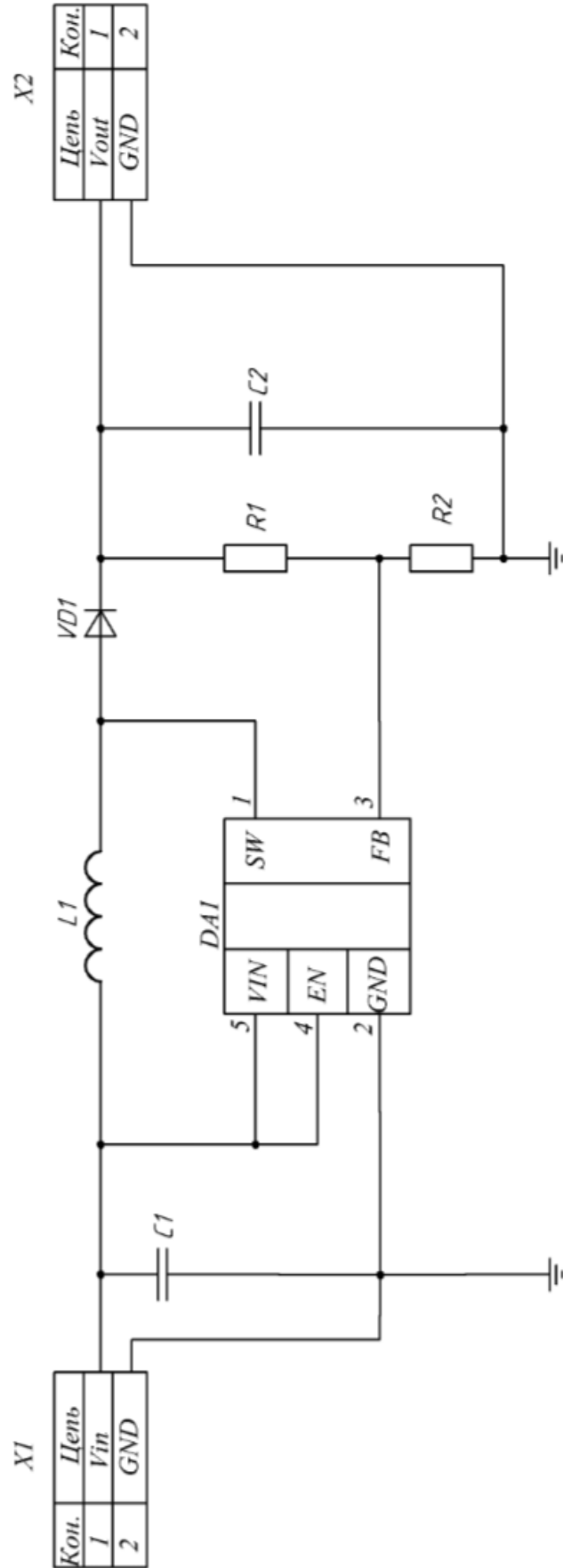
Распакованное изделие должно храниться в отапливаемом и вентилируемом чистом помещении при температуре от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 25 °С допускается увеличение относительной влажности до 80 %. Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов, налеты на поверхностях оптических деталей.

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
						26
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

					СКБФЭУ.2.ИП.01000ПЭ	Лист
						27
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		



Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

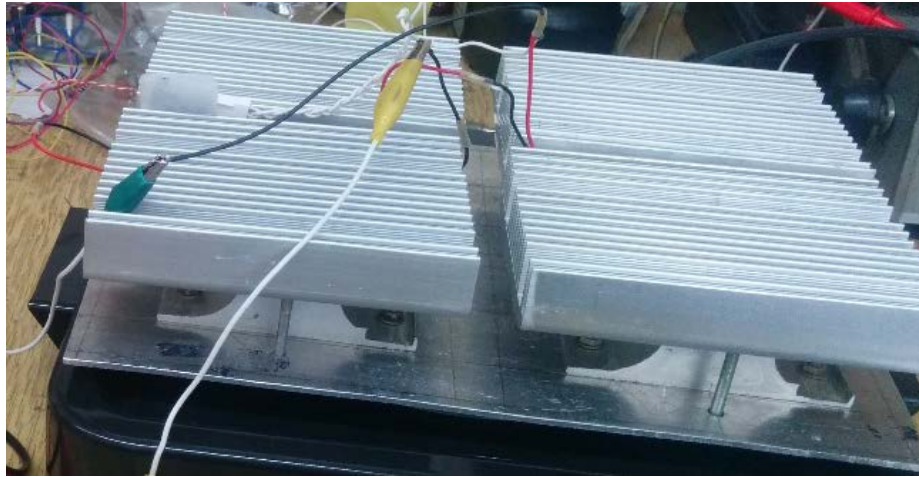


Рисунок А1 – Внешний вид изделия

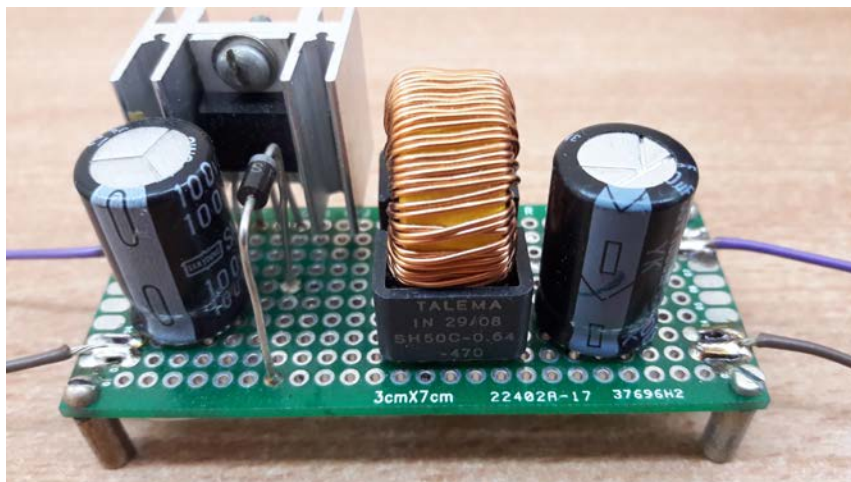


Рисунок А2-Преобразователь напряжения

					СКБФЭУ.2.ИП.010000ПЭ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		30

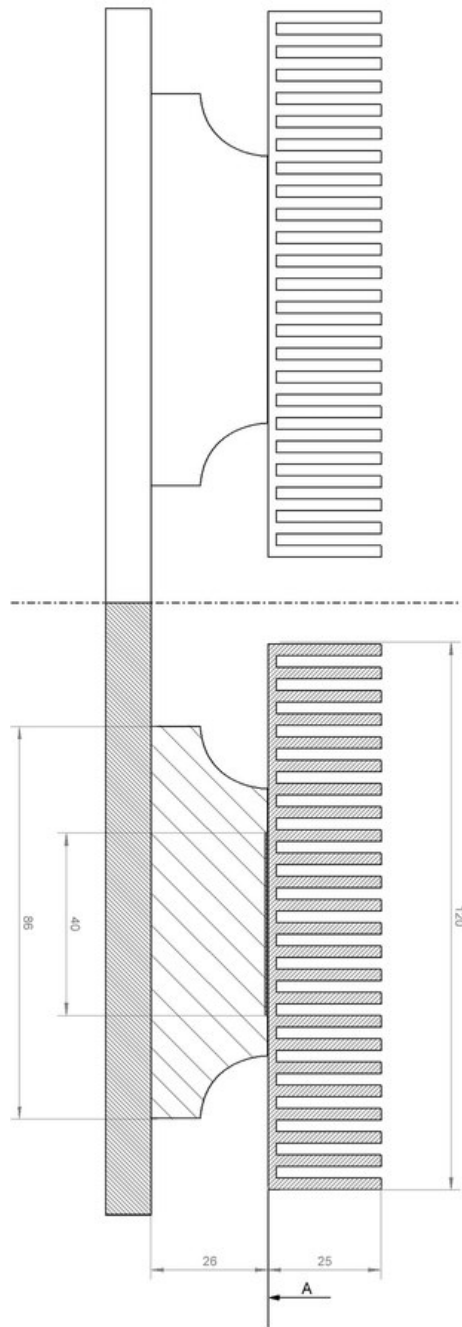


Рисунок А3 – Термоэлектрический генератор, вид сбоку в разрезе

					СКБФЭУ.2.ИП.010000ПЭ	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		31

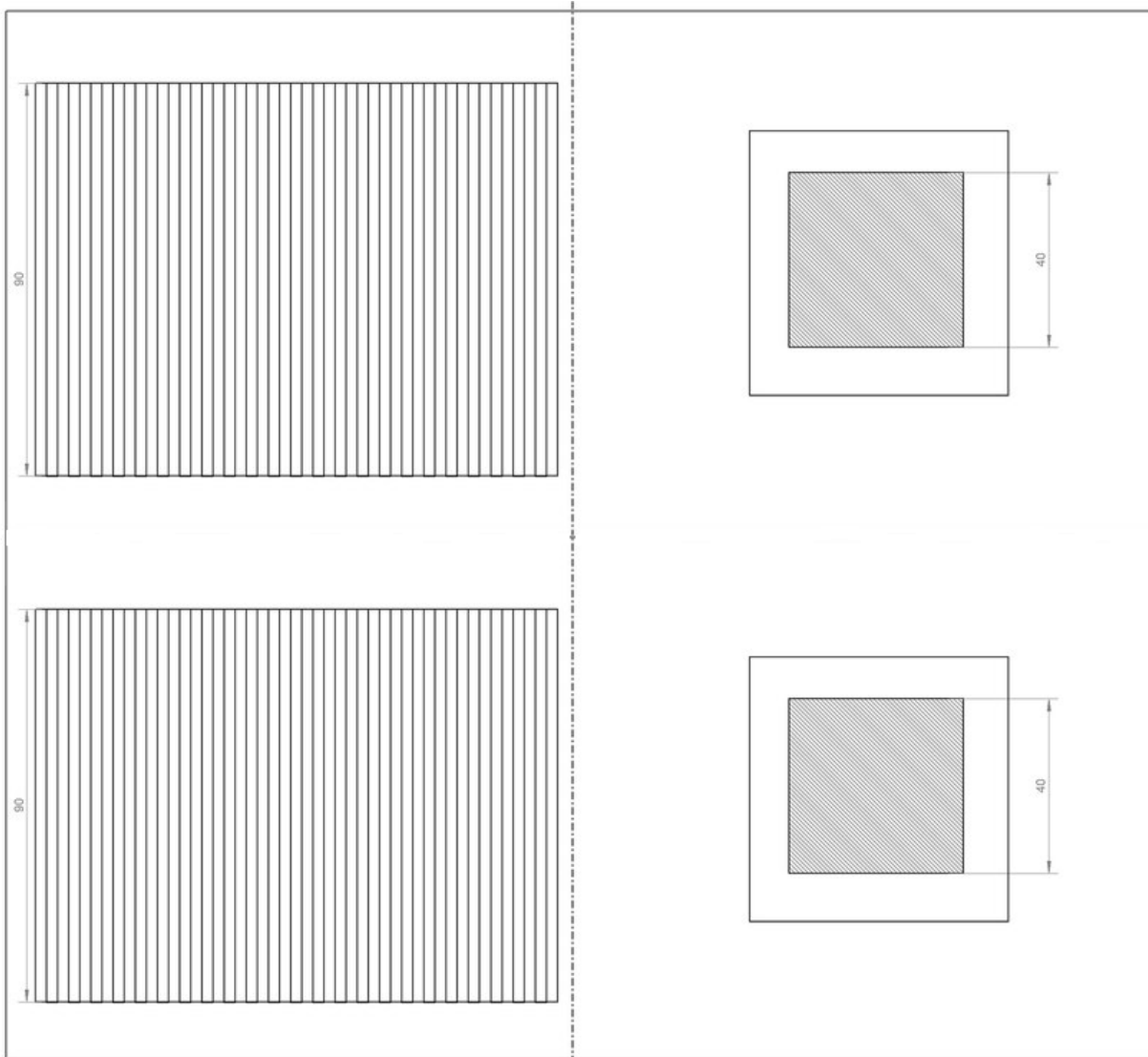


Рисунок А4 – Термоэлектрический генератор, вид сверху в разрезе


					СКБФЭУ.2.ИП.010000ПЭ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		32

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

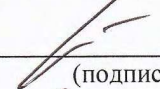
Декан ФЭУ


_____ А.С. Гудим
(подпись)

«20» 05 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой _____


_____ Н.Н.Любушкина
(подпись)

«20» 05 2022 г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию техническую разработку «Низкотемпературного термоэлектрического генератора»

г. Комсомольск-на-Амуре

«20» 05 2022г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика

- С.Г. Марущенко – руководитель проекта,
- Н.Н. Любушкина – Заведующий кафедрой ПЭ,
- А.С.Гудим – декана ФЭУ

исполнителя

- П.К.Сочнева -9РТб-1

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает техническую разработку «Низкотемпературный термоэлектрический генератор», в составе:

Оборудование, в составе:


- ТЭГ
- Преобразователь напряжения

Эксплуатационная документация:


- Паспорт изделия

Техническая разработка «Низкотемпературный термоэлектрический генератор» прошел опытную эксплуатацию с « 1 » 05 по « 20 » 05 20 22 г. и признан годным к эксплуатации. Были протестированы все режимы функционирования, отказы системы, а также аварийные отключения по вине системы не наблюдались.

Руководитель проекта

 / С.Г. Марущенко /

Ответственный исполнитель

 / П.К. Сочнева /

