



# ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА НА СУММАРНУЮ ПО ЭНЕРГОРАЙОНУ ВЕЛИЧИНУ ПОТРЕБЛЕНИЕ МОЩНОСТИ

Выполнил: студент группы О-5КМ31 Едакин К.И.

Руководитель: доцент, к.т.н. Васильев А.С.

07.10.2025



# ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ

В АО «СО ЕЭС» используются коэффициенты влияния для расчета потребления активной мощности от температуры наружного воздуха[1]:

$$P_{\text{расч}} = P_{\text{исх}} \cdot e^{\left(\frac{k_{\text{Т.В.}j}^P}{100} \cdot (T_{\text{расч}} - T_{\text{исх}})\right)} \quad (1)$$

Данная методика имеет погрешности приведения мощности к среднемесячной температуре обусловленную отсутствием учета динамической зависимости потребляемой активной мощности от температуры, то есть длительности непрерывного воздействия сверхвысоких (сверхнизких) температур.

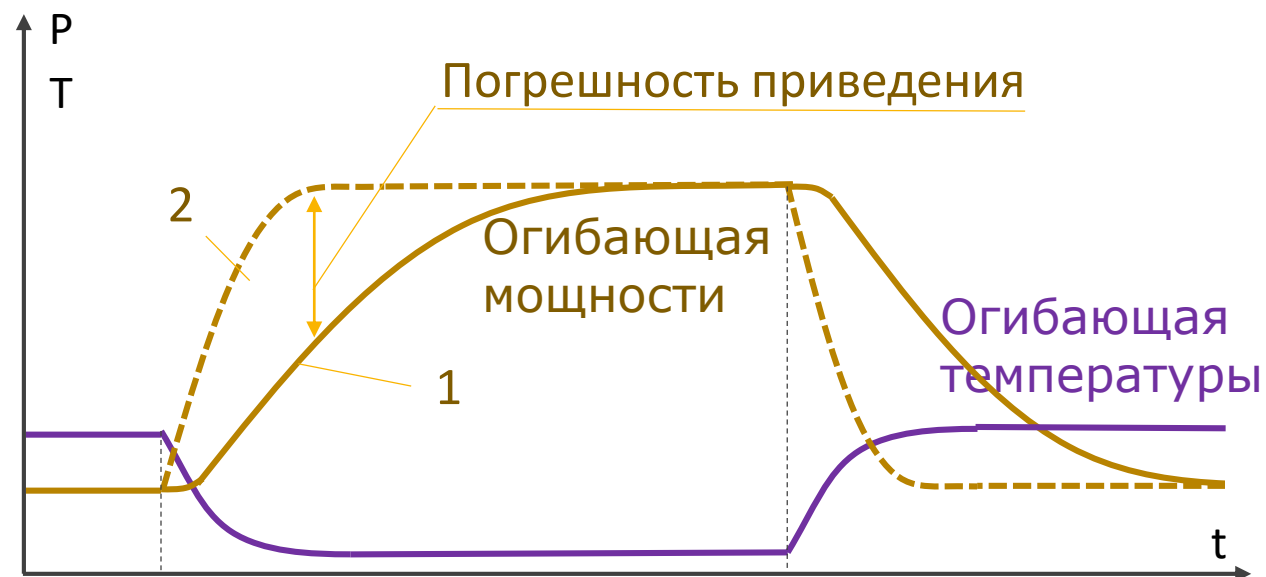
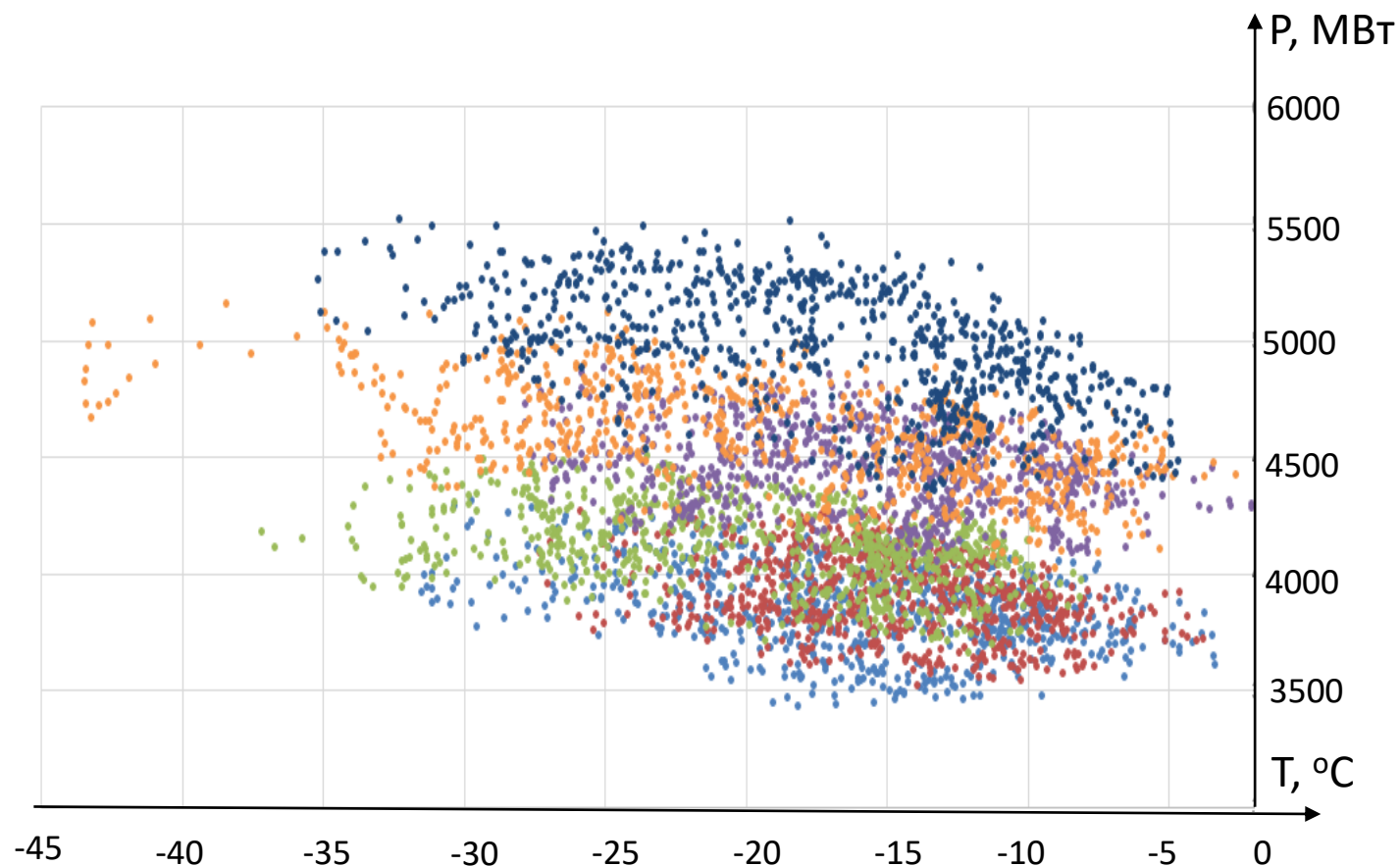


Рисунок 1 – Потребление, приведенное к огибающей температуры: 1 – без учета, 2 – с учетом динамической зависимости

# АНАЛИЗ ВХОДНЫХ ДАННЫХ



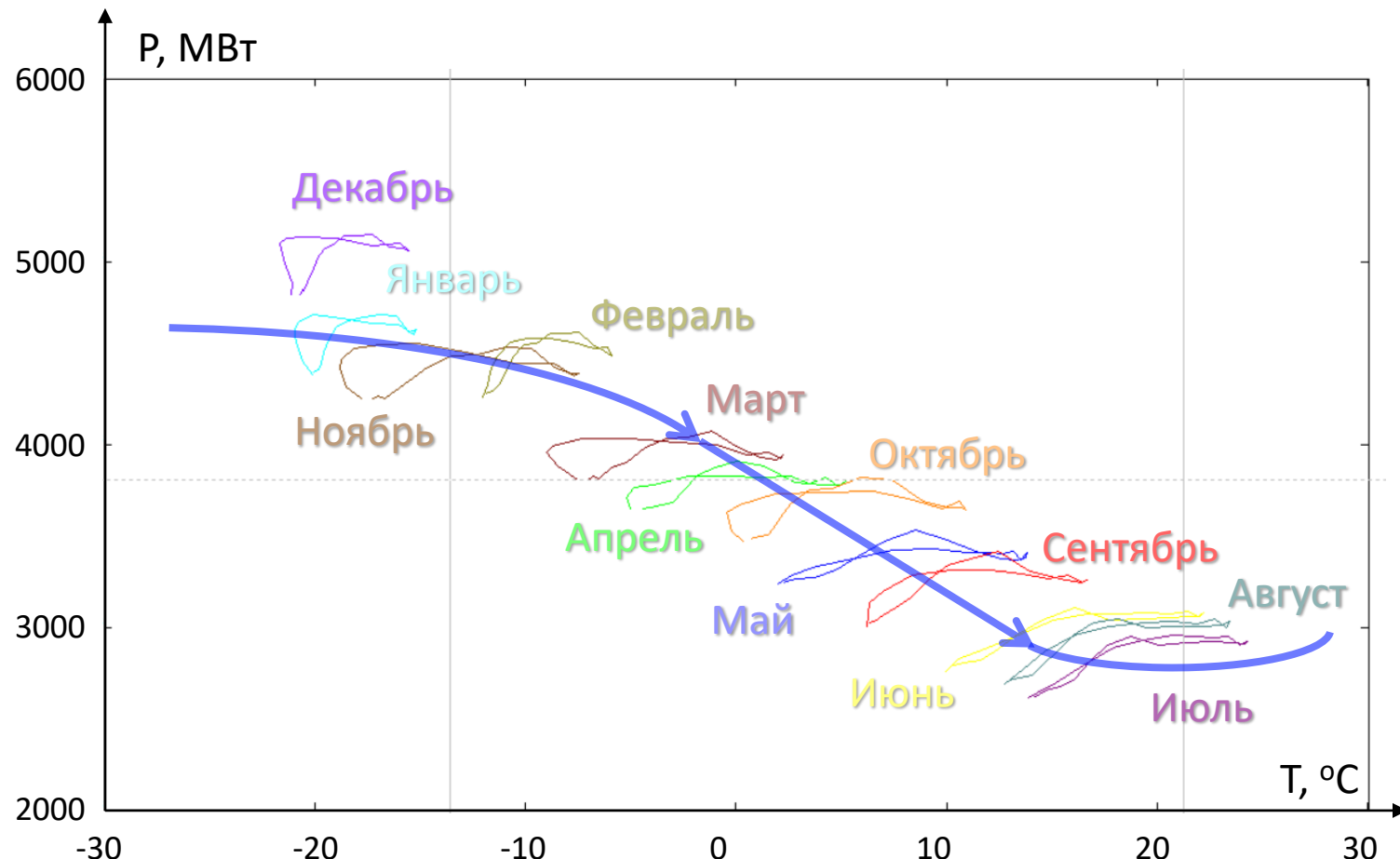
● 2019 год ● 2020 год ● 2021 год ● 2022 год ● 2023 год ● 2024 год

Рисунок 2 – Точечная диаграмма связи мощности  $P$  от температуры  $T$  Январей на период 2019-2024

## Препятствия для создания $P(T)$

1. Влияние суточного графика изменения мощности нагрузки;
2. Зависимость суточного графика нагрузки от времени года;
3. Постепенный рост нагрузки из года в год;
4. Постепенный рост нагрузки внутри года;
5. Различие потребления в выходные/праздничные дни.

# ИСКЛЮЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СУТОЧНОГО ГРАФИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ

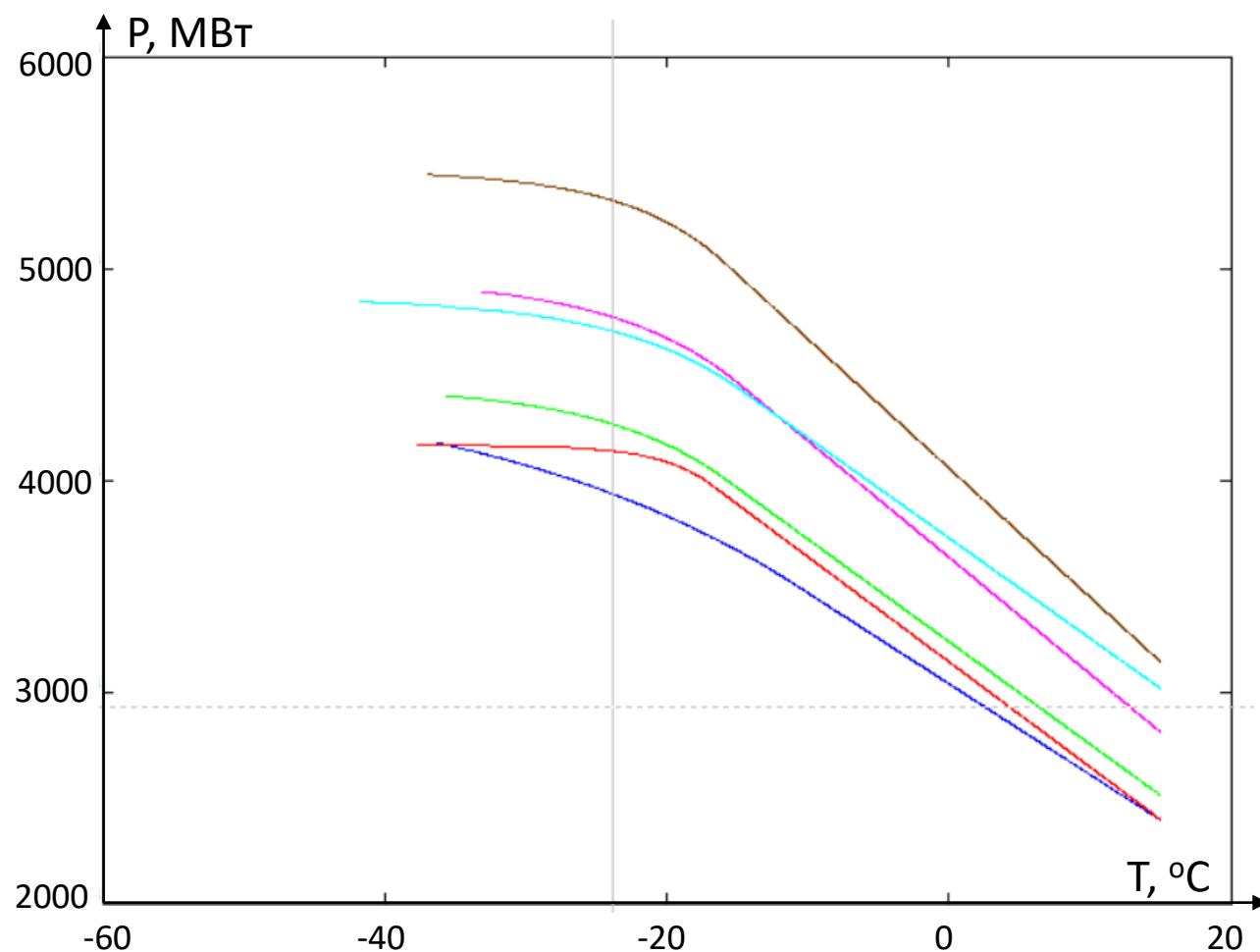


1. Исключение суточного графика потребления облегчает построение статической зависимости  $P(T)$ ;
2. Существуют выбросы из основной тенденции (ноябрь 2023);
3. Для исключения методической ошибки при переходе из года в год конец предыдущего года переносится в начало следующего года.

— ожидаемая форма статической зависимости  $P(T)$

Рисунок 3 – Среднестатистический график изменения мощности и температуры внутри суток на все месяцы 2023 года

# СТАТИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ $P(T)$



Из года в год идёт увеличение роста потребления, примерно на 4-5%.

Из-за роста нагрузки внутри года:

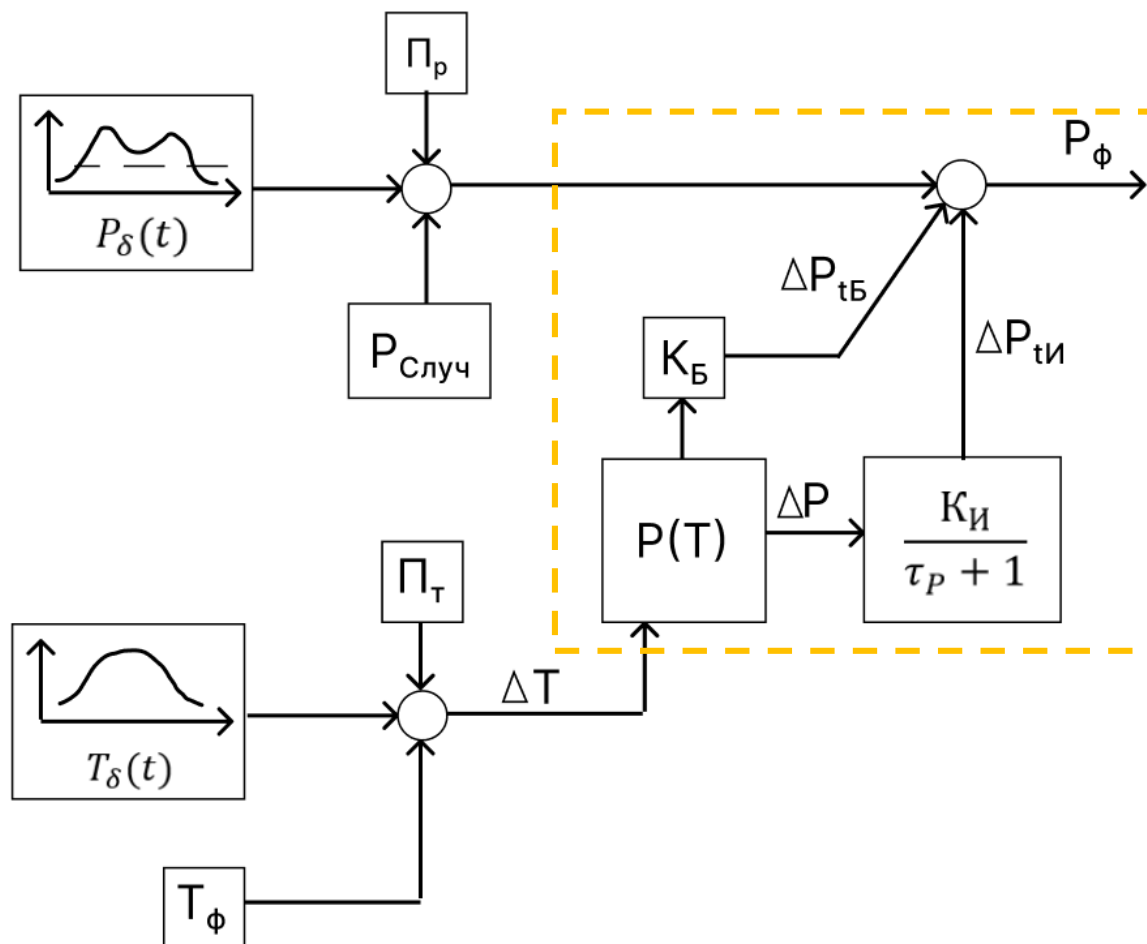
- Нелинейные части у разных годов имеют разные траектории;
- Наклон характеристики постепенно увеличивается.

Чтобы уменьшить это влияние принято решение перейти к регрессии не для каждого года, а между годами.

- Регрессия 2019 года
- Регрессия 2019 - 2020 годов
- Регрессия 2020 - 2021 годов
- Регрессия 2021 - 2022 годов
- Регрессия 2022 - 2023 годов
- Регрессия 2023 - 2024 годов

Рисунок 4 – Графики регрессии за все года

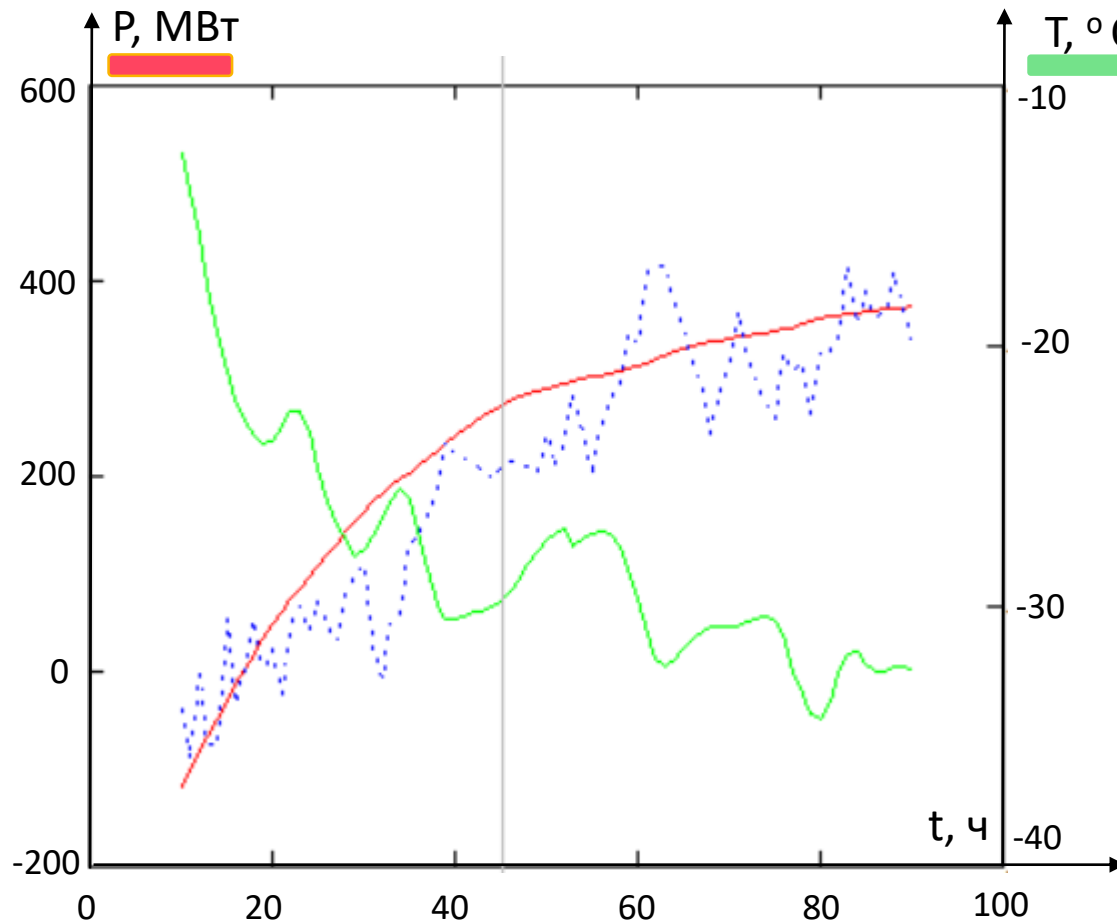
# МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ



$\Pi_p, \Pi_T$  – помехи мощности, температуры;  
 $T_\phi, P_\phi$  – фактические температура, мощность;  
 $P_{\text{случ}}$  – случайные отклонения мощности;  
 $P_\delta(t), T_\delta(t)$  – базовый суточный график изменения мощности, температуры;  
 $\Delta T, \Delta P$  – отклонения температуры, мощности от базового суточного графика изменений;  
 $K(T)$  – преобразование температуры мощность с учетом нелинейности статической зависимости;  
 $K_B$  – долевой коэффициент безынерционной составляющей изменения нагрузки;  
 $K_{\text{и}}$  – долевой коэффициент инерционной составляющей изменения нагрузки;  
 $\Delta P_{\text{тб}}$  – составляющая изменения нагрузки от температуры безынерционного характера;  
 $\Delta P_{\text{ти}}$  – составляющая изменения нагрузки от температуры инерционного характера;  
 $\tau_p$  – постоянная времени изменения мощности.

Рисунок 5 – Модель представления динамической зависимости  $P(T,t)$

# РЕАКЦИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ МОЩНОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ



- исходные данные  $P$
- аппроксимация изменение  $P$
- изменение  $T$

Месяцы имеющие устойчивые сверхнизкие температуры: Январь, Февраль, Декабрь.

Среднеквадратичное отклонение между исходными данными и аппроксимацией в среднем составляет: 49,27 МВт.

Формула аппроксимации:

$$\tau \cdot \frac{dP(t)}{dt} + P(t) = K_{\text{и}} \cdot T(t) \quad (5)$$

Критерий приближения:

$$D = \frac{\sum(P_{\text{ап}} - P_{\text{исх}})}{n - 1} \quad (6)$$

Рисунок 6 – Изменение мощности по аperiodическому закону при ступенчатом изменении температуры Декабря 2020 года

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

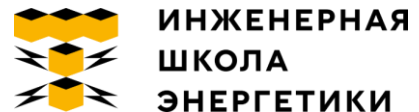
Выполнено объединение диапазонов с конца текущего года (с Сентября по Декабрь) и с начала следующего года (с Января по Май) для создания статических характеристик.

Описана динамическая модель, а по периодам сверхнизких температур построена аппроксимация и рассчитаны параметры динамической модели.

Основные факторы, препятствующие идентификации параметров статических и динамических зависимостей потребления мощности от температуры:

- 1) Влияние суточного графика изменения мощности;
- 2) Постепенный рост нагрузки;
- 3) Различие потребления в рабочие и выходные/праздничные дни.

В дальнейшем планируется разработать метод оптимизации для автоматического расчета параметров динамической модели и выполнить интервальную оценку достоверности параметров. Помимо этого необходимо разработать алгоритм поиска периодов сверхнизких (сверхвысоких) температур.



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА НА СУММАРНУЮ ПО ЭНЕРГОРАЙОНУ ВЕЛИЧИНУ ПОТРЕБЛЕНИЕ МОЩНОСТИ

Выполнил: студент группы О-5КМ31 Едакин К.И.

Руководитель: доцент, к.т.н. Васильев А.С.

07.10.2025

