

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ПРОТРЕБНОСТИ В ТОПЛИВЕ НА ОТОПЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ МНОГОЛЕТНИХ МЕТЕОНАБЛЮДЕНИЙ

Хажеев И.И., студент 5 курса ИМЭИ ИГУ

*Аннотация:* Работа ставит целью определение оптимальных объемов запасов топлива на отопительный период, при которых, с одной стороны, решалась бы задача обеспечения рассматриваемого района топливом, с другой стороны, остатки топлива на конец отопительного периода были минимальными.

Рассматриваются показатели синхронности отклонений в топливе на отопление по отдельным пунктам наблюдения.

*Ключевые слова:* интегральная разность температур, диапазон и интенсивность колебаний потребности в топливе, синхронные и асинхронные отклонения.

В проводимых расчетах расход топлива на отопление для района  $r = \overline{1, R}$  в день  $j = \overline{1, N_j^r}$  отопительного периода  $\tau$  считается пропорциональной разнице между нормативной температурой воздуха в отапливаемых помещениях  $\$$  и среднесуточной температурой атмосферного воздуха в этот день  $t$ . Поэтому в качестве показателя, характеризующего расход топлива в течение всего отопительного периода, рассматривается интегральная разность температур внутри и вне здания:  $B_j = \sum_{\tau=1}^{L_j} (\$ - t_\tau), j = \overline{1, T}$ .

В рамках работы рассматриваются два способа-метода определения дополнительной потребности в топливе.

Первый, наиболее простой состоит в подсчете диапазона колебаний потребности в топливе. Рассмотрим следующие показатели:

- максимальное относительное отклонение расхода топлива:

$$\delta_{\max} = \max(b_t - 1), \text{ где } b_t = \frac{B_t}{B}, t = \overline{1, T}$$

- минимальное относительное отклонение расхода топлива на отопление

$$\delta_{\min} = \min(b_t - 1), \text{ где } b_t = \frac{B_t}{B}, t = \overline{1, T},$$

- диапазон отклонений потребности:  $\delta = \delta_{\max} - \delta_{\min}$

Диапазон колебаний – интервал, в пределах которого может изменяться дополнительная потребность в топливе в процентах от среднеожидаемой в случае холодной или теплой зимы.

Описанный выше метод, поскольку отражает крайние случаи, имеет высокую надежность. Но используя этот метод, получаем достаточно большие объемы неизрасходованного топлива на конец отопительного периода. Для разрешения этой проблемы вводится так называемый показатель – интенсивность колебаний. Интенсивность колебаний потребности в топливе на отопление показывает, насколько в среднем может отклоняться потребность в топливе от среднеожидаемого уровня.

Для нахождения этого показателя используется следующий алгоритм.

1. Вычисляем средние геометрические:

$$\bar{B} = \left( \prod_{t=1}^T B_t \right)^{\frac{1}{T}}, \quad \bar{L} = \left( \prod_{t=1}^T L_t \right)^{\frac{1}{T}}, \quad \bar{N} = \left( \prod_{t=1}^T N_t \right)^{\frac{1}{T}}$$

2. Вычислим относительные отклонения в логарифмической шкале:

$$b_t = \ln \left( \frac{B_t}{\bar{B}} \right), \quad l_t = \ln \left( \frac{L_t}{\bar{L}} \right), \quad n_t = \ln \left( \frac{N_t}{\bar{N}} \right).$$

3. Находим показатель средней интенсивности колебания:

$$I_b = \exp \left( \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |b_t| \right), \quad I_l = \exp \left( \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |l_t| \right), \quad I_n = \exp \left( \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |n_t| \right)$$

4. Тогда средняя интенсивность отклонений:

$$I_b^\infty = I_b - 1, \quad I_l^\infty = I_l - 1, \quad I_n^\infty = I_n - 1$$

Для определения факторных колебаний и их вклада в результирующий признак, а именно в потребность в топливе вводится функция от относительных отклонений:

$$\text{sign } \alpha = \begin{cases} -1, & \text{если } \alpha < 0 \\ 0, & \text{если } \alpha = 0 \\ 1, & \text{если } \alpha > 0 \end{cases}$$

$$K_L = \{t : (\text{sign } l_t)(\text{sign } b_t) > 0\}, \quad K_N = \{t : (\text{sign } n_t)(\text{sign } b_t) > 0\},$$

$$\text{Пусть: } \mathcal{K}_L^\infty = \{t : (\text{sign } l_t)(\text{sign } b_t) = 0\}, \quad \mathcal{K}_N^\infty = \{t : (\text{sign } n_t)(\text{sign } b_t) = 0\},$$

$$\bar{K}_L = \{t : (\text{sign } l_t)(\text{sign } b_t) < 0\}, \quad \bar{K}_N = \{t : (\text{sign } n_t)(\text{sign } b_t) < 0\}.$$

где  $K_L, K_N$  – множество номеров отопительных периодов, когда продолжительность и средняя разность температур отклоняются синхронно (одновременно с интегральной разностью температур).  $\mathcal{K}_L^\infty, \mathcal{K}_N^\infty$  – множество номеров отопительных периодов, когда продолжительность и средняя разность температур отклоняются полусинхронно,  $\bar{K}_L, \bar{K}_N$  – множество номеров отопительных периодов, когда продолжительность и средняя разность температур отклоняются асинхронно.

Вычисляем индексы синхронных (S), полусинхронных (M) и асинхронных (A) колебаний:

$$I_L^S = \exp \left( \frac{1}{T} \sum_{t \in K_L} |l_t| \right), \quad I_L^M = \exp \left( \frac{1}{T} \sum_{t \in \mathcal{K}_L^\infty} |l_t| \right), \quad I_L^A = \exp \left( \frac{1}{T} \sum_{t \in \bar{K}_L} |l_t| \right),$$

$$I_N^S = \exp \left( \frac{1}{T} \sum_{t \in K_N} |n_t| \right), \quad I_N^M = \exp \left( \frac{1}{T} \sum_{t \in \mathcal{K}_N^\infty} |n_t| \right), \quad I_N^A = \exp \left( \frac{1}{T} \sum_{t \in \bar{K}_N} |n_t| \right)$$

$$\text{Справедливо следующее соотношение: } \frac{(I_L^S \cdot I_L^M) \cdot (I_N^S \cdot I_N^M)}{(I_L^A \cdot I_L^M) \cdot (I_N^A \cdot I_N^M)} = I_b$$

Далее получаем следующие удельные веса для синхронных и асинхронных отклонений:

$$\begin{aligned} \delta_L^S &= \frac{\ln(I_L^S \cdot I_L^M)}{\ln(I_b)}, & \delta_N^S &= \frac{\ln(I_N^S \cdot I_N^M)}{\ln(I_b)}, & \delta^S &= \delta_L^S + \delta_N^S \\ \delta_L^A &= \frac{\ln(I_L^A \cdot I_L^M)}{\ln(I_b)}, & \delta_N^A &= \frac{\ln(I_N^A \cdot I_N^M)}{\ln(I_b)}, & \delta^A &= \delta_L^A + \delta_N^A \end{aligned}$$

При этом выполняется равенство:  $\delta^S - \delta^A = 1$

Вклад синхронных колебаний намного выше, чем асинхронных. Вклад средней разности температур оказался достаточно высоким, а вклад продолжительности отопительного периода – незначительным. Таким образом, ключевым фактором при формировании потребности в топливе является средняя разность температур за отопительный период.

### *Список использованных источников и литературы*

1. Зоркальцев В.И., Хажеев И.И. Исследование отклонений потребности в топливе на отопление на основе многолетних метеонаблюдений в Байкальском регионе. Препринт ИСЭМ СО РАН. Иркутск, 2013. -28 с.
2. Мазур Ю.Я. Проблемы маневренности в развитии энергетики. М.: Наука, 1986. – 94 с.
3. Некрасов А.С. Многолетнее регулирование расходов топлива на отопление и вентиляцию / Некрасов А.С., Великанов М.А. // Достижения и перспективы. Сер. энергетика – 1986. -№ 46 – С. 85-98.
4. Российский гидрометеорологический портал. URL: <http://meteo.ru/>.