

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПО СНИЖЕНИЮ МАКСИМУМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

О. В. Чаус

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Сычев

Электропотребление промышленных предприятий, характеризуемое графиками электрических нагрузок (ГН), обуславливает форму совмещенного графика нагрузки энергосистемы (ЭС). Негативные последствия неравномерности совмещенного графика нагрузки ЭС общеизвестны: необходимость наличия горячего резерва генерирующих мощностей, неравномерная и неполная загрузка оборудования электростанций, повышенный расход топлива и др. В конечном счете, издержки ЭС, вызванные неравномерным электропотреблением промышленных предприятий, закладываются в стоимость электроэнергии и приводят к ее удорожанию.

Принципиально новым инструментом в отношениях ЭС и потребителей в части регулирования совмещенной нагрузки является дифференцированный по зонам суток тариф на электроэнергию. В этом случае выравнивание ГН потребителей достигается за счет организации режимного взаимодействия между поставщиком электроэнергии и потребителем, выгодного обеим сторонам. Деформация ГН потребителей стимулируется путем изменения стоимости электроэнергии в зависимости от зоны суток и дня недели. Изменить структуру ГН потребителя можно следующими способами маневрирования нагрузкой:

1. Выравнивание графика нагрузки путем переноса нагрузок из зон штрафного в зоны льготного потребления, организация работ в ночное время, в выходные и праздничные дни. При этом может быть достигнута значительная экономия средств на оплату электроэнергии, но требуются значительные изменения в работе производства, возникают трудности социального плана.

2. Циклический сдвиг всего ГН во времени в относительно небольшом диапазоне $\tau = \pm 2$ часа, путем переноса начала рабочего дня. Этот способ может быть менее эффективен, но не влечет серьезных изменений в работе производства и более доступен для реализации.

Указанные способы маневрирования нагрузкой не исключают друг друга, а наоборот, дополняют и при совместной реализации позволяют достигнуть наилучших результатов.

В работе исследовались возможности снижения максимума нагрузки ЭС за счет горизонтального смещения индивидуальных ГН для группы 34 промышленных предприятий г. Гомеля.

Были получены показатели равномерности совмещенного графика нагрузки и значения смещений τ_i (в получасовых интервалах), на которые должны быть смещены графики нагрузки группы из 34 предприятий при различных вариантах размещения индивидуальных ГН и по различным критериям.

При этом рассматривались следующие сценарии работы предприятий:

1) предприятия работают в исходном режиме без смещения собственных ГН, т. е. при $\tau_i = 0$;

2) предприятия смещают ГН таким образом, чтобы сформировать совмещенный график ЭС с наименьшей максимальной мощностью, т. е. по критерию $P_{\max} \rightarrow \min$;

3) предприятия смещают ГН таким образом, чтобы минимизировать стоимость электроэнергии при двухставочно-дифференцированном тарифе, т. е. по критерию минимума стоимости электроэнергии $\Pi \rightarrow \min$.

Последний сценарий рассматривался для различных комбинаций интервалов льготного и штрафного электропотребления, используемых в Республике Беларусь в различные годы.

Расчеты и анализ полученных результатов выполнялись в пакете Excel.

На рис. 1 приведены показатели равномерности совмещенного ГН, сформированного для различных сценариев. Как следует из диаграммы, при размещении во времени индивидуальных ГН по критерию $\Pi \rightarrow \min$ показатели совмещенного ГН коэффициент максимума K_M и коэффициент формы K_Φ практически не изменяются (для периода максимума 8.00–12.00 и 8.00–10.00; 18.00–22.00) или изменяются незначительно (для максимума 9.00–11.00; 20.00–23.00). В то же время при размещении индивидуальных ГН по критерию $P_{\max} \rightarrow \min$ может быть достигнуто значительное выравнивание совмещенного ГН энергосистемы и снижение максимума нагрузки. При этом максимум нагрузки совмещенного графика снижается с 68 МВт до 62 МВт, т. е. почти на 9 %, что существенно.

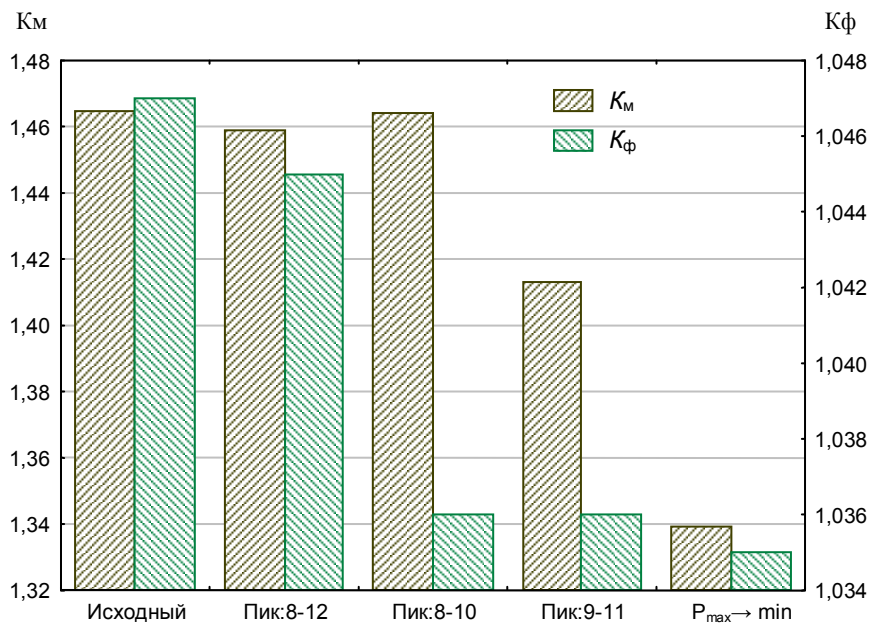


Рис. 1. Показатели равномерности совмещенного графика нагрузки

Выяснить причины того, что маневрирование индивидуальными ГН предприятий по критерию $\Pi \rightarrow \min$ оказывается малоэффективным для выравнивания ГН энергосистемы можно, если проанализировать распределения величин смещений τ между предприятиями при различных сценариях. На рис. 2 приведены гистограммы, характеризующие распределение величины смещений (за единицу смещения принят интервал 30 мин) и количества предприятий, графики нагрузки которых должны быть смещены в соответствии с тем или иным критерием.

Из гистограмм следует, что при формировании ГН энергосистемы по критерию наименьшей максимальной мощности, отрицательные и положительные сдвиги доста-

точно равномерно распределяются между группой потребителей, а при смещении ГН потребителей в направлениях снижения стоимости электроэнергии большинство предприятий должны смещать нагрузку в одном направлении, что не приводит к снижению совмещенного максимума мощности и приводит лишь к его смещению во времени.

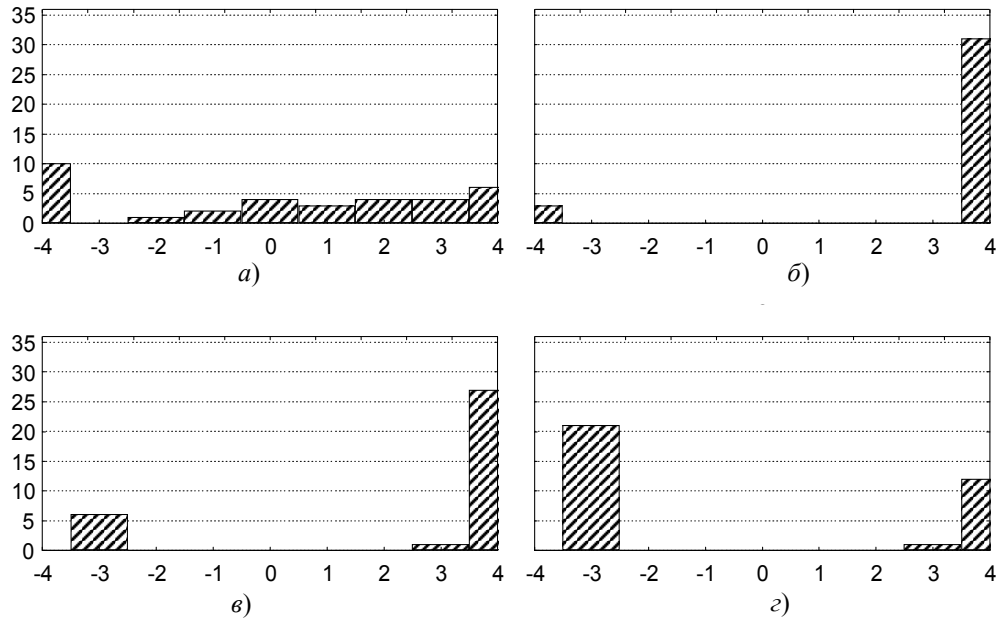


Рис. 2. Гистограммы сдвигов графиков нагрузки группы потребителей:
 а – критерий $P_{\max} \rightarrow \min$; б – Критерий $\Pi \rightarrow \min$ пик 8.00–12.00;
 в – критерий $\Pi \rightarrow \min$ пик 8.00–10.00; 18.00–22.00;
 з – критерий $\Pi \rightarrow \min$ пик 9.00–11.00; 20.00–23.00

Анализ смещений индивидуальных ГН предприятий при различных сценариях показал, что только для 9 из 34 предприятий смещения по двум критериям $P_{\max} \rightarrow \min$ и $\Pi \rightarrow \min$ совпадают по направлению, а 25 из 34 предприятий либо не заинтересованы в смещении своих ГН, либо заинтересованы смещать в направлениях, ухудшающих равномерность и максимум совмещенной нагрузки.

Выводы.

1. Максимум совмещенной нагрузки группы потребителей можно снизить на 9 %. Но применение для предприятий с различными по форме ГН одинаковых параметров тарифа и, в частности интервалов тарифных зон, в принципе не позволяет достаточно ощутимо экономически заинтересовать всех потенциальных регуляторов в маневрировании нагрузкой и достигнуть возможного эффекта.

2. Использовать более полно регулировочные способности отдельных потребителей-регуляторов можно, если отказаться от унификации параметров дифференцированного тарифа и для каждого потребителя-регулятора устанавливать индивидуальные значения временных интервалов тарифных зон и соответствующих тарифных ставок.

Отсюда вытекает следующая задача – разработка методики, которая позволяет определить группу потребителей-регуляторов, которые могут существенно влиять на мощность энергосистемы при горизонтальном маневрировании и подобрать индивидуальные параметры дифференцированного тарифа для этих потребителей-регуляторов, которые экономически ощутимо заинтересовали бы их в маневрировании своей нагрузкой.