



Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь

Результаты энергоаудита некоторых массовых серий жилых зданий

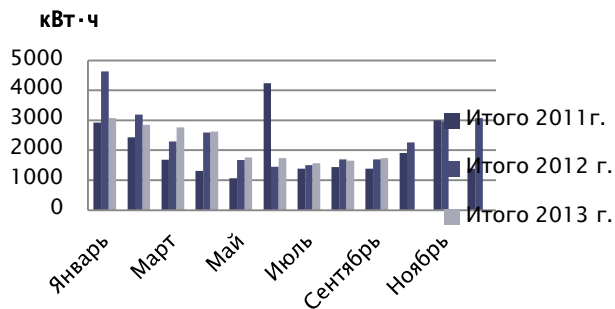
Андрей Федорович МОЛОЧКО
*национальный консультант проекта,
РУП «БелТЭИ», Беларусь*

Объекты обследования

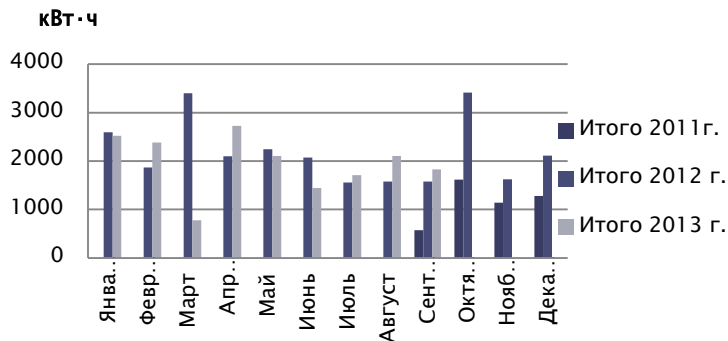
	г. Минск, ул. Каменногорская, 30	г. Минск, ул. Каменногорская, 86	г. Минск, ул. Казимировская, 9	г. Минск, ул. Кунцевщина, 35	г. Гродно, ул. Дзержинского, 236
					
Тип проекта	М-464-У1	М-464-У1	М-111-90	М-111-90	индивидуальный
Этажность	9	9	19	19	8/10
Количество квартир	142	146	132	132	69
Год постройки	2010	2012	2012	2011	2009
Система вентиляции	естественная	естественная	естественная	естественная	Приточно-вытяжная с рекуперацией тепла
Материал стен	Трехслойная панель	Трехслойная панель	Трехслойная панель	Трехслойная панель	Газосиликатные блоки

Потребление электрической энергии

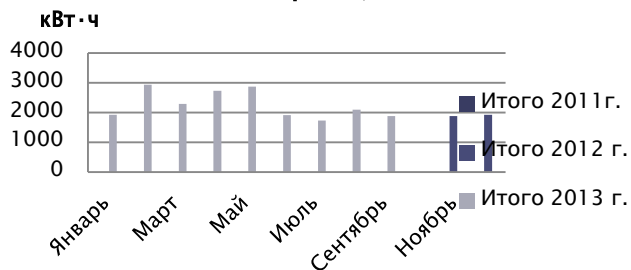
Каменногорская, 30



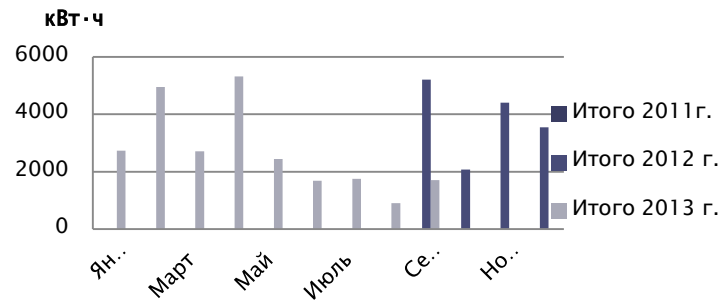
Кунцевщина, 35



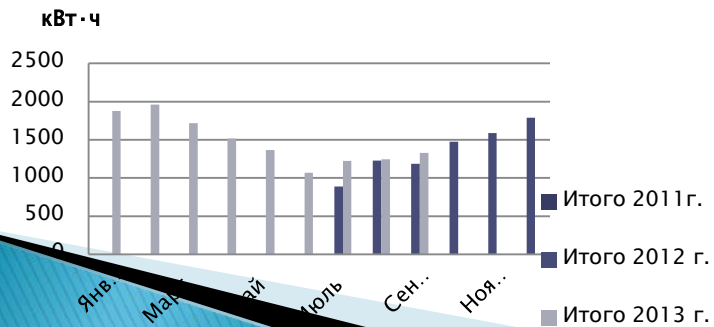
Каменногорская, 86



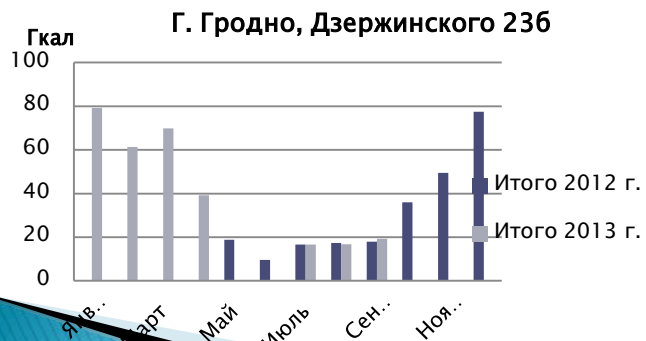
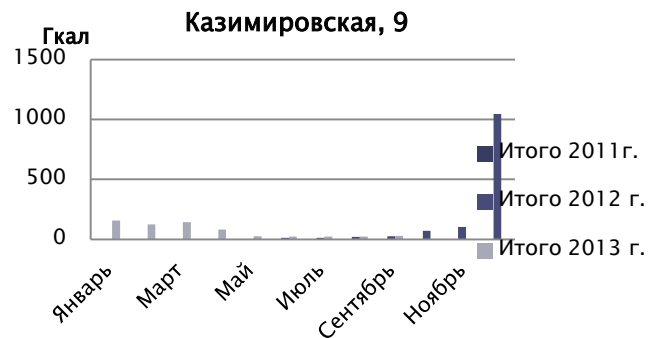
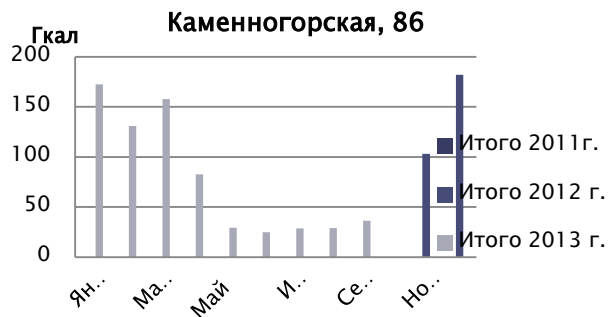
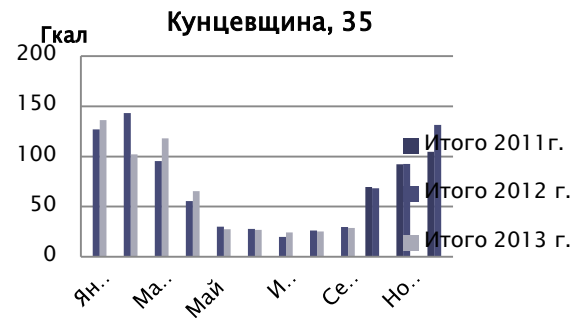
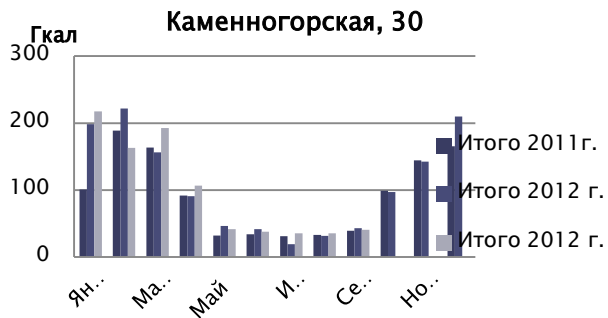
Казимировская, 9



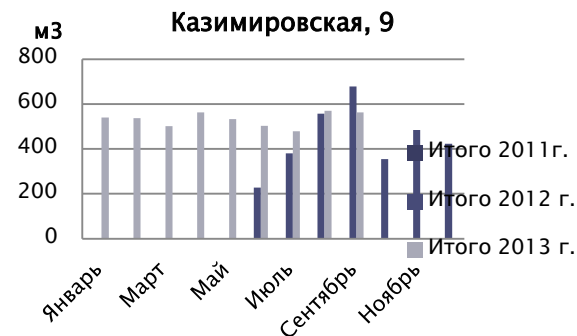
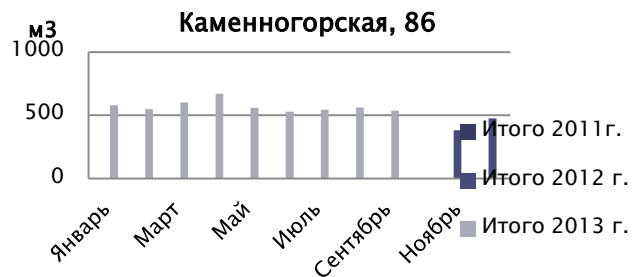
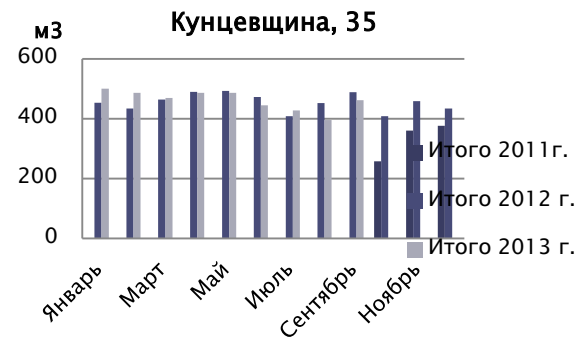
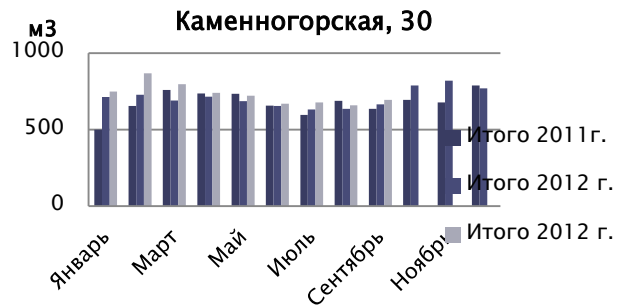
Г. Гродно, Дзержинского, 236



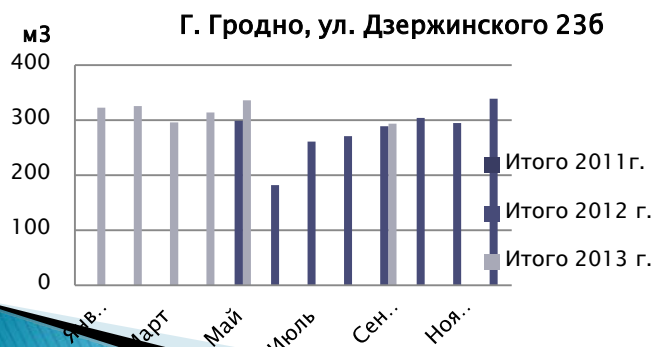
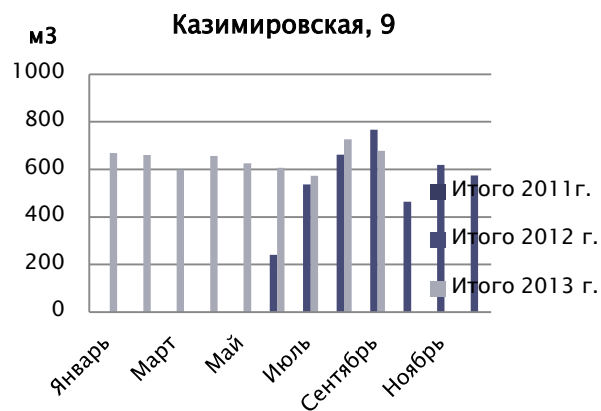
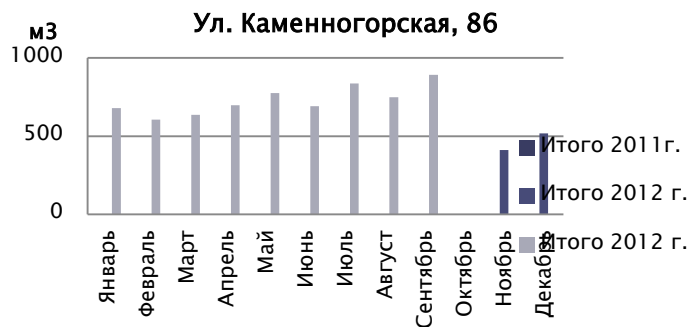
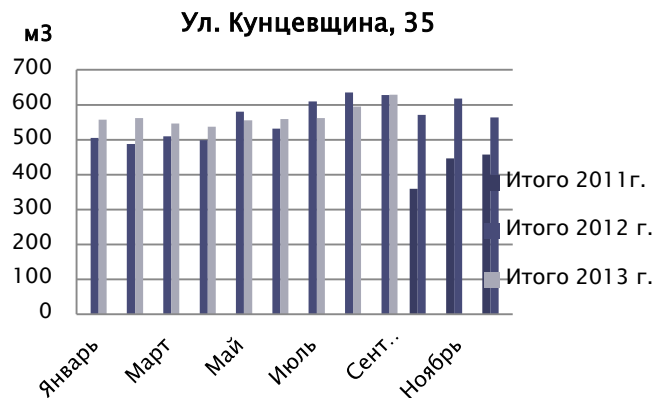
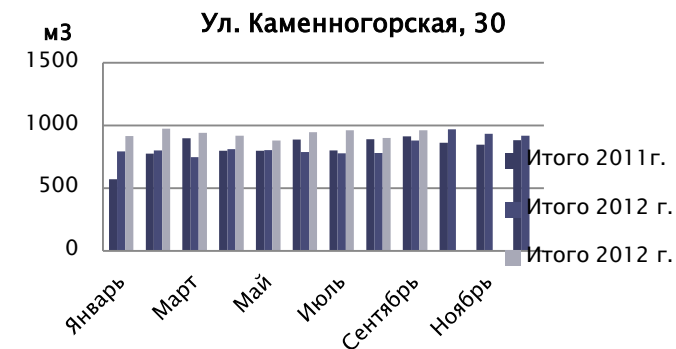
Потребление тепловой энергии

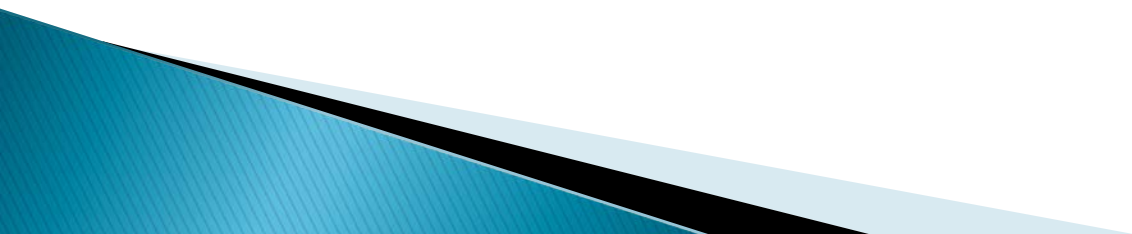


Потребление горячей воды

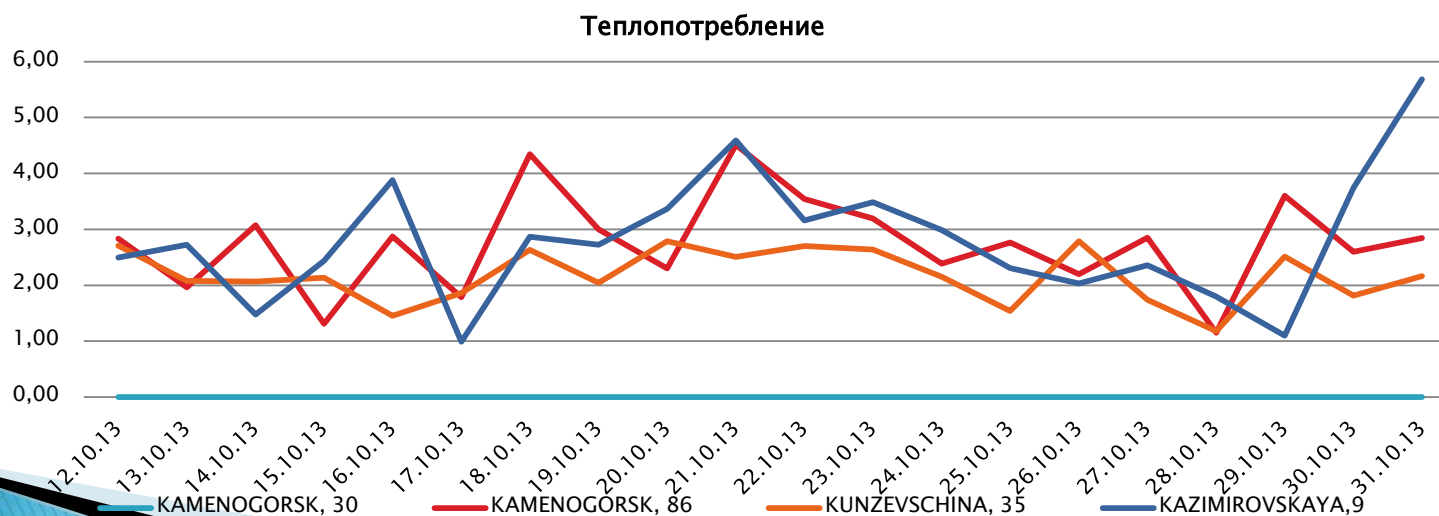
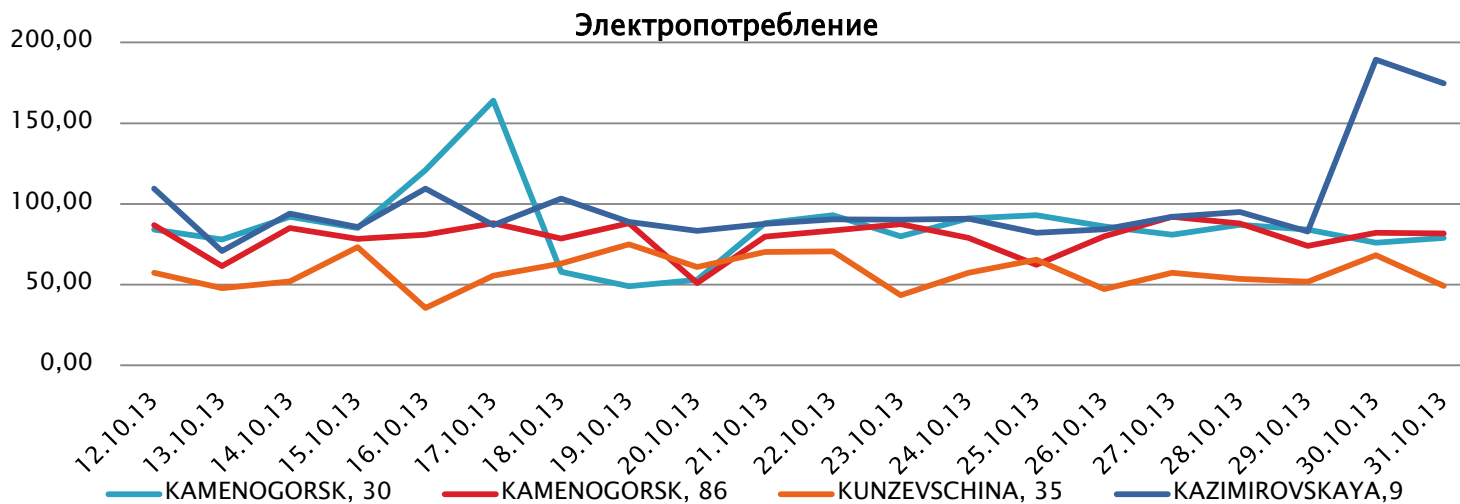


Потребление холодной воды

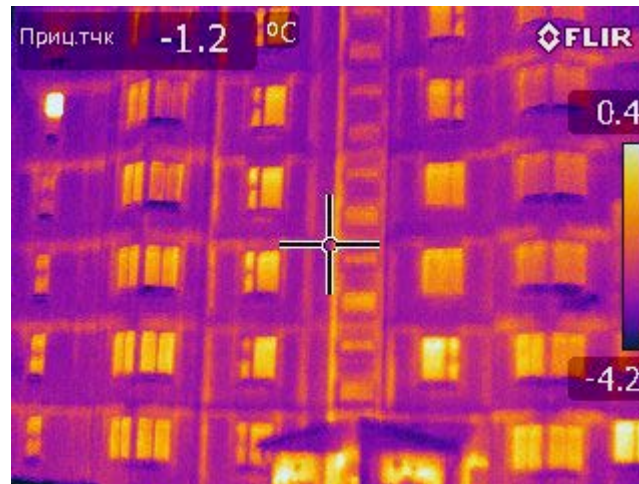
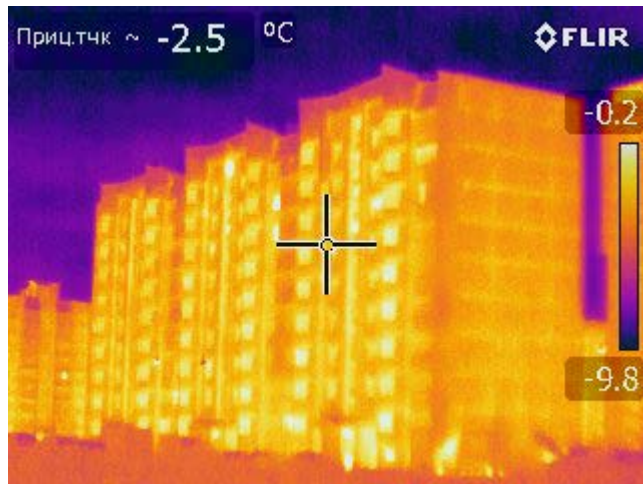




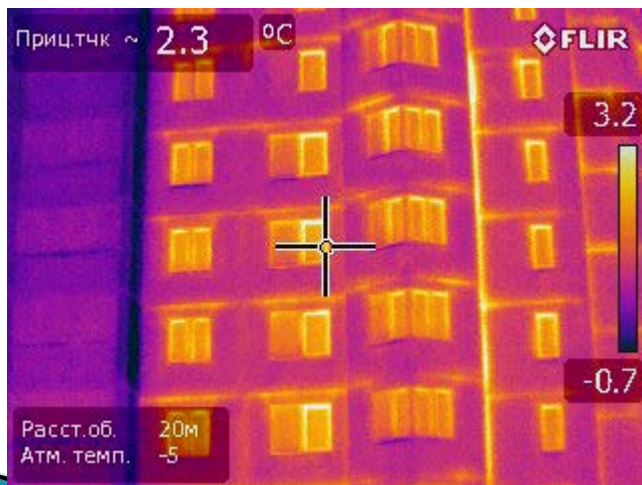
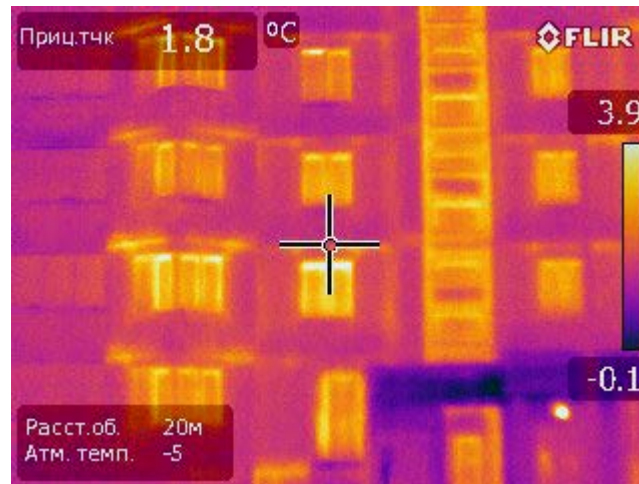
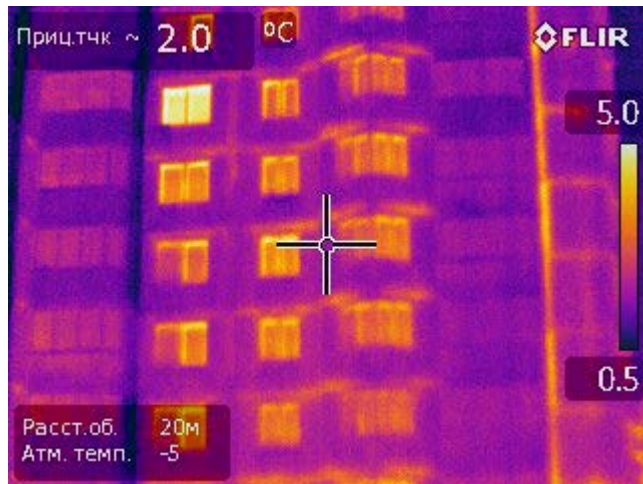
Суточное потребление



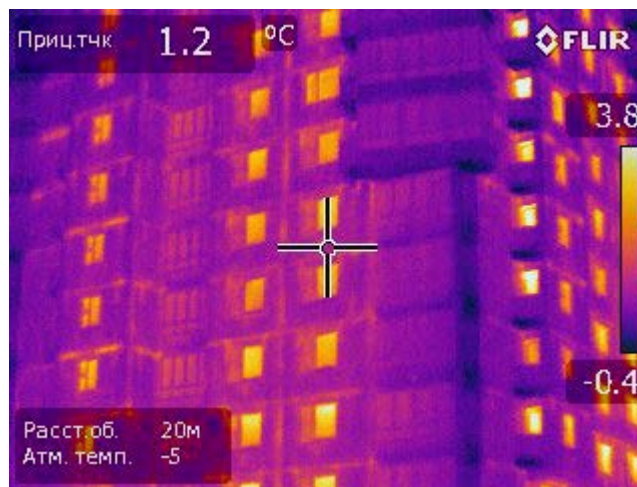
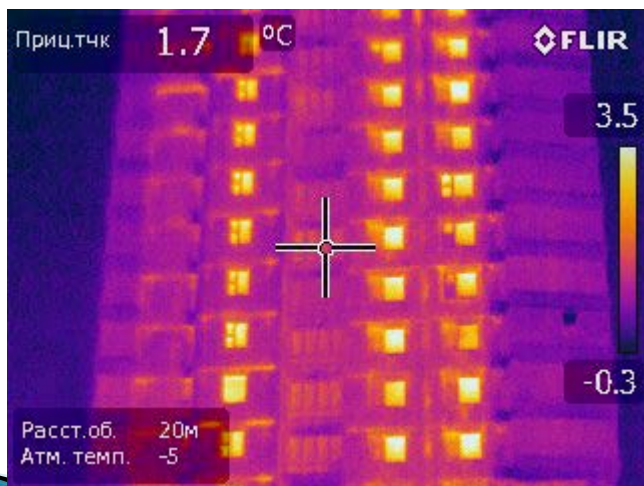
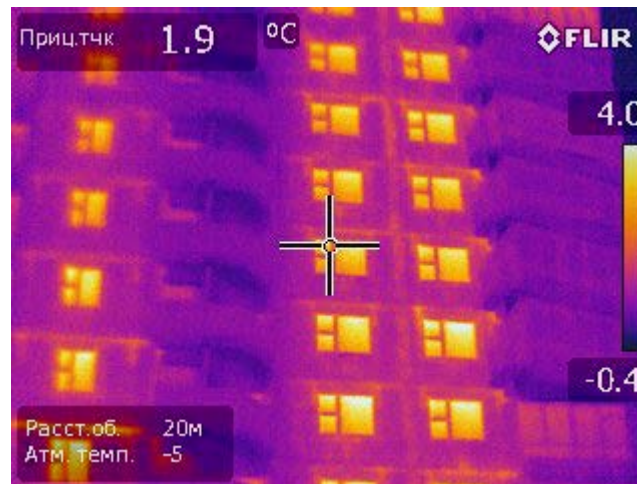
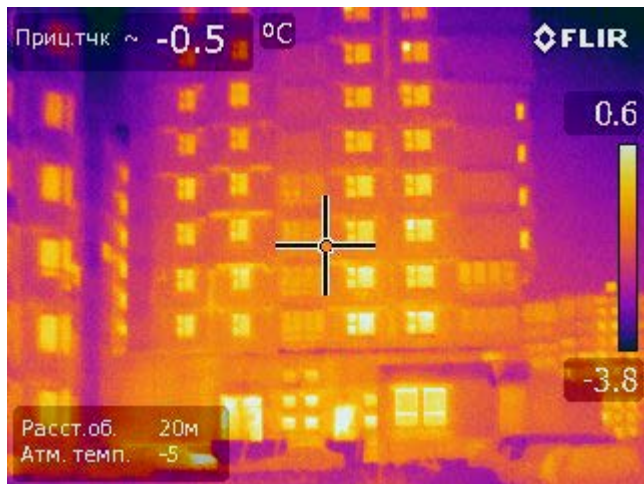
Тепловизионное обследование жилого здания по адресу: г. Минск, ул. Каменногорская, 30



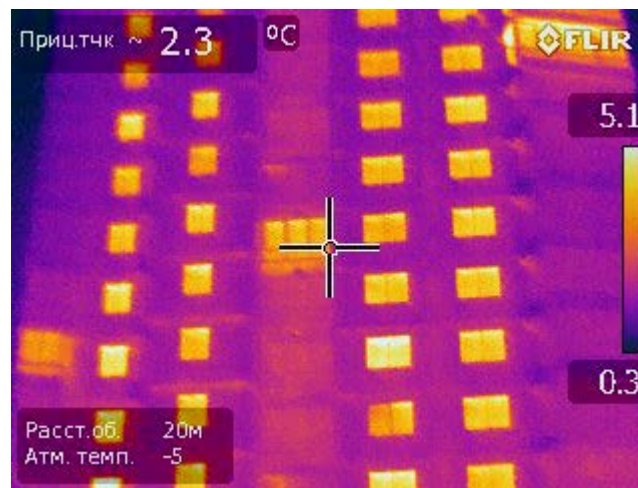
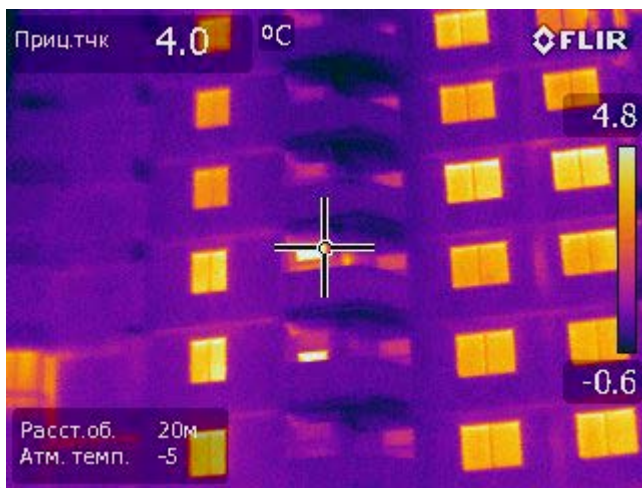
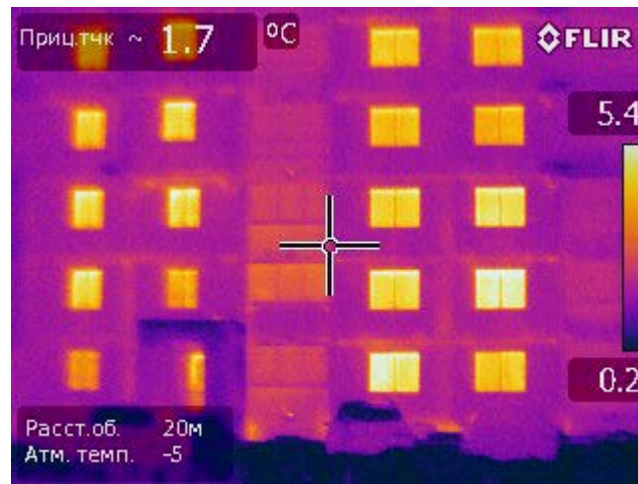
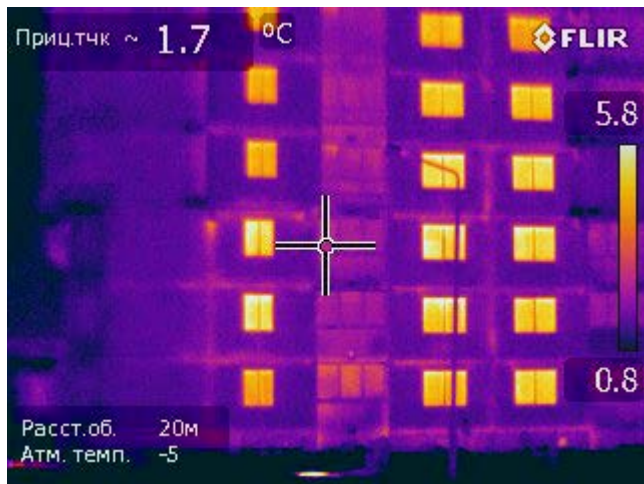
Тепловизионное обследование жилого здания по адресу: г. Минск, ул. Каменногорская, 86



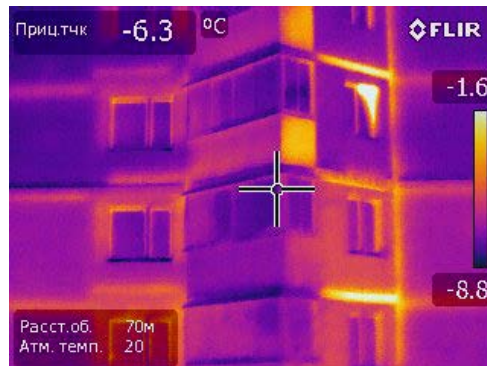
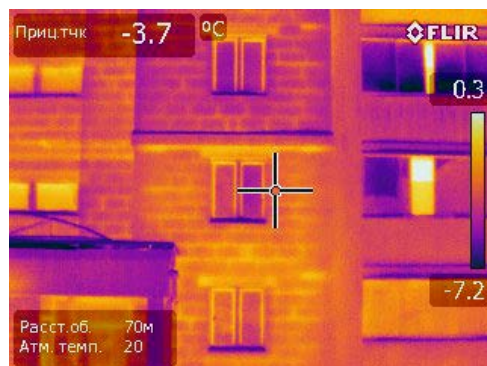
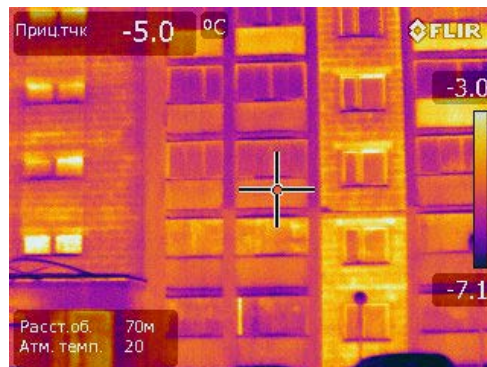
Тепловизионное обследование жилого здания по адресу: г. Минск, ул. Кунцевщина, 35



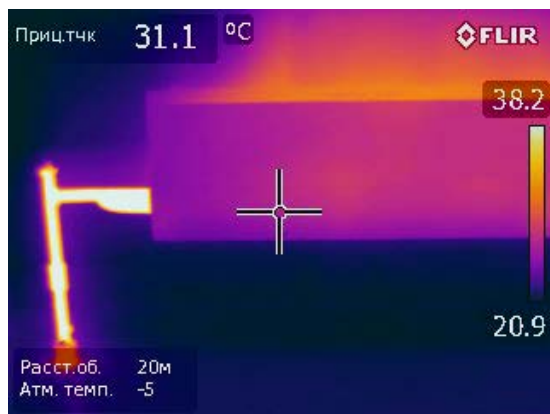
Тепловизионное обследование жилого здания по адресу: г. Минск, ул. Казимировская, 9



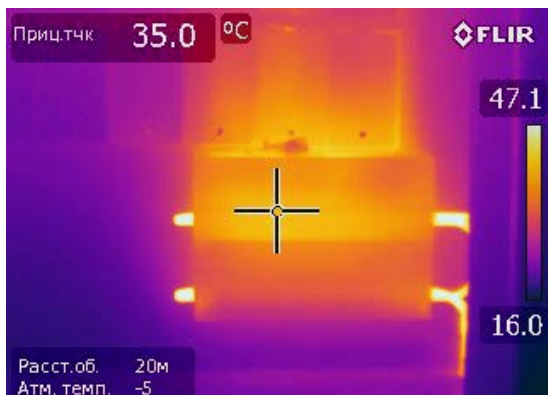
Тепловизионное обследование жилого здания по адресу: г. Гродно, ул. Дзержинского, 236



Тепловизионный контроль отопительных приборов



- ▶ Термограмма и фотография отопительных приборов по адресу: ул. Каменногорская, 30

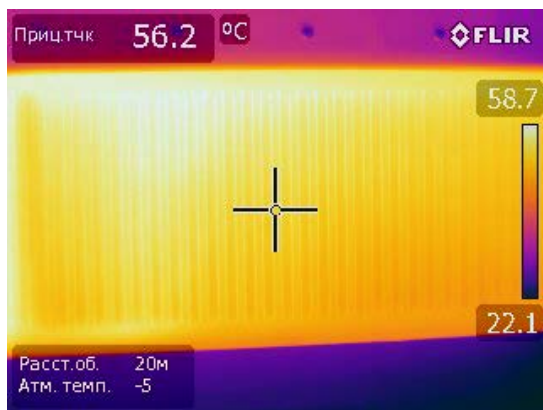


- ▶ Термограмма и фотография отопительных приборов по адресу: ул. Каменногорская, 86

Тепловизионный контроль отопительных приборов



- ▶ Термограмма и фотография отопительных приборов по адресу: ул. Кунцевщина, 35



- ▶ Термограмма и фотография отопительных приборов по адресу: ул. Казимировская, 9

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования



Жилое здание по адресу ул. Каменногорская, 30

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустимая, не более	фактическая	допустимая	фактическая	
1	Лестничная клетка	14	20,2	14	20,2	не нормируется	53	0,2	0,05	Соответствует
2	Лестничная клетка	14	20,2	14	20,2	не нормируется	47	0,2	0,05	Соответствует
3	Лестничная клетка	14	19	14	19	не нормируется	55	0,2	0,05	Соответствует
4	Межквартирный коридор	16	22	16	22	60	55	0,15	0,05	Соответствует
5	Межквартирный коридор	16	20,8	16	20,8	60	55	0,15	0,05	Соответствует

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования



Жилое здание по адресу ул. Каменногорская, 86

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустимая, не более	фактическая	допустимая	фактическая	
1	Лестничная клетка	14	17,675	14	17,675	не нормируется	53	0,2	0,05	Соответствует
2	Лестничная клетка	14	15,75	14	15,75	не нормируется	47	0,2	0,05	Соответствует
3	Лестничная клетка	14	17,85	14	17,85	не нормируется	55	0,2	0,05	Соответствует
4	Межквартирный коридор	16	16,1	16	16,1	60	55	0,15	0,05	Соответствует
5	Межквартирный коридор	16	18,375	16	18,375	60	55	0,15	0,05	Соответствует

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования



Жилое здание по адресу ул. Кунцевщина, 35

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустимая, не более	фактическая	допустимая	фактическая	
1	Вестибюль	14	16,8	14	16,8	не нормируется	54,5	0,2	0,06	Соответствует
2	Межквартирный коридор	16	19,5	16	19,5	60	55	0,2	0,01	Соответствует
3	Межквартирный коридор	16	17,0	16	17,0	60	55	0,2	0,01	Соответствует
4	Межквартирный коридор	16	18,5	16	18,5	60	48	0,15	0,01	Соответствует
5	Межквартирный коридор	16	18,1	16	18,1	60	50	0,15	0,01	Соответствует

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования



Жилое здание по адресу ул. Казимировская, 9

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустимая, не более	фактическая	допустимая	фактическая	
1	Вестибюль	14	18,4	14	16,8	не нормируется	59	0,2	0,06	Соответствует
2	Межквартирный коридор	16	20,7	16	19,5	60	55	0,2	0,05	Соответствует
3	Межквартирный коридор	16	18,8	16	17,0	60	52	0,2	0,05	Соответствует
4	Межквартирный коридор	16	17,9	16	18,5	60	49	0,15	0,05	Соответствует
5	Межквартирный коридор	16	18,1	16	18,1	60	50	0,15	0,05	Соответствует

Визуальный контроль технического состояния оборудования ИТП по адресу ул. Каменногорская, 30



№	Наименование	Результаты контроля
1	Трубопроводы системы теплоснабжения:	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. Тепловая изоляция без дефектов.
	–подающий трубопровод	
	–обратный трубопровод	
2	Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.
3	Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.
4	Автоматизированная система управления теплоснабжением	Автоматические регуляторы настроены в соответствии с отопительным графиком, по измерениям параметров воды в подающем и обратном трубопроводах теплосети с коррекцией, по температуре наружного воздуха.
5	Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.



Визуальный контроль технического состояния оборудования ИТП по адресу ул. Каменногорская, 86



№	Наименование	Результаты контроля
1	Трубопроводы системы теплоснабжения:	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. Тепловая изоляция без дефектов.
	–подающий трубопровод	
	–обратный трубопровод	
2	Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.
3	Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.
4	Автоматизированная система управления теплоснабжением	Автоматические регуляторы настроены в соответствии с отопительным графиком, по измерениям параметров воды в подающем и обратном трубопроводах теплосети с коррекцией, по температуре наружного воздуха.
5	Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.



Визуальный контроль технического состояния оборудования ИТП по адресу ул. Кунцевщина, 35



№	Наименование	Результаты контроля
1	Трубопроводы системы теплоснабжения:	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. Тепловая изоляция без дефектов.
	–подающий трубопровод	
	–обратный трубопровод	
2	Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.
3	Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.
4	Автоматизированная система управления теплоснабжением	Автоматические регуляторы настроены в соответствии с отопительным графиком, по измерениям параметров воды в подающем и обратном трубопроводах теплосети с коррекцией, по температуре наружного воздуха.
5	Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.



Визуальный контроль технического состояния оборудования ИТП по адресу ул. Казимировская, 1



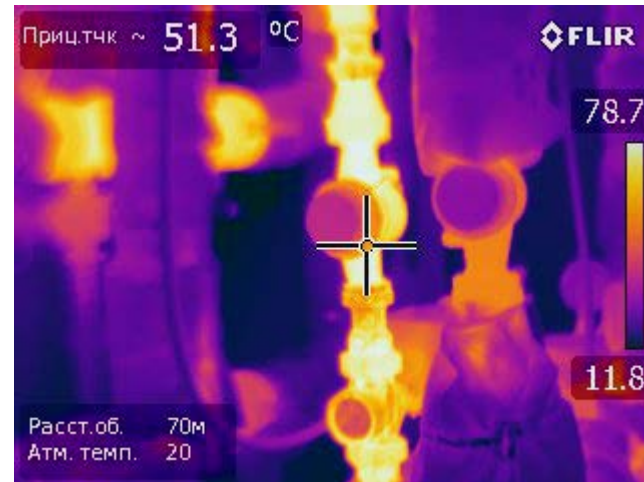
№	Наименование	Результаты контроля
1	Трубопроводы системы теплоснабжения:	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. Тепловая изоляция без дефектов.
	–подающий трубопровод	
	–обратный трубопровод	
2	Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.
3	Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.
4	Автоматизированная система управления теплоснабжением	Автоматические регуляторы настроены в соответствии с отопительным графиком, по измерениям параметров воды в подающем и обратном трубопроводах теплосети с коррекцией, по температуре наружного воздуха.
5	Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.



Визуальный контроль технического состояния оборудования ИТП по адресу г. Гродно ул. Дзержинского 236



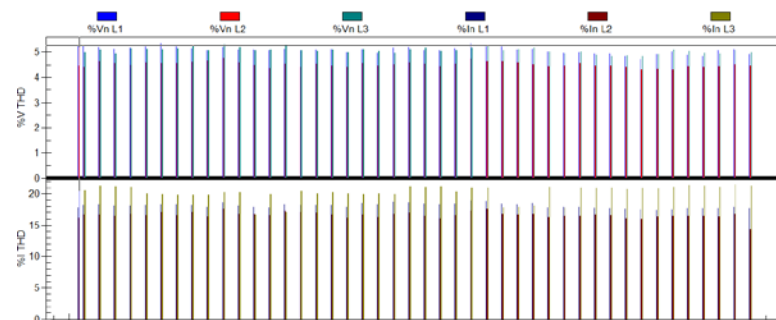
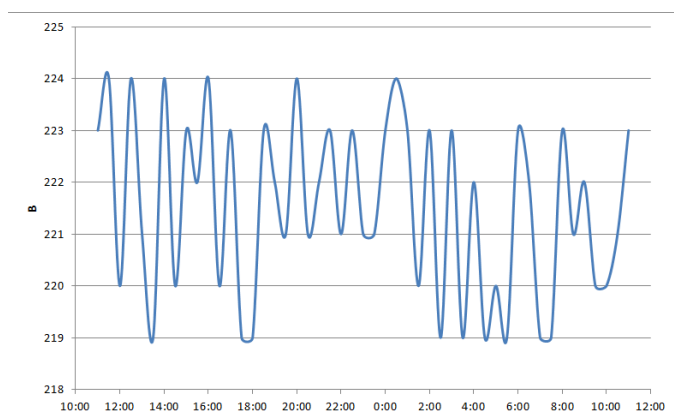
№	Наименование	Результаты контроля
1	Трубопроводы системы теплоснабжения:	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. Тепловая изоляция без дефектов.
	–подающий трубопровод	
	–обратный трубопровод	
2	Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.
3	Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.
4	Автоматизированная система управления теплоснабжением	Автоматические регуляторы настроены в соответствии с отопительным графиком, по измерениям параметров воды в подающем и обратном трубопроводах теплосети с коррекцией, по температуре наружного воздуха.
5	Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.



Инструментальные измерения качества электрической энергии



Суточные графики обследования качества электрической энергии



Изменение линейных напряжений

Изменение коэффициента искажения синусоидальности напряжения



Определение класса энергоэффективности зданий

Класс А, если:

$$EP < 0,5R_r$$

Класс В, если:

$$0,5R_r \leq EP < R_r$$

Класс С, если:

$$R_r \leq EP < 0,5(R_r + R_s)$$

Класс D, если:

$$0,5(R_r + R_s) \leq EP < R_s$$

Класс E, если:

$$R_s \leq EP < 1,25R_s$$

Класс F, если:

$$1,25R_s \leq EP < 1,5R_s$$

Класс G, если:

$$1,5R_s \leq EP$$

R_r - соответствует требованиям современных норм для данного типа зданий;

R_s - соответствует среднестатистическому фактическому показателю данного типа зданий.

Сводные результаты проведения энергетического обследования

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
Дом серии М-464-У1 по адресу ул. Каменногорская, 30 (90 кВт·ч/м ²)					
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	q_h^y	кВт·ч/м ²	46,74	70,16	D
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления и вентиляции здания за отопительный период, приведенный к градусо-суткам отопительного периода	q_h^{yn}	Вт·ч/(м ² ·°С·сут)	12,49	15,01	D
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	q_{hw}^y	кВт·ч/м ²	62	48	A
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	ε_o^y	кВт·ч/м ²	1,99	1,60	A

Сводные результаты проведения энергетического обследования

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
Дом серии М-464-У1 по адресу ул. Каменногорская, 86 (60 кВт·ч/м ²)					
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	q_h^y	кВт·ч/м ²	53,69	59,03	С
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления и вентиляции здания за отопительный период, приведенный к градусо-суткам отопительного периода	q_h^{yn}	Вт·ч/(м ² ·°С·сут)	14,35	13,61	С
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	q_{hw}^y	кВт·ч/м ²	50	34	А
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	ε_o^y	кВт·ч/м ²	1,92	0,75	А

Сводные результаты проведения энергетического обследования

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
Дом серии М-111-90 по адресу ул. Кунцевщина,35 (90 кВт·ч/м ²)					
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	q_h^y	кВт·ч/м ²	44,88	65,64	D
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления и вентиляции здания за отопительный период, приведенный к градусо-суткам отопительного периода	q_h^{yn}	Вт·ч/(м ² ·°С·сут)	11,99	15,34	D
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	q_{hw}^y	кВт·ч/м ²	38,4	38,3	C
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	ε_o^y	кВт·ч/м ²	4,32	3,56	B

Сводные результаты проведения энергетического обследования

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
Дом серии М-111-90 по адресу ул. Казимировская,9 (60 кВт·ч/м ²)					
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	q_h^y	кВт·ч/м ²	41,28	46,45	С
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления и вентиляции здания за отопительный период, приведенный к градусо-суткам отопительного периода	q_h^{yn}	Вт·ч/(м ² ·°С·сут)	11,03	12,41	С
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	q_{hw}^y	кВт·ч/м ²	37,2	20,7	А
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	ε_o^y	кВт·ч/м ²	4,12	1,45	А

Выводы:

- ▶ Определенные классы энергетической эффективности не являются индикативными и определяющими впоследствии какие-либо мероприятия для этих зданий по следующим причинам:
- ▶ 1. Сравнение нормативов производилось для новых установленных пределов по расходам тепловой энергии, введенных в действие с 2012 года, тогда как проектирование и строительство обследуемых домов велось в 2008–2012 годах.
- ▶ 2. Два дома были введены в эксплуатацию в 2012 году и их энергетические характеристики не могут соответствовать проектным, что связано с прогреванием и высыханием конструкций зданий, неполной заселенностью, производством различных ремонтных и строительных работ жильцами зданий.
- ▶ Рассчитанные энергетические характеристики по результатам проведенного энергетического обследования могут использоваться в качестве «базовых» для сравнения с вновь возводимыми домами по аналогичным проектам.
- ▶ Жилой дом, расположенный по адресу г. Гродно, ул. Дзержинского, 23б построен в соответствии с современными требованиями к жилым зданиям. Проектом предусмотрена система механическая вентиляция с рекуперацией тепла, что сокращает потребление тепловой энергии зданием. Энергетические характеристики проекта могут быть использованы в качестве базовых для сравнения при строительстве аналогичных зданий.



Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь

Спасибо за внимание !!!!

Андрей Федорович МОЛОЧКО
*национальный консультант проекта,
РУП «БелТЭИ», Беларусь*