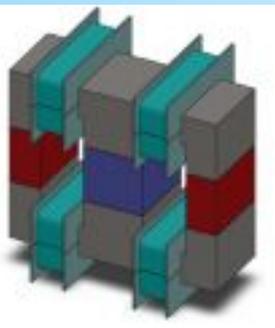


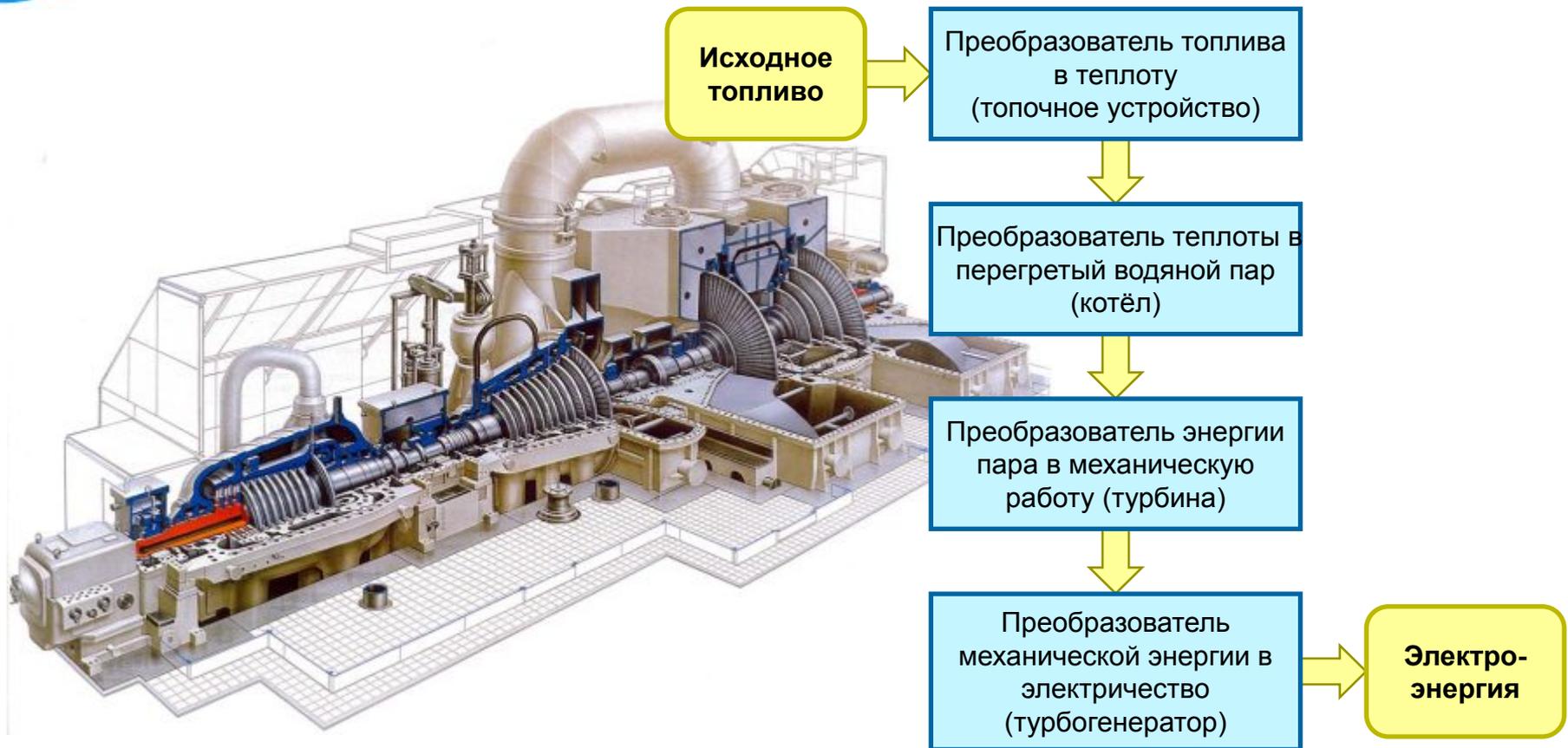


## Термомагнитоэлектрический преобразователь энергии



Научная группа Андреев М. Л.  
Исаков А. Н.  
Козырева О. И.

В чём проблема эффективного преобразования тепловой энергии в электрическую?

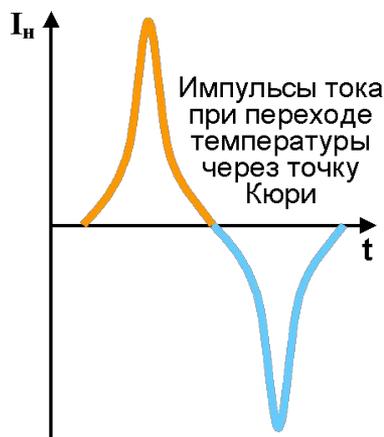
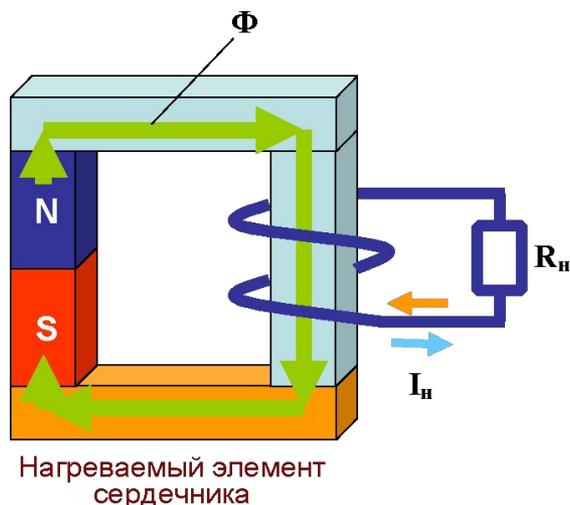


Традиционные способы преобразования имеют длинную технологическую цепочку.

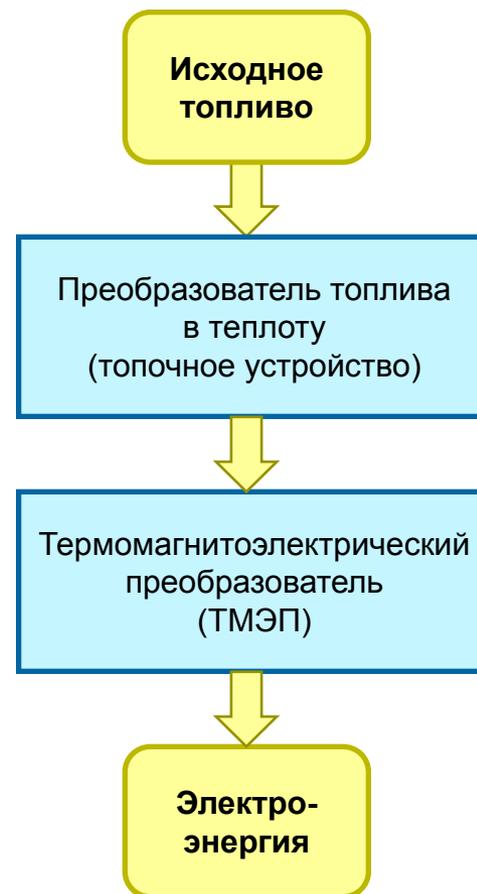
На каждом этапе данной цепочки присутствуют потери. Кроме того, данное энергетическое оборудование имеет высокую стоимость и массогабаритные показатели.

Одним из вариантов решения проблемы эффективного преобразования тепловой энергии в электрическую является создание терромагнитоэлектрического преобразователя (ТМЭП).

### Принцип работы ТМЭП

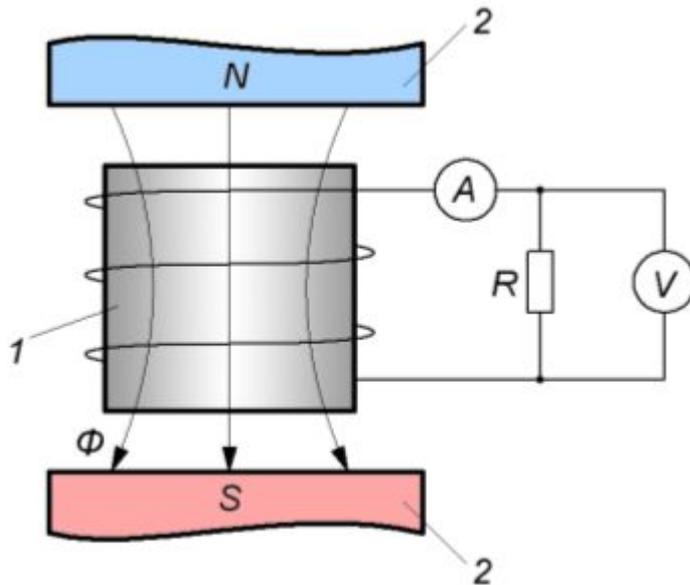


### Цикл преобразования



Использование установки ТМЭП позволяет сократить цепочку генерации электроэнергии и повысить эффективность преобразования.

Принцип работы термомагнитоэлектрического преобразователя энергии.



1 – ферромагнитный сердечник  
2 – постоянный магнит

$$e = -w \frac{d\Phi(t)}{dt}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

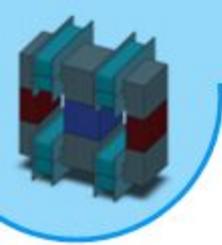
$$B = \mu \cdot \mu_0 \cdot H$$

$$\mu = \text{var} \Rightarrow B = \text{var} \Rightarrow \Phi = \text{var} \Rightarrow e \neq 0$$

$$\mu = \text{var} \Leftarrow \begin{cases} T = \text{var} \\ T_K = \text{var} \end{cases}$$

В простейшем случае, как показано на рисунке, в ферромагнитном сердечнике (1) создаётся магнитное поле от постоянного магнита (2). На ферромагнитный сердечник намотана катушка, замкнутая на сопротивление нагрузки  $R$ . Добившись изменения магнитного потока  $\Phi$ , пронизывающего катушку, на катушке возникнет ЭДС и через сопротивление нагрузки  $R$  потечёт ток.

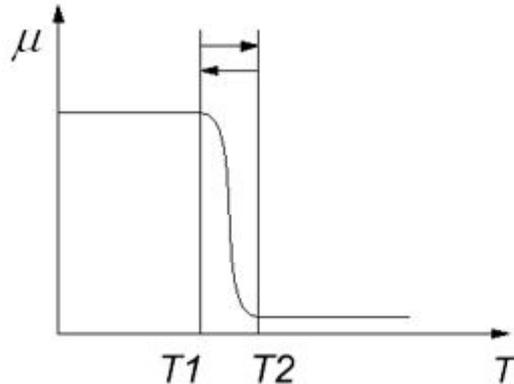
Изменение магнитного потока  $\Phi$  будет происходить за счёт изменения магнитной проницаемости сердечника.



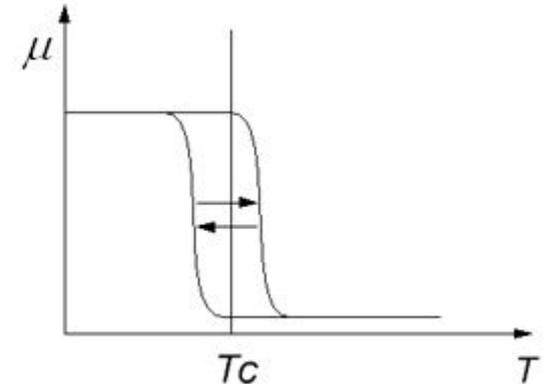
Способы изменения магнитной проницаемости материала сердечника.

Оба способа изменения магнитной проницаемости материала связаны с нелинейностью характеристики  $\mu(T)$ .

1)  $T = \text{var}$



2)  $T_K = \text{var}$



*Изменение температуры тела вблизи точки Кюри.*

*Изменение температуры Кюри при постоянной температуре сердечника.*

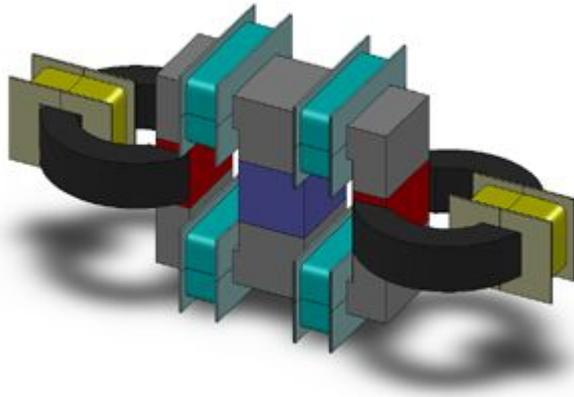
- Подвод и отвод теплоты
- Магнитокалорический эффект
- Эластокалорический эффект

- Изменение механического давления
- Магнитострикционный эффект

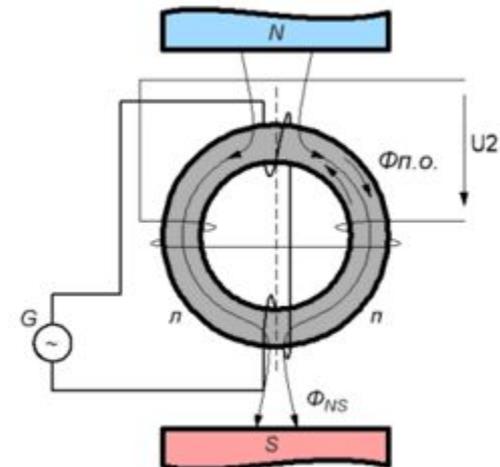
## Варианты конструкции установки ТМЭП.

Основываясь на различных эффектах ферромагнитных материалов, были созданы различные прототипы установок ТМЭП.

*На основе магнитокалорического эффекта*



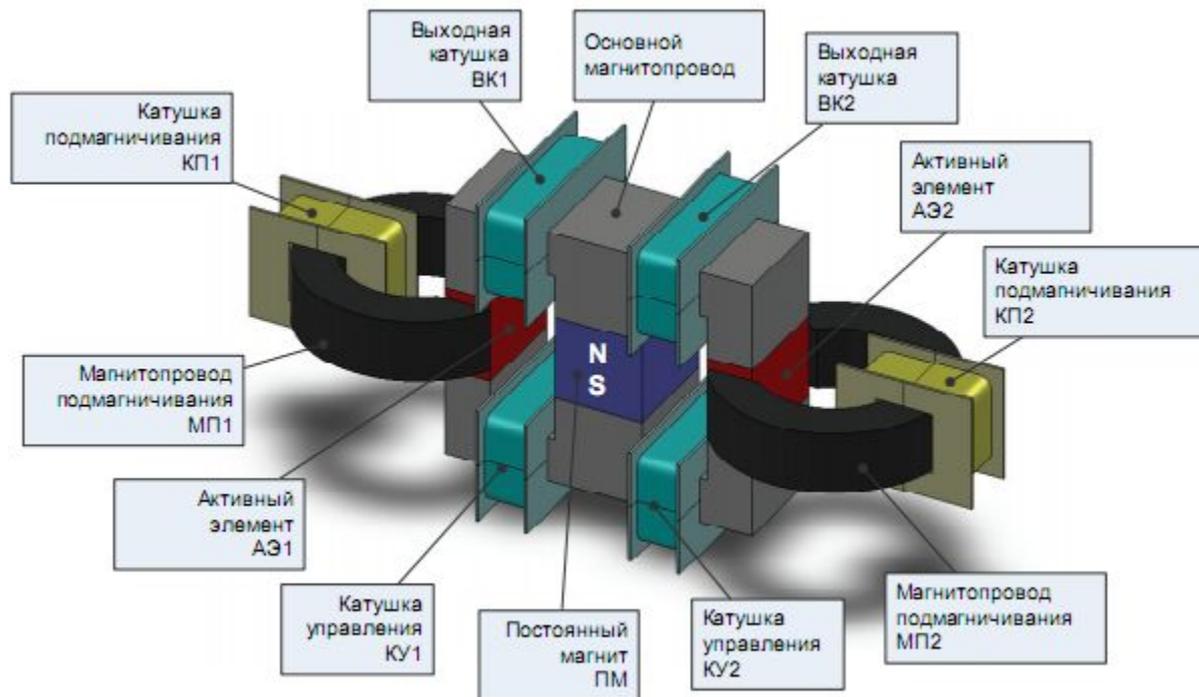
*На основе магнитострикционного эффекта*



Так же были предложены и другие варианты конструкции ТМЭП, не представленные в данной презентации.

## Магнитокалорический эффект и установка ТМЭП на его основе.

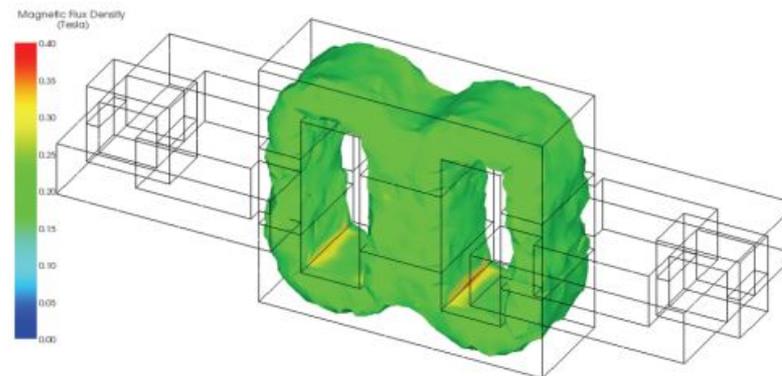
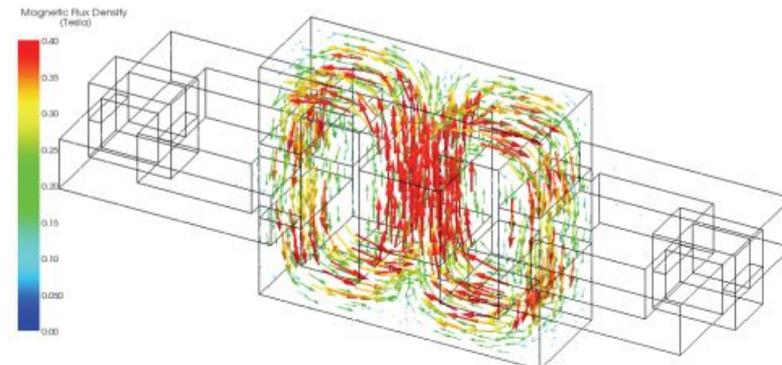
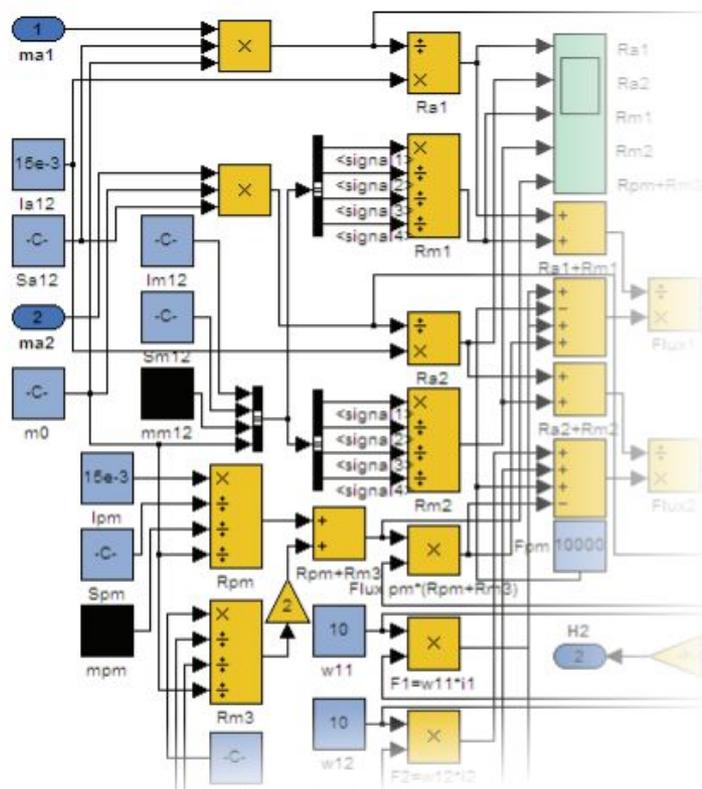
Магнитокалорический эффект (МКЭ) заключается в изменении температуры магнитного материала при его намагничивании или размагничивании во внешнем магнитном поле.



В представленной конструкции подмагничивающие катушки создают дополнительное магнитное поле в активных элементах, изменяя их температуру (и магнитную проницаемость) за счёт МКЭ. Магнитный поток от постоянного магнита меняется, индуцируя в выходных обмотках ЭДС.

## Математическое моделирование установок ТМЭП.

В процессе исследования физических явлений в установке ТМЭП были созданы математические имитационные модели термомагнитоэлектрического преобразователя энергии.

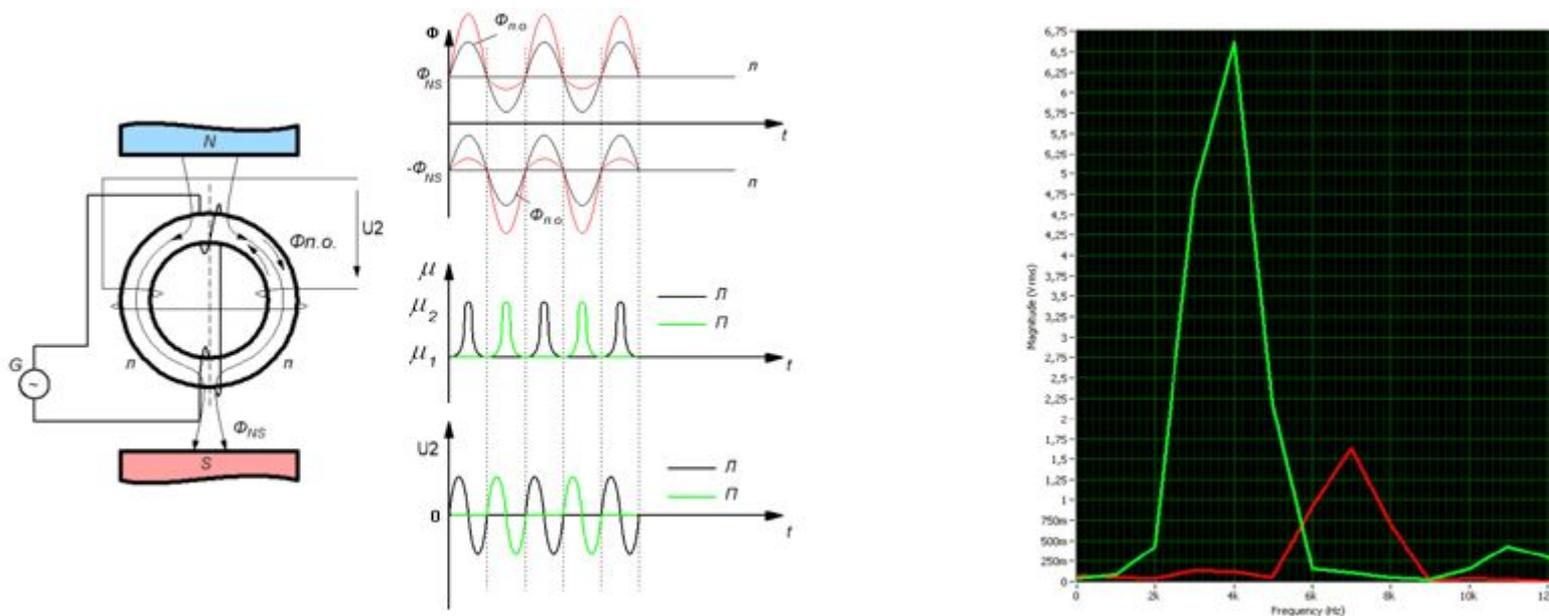


Математические расчёты и моделирование показали принципиальную возможность создания установки ТМЭП, а так же её высокую эффективность.

## Экспериментальные исследования установок ТМЭП.

В процессе исследования ТМЭП проводились эмпирические опыты по выявлению эффектов, связанных с процессом преобразования.

Например, была выдвинута гипотеза о том, что в установке ТМЭП выходной сигнал будет иметь частоту, вдвое больше частоты входного сигнала.



Спектральный анализ показал наличие выходного сигнала удвоенной частоты, таким образом в результате эмпирического опыта была подтверждена выдвинутая гипотеза.

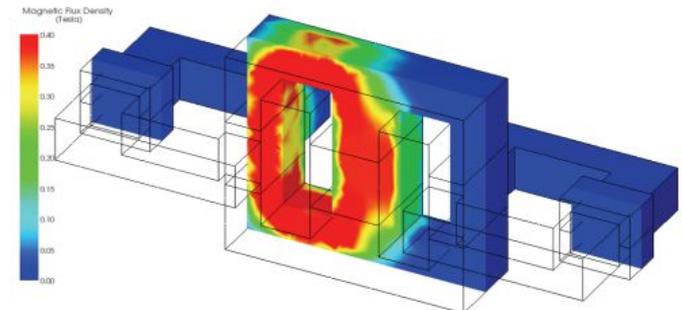
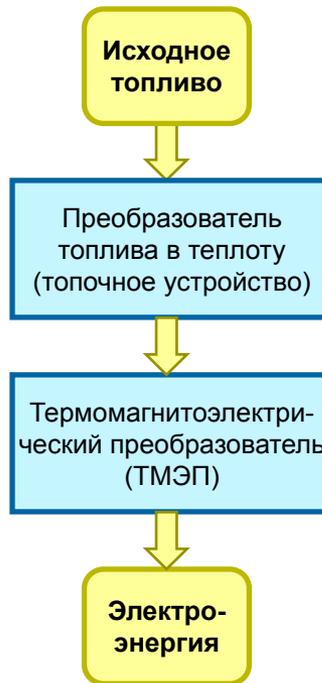
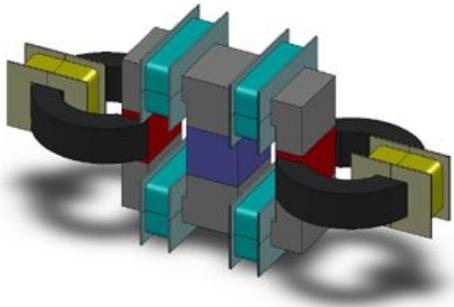
## Достоинства и преимущества установок ТМЭП.

Установка ТМЭП обладает рядом преимуществ перед традиционным способом выработки электроэнергии из тепла, такими как:

1) простота конструкции

2) короткий путь преобразования

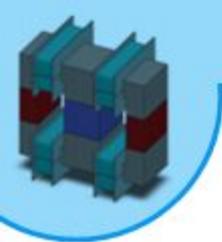
3) отсутствие механического движения



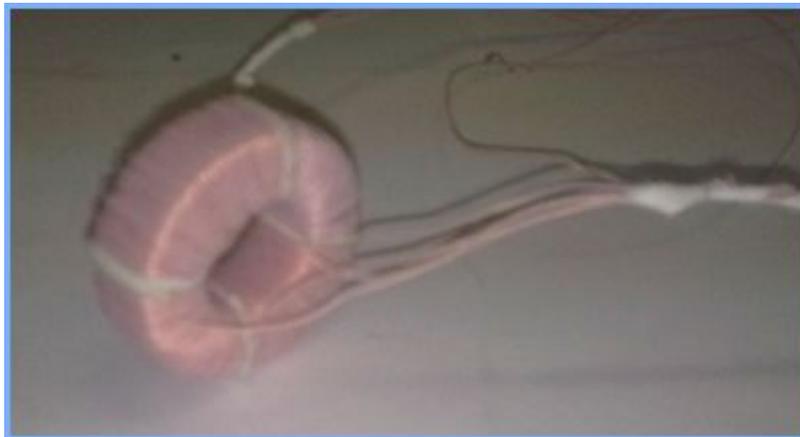
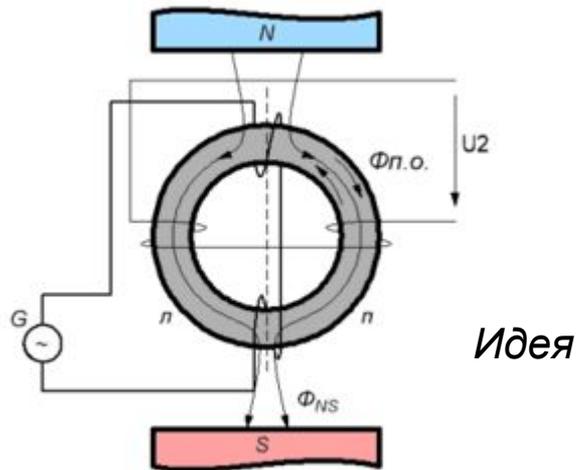
Высокая надёжность преобразователя и лучшие массогабаритные показатели.

Высокий КПД процесса преобразования тепла в электричество.

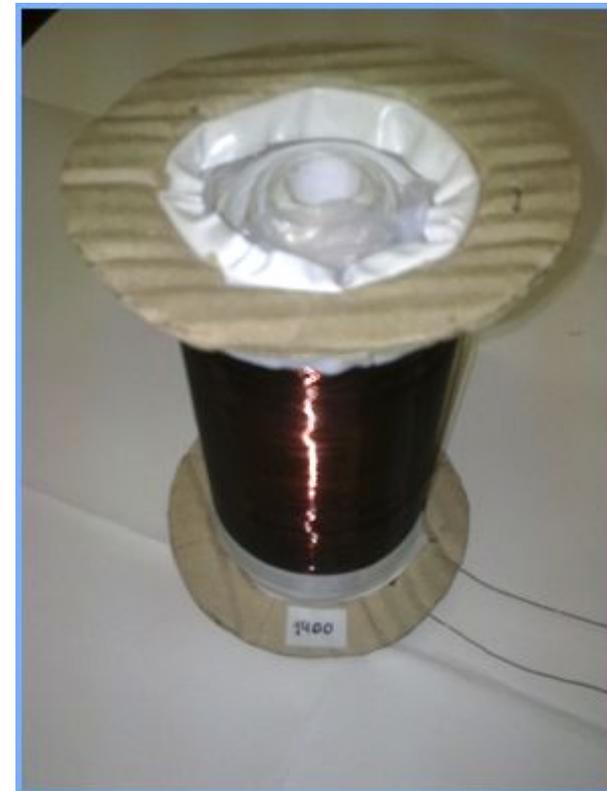
Исключает износ деталей установки, что даёт возможность создавать автономные необслуживаемые источники питания.



Фотографии установок ТМЭП.



Сердечник с намотанными на него катушками



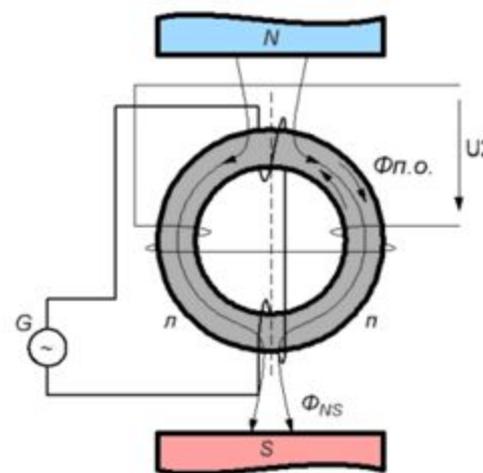
Соленоид

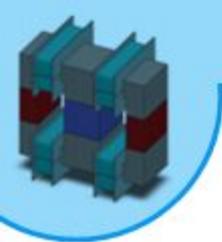
Фотографии установок ТМЭП.



Установка ТМЭП в сборе

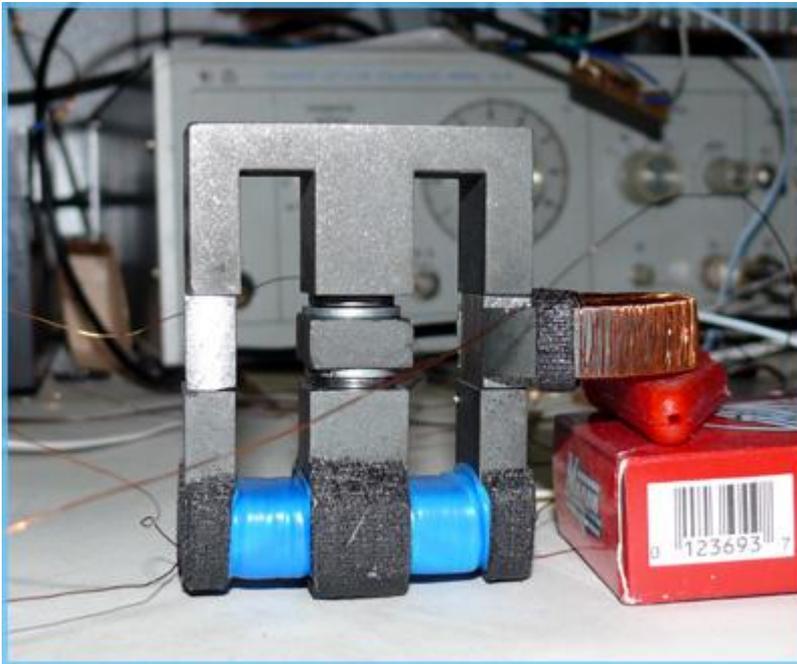
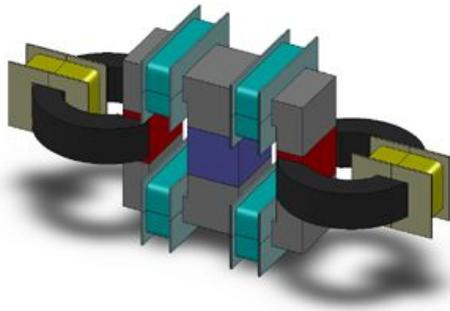
Идея



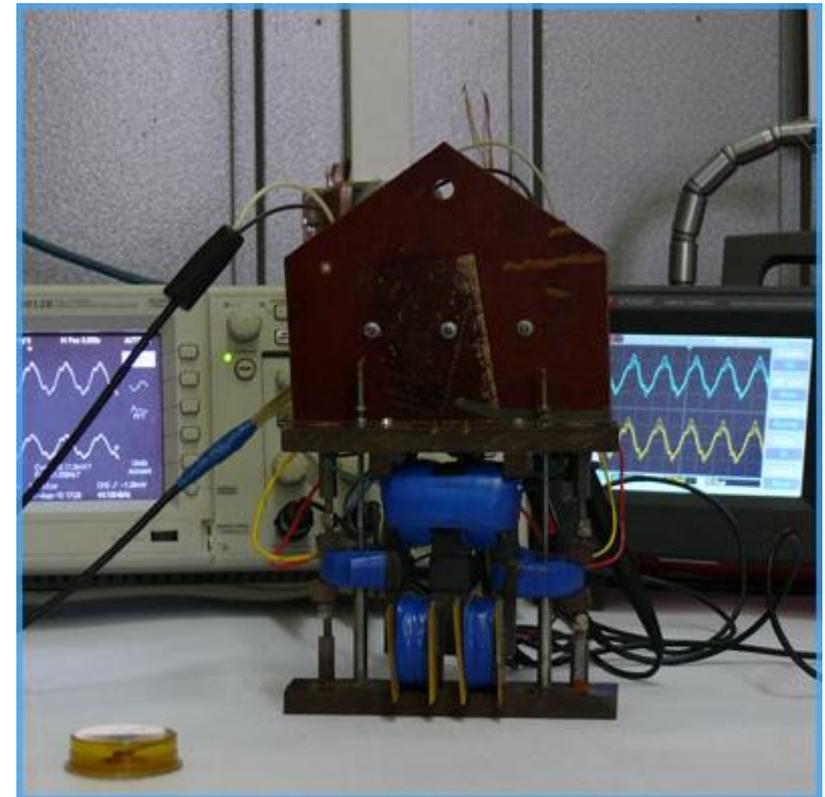


Фотографии установок ТМЭП.

*Идея*



*Процесс изготовления установки*



*Установка ТМЭП в действии*

**Спасибо за внимание.**