

Энергоэффективное строительство в Республике Беларусь

Данилевский Леонид Николаевич

Доктор технических наук

Главный научный сотрудник

Государственное предприятие

«Институт жилища - НИПТИС им. Атаева С.С.»

leonik@tut.by, тел. +375333003911

ОСНОВНОЙ ПРИНЦИП РАЗВИТИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Техническое развитие отрасли должно обеспечить выполнение действующих нормативой**
- Нормируемые показатели зданий должны быть измеряемыми на стадии эксплуатации**
- Нормативы должны стимулировать технический прогресс**

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА в РБ

- **Оснащение зданий групповыми системами учета и регулирования потреблением тепловой энергии (1994 – 2000 гг)**
- **Развитие технологий и нормативной базы утепления зданий (1996 -2005 гг)**
- **Корректировка нормативной базы энергоэффективности:**
 - ☐ **Требования к сопротивлению теплопередаче строительных конструкций: 1993, 2009 г.**
 - ☐ **Требования и Классификация зданий к удельному потреблению тепловой энергии на отопление: 2009г.**
 - ☐ **Проектирование зданий не ниже класса В – 2013 г.**
 - ☐ **Классификация зданий по потреблению энергии на отопление и ГВС – 2019 г.**
- **Разработка концепции энергоэффективного здания (2005 г)**
- **Проектирование и строительство первого экспериментального энергоэффективного здания (2005 – 2007 гг.)**
- **Мультипликация опыта: (2007 – 2009 гг.)**
- **Принятие комплексной программы проектирования и строительства энергоэффективных зданий в стране и организация их массового строительства (с 2009 г)**
- **Проектирование и строительство энергоэффективных зданий второго поколения – 2015 – 2018гг.**

Ограждающие конструкции	Нормативное сопротивление теплопередаче $R_{т.норм}$, м ² ·°С/Вт
Жилые и общественные здания, бытовые и административные здания производственных предприятий А Строительство, реконструкция, модернизация	
Наружные стены зданий	3,2
Совмещенные покрытия, чердачные перекрытия и перекрытия над проездами	6,0
Перекрытия над техническими подпольями, неотапливаемыми подвальными и цокольными этажами, ограждающие конструкции технических подполий Перекрытия между теплым чердаком и помещениями последнего этажа, ограждающие конструкции теплых чердаков	По расчету, из условия обеспечения перепада между температурой пола и температурой воздуха помещений первого этажа не более 0,8 °С и отсутствия конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций
Заполнения световых проемов	1,0

Классификация зданий

Number of storeys of the building	Values of a specific expense for classes of buildings, kW · h/m ²
Class D	
1 - 3	153 - 112
4 -6	89 - 66
7 and more	81 - 60
Class C	
1 - 3	111 - 92
4 -6	65 - 53
7 and more	59 - 49
Class B	
1 - 3	91 - 65
4 - 6	52 - 35
7 and more	48 - 30
Class A	
1 - 3	64 - 55
4 - 6	34 - 28
7 and more	30 - 24
Class A ⁺	
1 - 3	less than 55
4 - 6	less than 55
7 and more	less than 55

Измерение теплоэнергетических показателей зданий

- Метод определения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых жилых зданий. -Государственный стандарт Республики Беларусь СТБ 2409-2015, Минск, 2015 г. 42 с.**

Классы жилых зданий по показателю удельного расхода тепловой энергии на подогрев 1 м³ горячей воды

Классы жилых зданий	Значение удельного расхода *		Рекомендуемые мероприятия
	кВт·ч/м ³	МДж/м ³	
A ⁺	менее 6	менее 22	Возобновляемые источники энергии
A	От 6 до 48	От 22 до 173	Возобновляемые источники энергии
B	От 48 до 60	От 173 до 216	Утилизация теплоты сточных вод
C	От 60 до 70	От 216 до 252	
D	От 70 до 80	От 252 до 288	
E	От 80 до 90	От 288 до 324	
F	От 90 до 110	От 324 до 396	
G	110 и более	396 и более	

Этажность здания	Значения удельного расхода энергии		
	на отопление и вентиляцию для классов зданий, кВт·ч/м² *	на горячее водоснабжение для классов зданий, (кВтч/м²)/(МДж/м²)	на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для классов зданий (кВтч/м²)/(МДж/м²)
		При норме представления 15 м²/чел	При норме представления 15 м²/чел
Класс А ⁺			
1 – 3	менее(55)/(198)	Менее (9)/(32)	Менее (64)/(230)
4 – 6	менее (28)/(101)		Менее (37)/(133)
7 и более	менее (24)/(86)		Менее (33)/(118)
Класс А			
1 – 3	(от 55 до 65)/(от 198 до 234)	(от 9 до 72)/ (от 32 до 259)	(от 64 до 137)/(от 230 до 493)
4 – 6	(от 28 до 35)/(от 101 до 126)		(от 37 до 107)/(от 133 до 385)
7 и более	(от 24 – до 31)/(от 86 до 112)		(от 33 до 103)/(от 118 до 371)
Класс В			
1 – 3	(от 65 до 92)/(от 234 до 331)	(от 72 – до 90)/ (от 259 до 324)	(от 137 до 182)/(от 493 до 655)
4 – 6	(от 35 до 53)/(от 126 до 191)		(от 107 до 143)/(от 385 до 515)
7 и более	(от 31 до 49)/(от 112 до 176)		(от 103 до 139)/(от 371 до 500)
Класс С			
1 – 3	(от 92 до 112)/(от 331 до 403)	(от 90 до 105)/ (от 324 до 378)	(от 182 до 217)/(от 655 до 781)



20 лет первому объекту с системой утепления в республике, Пушкина, 54



Задачи, поставленные при проектировании первого энергоэффективного здания

•Научные руководители проекта: Пилипенко Владимир Митрофанович, Данилевский Леонид Николаевич, Потерщук Владимир Анатольевич. Системы автоматизации - Терехов Сергей Васильевич

- Показать перспективность использования энергоэффективных технологий в многоэтажном строительстве**
- Доказать возможность использования принудительной приточно-вытяжной вентиляции в многоэтажных зданиях**
- Отработать новые технологии в создании тепловой оболочки зданий**
- Выполнить мониторинг инженерных систем здания и подтвердить их долговременную надежность**

**ПЕРВОЕ В СТРАНАХ СНГ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЗДАНИЕ ,
ПОСТРОЕННОЕ В 2007 г. В г. МИНСКЕ ПО
пр ПРИТЫЦКОГО,107 (СЕРИЯ 111-90 мапид)
пат. 3285 Респ. Беларусь**



Энергоэффективное здание в г. Гродно

пат. 3285 Респ. Беларусь



Общий вид энергоэффективного здания в г. Караганда



Задачи, поставленные при проектировании зданий второго поколения

- Освоение новых инженерных и проектных решений с использованием возобновляемых источников энергии в массовом строительстве
- Снижение потребления тепловой энергии не только на отопление, но и в системах горячего водоснабжения зданий
- Снижение сопутствующего потребления электрической энергии
- Освоение систем утилизации канализационных стоков
- Создание предпосылок для тиражирования

Характеристики экспериментальных энергоэффективных жилых домов

Наименование характеристики	г. Минск	г. Гродно		г. Могилев
Генпроектиров щик	ОАО «МАПИД»	УП «Гродногражданпроект»		«Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.»
Этажность здания	19 эт.	10 эт.		10 эт.
Конструктивно е решение	Крупнопанельн ое	Кирпичное с поперечными несущими стенами		Крупнопанельн ое
Площадь жилых помещений, м²	3608	4023		5691
Наружные стены	трехслойные ж/б панели	кирпичная кладка, кладка из ячеистых блоков с утеплителем	трехслойные ж/б панели	
сопротивление теплопередаче, м² С /Вт	3,39	4,11	4,30	
Энергосберега ющие инженерные системы	система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией теплоты удаляемого воздуха			
	система утилизации теплоты «серых» сточных вод			
		тепловой насос в системах отопления и горячего водоснабжения	гелиоколлектор с тепловым аккумулятором в системе горячего водоснабжения	
		фотоэлектричес кие панели		

Энергетические характеристики зданий

Удельный расход тепловой энергии на отопление здания, кВт·ч/м ²	23,2	15,5	22,8
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения, кВт·ч/м ²	35		30
Общее потребление тепловой энергии на отопление и ГВС, МВт·ч/год, типового/энергоэфф. Зд.	<u>1150</u> 650	<u>831</u> 438	<u>1523</u> 728
Класс здания по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию	A+	A+	A+

Здание в г. Гродно



Потребленная и выработанная энергия

октябрь	39,3	0		0,9	10,3	11,2	8556	8550	5,469
ноябрь	50	9,62	59,62	2,5	13,34	15,84	21021	1040	2,9071
декабрь	50,7	25,8	76,5	4,4	16	20,4	20170	726	3,1798
январь	40,8	48,7	89,5	6,1	17,5	23,6	15663	265	3,4854
февраль	32,8	57,8	90,6	6,3	15,2	21,5	14724	593	3,091
март	откл		70откл			22		3487	
апрель			20			8		6513	
	213,6	84,12	136,12	20,2	72,34	47,44	80134	10581	Т средняя
	отопТН	отопТС	ОтопСУМ	ГВС_ТН	ГВС_ТС	ГВС_СУМ	электрТН	фотоэл	
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал	кВтч	кВтч	СОП

Расчетные энергетические характеристики здания

		кол_чел	f1Вт/м2град							
	удельное потребление факт кВтч/м²*мес					потребление для расчетных условий, кВтч/м2*год				
			18град	20град	22град	22,95	18град	20град	22град	23град
октябрь	4,43	131,69	0,85	0,71	0,61	0,57	37,95	26,62	18,54	15,30
ноябрь	6,71	167,62	0,84	0,80	0,71	0,67	37,27	33,97	26,71	23,66
декабрь	8,62	208,91	0,83	0,84	0,76	0,72	36,92	37,11	30,72	27,96
январь	10,08	241,68	0,83	0,76	0,69	0,67	36,74	30,65	25,57	23,34
февраль	10,20	243,76	0,79	0,73	0,67	0,65	33,27	28,22	23,93	22,01
март	7,88	225,29	0,70	0,63	0,58	0,55	26,00	20,72	16,34	14,43
апрель	2,25	282,19	0,72	0,63	0,53	0,49	27,99	20,12	12,53	9,54

Здание в г. Могилеве



Измеренные энергетические характеристики здания в 2016 -2018гг

Отопительный сезон 2017-2018 гг. Начало – 7 октября

октябрь	6,35	7,06	247,00	1,77	0,76	0,87	42,61	53,24
ноябрь	2,20	9,29	264,52	1,89	0,78	0,87	45,13	53,57
декабрь	-0,16	10,54	274,65	1,96	0,76	0,83	42,64	49,84
январь	-3,30	12,12	278,34	1,99	0,75	0,81	41,79	47,95
февраль	-5,90	11,24	214,29	1,38	0,67	0,73	34,47	39,45
март	-3,00	10,86	193,88	1,25	0,72	0,78	39,07	45,07
апрель								
2016 – 17г	-0,95	49,80			0,60	0,66	27,35	32,82
2017 – 18г	-0,30	50,25	255,76	9,00	0,77	0,85	44,13	51,43

Дом в г. Минске



Потребленная энергия

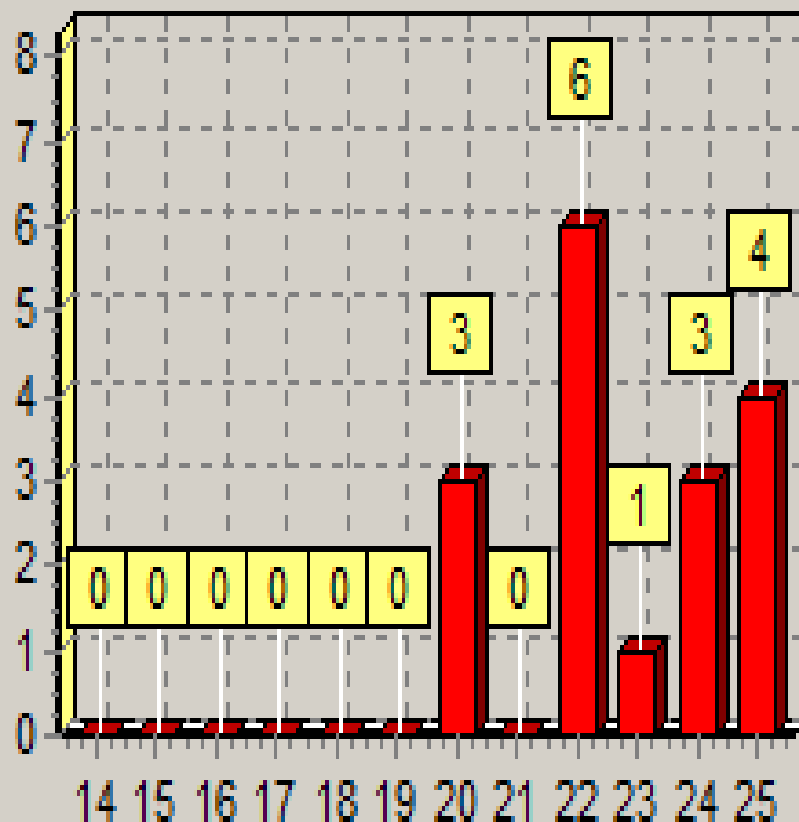
месяц	общий	на отопл	на ГВС	кол_чел	холодная	горячая
окт	44,41	35,92	8,49	90	266,63	194,35
ноябрь	62,91	52,89	10,02	115	302,73	248,6
декабрь	76,26	66,14	10,12	110	263,8	237,7
январь	95,7	83,6	12,3	126	329,71	273,48
февраль	90,02	78,35	11,67	136,59	292,03	296,39
март	84,18	71,6	12,6	115,87	278,49	251,44
месяц	общий	на отопл	на ГВС	кол_чел	холодная	горячая

Энергетические показатели здания в 2017-2018 гг.

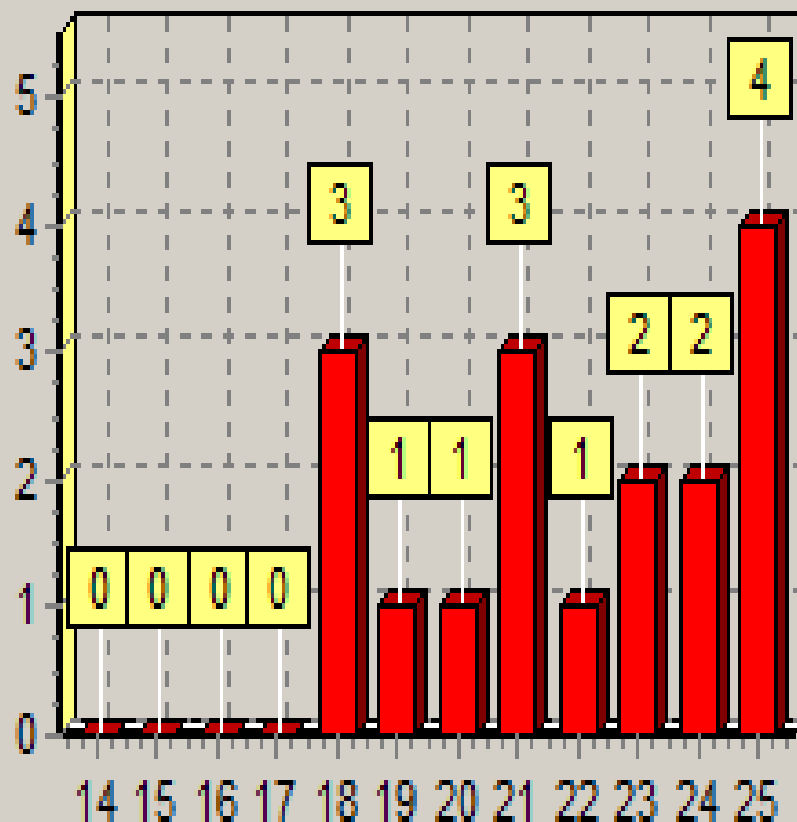
[illegible]

Настройки температур, установленные жильцами для «дневного» времени суток

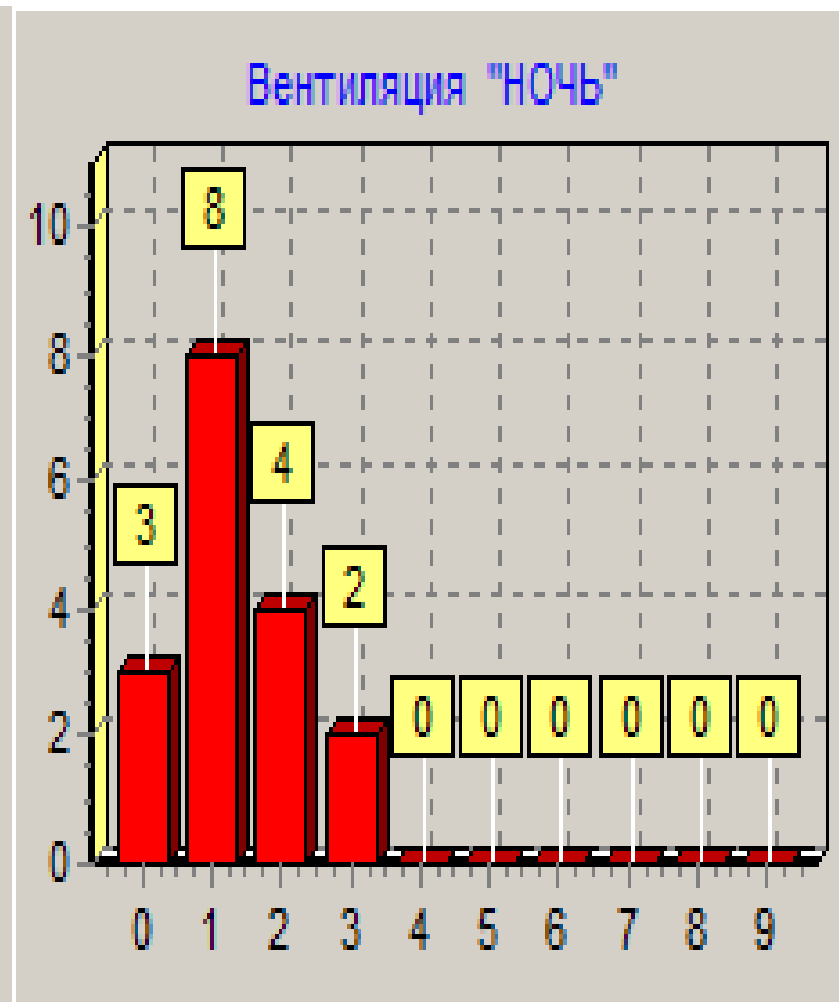
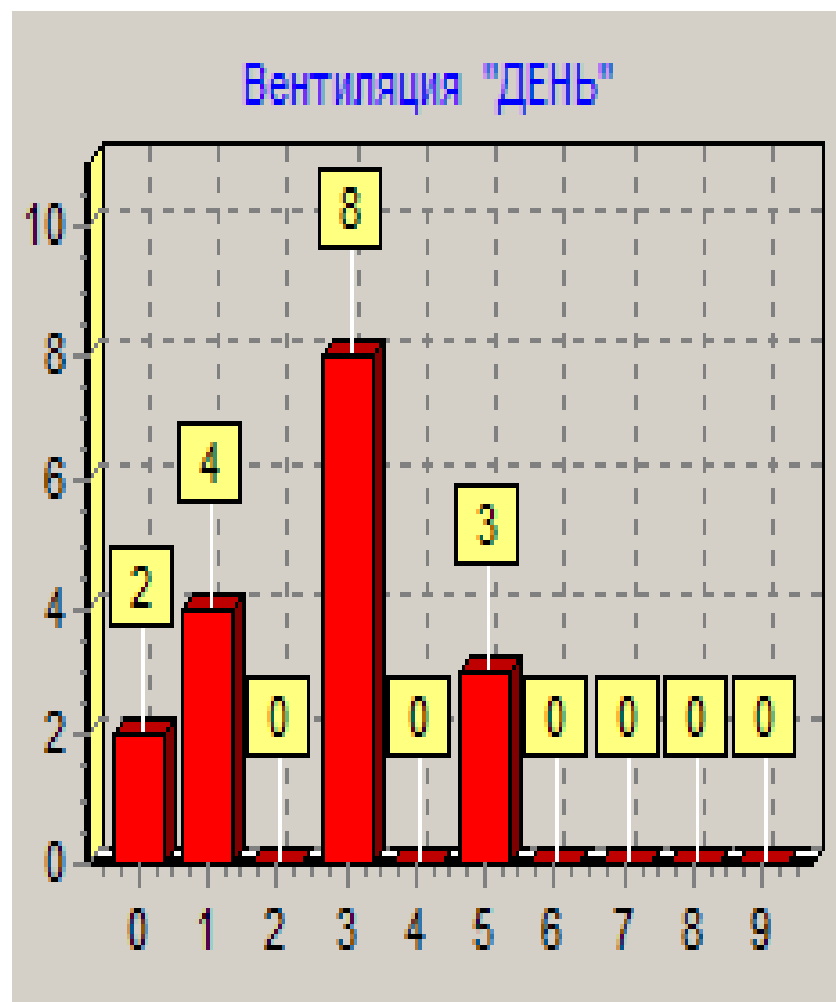
Температура "ДЕНЬ"



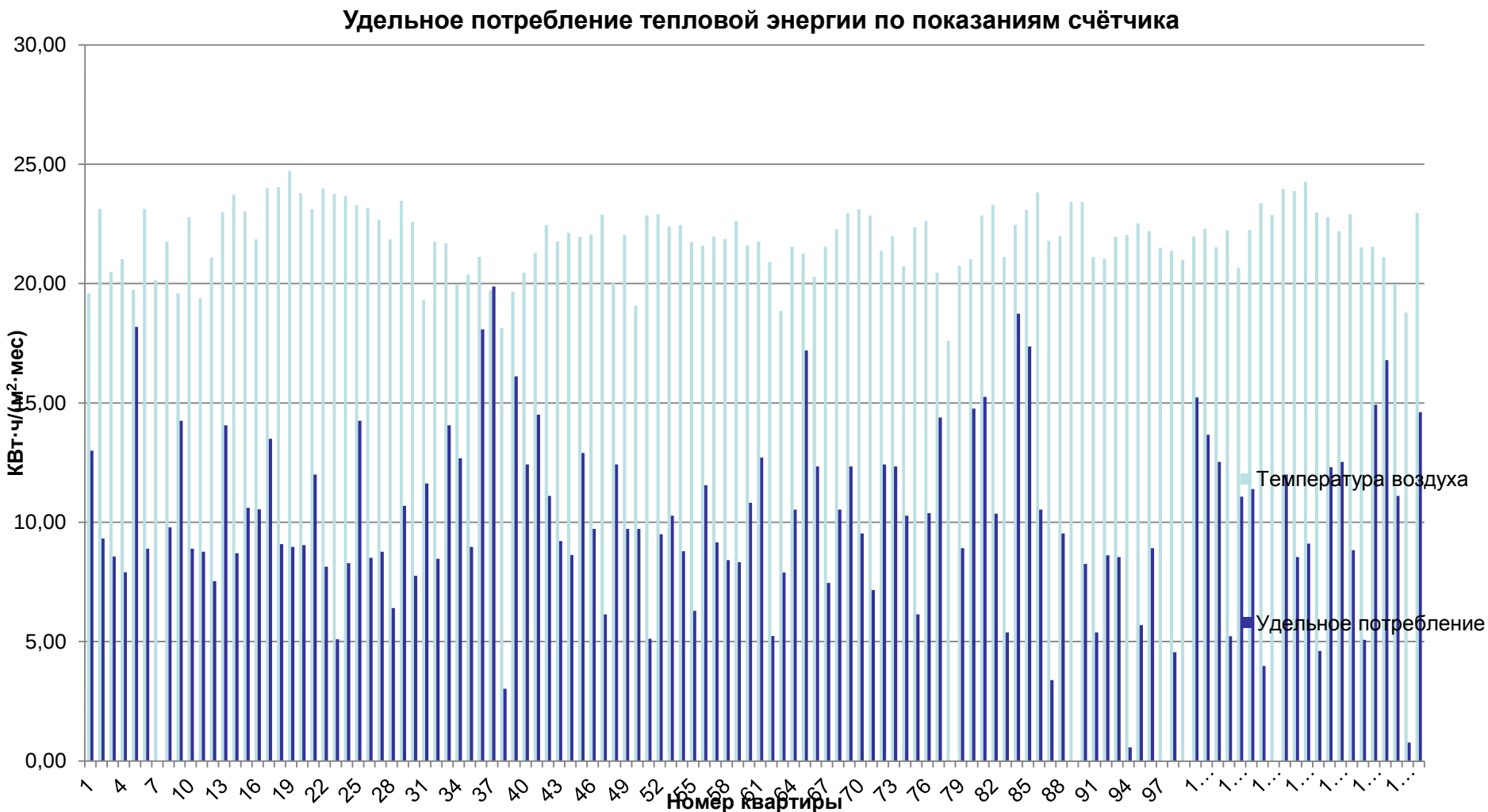
Температура "НОЧЬ"



Настройки режима воздухообмена, установленные жильцами для «дневного» и «ночного» времени суток



Гродно. Температура воздуха и удельное потребление энергии в квартирах



Проблемы

- **Субъективный фактор: неготовность жителей и службы эксплуатации к новому инженерному оборудованию;**
- **Ошибки тарифной политики, исключющие мотивированность в экономии энергии;**
- **Отсутствие нормативных требований для подтверждения энергетических характеристик;**
- **Несовершенство проектирования инженерного обеспечения;**
- **Качество строительства;**
- **Отставание нормативной базы строительной теплотехники от практики строительства.**

Что дальше?

Необходимо закрепиться на достигнутом, для этого:

- **Продолжить выполнение научного сопровождения эксплуатации;**
- **Определить проблемные моменты эксплуатации и работы инженерного оборудования:**
- **На основании научного сопровождения максимизировать эффект использования и перевести в стадию типовых проектные решения возобновляемых и вторичных источников энергии;**

Внести изменения в нормативы и перевести системы:

- **Принудительной вентиляции с рекуперацией тепловой энергии вентиляционных выбросов:**
 - **Утилизации тепловой энергии сточных вод;**
- в статус обязательных элементов современных жилых многоквартирных зданий**

Наращивать объемы строительства энергоэффективных зданий с выходом к 2030г до 100%

Что дальше?

Для решения сформулированных задач осталось: создать экономические предпосылки, в первую очередь, формирование грамотной тарифной политики, обеспечивающей заинтересованность жителей в повышении энергетической эффективности зданий.

Дополнительные плюсы массового внедрения:

возможность освоения выпуска высокотехнологичного оборудования;

создание новых рабочих мест для монтажа и отладки оборудования

создание новых рабочих мест для обслуживания оборудования

Благодарим за внимание!

leonik@tut.by

+375 33 300 39 11