



МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ИНСТИТУТ ЖИЛИЩА - НИПТИС ИМ. АТАЕВА С.С.»

Составление энергетического паспорта здания. Основные положения. Требуемые показатели и методы их расчета

Леонид Николаевич Данилевский
первый заместитель директора,
национальный эксперт ПРООН/ГЭФ

Ирина Анатольевна Терехова
ведущий научный сотрудник

Теплоэнергетический паспорт здания

- предназначен для подтверждения соответствия теплоэнергетических и теплотехнических показателей здания нормативным значениям;
- Составляется:
 - ✓ на стадии разработки проекта проектной организацией;
 - ✓ на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию проектной организацией (в случае согласованных отступлений от ПР);
 - ✓ на стадии эксплуатации строительного объекта...

Отличия теплоэнергетического паспорта от технического паспорта здания

- Содержит комплекс взаимосвязанных с ТЭХ показателей
- Составляется в процессе проектирования, а не по итогу сложившихся проектных решений
- Упрощает контроль ТЭХ

Разделы теплоэнергетического паспорта

Общая информация

- Адрес здания
- Разработчик проекта
- Шифр проекта
-

Расчетные условия

- Температура внутреннего воздуха
- Средняя температура наружного воздуха за отопительный период
- Продолжительность отопительного периода
-

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

Геометрические Показатели

- Общая площадь ограждающих конструкций
- Отапливаемая площадь
- Отапливаемый объем
- Показатель компактности

Теплоэнергетические показатели

- Теплотехнические показатели (R_i , K_m)
- Энергетические показатели (теплопотери , теплопоступления)

Комплексные показатели

- удельный расход тепловой энергии на ОВ (расчетный, нормативный)

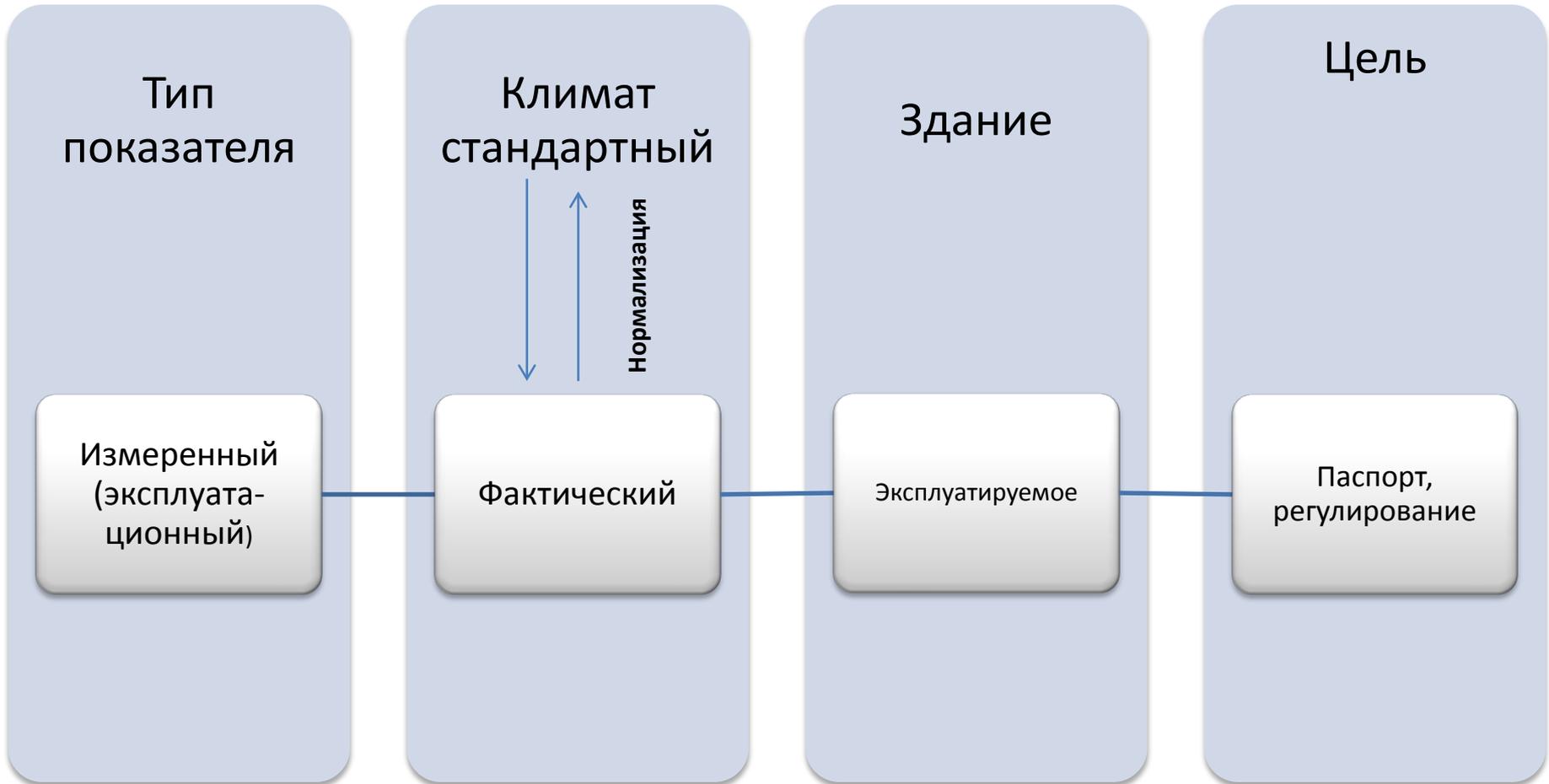
Типы показателей зданий



Расчетные показатели



Измеренные показатели



Методика расчета

Исходные
данные

- размеры и планировки здания, климатические данные, приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

$Q_{h(C)}$

- Расчет теплотерь через ограждения и с вентиляцией

Q_{int}

- Расчет тепlopоступлений

$Q_{h\gamma}$

- Расчет энергопотребления здания за отопительный период

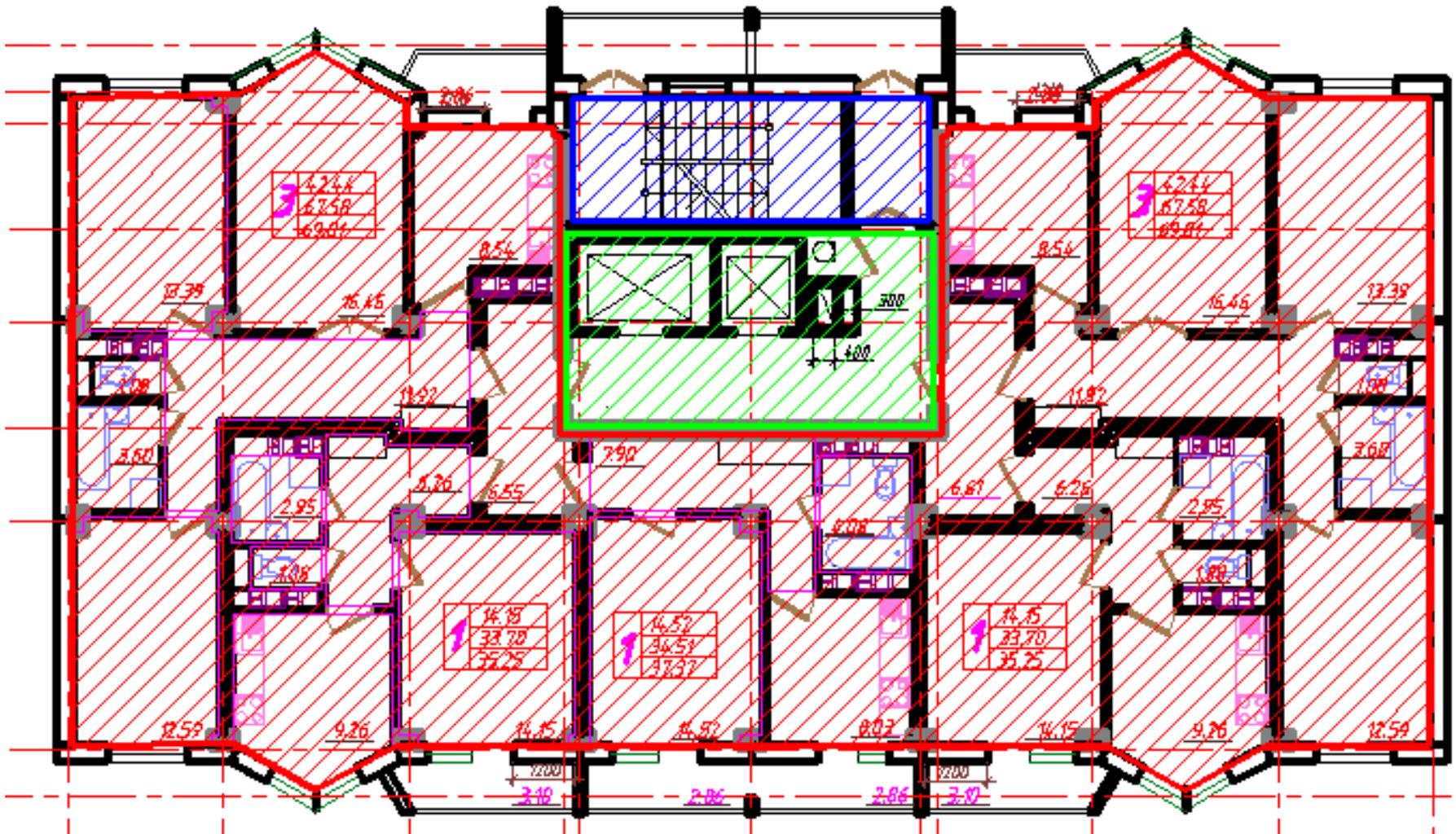
$q_{h\gamma}$

- Расчет удельного потребления тепловой энергии

Класс

- Определение класса здания

Размеры здания



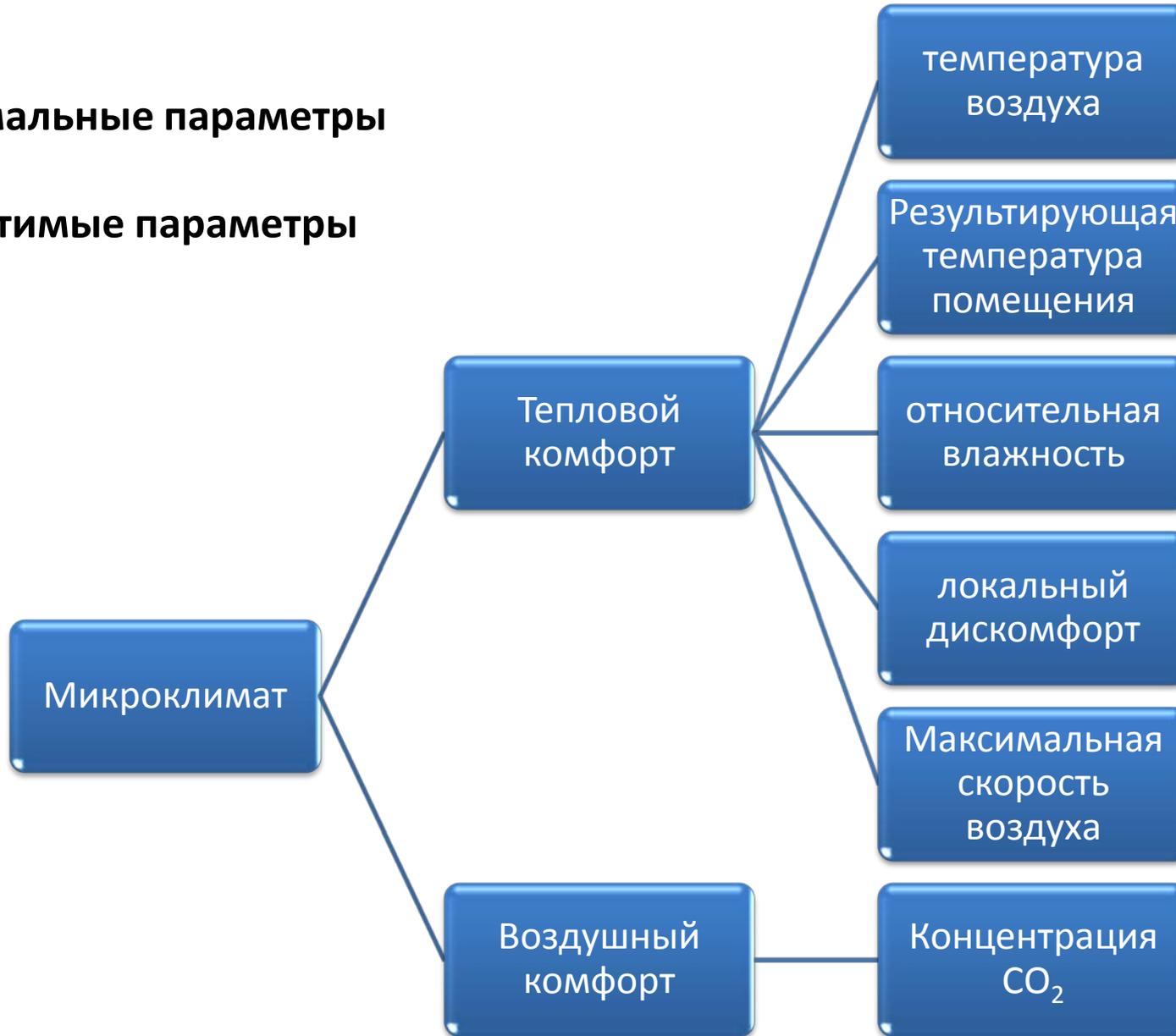
Климатические характеристики



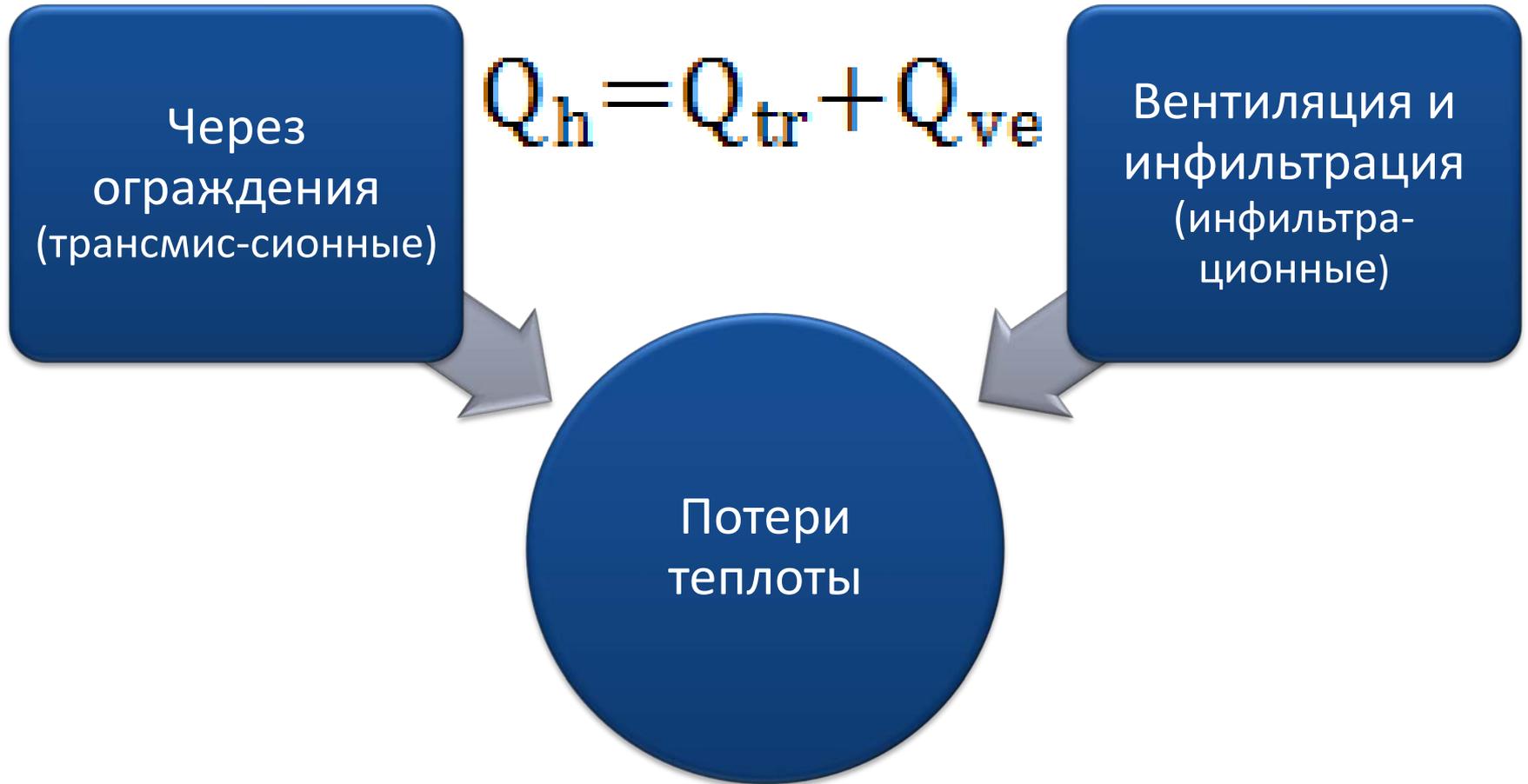
Характеристики микроклимата помещений

Оптимальные параметры

Допустимые параметры



Потери теплоты здания



Расход энергии на отопление здания

$$q_h = \frac{Q_h}{A} \text{ или } q_h = \frac{Q_h}{V} \quad \text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{г}) \text{ или } \text{МДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{г})$$

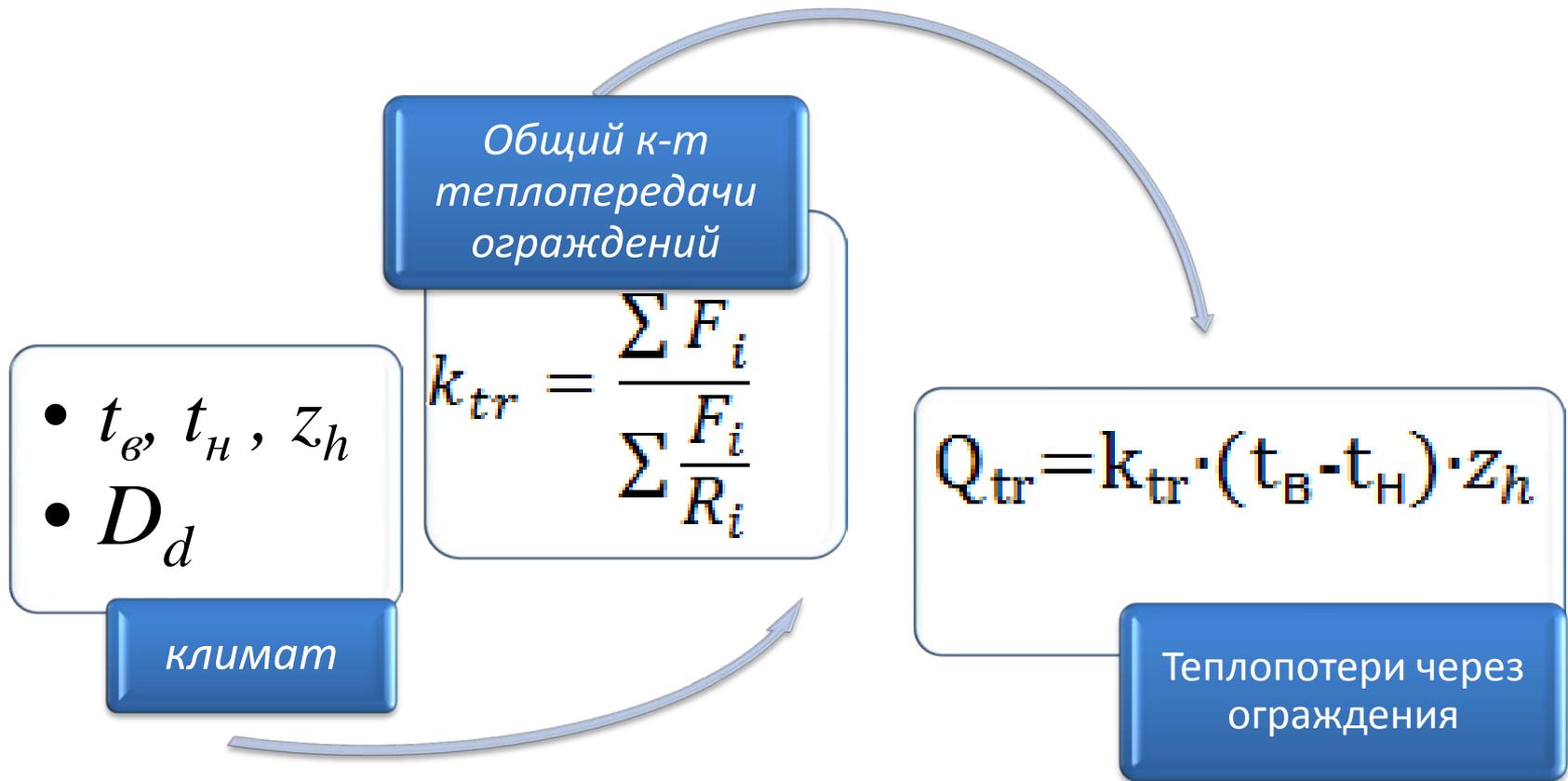
кВт·ч/м²

$$Q_{h(c)} = (Q_{h(c)} - \zeta \cdot v \cdot Q_{int}) \cdot \beta_h$$

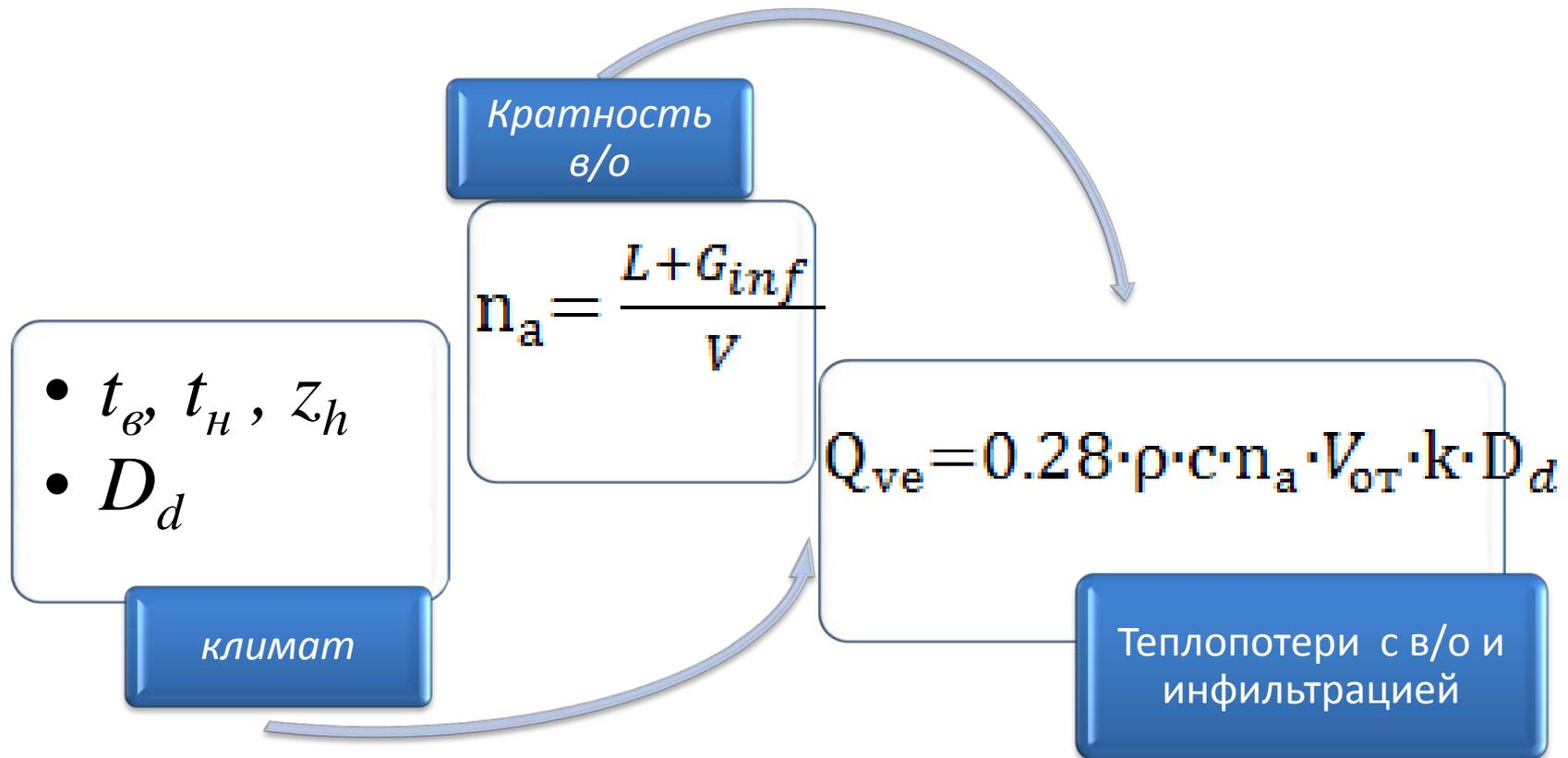
Теплопотери

Теплопоступления

Теплопотери через ограждающие конструкции Q_{tr}



Теплопотери с вентиляцией и инфильтрацией Q_{ve}



Использование комплексного показателя k_m

Общий к-т теплопередачи здания

$$k_m = k_{tr} + k_{inf}$$

$$k_{tr} = \frac{\sum \frac{F_i}{R_i}}{\sum F_i} \quad k_{inf} = \frac{0.28 \cdot \rho \cdot c \cdot n_a \cdot V_{от}}{\sum F_i}$$

Общие теплототери здания

$$Q_h = k_m \cdot \sum F_i \cdot \beta \cdot (t_v - t_H) \cdot Z_h$$

Теплопоступления в здание

Удельные бытовые
телопоступления

Площадь жилых
помещений

$$Q_{int} = q_{int} \cdot z_h \cdot A_l$$

$$Q_S = \Sigma(A_{Fi} \cdot I_i) \cdot k \cdot \tau$$

Площадь окон
i-той
ориентации

Солнечная
радиация за
период

K-ты затенения и
светопропускания

Эффективность инженерных систем. Система вентиляции с теплоутилизацией вытяжного воздуха

Учитывается в расчете эффективного воздухообмена в системе вентиляции с теплоутилизацией вытяжного воздуха

$$n_a^r = \frac{L_v \cdot (1 - \eta) + G_{inf}}{V}$$

КПД
рекуператора

Объем
инфильтрующегося
воздуха в ЛЛУ

Установление класса здания

$$q_h = \frac{Q_h}{A} \quad \text{или} \quad q_h = \frac{Q_h}{V} \quad \text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{г}) \quad \text{или} \quad \text{МДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{г})$$

кВт·ч/м²

$$Q_{h(c)} = (Q_h + \zeta \cdot v \cdot Q_{int}) \cdot \beta_h$$

Теплопотери

Теплопоступления

«Таблица 4 — Классы жилых и общественных зданий по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию»

Обозначение класса здания	Наименование класса здания	Отклонения значений q_h^{des} (расчетных или фактических) от значений, q_h^{req} (по таблице 2 и 6.3.3), %	Рекомендуемые мероприятия
A+	Очень высокий	Св. -30 до -100 <u>включ.</u>	Экономическое стимулирование
A		Св. -20 до -30 <u>включ.</u>	
B	Высокий	Св. -10 до -20 <u>включ.</u>	
C	Нормальный	От +10 до -10 <u>включ.</u>	—
D	Пониженный	Св. +10 до +50 <u>включ.</u>	Организационные мероприятия по снижению потерь теплоты зданием
E	Низкий	Св. +50 до +125 <u>включ.</u>	Модернизация инженерного оборудования здания
F	Очень низкий	Св. +125	Модернизация инженерного оборудования и тепловая модернизация здания».

Измеренный показатель. Методика определения



СТБ ОР Метод определения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых жилых зданий

- **Цель** - определение фактических теплоэнергетических характеристик, класса по потреблению тепловой энергии на ОВ эксплуатируемых жилых зданий, оформления на его основе теплоэнергетического паспорта
- **Сущность** – использование зависимости $Q(\Delta t)$ для определения ТЭХ и q_h в нормализованных условиях эксплуатации

Вопросы оценки соответствия нормам q_h^{req} эксплуатируемых жилых зданий

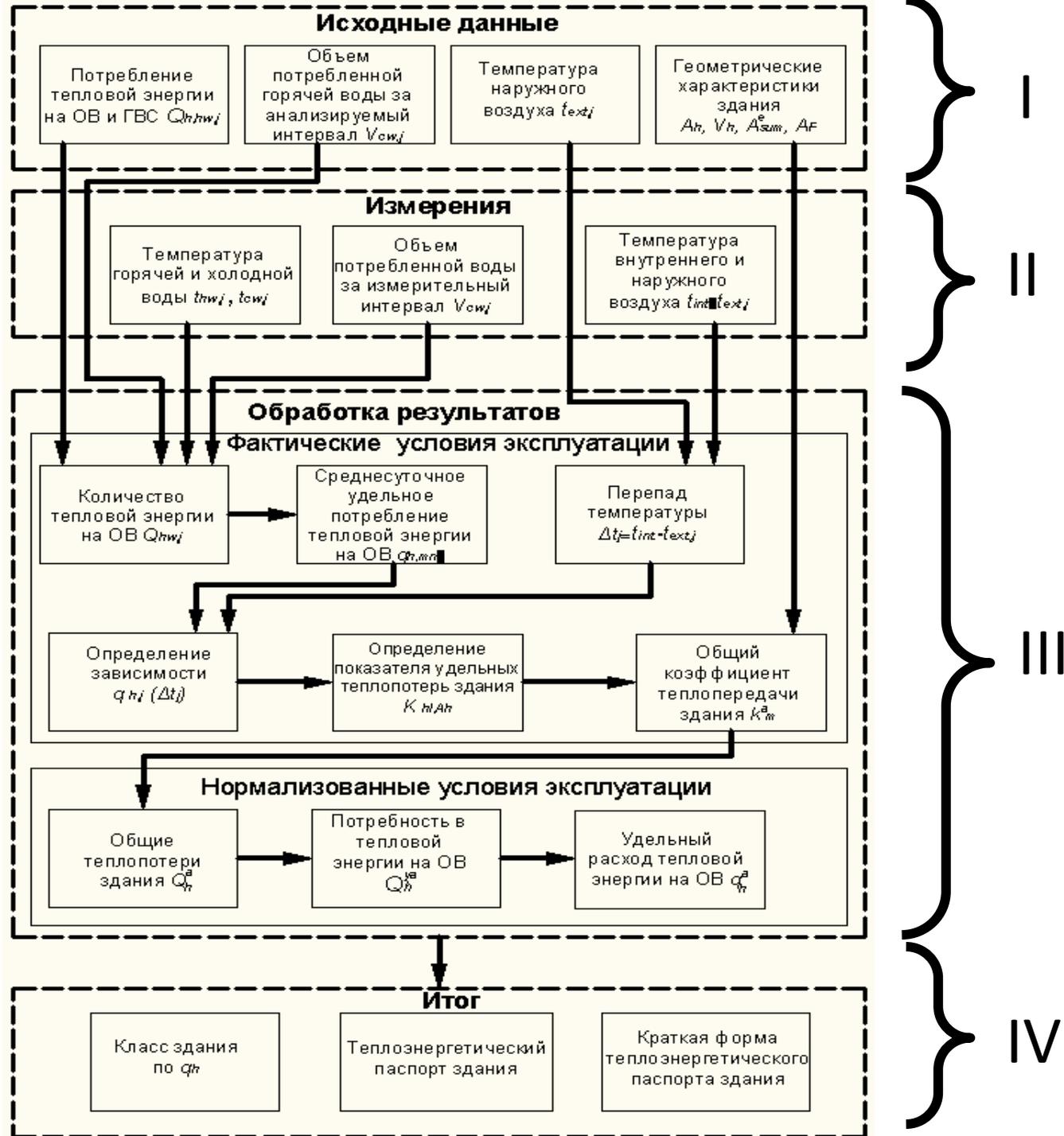
- Проблемы поэлементного контроля ограждающих конструкций
- Фактическая и расчетная заселенность
- Несоответствие параметров теплового и воздушного комфорта расчетным
- Отличие фактических D_d от расчетных
- Период заселения, отладки систем (для новых зданий)

Проблемы измерительного контроля

- Тепловизионная съемка наружных стен – только контроль дефектов
- Применение ГОСТ 26254-84, в натуральных условиях (инерционность, неоднородность ограждений, V измерений, высокая погрешность)
- Отсутствие норм и методов контроля в/о помещений и зданий

Порядок реализации метода

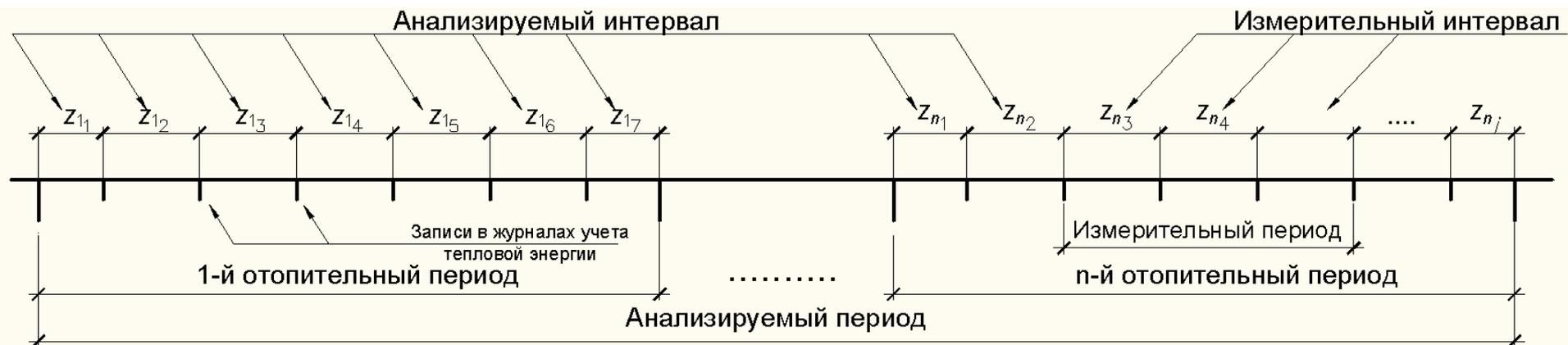




Измеряемые показатели

- Оценку состояния ограждающих конструкций (качество теплоизоляции) и параметров микроклимата помещений производят при подготовке к испытаниям (ГОСТ 30494)
- Размеры здания и его элементов (при отсутствии документации)
- Температура наружного и внутреннего воздуха текущего ОП
- Температура горячей и холодной воды в системе ГВС
- Расход тепловой энергии за интервалы анализируемого периода

Схема анализируемого периода



Прошлые отопительные периоды

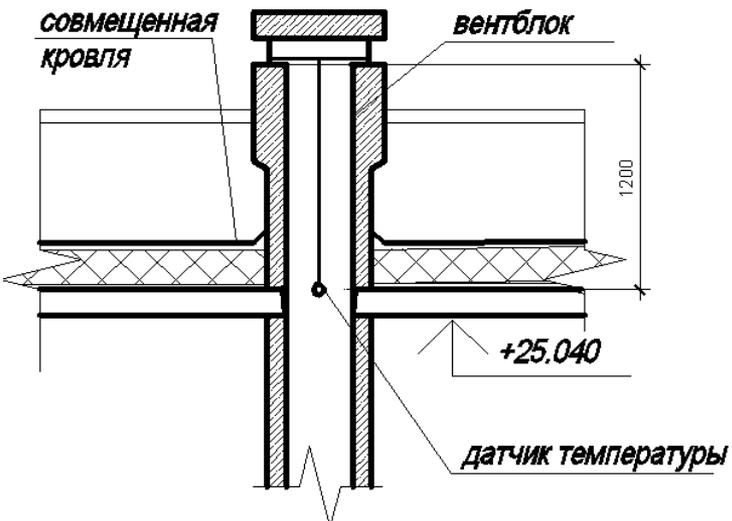
Текущий отопительный период

q_{hj} , t_{extj}

t_{intmn} , Δt_{htmn} , q_{hj} , t_{extj}

Таблица А.1 – Геометрические характеристики здания

Геометрическая характеристика	Обозначение и единица измерения	Фактическое значение
1 Общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	A_e^{sum} , м ²	9537,2
– наружных стен	A_w , м ²	5854,0
– окон и балконных дверей, витражей, в том числе с ориентацией на:	A_F , м ²	
Север		550,5
Юг		581,5
– наружных дверей и ворот	$A_{вд}$, м ²	31,6
– чердачных перекрытий (холодного чердака)	A_{c1} , м ²	1165,0
– кровля лестничной клетки и машинного отделения	A_{c2} , м ²	94,6
– перекрытий над неотапливаемыми подвалами или подпольями	A_r , м ²	1260,0
2 Площадь жилых помещений	A_j , м ²	4413,8
3 Площадь кухонь	A_k , м ²	1324,6
4 Отапливаемая площадь здания	A_n , м ²	9505,0
5 Отапливаемый объем	V_h , м ³	26560,0



Измерение температуры воздуха в вентиляционных шахтах

Таблица А.2 – Температура воздуха в квартирах

Дата измерений	Время суток, ч	Номер шахты	Мгновенное значение температуры воздуха, $t_{int,app,i}$, °C	Среднее значение температуры воздуха за j -й измерительный интервал, $t_{int,mn,app,j}$, °C	Среднее значение температуры воздуха за измерительный период, $t_{int,mn(zj),app,p}$, °C
12.02.2013	8:24	1	20,00	24,26	22,24
	9:09	1	18,50		
	9:54	1	18,50		
17.04.2013	1:39	1	25,50	24,26	22,24
	2:24	1	25,00		

$$t_{int} = t_{int,mn(V),build,p} = \frac{t_{int,mn,(zj),app,p} \cdot V_{h,app} + t_{int,mn,(zj),st,p} \cdot V_{h,st}}{V_h}$$

Таблица А.3 – Температура воздуха в ЛЛУ

Дата измерений	Время суток, ч	Номер		Мгновенное значение температуры воздуха, $t_{int,st,i}$, °C	Среднее значение температуры воздуха за j -й измерительный интервал, $t_{int,mn,st,j}$, °C	Среднее значение температуры воздуха за измерительный период, $t_{int,mn(zj),st,p}$, °C
		подъезда	этажа			
12.02.2013	8:24	1	3	21,00	17,67	17,77
	9:09	1	3	18,50		
	9:54	1	3	18,50		
17.04.2013	6:09	1	3	20,50	17,67	17,77
	6:54	1	3	20,50		
	7:39	1	3	20,50		

Среднесуточное количество потребленной тепловой энергии на ОВ

$$Q_{h,mn,j} = \frac{1163 \cdot [(Q_{h,i+1} - Q_{h,i}) + Q_{hw(circ),j}]}{z_j}$$

Показания прибора учета здания

Температура и объем горячей воды

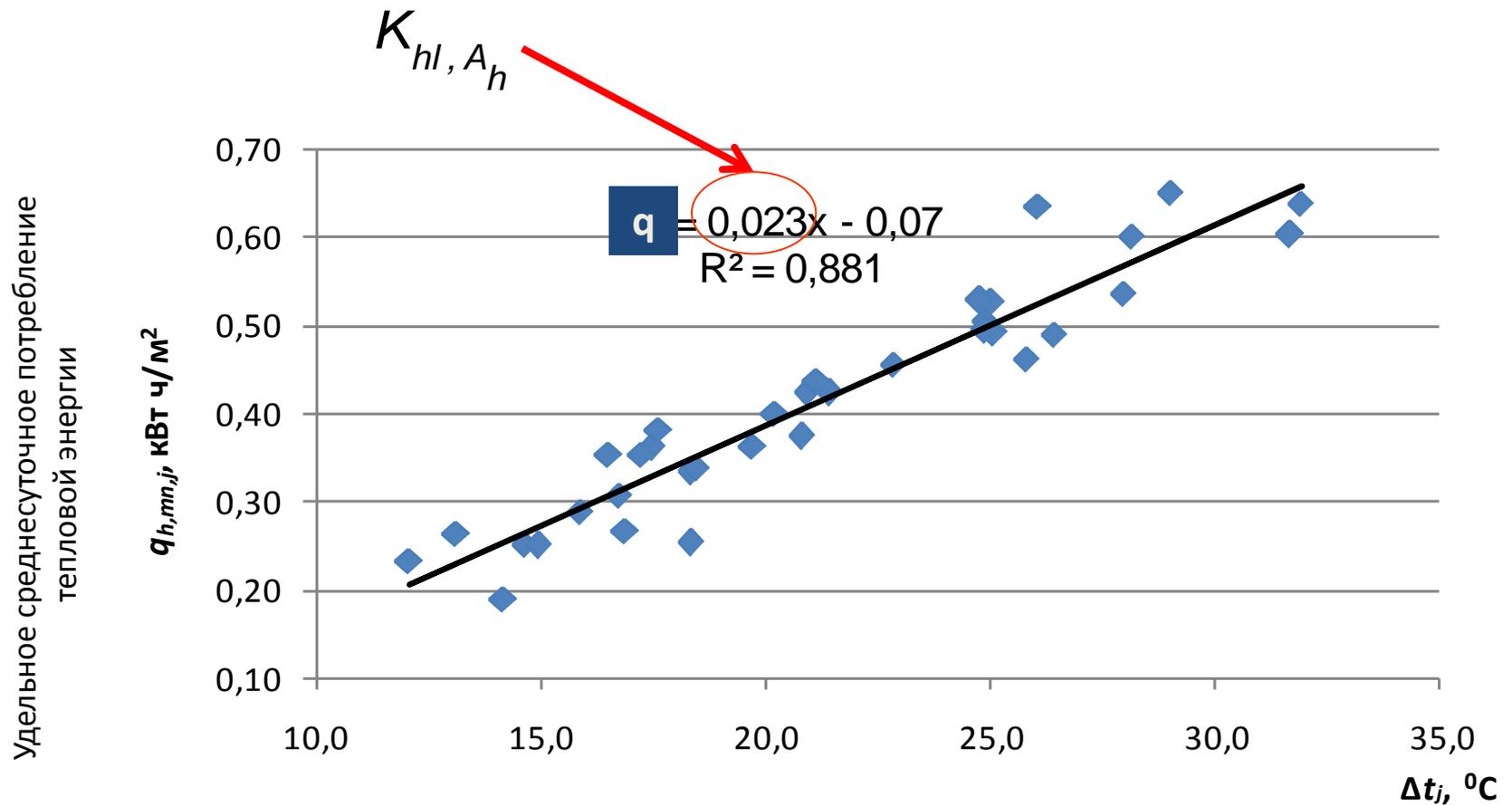
$$Q_{hw(circ),j} = Q_{hw,hw(circ),j} - Q_{hw,j}$$

Количество
теплоты на ОВ и
ГВС по прибору
учета

Количество
теплоты на ГВС
(чистое)

$$t_{hw,mn(V),j} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{hw,i} \cdot t_{hw,i}}{\sum_{i=1}^n V_{hw,i}}$$

Показатель удельных теплотерь



$$Q_{h,mn,j} = \frac{1163 \cdot \left[(Q_{h,i+1} - Q_{h,i}) + Q_{hw(circ),j} \right]}{z_j}$$

Циркуляция ГВС

Корректировка на нормализованные условия

Фактическое значение общего к-та теплопередачи

$$K_m = K_{hl} \frac{A_h}{A_{sum}}$$

Нормализованные теплотери здания

$$Q_h = K_m \cdot \Sigma F_i \cdot D_d$$

Фактическое значение

Расчетное значение

$$Q_h^y = (Q_h - \zeta \cdot v) \cdot (Q_{int} + Q_s) \cdot \beta_h$$

Нормализованные
теплотери

Расчетные
теплоступления

Определение класса здания

$$q_h^a = \frac{Q_h^y}{A_h} \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$$



$$\text{per} = \frac{q_h^a - q_h^{\text{req}}}{q_h^{\text{req}}} \cdot 100\%$$



Оформление теплоэнергетического
паспорта здания

Преимущества:

- ✓ Нет необходимости определения R_i и n_a
- ✓ Установлена большая длительность анализируемого периода;
- ✓ Учитывает потери в циркуляционном контуре ГВС;
- ✓ Адаптировано под условия эксплуатации жилых зданий в Республике Беларусь

Р 1.04. .2013 Рекомендации по составлению теплоэнергетического паспорта эксплуатируемых и проектируемых жилых и общественных зданий

Спасибо за внимание!