

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ В БЫТУ

Вороновский Г.К., д.т.н., председатель правления, Козлоков А.Ю., начальник котлотурбинного цеха
ОАО "Харьковская ТЭЦ-5"
Украина, 62371, Харьковская область, Дергачевский район, поселок Подворки, ул. Горького, 1
E-mail: voronovsky@chpp5.kharkiv.com

Сергеев С.А., к.т.н., директор, Махотило К.В., к.т.н., старший научный сотрудник
ООО "Институт системных исследований в энергетике"
Украина, 61145, Харьков, пр. Ленина, 21-А, к. 112. ООО "ИСИЭ"
E-mail: sergeev@isde.kharkiv.com

Представлено аналіз даних з споживання електричної енергії крупним житловим масивом Харкова в 1997-2002 рр. Виявлено стійку тенденцію зростання рік за роком обсягів електроспоживання в побуті в осінньо-зимовий період. Показано, що зрушення, що відбулися в структурі побутового електроспоживання, обумовлені переважно кількісним зростанням парку потужних побутових електроприладів, що придбаються населенням у відповідь на систематичний недовідпуск тепла від джерел централізованого теплоснабження.

Представлен анализ данных по потреблению электрической энергии крупным жилым массивом Харькова в 1997-2002 гг. Выявлена устойчивая тенденция к росту год от года объемов электропотребления в быту в осенне-зимний период. Показано, что отмеченные сдвиги в структуре бытового электропотребления вызваны преимущественно количественным ростом парка мощных электроприемников, приобретаемых населением в ответ на систематический недоотпуск тепла от источников централизованного теплоснабжения.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы проблема перекрестного влияния ветвей энергоснабжения друг на друга привлекает внимание все более широкого круга специалистов. Объективно она вызвана тем реальным ухудшением топливообеспеченности региональных энергосистем, которое произошло на Украине и в других бывших республиках после дезинтеграции СССР.

Обыкновенно при рассмотрении этой проблемы ограничиваются обсуждением первичных эффектов, достаточно легко обнаруживаемых при сравнительном анализе одно-двухнедельных эпизодов связанного потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в быту, а именно – роста электрической нагрузки понижающих подстанций, питающих жилые массивы, под влиянием недоотпуска тепла от системы централизованного теплоснабжения (СЦТ), резкого падения давления в городском кольце газоснабжения, развивающегося по той же самой причине.

К сожалению, когда практика недоотпуска тепла на отопление и горячее водоснабжение жилых массивов приобретает систематический, многолетний характер, в энергосистеме начинают проявляться вторичные эффекты – резкий рост сезонных объемов потребления электроэнергии в быту; усиление неравномерности в суточных и месячных графиках электрической нагрузки региональных энергосистем.

Дело в том, что все новые и новые потребители, утравив доверие к СЦТ, приобретают мощные электроприемники, среди которых доминируют масляные электрообогреватели и электроводонагреватели с единичной установленной мощностью от 0,8 до 3,6 кВт. Естественно, что по мере накопления населением электроотопительного потенциала соразмерные промахи в режимах отпуска тепла от СЦТ провоцируют каждый раз все более бурную ответную реак-

цию бытовых потребителей. Из-за перманентной нехватки топлива на источниках СЦТ такие промахи проявляются достаточно часто. Как результат, спрос на электрическую энергию в коммунально-бытовом секторе год от года растет.

Поскольку суточные профили электрической нагрузки региональных энергосистем из-за возрастания активности бытовых потребителей становятся все более неравномерными, обостряется дефицит маневренных мощностей в Объединенной энергосистеме Украины. Понятно также, что ожидаемый рост парка бытовых электроприемников не может быть перекрыт вводом в строй новых блоков на Хмельницкой и Ровенской АЭС. Указанное обстоятельство еще раз демонстрирует, какое огромное значение имеет правильный учет перспективной электрической нагрузки квартир при планировании и управлении развитием отечественного энергосектора.

Как бы там ни было, теперешняя "отопительная" волна электрификации быта, угрожающая перерасти в девятый вал для региональной энергетики, находится пока что в зачаточном состоянии. Чтобы предотвратить ее дальнейшее развитие, нужно научиться контролировать и сдерживать процесс аккумуляции населением электрообогревательной техники. Для этого, в свою очередь, следует создавать специализированные информационные комплексы, разрабатывать наглядные методики для объективизации происходящих изменений в структуре энергопотребления, привлекать внимание специалистов и широкой общественности к проблемам эффективного использования ТЭР в работе коммунальных служб и в быту.

Целью настоящей статьи является анализ данных по зимнему электропотреблению жилыми массивами Харькова за 1997-2002 гг.

Первая часть статьи посвящена описанию аппаратно-программного комплекса "Зевс", созданного совместными усилиями специалистов ОАО "Харьковская ТЭЦ-5", АК "Харьковоблэнерго" и ООО "Институт системных исследований в энергетике" для осуществления мониторинга связанного потребления ТЭР в быту.

Во второй части выполнена количественная оценка пятилетних изменений в структуре парка бытовых электроприемников, используемых потребителями Салтовского жилмассива для компенсации недоотпуска тепла от источника СЦТ.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС "ЗЕВС"

Функциональная структура АПК "Зевс" представлена на рис. 1,а. Она объединяет в одно целое информационные потоки данных, собираемые системами учета, принадлежащими разным ветвям энергоснабжения – информационно-управляющей системой ОАО "Харьковская ТЭЦ-5" и АСКУЭП АК "Харьковоблэнерго". Кроме того, АПК "Зевс" собирает и обрабатывает прогностическую и учетную информацию о погоде в Харькове.

В качестве первичных узлов учета потребления электроэнергии в АСКУЭП используются счетчики ЦТ5000, установленные со стороны потребителей на понижающей подстанциях 110/10 кВ городской электрической сети. Каждые 3 минуты коммуникационный сервер АСКУЭП опрашивает все счетчики, вычленяет из информационного потока данные, касающиеся теплового района Харьковской ТЭЦ-5, группирует их по признаку территориальной принадлежности к тому или иному сегменту теплового района.

Каждые полчаса сервер системы мониторинга качества теплоснабжения (СМКТ), установленный на Харьковской ТЭЦ-5, инициирует коммутируемое соединение с информационным сервером АСКУЭП и по протоколу FTP забирает подготовленные для дальнейшего анализа данные по электропотреблению в быту. Кроме того, от счетчика тепловой энергии ИТЕК-220 на сервер СМКТ поступают данные о получасовых объемах отпуска тепла в городскую теплофикационную сеть.

Раз в сутки сервер СМКТ связывается с одним из серверов погоды в Интернете, копирует и заносит прогноз погоды и суточную метеосводку по Харькову в собственную базу данных. Трехчасовые данные о текущей наружной температуре сообщает местный центр по гидрометеорологии.

На заключительном этапе суточного цикла обработки оперативной информации СМКТ генерирует отчет о качестве теплоснабжения различных сегментов теплового района Харьковской ТЭЦ-5 и выставляет его на специально организованном WEB-сайте. Отчет готовится в форматах HTML и WML, что позволяет просматривать его как с помощью обычных браузеров, так и браузеров мобильных телефонов.

Графическая поддержка СМКТ включает вывод на экран диспетчерского монитора различных комбинаций учетных и расчетных данных (см. рис.1,б):

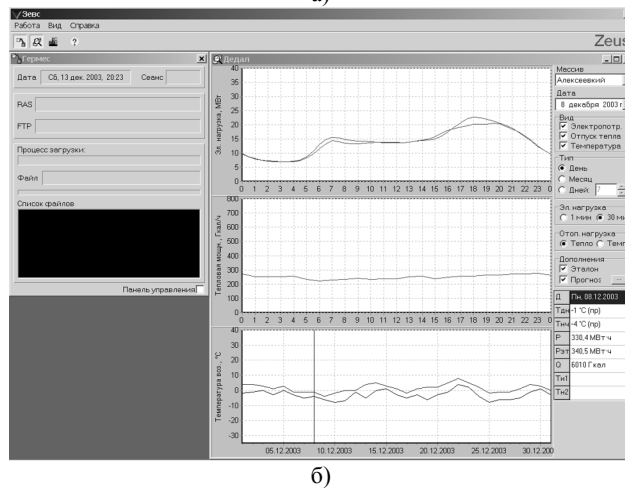
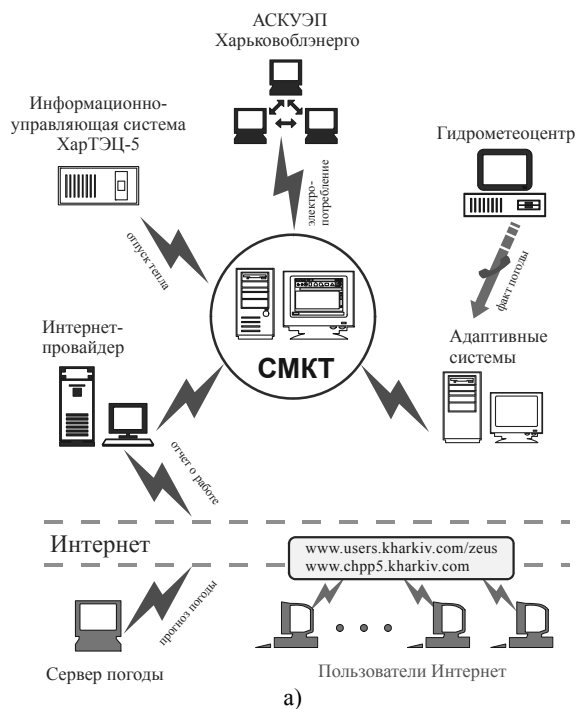


Рис.1. Структурная схема АПК "Зевс" (а) и вид пользовательского интерфейса СМКТ (б)

- в верхнем окне – суточных пофилей электрической нагрузки на фидерах "ХПГЭС" понижающих подстанций "Алексеевская", "Павлово Поле", "Холодная Гора" или "Салтовская" (на выбор), в том числе в текущих сутках с темпом обновления данных каждые 30 минут;
- верхнее же окно может использоваться для просмотра динамики изменения суточных объемов потребления электроэнергии этими же жилыми массивами за 2-200 суток назад, начиная с любой даты из периода наблюдения, либо с начала текущего месяца и по текущие сутки;
- в среднем окне – можно просматривать суточный график почасового отпуска тепла от источника теплоснабжения в теплофикационную сеть за любые сутки из периода наблюдения, включая текущие;
- среднее же окно может использоваться для отслеживания динамики отпуска тепла от источника в синхронном, по отношению к данным в верхнем окне, режиме.

В нижнем окне отображается информация о месячной либо более длительной динамике изменения экстремальных суточных температур наружного воздуха в Харькове. Верхняя кривая соответствует максимальной дневной температуре, а нижняя – минимальной ночной.

Для удобства визуальной оценки интенсивности избыточного потребления электроэнергии на дотоп в верхнем окне выводятся также эталонные профили – суточные, месячные или сезонные, в зависимости от выбранного режима просмотра. Под эталонными подразумеваются такие объемы электропотребления в быту, когда потребители без ограничений используют любую бытовую технику за исключением электрообогревательной.

АНАЛИЗ ПЯТИЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ

АПК "Зевс" создавался для косвенного оценивания качества теплоснабжения жилых массивов по интенсивности избыточного потребления электроэнергии в быту на дотоп. Однако собираемая им информация может использоваться и по прямому назначению, а именно – для мониторинга и управления самим электропотреблением в быту.

Традиционно коммунально-бытовой сектор считается наиболее трудно поддающимся изучению и наиболее трудно управляемым, разумеется, в контексте рассматриваемой проблемы. СМКТ, в силу особенностей ее внутренней организации, предельно четко фокусирует внимание диспетчерских служб энергопотребления на интенсивности использования населением электроотопительного потенциала в текущих сутках или на любом интервале времени в прошлом.

Для того, чтобы визуально оценить интенсивность электроотопительной реакции того или иного жилого массива, достаточно сопоставить текущую электрическую нагрузку с эталонной. Совпадение этих величин (см., например, верхнее окно пользовательского интерфейса на рис.1,б) означает, что режимы отпуска тепла от источника СЦТ обеспечивают перетоп закрытых помещений, и электроотопление не используется. Чем сильнее отличается текущая нагрузка от эталонной, тем интенсивнее население использует накопленный электроотопительный потенциал.

Ретроспективный анализ данных по сезонному потреблению электроэнергии в быту однозначно указывает на *существование устойчивой тенденции к росту совокупной установленной мощности бытовых электроприемников*. Чтобы убедиться в этом, рассмотрим сезонную динамику изменения суточного электропотребления одним из самых крупных спальных жилых массивов Харькова – Салтовским, на протяжении отопительных сезонов 1997-98 – 2001-02 гг.

Графики сезонного потребления электроэнергии Салтовкой представлены на рис. 2.

Каждая из четырех диаграмм рис. 2 содержит две кривые. Нижняя кривая – это эталон, верхняя кривая – это фактическое электропотребление. В зависимости от того, какая выдалась погода, насколько хорошо источник теплоснабжения был обеспечен топливом, наконец, каким электроотопительным ресурсом обладало население в текущем году, форма верхней кри-

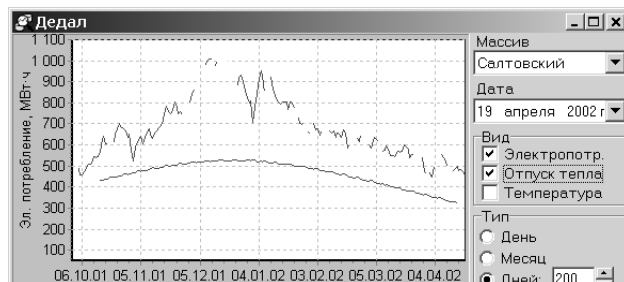
вой принимает тот или иной вид. В противоположность этому, нижняя кривая с выпуклостью в центре на всех диаграммах имеет одну и ту же форму. Потому что эталонное потребление для жилого массива год от года не изменяется.



а)



б)



в)

Рис. 2. Сезонные особенности электропотребления

Для того, чтобы понять, насколько сильно изменяется вклад электроотопительного ресурса в фактические объемы потребления, будем рассуждать следующим образом.

Начнем наш анализ с отопительного сезона 1997-98 гг. 16 декабря 1997 года среднесуточная температура в Харькове упала до рекордно-низкой отметки – минус 29°C. На диаграмме а) этим суткам соответствует отчетливо выраженный всплеск электропотребления – приблизительно до 740 МВт·ч. Сопоставляя эту цифру с эталоном для этого же дня (520 МВт·ч), можно прийти к выводу, что в этот день около 220 МВт·ч было потреблено населением на электродотоп. Именно эта цифра и представляет собой косвенную оценку электроотопительного потенциала, которым обладало население Салтовки в декабре 1997 года

Прошло всего 3 года, но на диаграмме б), отражающей отопительный сезон 2000-2001 гг., мы видим уже существенный прирост в интенсивности электропотребления. 25 января 2001 года суточное потребление достигло отметки 920 МВт·ч при эталонной величине для этого же дня 500 МВт·ч. Для справки: *никакого жилищного строительства* в этом районе в те го-

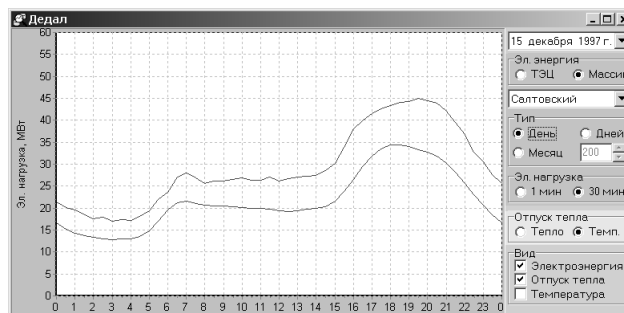
ды не велось, структура распределительной сети каким-либо существенным изменениям не подвергалась. Отсюда следует, что 25 января 2001 года суточное потребление электроэнергии на дотоп составило 420 МВт·ч. Объяснение этому – у населения, по сравнению с 1997 годом, стало больше электронагревательных приборов. И очевидно, что это не кипятильники или электрочайники, а электрообогреватели, работающие в круглосуточном режиме.

Спустя 11 месяцев, 10 декабря 2001 года, суточное электропотребление возросло уже до 1010 МВт·ч при эталонной величине 520 МВт·ч. Иначе говоря, дотоп составил 490 МВт·ч!

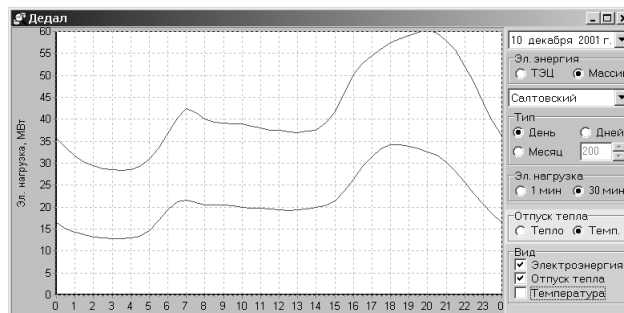
Для того, чтобы оценить, как изменилась совокупная установленная мощность электрообогревателей, сравним суточные профили электрической нагрузки за 15 декабря 1997 года и за 14 декабря 2001 года, представленные на рис.3. 15 декабря предшествовали в 1997 году дню максимального суточного потребления, однако именно в этот день электрическая нагрузка в 19:30 достигла рекордной величины в отопительном сезоне 1997-98 гг. Как и на рис.2, нижние кривые на обеих позициях рис.3 – это эталоны, но только *суточного* электропотребления, синтезированные для этого времени года.

Первое, что обращает на себя внимание, это усиление неравномерности в суточном профиле электрической нагрузки при появлении избыточного потребления на дотоп. При хорошем качестве теплоснабжения от СЦТ амплитуда переменной составляющей в суточном профиле электрической нагрузки (можно оценить по эталонному профилю) не превысила бы 22 МВт, а при включении электрообогревателей она возросла 15 декабря 1997 года до 27 МВт, а 10 декабря 2001 года – до 31 МВт. На рис.3 отчетливо видно, что только часть электрообогревателей в периоды провалов качества теплоснабжения работают круглосуточно. Остальные на ночь выключают.

Второе – мощность дотопа в вечернем пике за четыре года возросла с 12 до 27,5 МВт. Это позволяет сделать вывод, что и установленная мощность бытовых электрообогревателей, имеющихся на территории Салтовки, возросла во столько же раз. Потому что, если принять, что в среднем каждый электрообогреватель имеет мощность 1 кВт, увеличение нагрузки на фидерах питания жилмассива на 1 МВт может быть истолковано как включение 1000 обогревателей.



а)



б)

Рис. 3. Фактические и эталонные суточные профили электрической нагрузки в дни годовых максимумов потребления

Перейдем к простейшему сопоставительному анализу. За четыре года (с 1997 по 2001) установленная мощность бытовых электронагревательных приборов возросла на территории Салтовского жилмассива более чем в 2 раза, а объемы суточного электропотребления на дотоп – в 2,5!

И это при том, что, по нашим собственным оценкам, сегодня только 1/16-1/12 часть дефицита тепла покрывается за счет электроотопления. Даже трудно вообразить себе, как возрастет электрическая нагрузка в коммунально-бытовом секторе в ближайшие годы, если ничего в отношении улучшения качества теплоснабжения жилых массивов от источников СЦТ не предпринимать!

ВЫВОДЫ

1. Изменения в структуре бытового электропотребления, произошедшие в последние 4-6 лет, затронули ту часть бытовых электроприемников, которая используется для покрытия дефицита тепла в отапливаемых помещениях.

2. В какой бы мере ни использовался бытовой электродотоп, он приводит к усилению *неравномерности суточного графика* электрической нагрузки ОЭС Украины.

Поступила 12.12.2003