

Анализ температурного графика работы тепловых сетей г. Киева и предложения по его оптимизации

САФЬЯНЦ АРТЕМ СЕРГЕЕВИЧ
К.Т.Н., С.Н.С. ИТТФ НАН УКРАИНЫ

БЛОК – СХЕМА
**обґрунтування доцільності впровадження оптимізованого температурного графіку
на теплових мережах у ПАТ «Київенерго».**

**Мета - аналіз актуальності існуючого температурного графіка, доцільності його коригування та
можливості застосування нових температурних графіків відповідно до потреби споживачів теплової енергії**

**Теоретичне обґрунтування можливості та доцільності використання
оптимізованих температурних графіків.**

Теоретичні основи роботи систем тепlopостачання.

- Загальні відомості про системи централізованого тепlopостачання. Теоретичні основи їх роботи.
- Схеми систем тепlopостачання.
- Принципи центрального регулювання у системах тепlopостачання.

**Аналіз існуючої системи регулювання відпуску
теплової енергії в мережах тепlopостачання
ПАТ «Київенерго».**

**Опис структури підприємства ПАТ «КИЇВЕНЕРГО» у частині
виробництва та передачі теплової енергії.**

- Принципи віднесення джерел тепла ПАТ «КИЇВЕНЕРГО» до різних груп.

Якісне регулювання режимів роботи систем тепlopостачання. Температурні графіки теплових мереж.

- Теоретичні основи побудови температурних графіків теплових мереж.
- Вихідні дані для побудови температурних графіків. Визначення теплового навантаження.
- Досвід впровадження різноманітних температурних графіків. Історія розвитку вітчизняних систем тепlopостачання.
- Закордонний досвід використання знижених температурних графіків.

**Аналіз реального теплового навантаження теплоджерел
ПАТ «Київенерго».**

- Оціночне навантаження.
- Завантаження теплоджерел.
- Резерв теплової потужності.

**Теоретичне обґрунтування можливих шляхів оптимізації методів регулювання режимів роботи
теплових мереж.**

- Визначення та аналіз можливих напрямків оптимізації режимів роботи теплових мереж.
- Сучасна структура опалювального навантаження. Його фактична величина та вплив на побудову температурних графіків.
- Вітчизняні та європейські нормативи щодо визначення теплових навантажень. Їх аналіз та порівняння.

**Аналіз попереднього досвіду експлуатації теплових
мереж за скоригованним температурним графіком.**

- Висновки щодо фактичного підтвердження обґрунтованості впровадження скоригованого температурного графіку.

Побудова оптимізованих температурних графіків роботи теплових мереж.

- Запропоновані скориговані температурні графіки. Їх опис та аналіз. Рекомендації щодо впровадження.
- Особливості оптимізації температурного графіку для систем централізованого тепlopостачання на базі ТЕЦ.
- Особливості використання скоригованого температурного графіку в перехідний період.
- Можливості використання принципів якісно-кількісного регулювання режимів роботи теплових мереж.

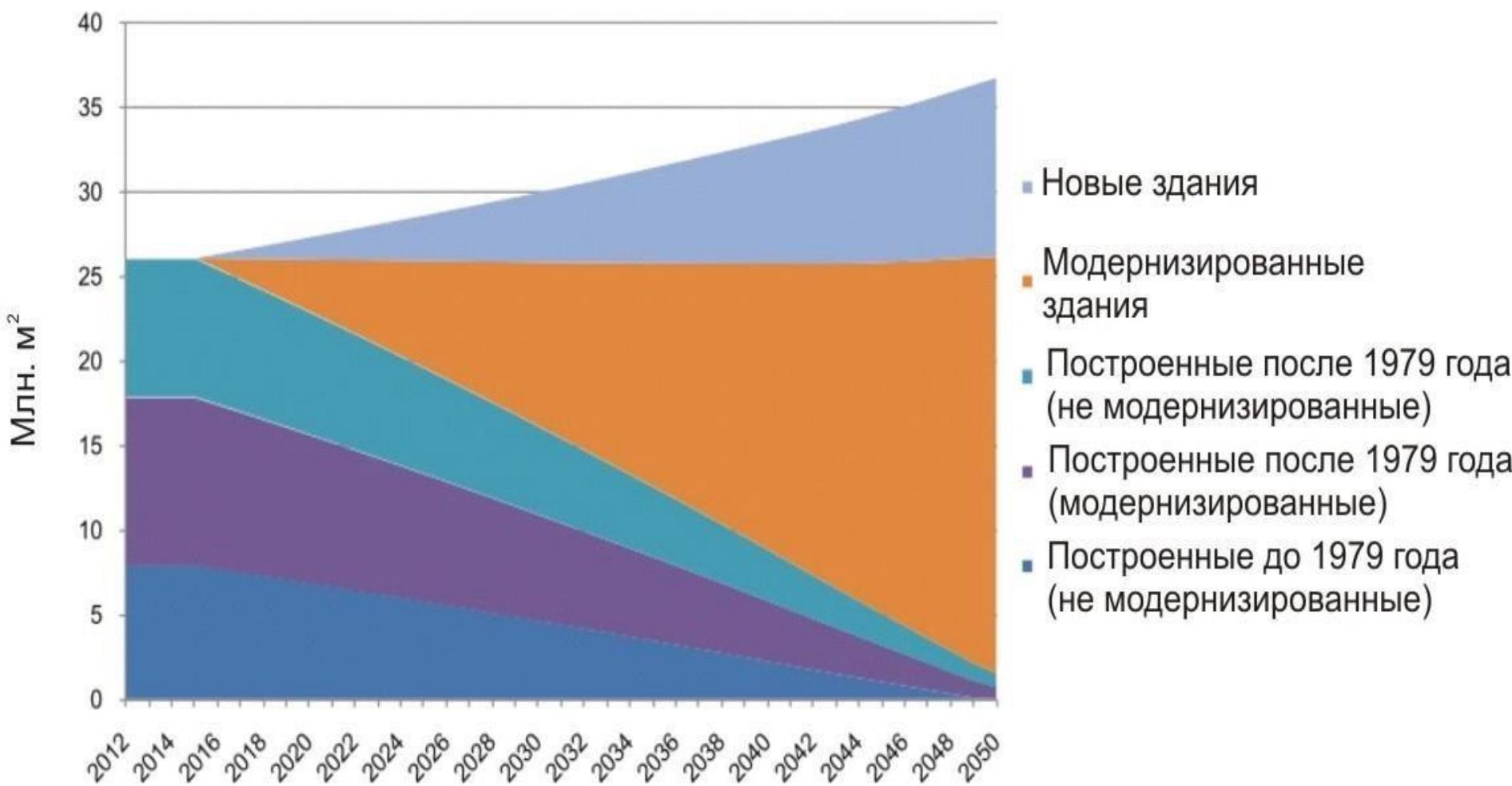
Аналіз можливих наслідків впровадження запропонованих температурних графіків.

- Необхідність зміни загальних вимог при видачі "Технічних умов" на приєднання до систем тепlopостачання.
- Можливість зміни розрахункових теплових навантажень в укладених договорах на тепlopостачання споживачів.

История развития систем теплоснабжения и зарубежный опыт

- ❖ Высокотемпературные графики выбирались из соображений снижения металлоемкости систем теплоснабжения
 - ❖ Москва – 130/70 °C
 - ❖ Санкт – Петербург – 150/70 °C
 - ❖ Дания – 120/70 °C
 - ❖ Финляндия – 115/70 °C
- ❖ Швеция, Норвегия – большая доля возобновляемых источников, низкотемпературные графики. ТЭЦ – 115/70 °C

Площадь обогрева полов в жилых домах на территории ЕС



Факторы, влияющие на выбор температурного графика

Температурный график

Расчетная присоединенная нагрузка

Расчетная минимальная температура наружного воздуха

Пропускная способность сетей, гидравлический режим сетей

Нагрузка ГВС

Вентиляция

Нагрузка отопления

Трансмиссионная составляющая
• Потери через ограждающие поверхности

Вентиляционная составляющая
• Кратность воздухообмена

Основні нормативні документи, впливаючі на вибір температурного графіка

ДБН В.2.2-15:2015 «Житлові будинки. Основні положення»;

ДСТУ Б EN 12831 «Системи опалення будівель. Методи визначення проектного теплового навантаження»;

ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі»;

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;

ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT);

ДСТУ Б EN ISO 7730 «Эргономика тепловой среды. Аналитическое определение и интерпретация теплового комфорта на основе расчетов показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта».

Нормируемая температура внутри помещений

Тип помещения	Расчетная температура, старые стандарты	Расчетная температура, ДБН В.2.2-15:2015
Жилые дома	18	20
Учебные заведения	16	20
Театры	15	16
Кинотеатры	14	16
Детские сады	20	20
Торговые центры	15	16

Тип помещения	Условия микроклимат	Диапазон температур в отопительный период в соответствии с ДСТУ Б ЕН 15251:2011, приблизительно 1кло
Жилые здания. Сидячая активность – приблизи- тельно 1,2мет	Повышенные оптимальные	$22,0 \pm 1,0$
	Оптимальные	$22,0 \pm 2,0$
	Допустимые	$22,0 \pm 3,0$

Изменение нормативной кратности воздухообмена

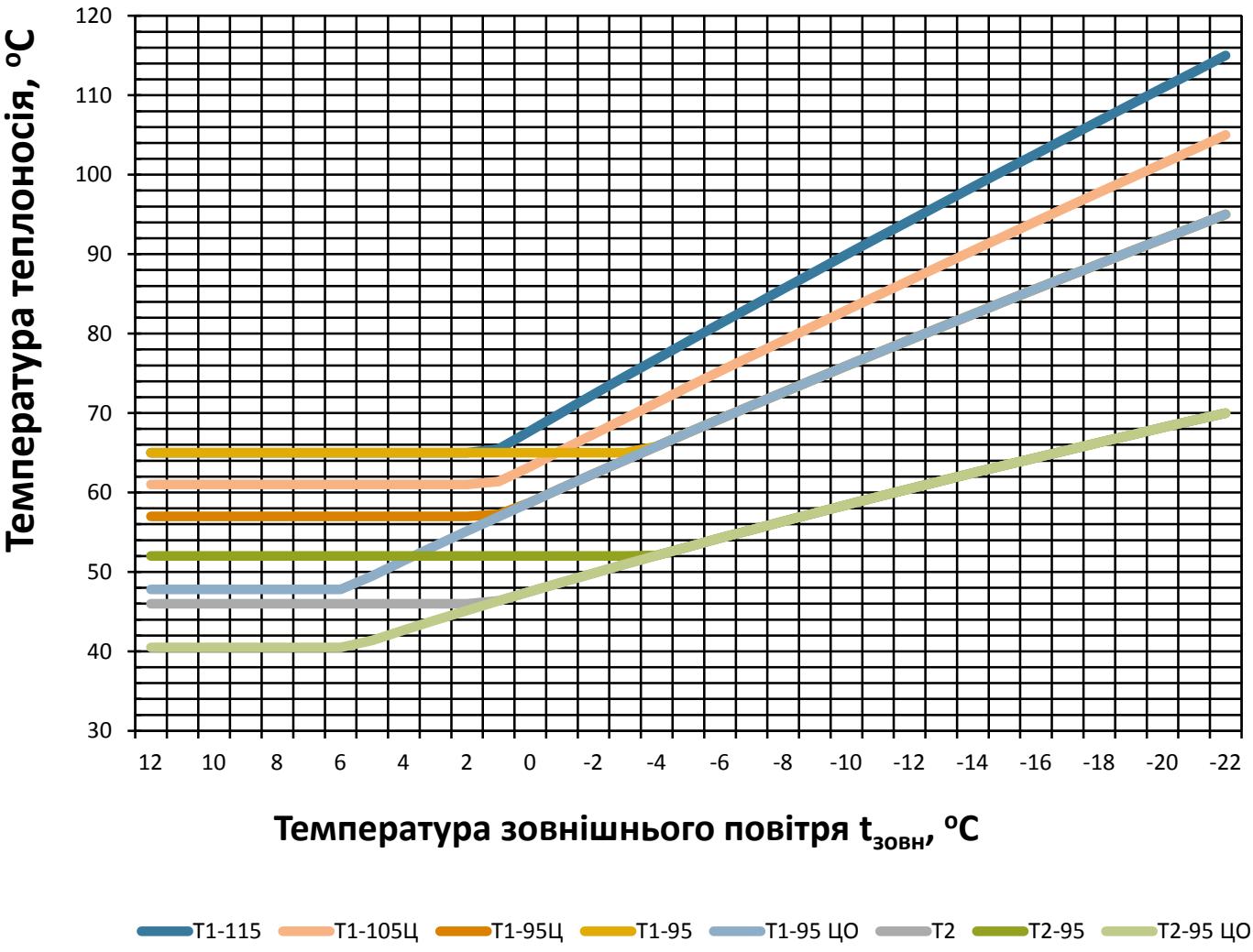
Текущие нормативные требования в соответствии с ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»

Условия макроклимата	Воздухообмен	
	дм ³ /с*м ²	ч ⁻¹
Повышенные оптимальные	0,49	0,7
Оптимальные	0,42	0,6
Допустимые	0,35	0,5

Сравнение изменений нормативных требований на протяжении разных лет и с другими странами

	Украина			США	Германия	Англия	Швеция
	до 1996 г.	1996г. - 2014г.	С 2014 г.				
Кратность	1,2	1,0	0,5	0,35	0,5	0,4	0,2

Предложенный для внедрения график теплоснабжения



Умовні позначення

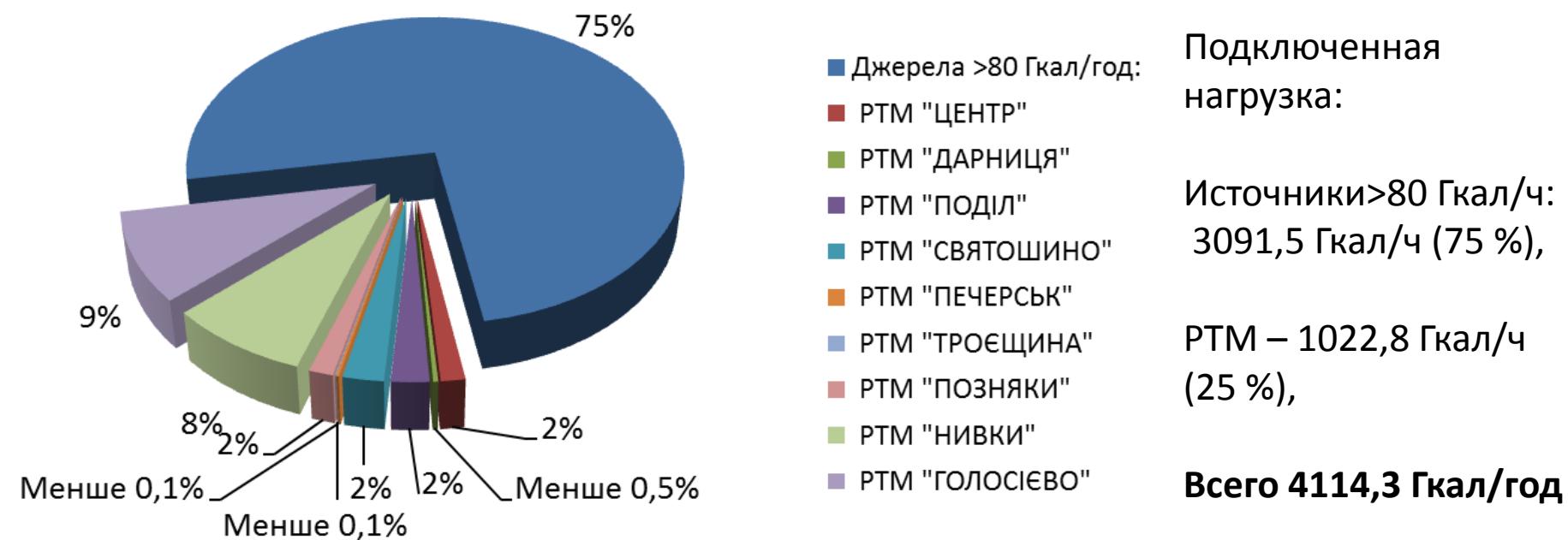
T1-115	Температура в подавальному трубопроводі тепломережі, град С	
T1-105TP	Температура в подавальному трубопроводі від теплових пунктів, град С	105-70
T1-95TP		95-70
T2	Температура в зворотному трубопроводі тепломережі, град С	
T1-95	Температура в подавальному трубопроводі тепломережі, град С	
T2-95	Температура в зворотному трубопроводі тепломережі, град С	
T1-95 ЦО	Температура в подавальному трубопроводі тепломережі, град С	
T2-95 ЦО	Температура в зворотному трубопроводі тепломережі, град С	

Оценка параметров систем теплоснабжения зданий при неизменных смесительных узлах

При изменении температуры воды в подающем трубопроводе тепловой сети с 150 °C до 115 °C:

- ❖ Происходит снижение средней температуры воздуха в помещениях с 18 °C до 10,89 °C. Мощность системы отопления падает на 17,8%;
- ❖ Сохранение температуры в помещениях на уровне 18°C возможно за счет уменьшения величины присоединенной нагрузки до **70,6%** от проектного значения за счет уменьшения вентиляционной составляющей минимум в **2 раза**.
- ❖ Сохранение температуры в помещениях на уровне 18°C возможно за счет при неизменной величине проектной нагрузки возможно за счет увеличения расхода сетевой воды в 2,08 раза.

Распределение проектных подключенных нагрузок по подразделениям СВП «КТС»

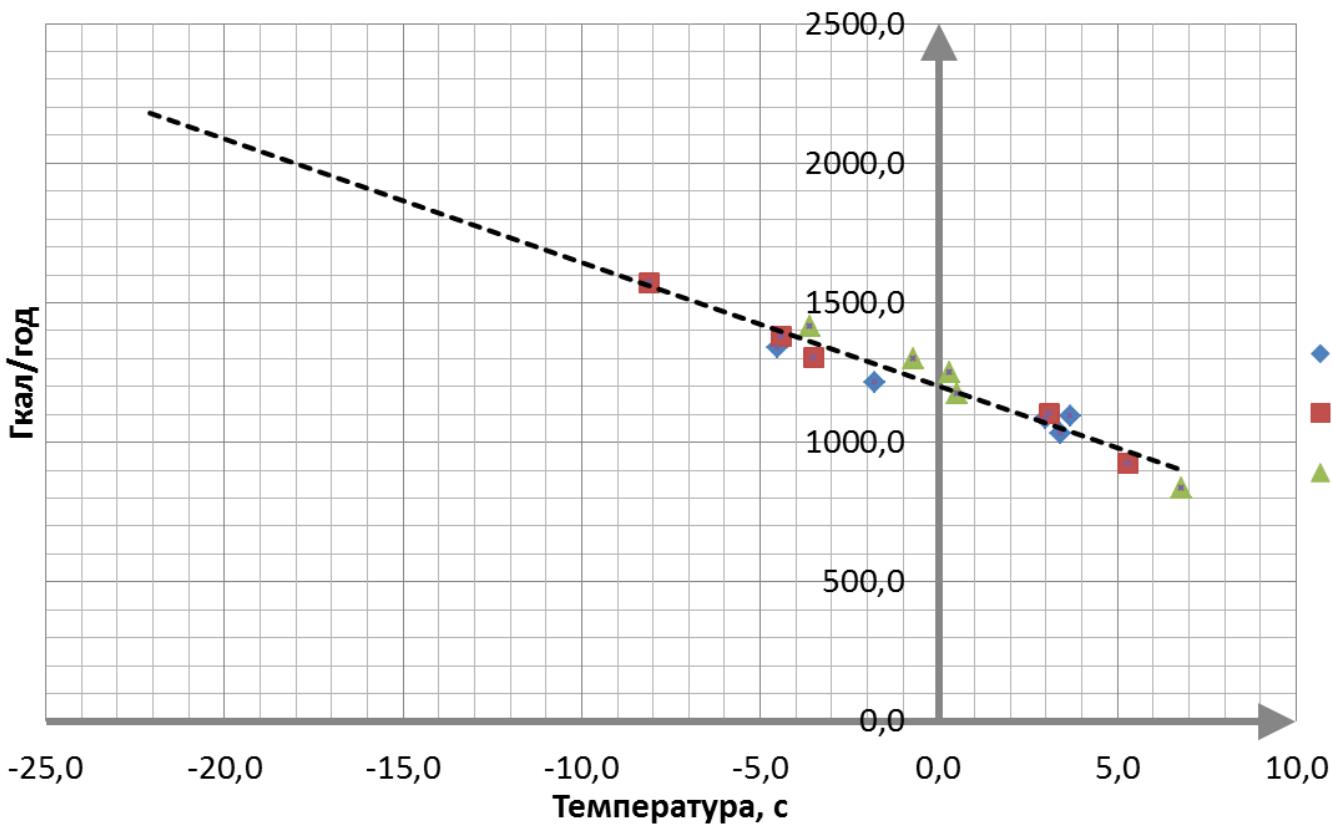


Новая вводимая терминология

Оценочная нагрузка (по фактическим данным) - оцененная максимальная тепловая нагрузка теплоисточника, рассчитанная путем экстраполяции усредненных месячных фактических данных по фактически реализованному теплу (данные из таблиц «Фактический отпуск тепла» отчетности)

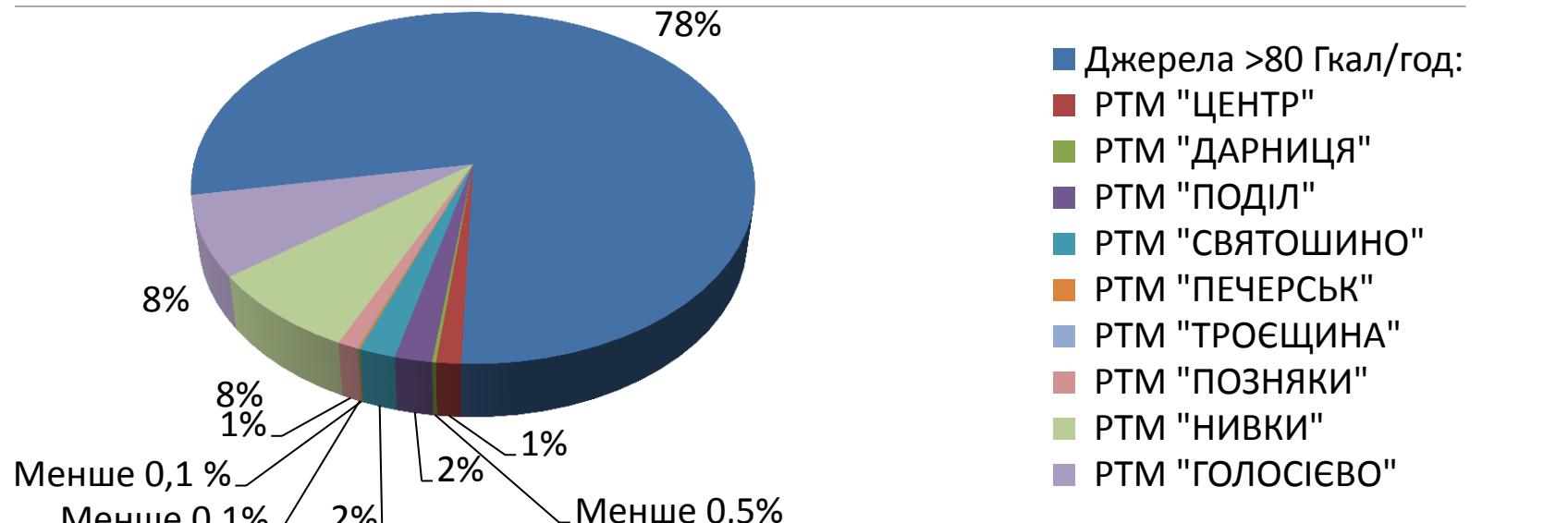
Максимальная эксплуатационная нагрузка (по данным персонала) - максимальная эксплуатационная тепловая нагрузка теплоисточника, рассчитана как сумма максимальных мощностей котлов, эксплуатируемых в отопительный период (данные получены в ходе опроса персонала котельных)

Определение значений оценочной нагрузки



Оценочная
нагрузка опре-
деляется путем
экстраполяции
усредненных
месячных факти-
ческих данных по
реализованной
теплote
на расчетную
температуру для г.
Киева (-22 °C)

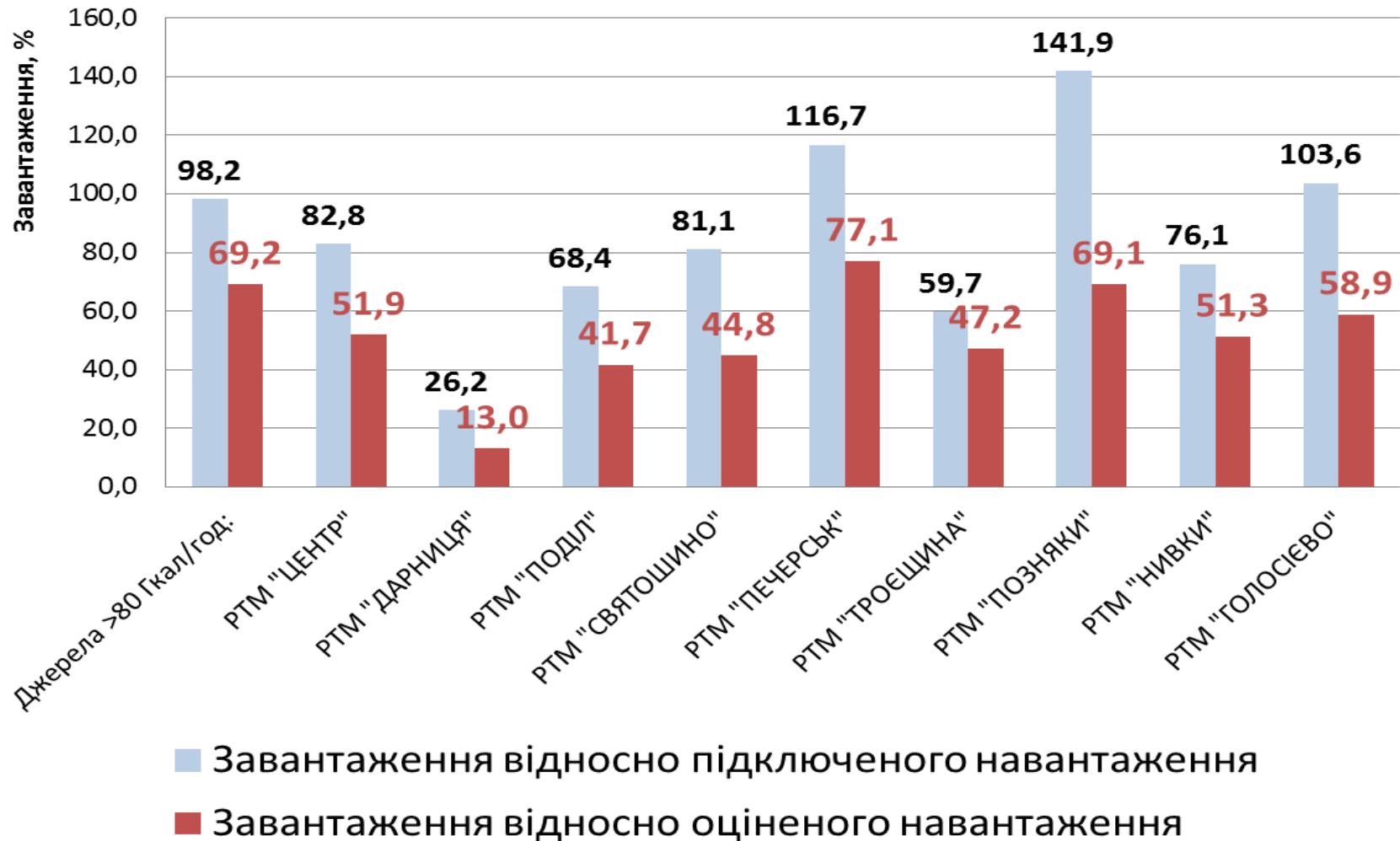
Распределение оценочной нагрузки по подразделениям



Источники >80 Гкал/ч – 2237,0 Гкал/ч,
PTM – 617,6 Гкал/ч (22%),
Всего 2854,6 Гкал/ч

Джерела >80 Гкал/ч – 2366,8 Гкал/ч,
PTM – 667,9 Гкал/ч (22 %),
Всього 3034,7 Гкал/ч

Распределение оценочной нагрузки по подразделениям



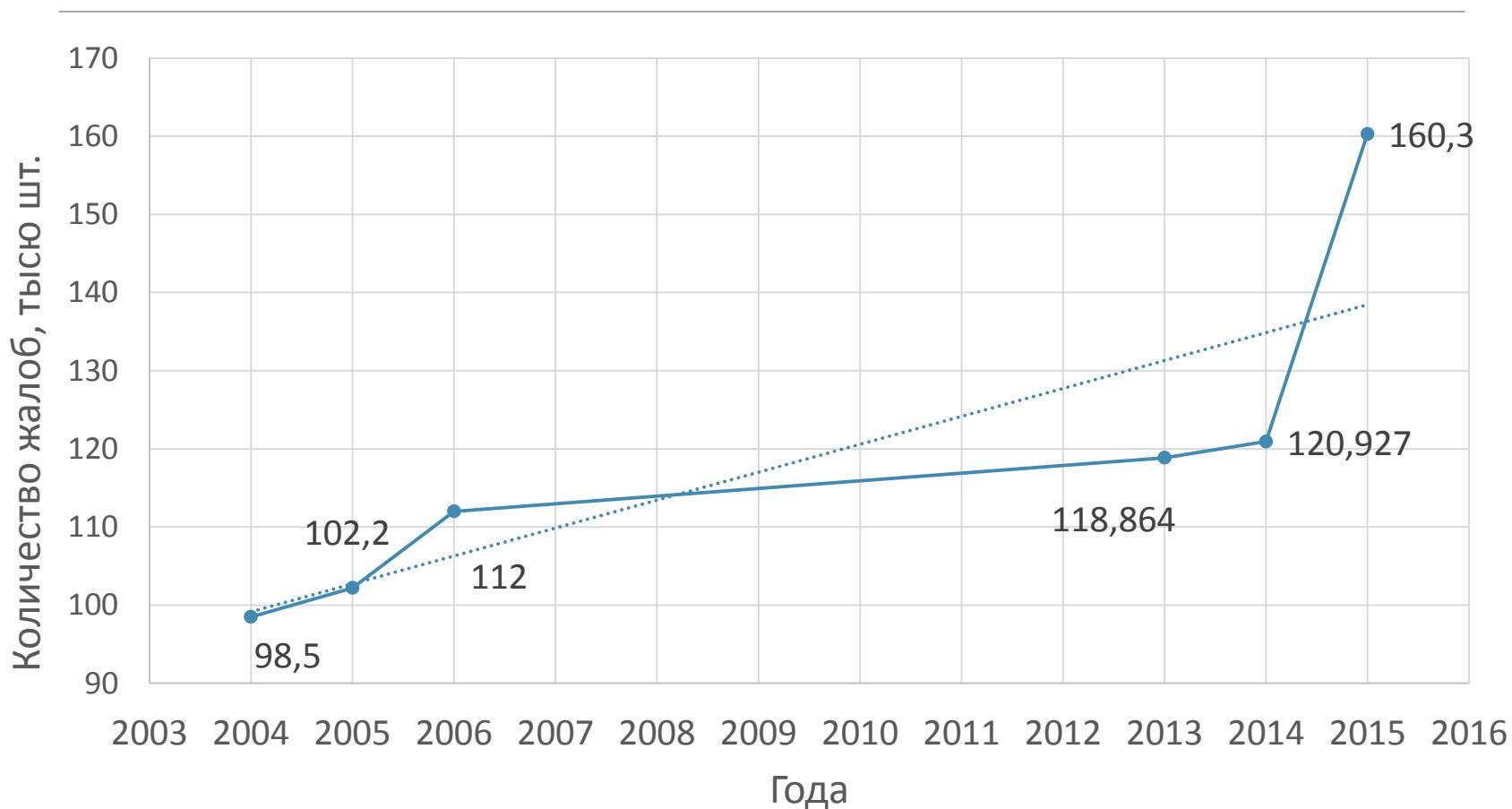
Промежуточные итоги

Нормативное снижение кратности воздухообмена – в 2,4 раза. Соответственно, это снижает величину проектной тепловой нагрузки на 30-35% в зависимости от типа здания.

Соответствующим образом это подтверждается фактическими данными: оценочная реальная нагрузка **2854,6 Гкал/ч** меньше проектной **4114,6 Гкал/ч** на 30,6%.

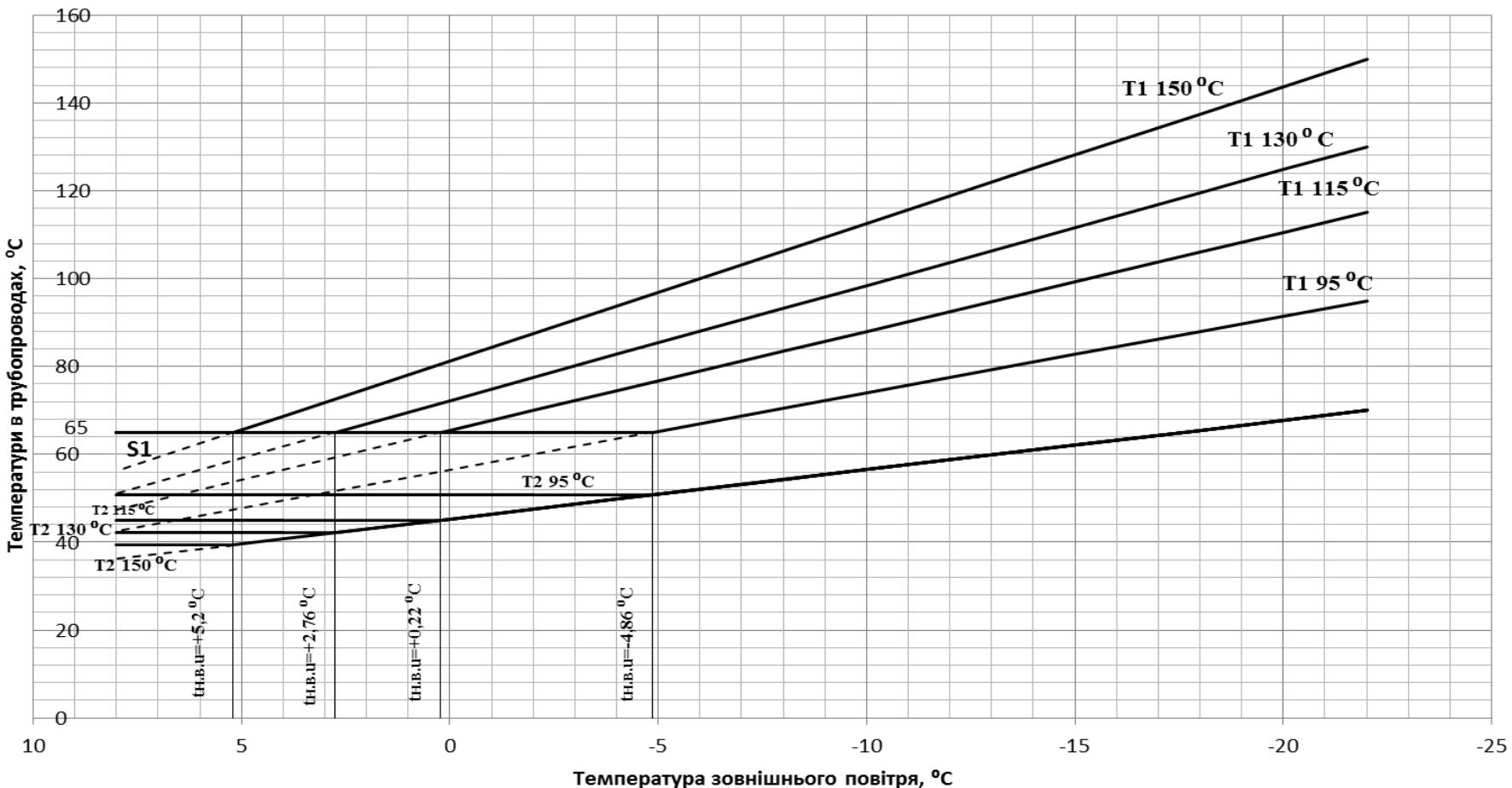
В свою очередь это полностью соответствует предварительным расчетам снижения мощности отопительной системы в результате снижения температурного графика со **150/70 °C** до **115/70 °C**

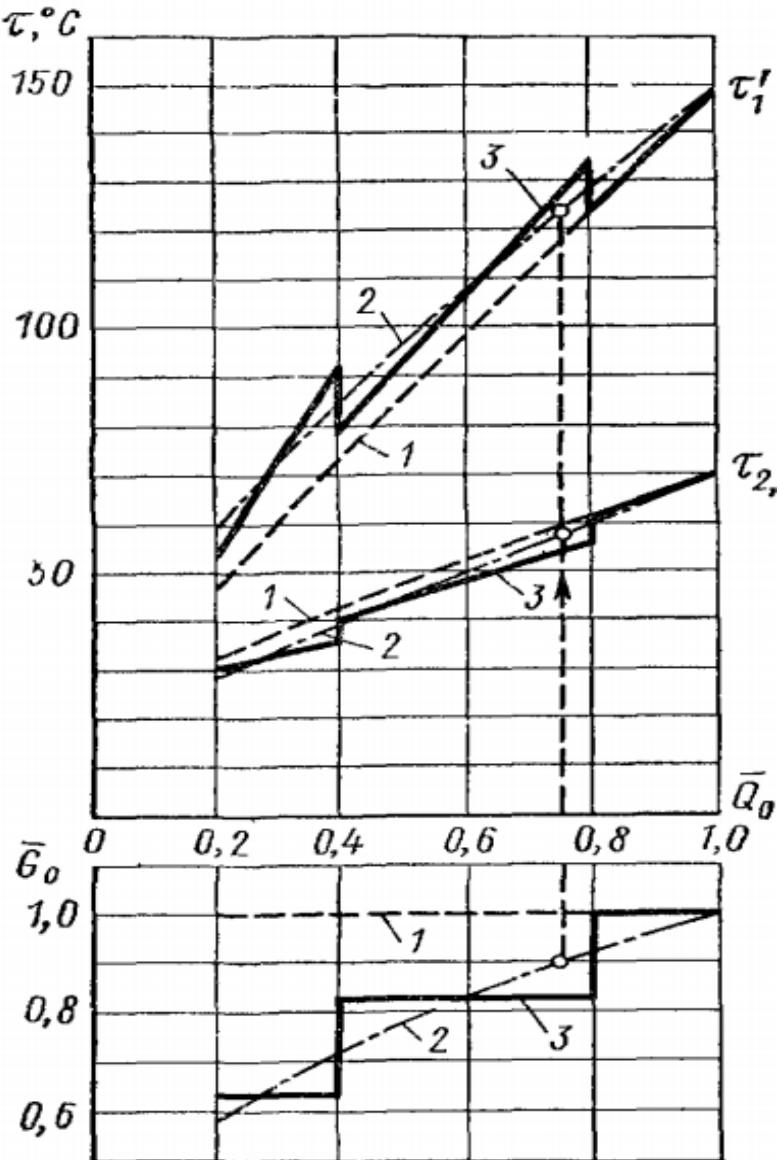
Оценка изменения динамики жалоб потребителей на некачественную услугу



Дополнительные пункты анализа

Аналіз величини «перетопа» в залежності від температурного графіка





Внедрение
качественно-
количественного
регулирования

Возможные проблемы

- ❖ В зоне высоких температур наблюдается «перетоп» потребителей вследствие необходимости поддержания температуры ГВС. Однако, дальнейшее снижение температуры, или остановка процесса отопления в теплые дни невозможна по техническим причинам;
- ❖ Необходимость пересмотра выдаваемых Технических Условий на подключение. Решение: Указывать в ТУ не температурный график, а удельный расход теплоносителя на 1 Гкал тепла и расчетный перепад температур;
- ❖ Необходимость пересмотра ранее заключенных договоров на поставку тепловой энергии потребителям без счетчиков;
- ❖ Необходимость утверждения сниженного температурного графика в КГГА и НКРЕКП.

Выводы и рекомендации

- Предложенный температурный график полностью соответствует реальной потребности в тепловой энергии и не ухудшит условий комфорта проживания
- Основная причина снижения нагрузки – снижения вентиляционной составляющей отопления на 30%
- Пониженный температурный график позволит снизить удельные потери тепловой энергии на 1 м.п. сетей с 0,36 Гкал/м.п. до 0,34 Гкал/м.п.

Спасибо за внимание!

Сафьянц Артем Сергеевич

К.т.н., с.н.с. ИТТФ НАН Украины

safyants.artiom@gmail.com

+380501414616