

**Баранов Н.Н.**, д.т.н., проф.

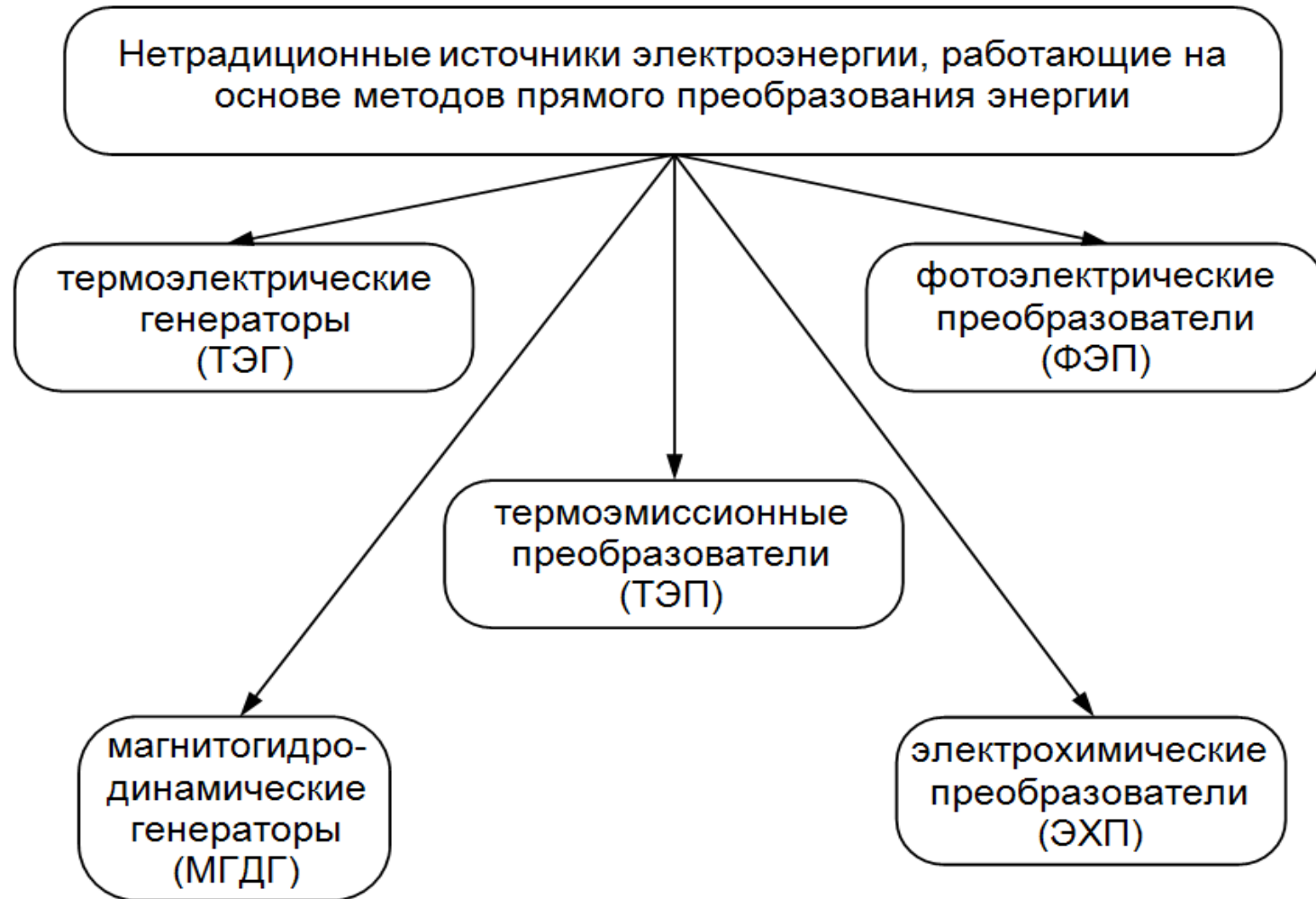
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, РФ

**Крюков К.В.**, асс.

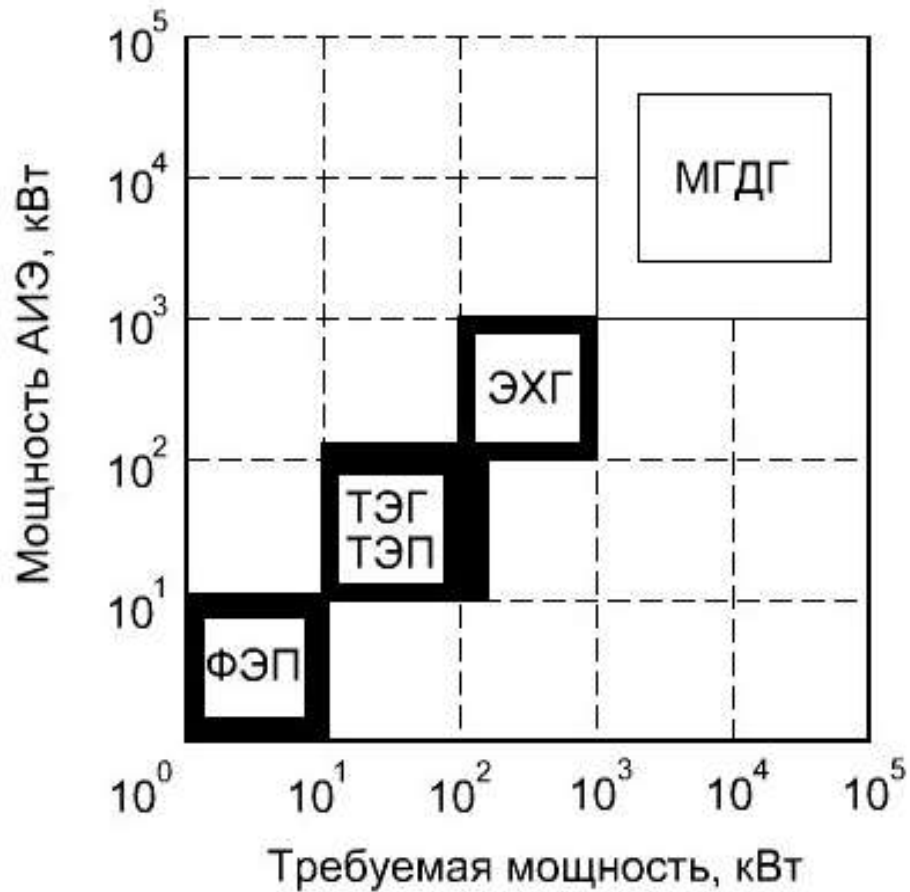
Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, РФ

**РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
ВОЗМОЖНОСТЕЙ  
НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ  
ПРИ ИХ РАБОТЕ В АВТОНОМНЫХ РЕЖИМАХ  
И СОВМЕСТНО С СЕТЬЮ**

# Методы прямого преобразования видов энергии



# Диапазоны мощностей энергоустановок



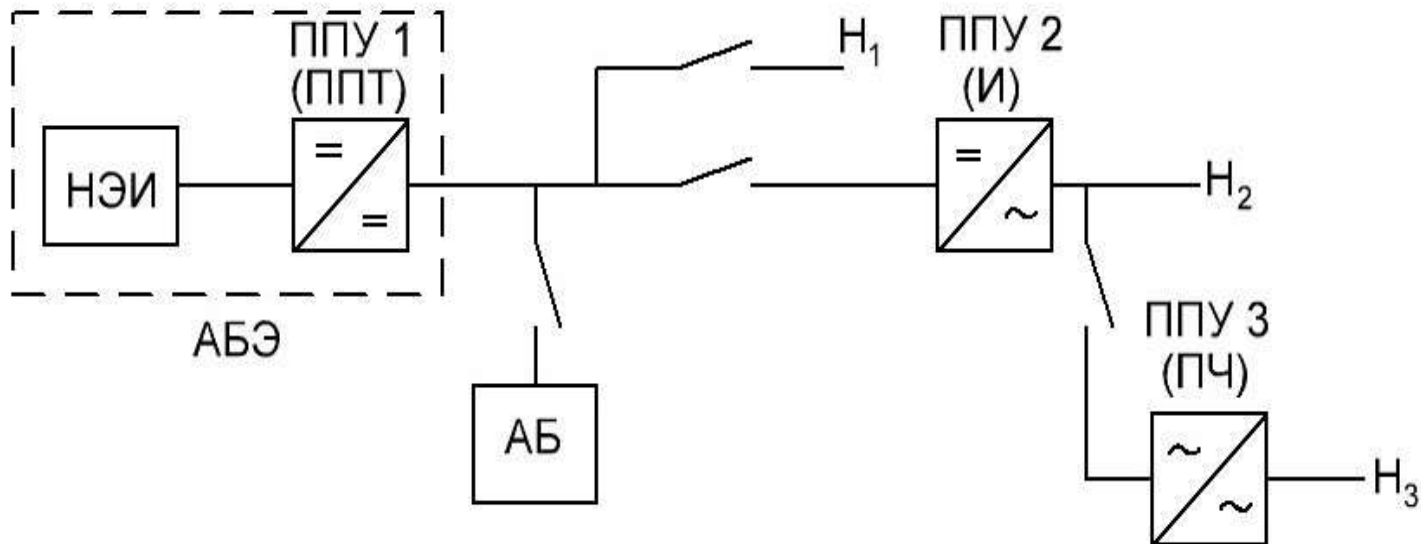
## Особенности нетрадиционных энергоисточников прямого преобразования энергии как электротехнических устройств.

- Все они вырабатывают постоянный ток и обладают повышенным внутренним сопротивлением.
- НЭИ не имеют собственных систем регулирования электрических режимов нагрузки, потока мощности, а также защиты потребителя и источника электропитания в аварийных режимах.
- НЭИ не имеют систем управления качеством вырабатываемой электроэнергии.
- Естественные внешние вольт-амперные характеристики НЭИ отличаются нестабильностью как из-за наличия существенных внутренних сопротивлений, имеющих, как правило, нелинейный характер, так и из-за нестабильности внешних условий, определяющих уровень генерируемого НЭИ напряжения.

- При работе НЭИ функции контроля потока мощности, стабилизации выходного напряжения, а также защитные функции в аварийных режимах возлагаются на полупроводниковые преобразовательные устройства (ППУ), включаемые между НЭИ и потребителем.
- В зависимости от рода тока потребляемого нагрузкой, ППУ может быть выполнено в виде инвертора с заданной частотой переменного тока на выходе или в виде конвертора – преобразователя постоянного тока в постоянный (ППТ).
- Применение ППУ на выходе НЭИ призвано восполнить недостающие электротехнические звенья в составе нетрадиционной энергоустановки и обеспечивать потребителя электроэнергией требуемого качества.

## Схема электроснабжения с НЭИ и ППУ:

- 1 – ППТ – преобразователь постоянного тока в постоянный;  
2 – И – инвертор; 3 – ПЧ – преобразователь частоты;  
АБ – аккумуляторная батарея; Н1, Н2, Н3 – распределенные потребители (нагрузка); АБЭ – автономный блок электроснабжения.



## Требования к новым разрабатываемым ППУ:

- Большая кратность уровня выходного напряжения по отношению к входному.
- Высокий КПД.
- Малые пульсации выходного тока.
- Малые габариты.
- Возможность селективного отключения аварийного потребителя при многонагрузочной системе энергоснабжения.

## Функции, выполняемые ППУ:

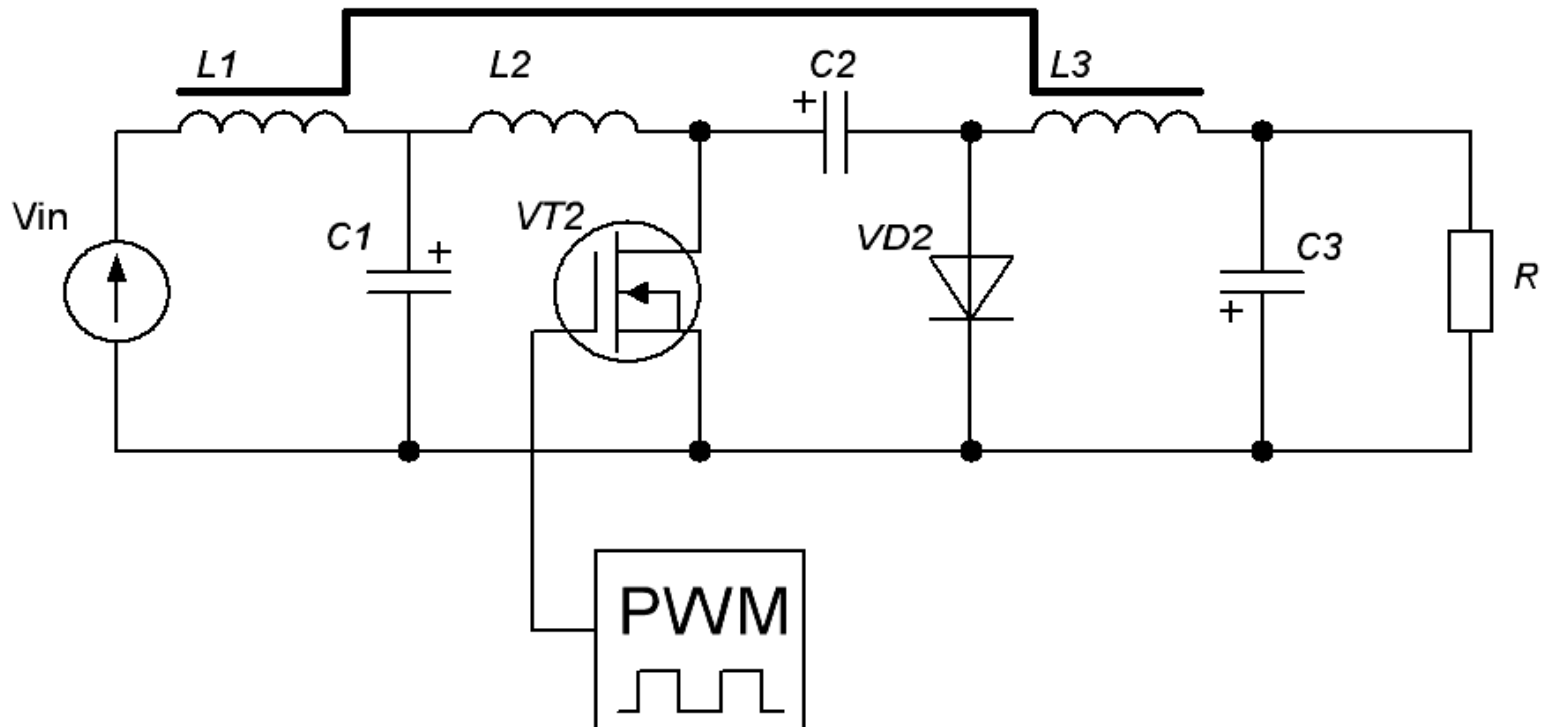
- улучшение качества электроэнергии (стабильность напряжения или тока);
- согласование уровней напряжения источника и потребителя;
- обеспечение гальванической развязки цепей источника и потребителя;
- регулирование величины тока нагрузки;
- защита в аварийных режимах потребителя и источника.

## Регулятор ППУ-11.

Основное отличие - дополнительное фильтрующее звено, которое устанавливается на входе преобразователя.

Новый преобразователь позволяет:

- снизить пульсации входного тока для более широкого диапазона нагрузок, что является определяющим при питании преобразователем нескольких нагрузок от источника с большим внутренним сопротивлением;
- существенно повысить кратность выходного напряжения по отношению к входному.

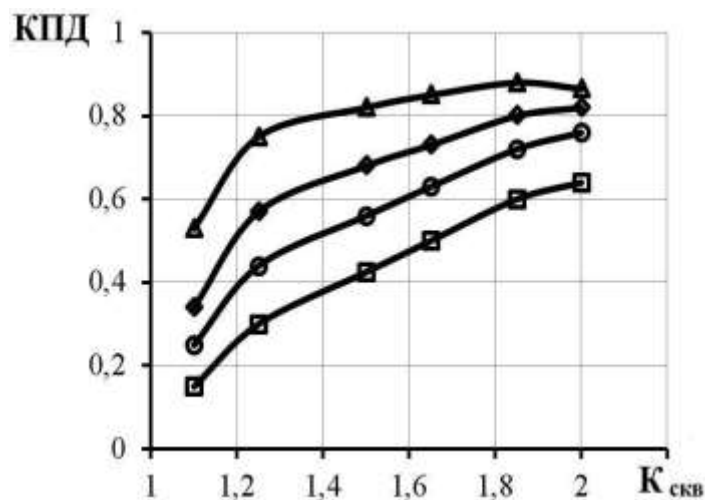




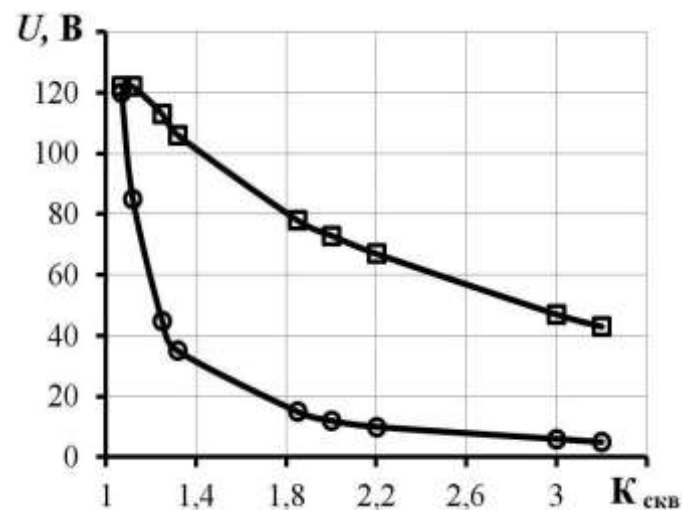
- Разработанные импульсные преобразователи могут повышать напряжение источника питания в 10 и более раз.
- При этом КПД ППТ достигает 85-95% в зоне длительной работы.
- Пульсация входного тока в зоне работы со скважностью до 1,3 возможна от 0,01% до 0,5%.

### Характеристики полупроводниковых преобразователей:

- а) – зависимости КПД ППТ от  $R_{ист}$  при  $K_{скв} = var$ .  $R_{ист}, \text{ Ом}: 1; 0,5; 0,3; 0,1;$
- б) – сравнительные регулировочные характеристики 2-х ППТ ( $U_1; U_2$ )



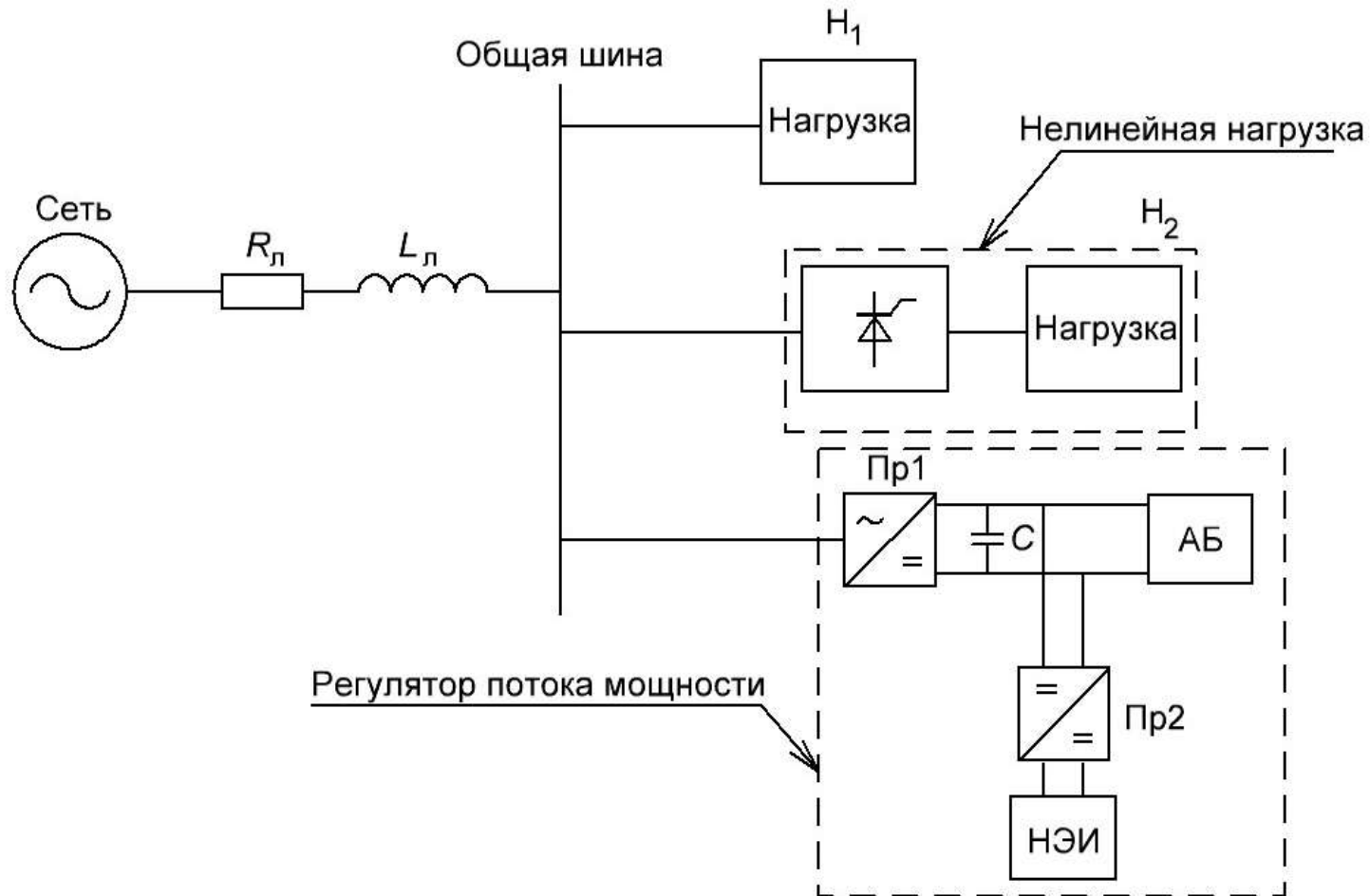
а)



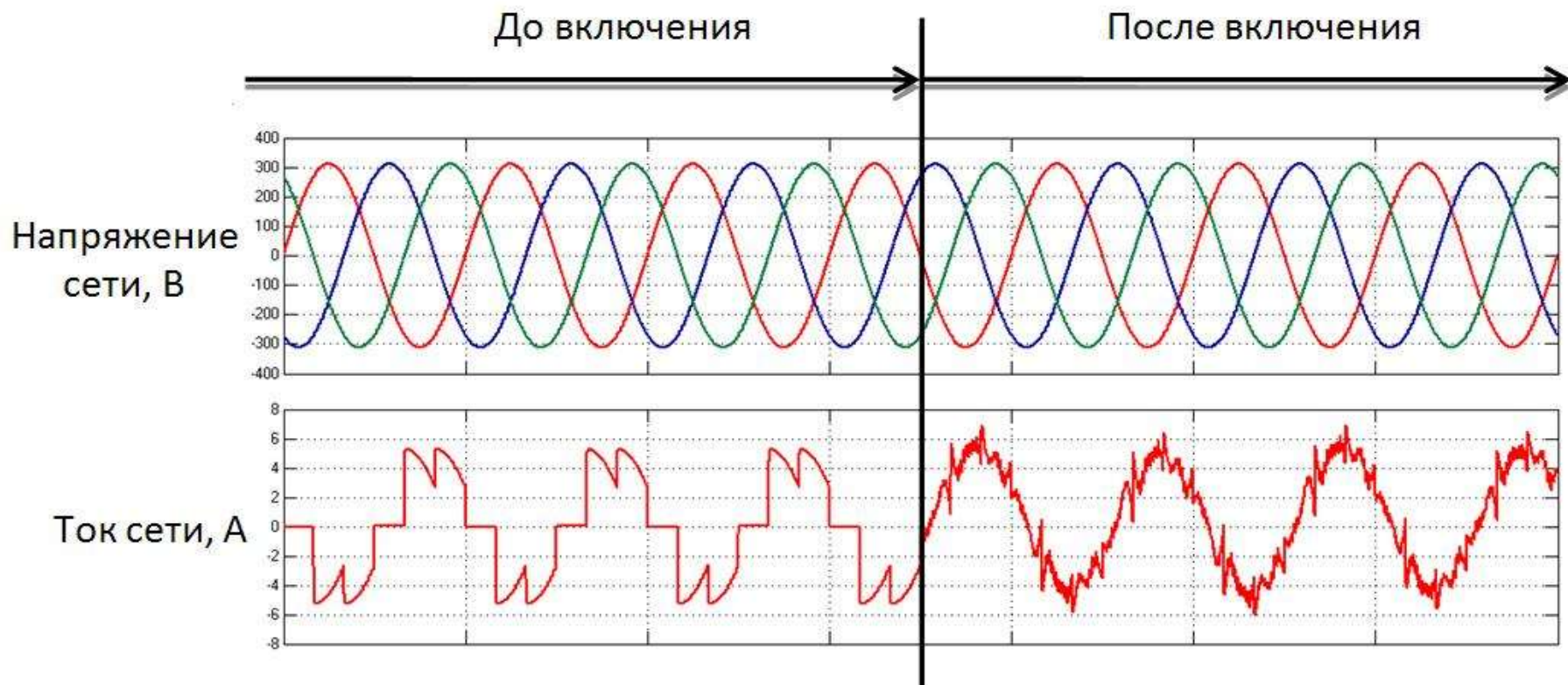
б)

# Структурная схема регулятора потока мощности.

Назначение - для улучшения качества электроэнергии на шинах распределенных потребителей, питающихся от сети переменного тока.



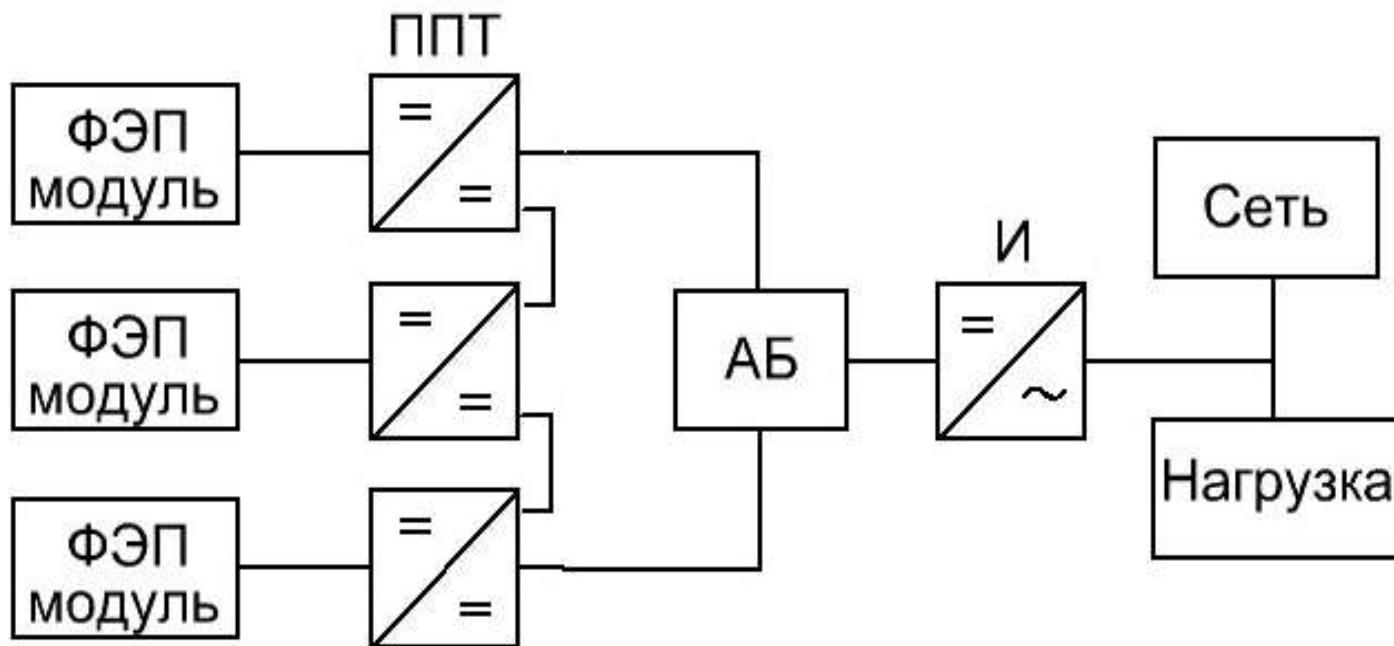
# Диаграммы работы инвертора в режиме активного фильтра



## Практическая разработка.

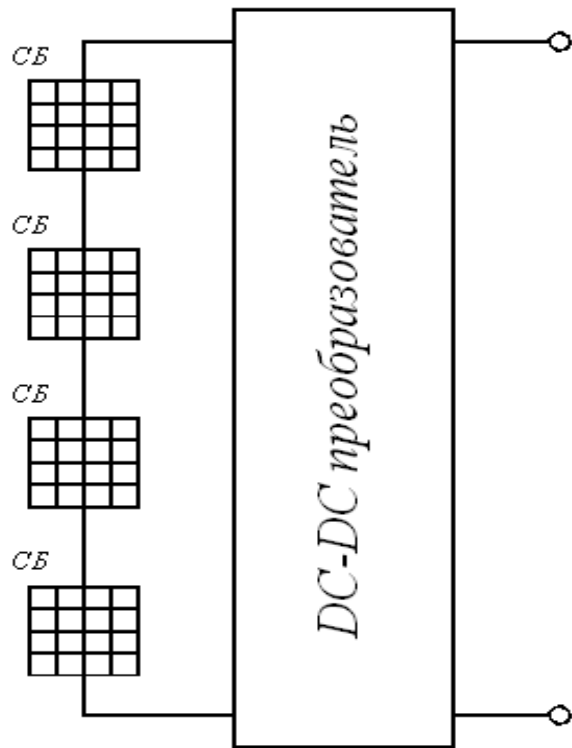
# Модульная система бесперебойного электроснабжения с использованием фотоэлектрических генераторов (солнечных батарей)

Актуальные электротехнические задачи, решаемые здесь: оптимизация характеристик совместной работы новых устройств силовой электроники с солнечными элементами; разработка алгоритмов управления системами повышения качества электроэнергии.

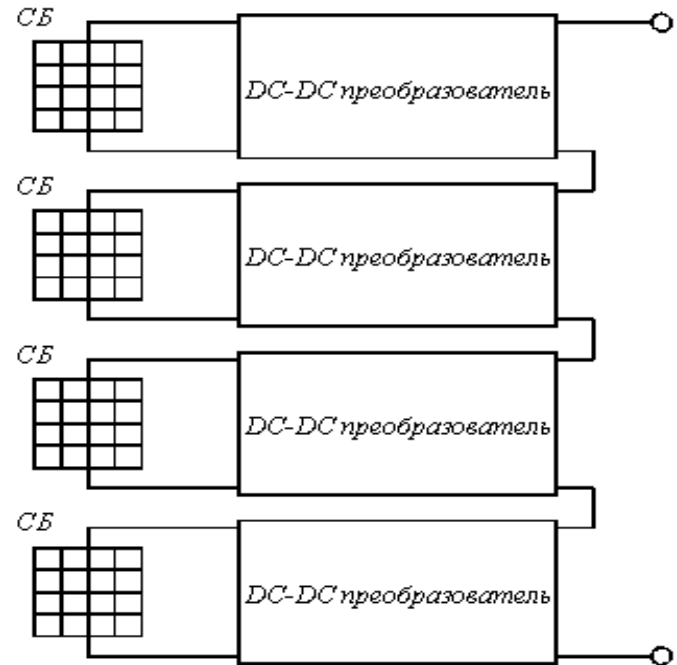


# Топология преобразователя (ППТ) для нетрадиционных источников

- а) стандартная топология;
- б) топология мультikonвертера.

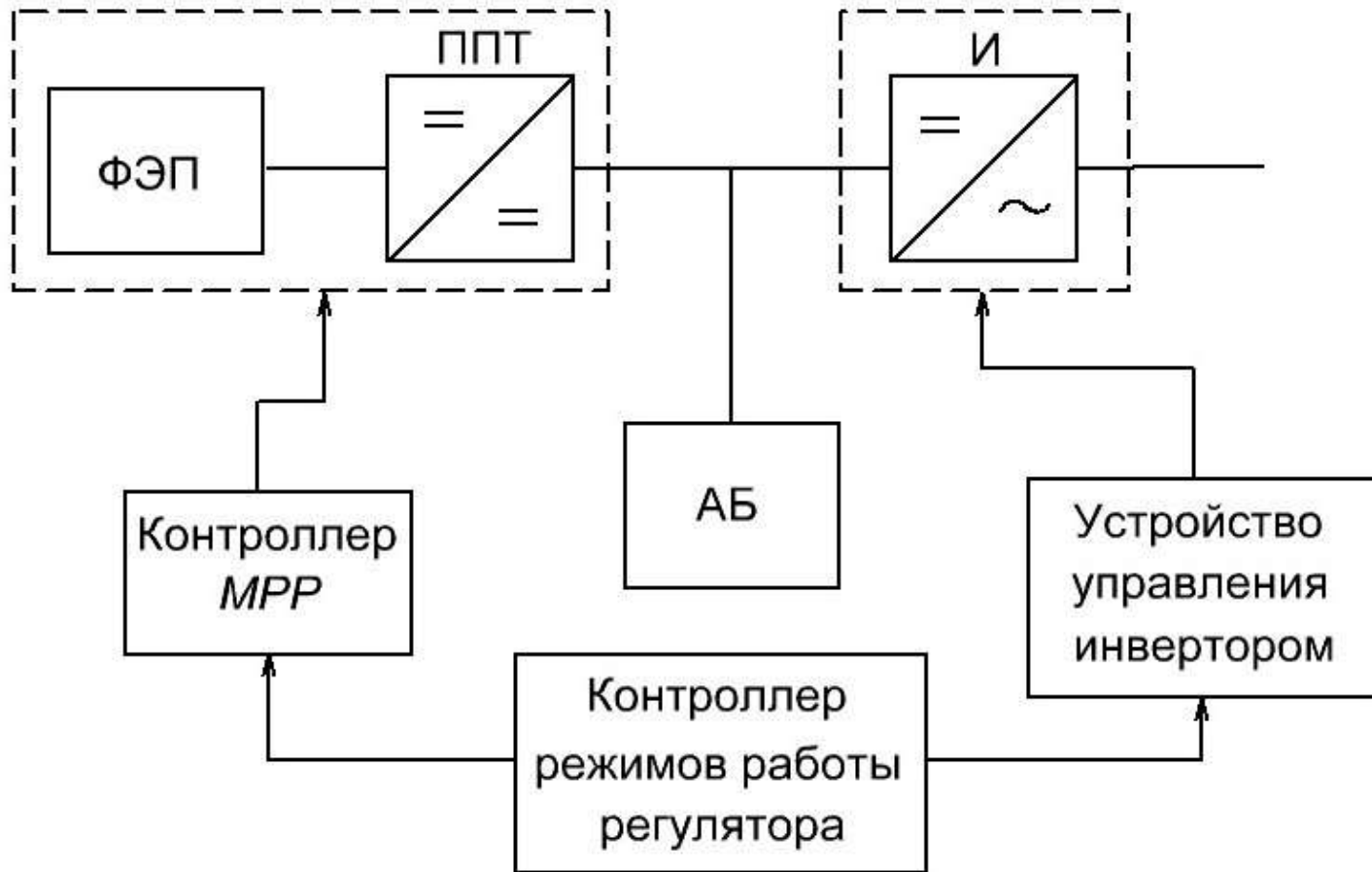


а)



б)

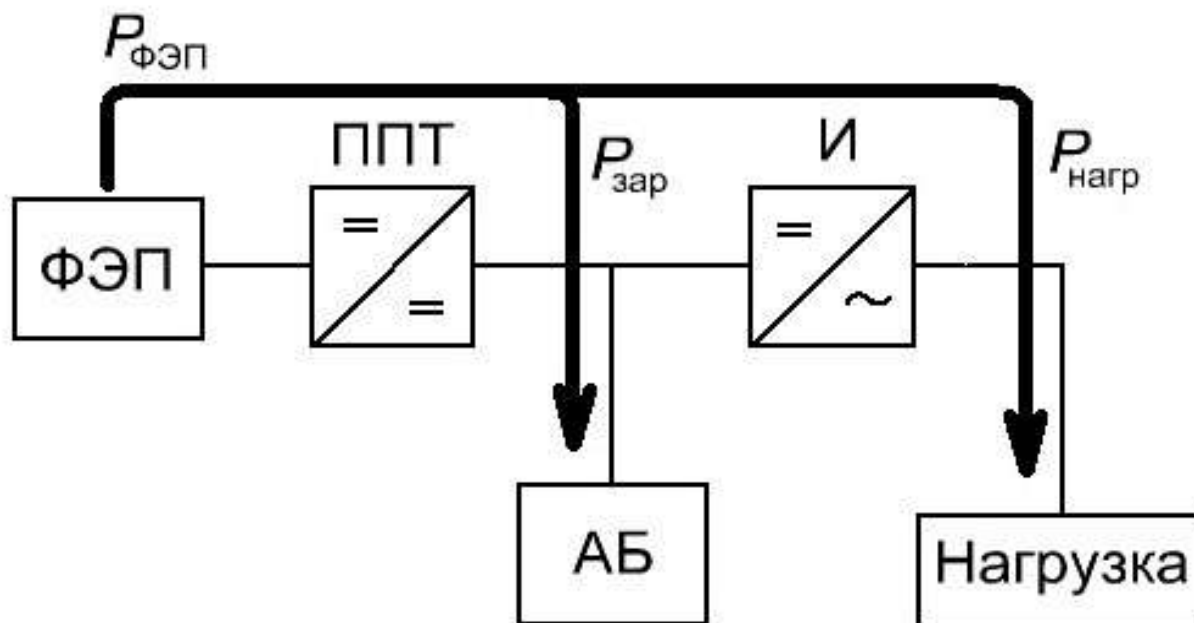
# Система управления



## Режимы работы системы бесперебойного (комбинированного) электроснабжения:

### а) автономный режим работы

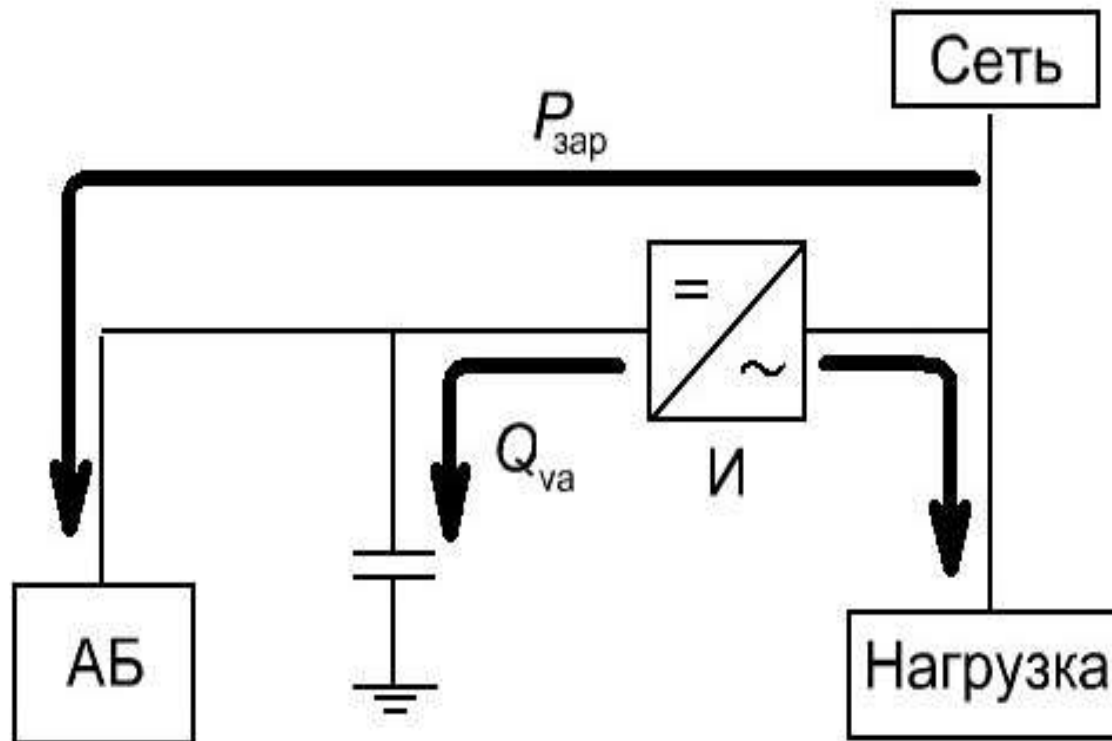
- В этом режиме мощность, генерируемая ФЭП, используется для питания нагрузки  $P_{\text{нагр}}$  и для подзарядки  $P_{\text{зар}}$  аккумуляторных батарей АБ.
- В ночное время или когда мощность, генерируемая ФЭП мала, питание нагрузки осуществляется от аккумуляторных батарей.





## б) режим работы от сети

- При подключении нагрузки к сети, инвертор переходит в режим компенсации реактивной мощности  $Q$ , повышая  $\cos f$  сети и обеспечивая синусоидальность потребляемого нагрузкой тока.
- Одновременно производится подзарядка аккумуляторной батареи АБ.



## Заключение

- Современная элементная база силовой электроники позволяет создавать схемы преобразователей и регуляторов электроэнергии, с учетом специфики и режимов работы нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.
- В системах электроснабжения с НЭИ эффективность применения инвертора может быть существенно повышена за счет использования его в качестве активного фильтра или регулятора реактивной мощности.
- При этом становится возможным повысить коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ) потребителей до значений близких к единице.
- При увеличении  $\cos \varphi$  с 0,7 до 1 потери в линии и трансформаторах могут быть снижены примерно в два раза, при той же активной мощности нагрузки, или соответственно увеличен поток активной мощности.

Н.Н. БАРАНОВ

НЕТРАДИЦИОННЫЕ  
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ  
ИСТОЧНИКИ  
И МЕТОДЫ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ  
ИХ ЭНЕРГИИ



Н.Н. БАРАНОВ

НЕТРАДИЦИОННЫЕ  
ИСТОЧНИКИ  
И МЕТОДЫ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ  
ЭНЕРГИИ



# УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ

## и методические материалы для студентов

