

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

Специфика экономики Донбасса заключается в том, что одной из основных отраслей ее промышленности является угледобывающая. Но несмотря на то, что уголь является главным природным ресурсом региона, его добыча, переработка, транспортировка сопровождаются постоянно растущими затратами на энергопотребление. В связи с этим, вопросам экономии электроэнергии, регулирования режимов электроснабжения, снижения удельных норм расхода электроэнергии уделяется значительное внимание [1].

Затраты на электроэнергию составляют значительную часть (до 20 %) себестоимости продукции предприятий горнодобывающей промышленности. Одной из проблем угледобывающего предприятия является то, что оплата за потребляемую электрическую энергию выше теоретически возможного значения. Это связано с тем, что на угольных шахтах не используются корректировки графиков электрических нагрузок в зависимости от времени суток и года для увеличения электропотребления, оплачиваемого по сниженному тарифу. Решение этой проблемы возможно путем внедрения энергосберегающих технологий и оптимизации графиков электрических нагрузок или же при применении установленного в ЛНР трехзонного тарифа [2], в котором предусмотрены различные тарифные коэффициенты. Границы тарифных зон дифференцированы по времени года и времени суток.

Для уменьшения затрат на электроэнергию при сохранении ее необходимого количества и качества [3] предлагается использовать математическую модель, которая позволит осуществлять почасовое планирование работы энергоемкого оборудования на последующие сутки. Обозначим: n — количество единиц энергопотребляющего оборудования, для каждой из которых возможны r временных режимов работы. При этом режимы работы задаются для каждой единицы оборудования почасово в течение суток бинарными значениями (1 — оборудование включено, 0 — выключено). Принимаем r равное максимально возможному числу режимов. Если возможных режимов работы меньше r , то недопустимые режимы заполняются нулями. Необходимо для каждой единицы оборудования определить такой режим работы, при котором итоговые затраты на электроэнергию будут минимальными.

Задачу можно рассматривать и решать, как задачу линейного программирования, но предварительно ее надо сбалансировать, поскольку в общем случае $n \neq r$. Для этого принимаются фиктивные режимы, при которых все оборудование выключено ($n > r$) или есть фиктивное оборудование с нулевой мощностью потребления электроэнергии ($n < r$). Введем переменную $k = n = r$. Тогда целевая функция, характеризующая суточные затраты на электроэнергию для рассматриваемого оборудования, примет вид:

$$Z = C \cdot \sum_{t=1}^{24} T_t \cdot \sum_{i=1}^k P_i \cdot \sum_{j=1}^k a_{ij}^i \cdot x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^k x_{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, k; \quad \sum_{i=1}^k P_i \cdot \sum_{j=1}^k a_{ij}^i \cdot x_{ij} < V^{don}, \quad t = 1, \dots, 24, \quad (2)$$

где T_t — значение тарифного коэффициента; C — цена электроэнергии; P_i — мощность i -го оборудования; a_{ij}^i — значение параметра j -го режима для единицы i -го оборудования в течение часа t ; x_{ij} — бинарные переменные равные 1, если i -е оборудование работает в j -м режиме, и равные 0 во всех остальных случаях.

Мероприятия по совершенствованию управления энергопотреблением угледобывающего предприятия с использованием предложенной модели осуществляются путём выдачи рекомендаций по режимам работы оборудования во время добычи угля и положены в основу СППР, концептуальная схема которой приведена на рисунке 1.

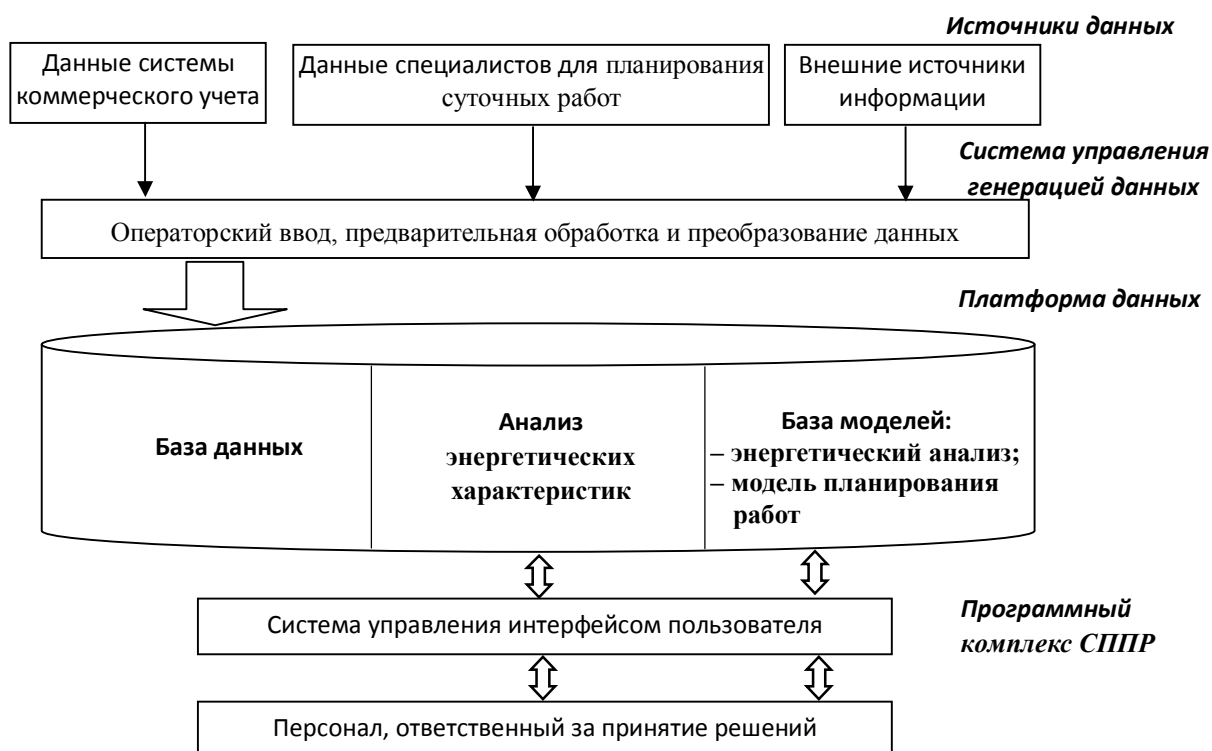


Рисунок 1 — Концептуальная схема СППР

Если изменение режима работы оборудования приводит к необходимости увеличивать численность персонала в ночную смену, в модель дополнительно вводится матрица доплат за работу в ночное время (по видам оборудования и режимам его работы).

Список литературы

1. Бизянов, Е. Е. Прогнозирование затрат на электроэнергию угледобывающих предприятий в современных условиях / Е. Е. Бизянов, А. А. Гутник // Экономический вестник ДонГТУ. — 2019. — № 2. — С. 39–45.
2. Об установлении тарифов на электрическую энергию, отпускаемую субъектам хозяйственной деятельности : Постановление Правительства ЛНР № 860/19 от 30.12.2019 [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://www.lugenergo.ru/wp-content/uploads/2020/03/860_19.pdf (05.05.2022).
3. Международный стандарт ISO 50001:2018(E). Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению / пер. В. А. Качалова. — 50 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2018/10/ISO-50001-2018.pdf> (05.05.2022).

© Козлова И. С.
© Павловский И. О.