

ПРООН/ГЭФ  
Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий  
в Республике Беларусь»

**Результаты проведения энергетического аудита пяти жилых  
многоэтажных зданий в период отопительного сезона 2013-2014 гг.**

Исполнители:

Эксперт по вопросам  
энергетического аудита в зданиях

А.Ф. Молочко

Эксперт по вопросам  
энергетического аудита в зданиях

А.В. Березанская

Минск  
май 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

стр

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ОБЩИЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ</b> .....	<b>5</b>
2.1	КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА.....	5
2.1.1	<i>Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе отопления</i> .....	5
2.1.2	<i>Определение фактического теплопотребления при нормативных условиях отопительного периода</i> .....	6
2.1.3	<i>Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС</i> .....	6
2.2	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО И НОРМАТИВНОГО ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	7
<b>3</b>	<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ</b> .....	<b>9</b>
3.1	ПРОВЕДЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ 4-Х СЕКЦИОННОГО, ДЕВЯТИЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ М-464-У1 ПО АДРЕСУ УЛ. КАМЕННОГОРСКАЯ, 30 .....	9
3.1.1	<i>Общие сведения о здании</i> .....	9
3.1.2	<i>Система теплопотребления</i> .....	9
3.1.3	<i>Система электроснабжения</i> .....	9
3.1.4	<i>Приборы учета</i> .....	10
3.1.5	<i>Потребление энергоресурсов</i> .....	11
3.1.6	<i>Проведение инструментальных измерений</i> .....	14
3.1.7	<i>Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе отопления</i> .....	24
3.1.8	<i>Определение фактического теплопотребления при нормативных условиях отопительного периода</i> .....	27
3.1.9	<i>Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС</i> .....	28
3.1.10	<i>Определение фактического и нормативного потребление электрической энергии</i> .....	29
3.1.11	<i>Определение интегральных энергетических характеристик</i> .....	30
3.2	ПРОВЕДЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ 4-Х СЕКЦИОННОГО, ДЕВЯТИЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ М-464-У1 ПО АДРЕСУ УЛ. КАМЕННОГОРСКАЯ, 86 .....	31
3.2.1	<i>Общие сведения о здании</i> .....	31
3.2.2	<i>Система теплопотребления</i> .....	31
3.2.3	<i>Система электроснабжения</i> .....	32
3.2.4	<i>Приборы учета</i> .....	33
3.2.5	<i>Потребление энергоресурсов</i> .....	33
3.2.6	<i>Проведение инструментальных измерений</i> .....	36
3.2.7	<i>Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе отопления</i> .....	46
3.2.8	<i>Определение фактического теплопотребления при нормативных условиях отопительного периода</i> .....	49
3.2.9	<i>Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС</i> .....	50
3.2.10	<i>Определение фактического и нормативного потребление электрической энергии</i> .....	51
3.2.11	<i>Определение интегральных энергетических характеристик</i> .....	52
3.3	ПРОВЕДЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ 1 СЕКЦИОННОГО, ДЕВЯТНАДЦАТИЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ М-111-90 ПО АДРЕСУ УЛ. КУНЦЕВИЦИНА, 35 .....	53

3.3.1	Общие сведения о здании .....	53
3.3.2	Система теплотребления .....	53
3.3.3	Система электроснабжения.....	54
3.3.4	Приборы учета.....	55
3.3.5	Потребление энергоресурсов.....	55
3.3.6	Проведение инструментальных измерений .....	59
3.3.7	Определение фактического и расчетного теплотребления в системе отопления.....	69
3.3.8	Определение фактического теплотребления при нормативных условиях отопительного периода.....	72
3.3.9	Определение фактического и расчетного теплотребления в системе ГВС.....	73
3.3.10	Определение фактического и нормативного потребление электрической энергии .....	74
3.3.11	Определение интегральных энергетических характеристик .....	75
3.4	ПРОВЕДЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ1 СЕКЦИОННОГО, 19-ТИЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ М-111-90 ПО АДРЕСУ УЛ. КАЗИМИРОВСКАЯ, 9.....	76
3.4.1	Общие сведения о здании .....	76
3.4.2	Система теплотребления .....	76
3.4.3	Система электроснабжения.....	77
3.4.4	Приборы учета.....	78
3.4.5	Потребление энергоресурсов.....	78
3.4.6	Проведение инструментальных измерений .....	82
3.4.7	Определение фактического и расчетного теплотребления в системе отопления.....	91
3.4.8	Определение фактического теплотребления при нормативных условиях отопительного периода.....	95
3.4.9	Определение фактического и расчетного теплотребления в системе ГВС.....	95
3.4.10	Определение фактического и нормативного потребление электрической энергии .....	96
3.4.11	Определение интегральных энергетических характеристик .....	97
3.5	ПРОВЕДЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ2-Х СЕКЦИОННОГО ЖИЛОГО ДОМА 8 И 10 ЭТАЖЕЙ ПО АДРЕСУ Г. ГРОДНО, УЛ. ДЕРЖИНСКОГО 23-Б.....	98
3.5.1	Общие сведения о здании .....	98
3.5.2	Система теплотребления .....	98
3.5.3	Система электроснабжения.....	100
3.5.4	Приборы учета.....	100
3.5.5	Потребление энергоресурсов.....	101
3.5.6	Проведение инструментальных измерений .....	104
<b>4</b>	<b>ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ .....</b>	<b>110</b>
<b>5</b>	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>113</b>

# 1 ВВЕДЕНИЕ

Необходимость комплексного подхода к осуществлению энерго- и ресурсосберегающих мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и в первую очередь систем обеспечения их микроклимата не подлежит сомнению и обусловлена главным образом сокращением запасов минерального сырья и ископаемого органического топлива и, как следствие, их постоянным удорожанием.

Совершенно очевидно, что на фоне постоянно растущих цен на энергоносители задача совершенствования нормативной и технической базы строительства и эксплуатации существующего фонда в направлении снижения уровня энергоснабжения зданий в отопительный период в нашей стране актуальна.

Вопросы энергоресурсосбережения, энергоэффективности — одни из важнейших в реформе ЖКХ. Они напрямую влияют на успешное решение экономических и социальных аспектов этой реформы, поскольку жилищно-коммунальное хозяйство потребляет около 58% тепловой и 32% электроэнергии, производимой в городе.

Энергетическое обследование жилых зданий позволяет выявить резервы экономии топливно-энергетических ресурсов.

Большую часть жилого фонда Республики Беларусь составляют крупнопанельные дома. Наибольшую популярность данный вид зданий имеет из-за невысокой стоимости и быстроты возведения.

ОАО "МАПИД" является крупнейшим застройщиком массового жилья в Беларуси. Для проведения энергетического обследования жилых зданий были выбраны 4 типовых жилых дома с различными удельными годовыми расходами тепловой энергии на отопление:

четырёх-секционный, 9-тиэтажный жилой дом серии М-464-У1 по адресу ул. Каменногорская, 30 (до 90 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год);

четырёх-секционный, 9-тиэтажный жилой дом серии М-464-У1 по адресу ул. Каменногорская, 86 (до 60 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год);

одно-секционный, 19-тиэтажный жилой дом серии М-111-90 по адресу ул. Кунцевщина, 35 (до 90 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год);

одно-секционный, 19-тиэтажный жилой дом серии М-111-90 по адресу ул. Казимировская, 9 (до 60 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год).

Энергетическое обследование также проведено в энергоэффективном десятиэтажном двухсекционном доме серии ЖСПК-398 в г. Гродно по ул. Дзержинского 23-б с целью подтвердить ранее проведенные обследования, выполненные с момента сдачи дома в эксплуатацию.

## 2 ОБЩИЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Климатические параметры отопительного периода

Нормативные параметры определяются в соответствии СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология.

Расчетные условия для жилого здания, расположенного в г. Минск:

1) Расчетные параметры воздуха в помещениях для расчета наружных ограждающих конструкций здания:

- температура внутреннего воздуха  $t_{в} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- относительная влажность внутреннего воздуха  $\varphi_{в} = 55\%$

2) Влажностный режим помещений и условия эксплуатации ограждающих конструкций зданий в зимний период принимается в зависимости от температуры и относительной влажности внутреннего воздуха:

- наружная стена, кровельное покрытие – нормальный, Б
- подвальное перекрытие – нормальный, А

3) Расчетные параметры наружного воздуха в отопительный период (для периода года со среднесуточной температурой воздуха не более  $8^{\circ}\text{C}$ ) принимаются по СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология:

- средняя температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 и наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, соответственно:

$$t_{x.c} = -28 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad t_{x.5} = -24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- средняя температура наружного воздуха за отопительный период:

$$t_{n.om} = -0,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь

$$v_{cp} = 3,7 \text{ м/с}$$

- продолжительность отопительного периода:

$$z_{om} = 198 \text{ сут}$$

#### 2.1.1 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе отопления

Фактическое потребление тепловой энергии определяется за отопительный период или за период наличия данных на основании показаний приборов учета, коммунальных платежей или расчетным способом.

Расчетное теплопотребление в системе отопления представляет собой расход тепловой энергии, требуемый для отопления и вентиляции жилого здания за отопительный период.

Расход тепловой энергии определяется при нормативных условиях

отопительного периода.

Расчет проводится по методике, приведенной в ТКП 45- 2.04-195-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения». В этом случае расчетный расход тепловой энергии определяется с учетом фактических (проектных) значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, нормативного воздухообмена, расчетных бытовых тепловыделений и солнечных теплопоступлений.

### 2.1.2 Определение фактического теплопотребления при нормативных условиях отопительного периода

Для сравнения фактического теплопотребления в системах отопления и вентиляции здания с расчетным и нормативным значениями фактический расход тепловой энергии пересчитывается на нормативные условия отопительного периода в соответствии с данными СНБ 2.04.02-2000.

Пересчет фактического теплопотребления в системах отопления и вентиляции здания на нормативные условия производится по формуле:

$$Q_{h\phi n}^y = Q_{\phi} \cdot \frac{Dd}{Dd_{\phi}},$$

где  $Dd$  и  $Dd_{\phi}$  – нормативное и фактическое значения градусо-суток, °С·сут:

$$Dd = (t_{int} - t_{ext}) \cdot z,$$

где  $t_{int}$  – средняя за отопительный период температура внутреннего воздуха в здании,  $t_{ext}$  – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С,  $z$  – продолжительность отопительного периода, сут.

### 2.1.3 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС

Фактическое теплопотребление в системе ГВС определяется за год на основании данных теплосчетчика при наличии измерений теплопотребления отдельно в системе ГВС.

Расчетный расход тепловой энергии в системе ГВС определяется с использованием значения нормативного потребления горячей воды в соответствии с СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети» и СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Средненедельная тепловая нагрузка горячего водоснабжения жилого здания  $Q_{hw}^{cp.n}$  определяется по формуле:

$$Q_{hw}^{cp.n} = \frac{1,2 \cdot a \cdot m \cdot c \cdot (55 - t_x)}{24 \cdot 3,6}, \text{ Вт},$$

где  $a$  – норма расхода горячей воды с температурой  $t_r = 55$  °С на одного жителя в средние сутки, принимаемая в зависимости от степени комфортности здания, л;  $m$  – число жителей в здании, чел,  $c$  – удельная теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кг·К);  $t_x$  – температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период, принимаемая равной 5 °С.

Средняя за сутки максимального водопотребления тепловая нагрузка горячего водоснабжения жилого здания  $Q_{hw}^{cp.c}$  определяется по формуле:

$$Q_{hw}^{cp.c} = \chi_n \cdot Q_z^{cp.n}, \text{ Вт},$$

где  $\chi_n$  – коэффициент недельной неравномерности расхода теплоты, для жилых зданий  $\chi_n = 1,14$ .

Расчетная (максимально-часовая) тепловая нагрузка горячего водоснабжения жилого здания  $Q_r^p$  определяется по формуле:

$$Q_{hw}^p = \chi_n \cdot \chi_c \cdot Q_z^{cp.n}, \text{ Вт},$$

где  $\chi_c$  – коэффициент суточной неравномерности расхода теплоты за сутки максимального водопотребления, для жилых зданий  $\chi_c = 2,00$ .

Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение  $Q_r^{год}$  определяется по формуле:

$$Q_{hw}^{год} = 0,024 \cdot Q_z^{cp.n} \cdot \left( z_{om} + \beta \cdot \frac{55 - t_{x.l}}{55 - t_x} (z_z - z_{om}) \right), \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где  $z_z, z_{om}$  – продолжительность работы системы горячего водоснабжения и длительность отопительного периода соответственно, сут;  $\beta$  – коэффициент снижения расхода воды на горячее водоснабжение в летний период,  $\beta = 0,8$ ;  $t_{x.l}$  – температура холодной (водопроводной) воды в летний период, принимаемая равной 15°С.

## 2.2 Определение фактического и нормативного потребления электрической энергии

При наличии в обследуемом жилом доме отдельного коммерческого или технического учета на силовое оборудование и систему освещения фактическое потребление определяется на основании показаний приборов учета.

Оценку фактического потребления электроэнергии по направлениям использования  $\mathcal{E}_i$ , кВт·ч, можно произвести по формуле:

$$\mathcal{E}_i = P_{yi} \cdot K_{ci} \cdot T_i$$

где  $P_{yi}$  – установленная мощность электрооборудования, кВт;

$K_{ci}$  – степень использования установленной мощности;

$T_i$  – фактическое время работы данного оборудования в течение рассматриваемого периода, час.

Расчетное потребление электроприемниками квартир (коттеджей) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{кв}} = P_y n_{\text{кв}} K_c K_o \cdot T_i$$

где  $P_y$  — установленная (заявленная) мощность электроприемников одной квартиры, кВт;

$n_{\text{кв}}$  — количество квартир, шт.;

$K_c$  — коэффициент спроса для одной квартиры (коттеджа), принимаемый по ТКП45-4.04-149-2009;

$K_o$  — коэффициент одновременности, принимаемый по ТКП45-4.04-149-2009.

Расчетную нагрузку групповых сетей освещения общедомовых помещений жилых зданий (лестничных клеток, вестибюлей, технических этажей и подполий, подвалов, чердаков, колясочных), а также жилых помещений общежитий следует определять по светотехническому расчету с коэффициентом спроса, равным единице.

Нормативное электропотребления на освещение мест общего пользования  $\mathcal{E}_{\text{осв}}$ , кВт·ч, (поэтажные внеквартирные коридоры, лестницы, вестибюли жилых зданий) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{осв}} = p_y \cdot S \cdot T_i$$

где  $p_y$  — максимально допустимая удельная установленная мощность, Вт/м<sup>2</sup>, для рассматриваемых помещений;

$S$  — площадь мест общего пользования, м<sup>2</sup>;

$T_i$  — расчетное время работы осветительных установок за рассматриваемый период, час.

Потребление электрической энергии двигателем насоса,  $\mathcal{E}_{\text{дв}}$ , кВт·ч, определяется по следующему формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{дв}} = \frac{P_n}{\eta_{\text{дв}}} \cdot T$$

где  $P_n (\cos\varphi)$  — номинальная мощность насоса, кВт;

$T$  — время работы за рассматриваемый период, ч;

$\eta_{\text{дв}}$  — КПД двигателя.

Нормативное потребление электроэнергии лифтовым хозяйством не определяется в связи с отсутствием расчетных значений времени работы лифтов.



### **3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ**

#### **3.1 Проведение энергетического обследования 4-х секционного, пятиэтажного жилого дома серии М-464-У1 по адресу ул. Каменногорская, 30**

##### **3.1.1 Общие сведения о здании**

На основании собранных данных приводятся следующие характеристики здания:

- год постройки здания: 2010;
- серия проекта здания: М-464-У1;
- этажность здания: 9;
- количество секций: 4;
- количество квартир: 142;

##### **3.1.2 Система теплоснабжения**

Теплоснабжение осуществляется от городских тепловых сетей со следующими параметрами:

- температурный график системы отопления здания 95/70 °С;
- схема системы отопления двухтрубная;
- схема подключения системы отопления к тепловой сети: независимая с пластинчатым теплообменником в ИТП;
- тип отопительных приборов – стальные панельные радиаторы, регистры из гладких труб (мусорокамера, электрощитовая, насосная);
- регулирование теплоотдачи автоматическое в тепловом узле, на стояках – запорно-регулирующей арматурой, в квартирах – термостатическими вентилями;
- система вентиляции естественная с установкой типовых вентблоков и бытовых вентиляторов в кухнях верхних этажей;
- тип системы горячего водоснабжения (ГВС): с циркуляцией по магистралям;
- проектные нагрузки здания:  $Q_{от}=0,42$  Гкал/ч,  $Q_{ГВС}=0,487$  Гкал/ч.

##### **3.1.3 Система электроснабжения**

Электроснабжение осуществляется от наружных сетей напряжением 380/220 В с глухо-заземленной нейтралью трансформатора. Вводно-распределительное устройство жилого дома расположено в помещении электрощитовой на первом этаже. Категория надежности электроснабжения II.

Проектом предусмотрено устройство автоматического сбора и передачи данных расхода электроэнергии.

Управление освещением общедомовых помещений – автоматическое с блока АУО и ручное, выключателями по месту.

Перечень основного общедомового оборудования представлен в таблице ниже.

Таблица 1 – Сведения об электроприемниках

Наименование оборудования	Кол-во, шт	Мощность единицы оборудования, кВт	Число часов работы оборудования в сутки	Число часов использования оборудования в год
<b>Силовое оборудование:</b>				
Циркуляционный насос: Grundfoss UPSD65-180F	1	1,55	24	4848
Повысительный насос: Grundfoss CR3-5	1	0,37	24	4848
ГВС: Grundfoss UPS 25-80B	1	0,24	24	8400
ГВС (резерв): Grundfoss UPS 25-80B	1	0,24	-	-
<b>Лифтовые установки:</b>				
Установленная мощность электродвигателя	4	9	4	1460
<b>Система освещения:</b>				
Люминесцентные лампы (вход, лестничные клетки)	80	0,011	4	1460
Люминесцентные лампы (тамбур)	70	0,011	4	1460
Люминесцентные лампы (технический этаж)	8	0,036	4	1460
Лампы накаливания (подвал)	12	0,060	4	100
Лампы накаливания (наружное освещение)	12	0,060	-	100

### 3.1.4 Приборы учета

#### ***Система теплоснабжения:***

В тепловом узле установлен общий тепловой счетчик на жилой дом типа ТЭМ 104, квартирный учет тепла осуществляется индивидуальными тепловыми счетчиками.

#### ***Система водоснабжения:***

На вводе в здание установлен общий счетчик холодной воды на жилой дом, квартирный учет холодной и горячей воды осуществляется индивидуальными счетчиками.

#### ***Система электроснабжения***

Учет потребляемой энергии осуществляется расчетными счетчиками, установленными для каждой квартиры в этажных щитках, размещенных в поэтажных коридорах; для общедомовых нагрузок жилого дома – во вводно-распределительном устройстве.

Проектом предусмотрена автоматизированная система учета электроэнергии (АСКУЭ) абонентов – установка электронных счетчиков, устройства сбора и передачи данных (УСПД).

### 3.1.5 Потребление энергоресурсов

Данные о потреблении энергоресурсов представлены в таблице ниже.

Таблица 2 – Фактическое потребление энергоресурсов

Месяц	Потребление электроэнергии		Потребление тепловой энергии			Потребление воды	
	всего здания	мест общего пользования	всего здания	на отопление, вентиляцию	на горячее водоснабжение	горячей	холодной
	кВт·ч	кВт·ч	Гкал	Гкал	Гкал	м.куб.	м.куб.
Январь	2922	1699	100,84	87,574	13,266	499,41	572,33
Февраль	2432	1348	188,79	158,616	30,174	654,65	775,66
Март	1680	1449	163,52	127,087	36,433	758,47	899,73
Апрель	1305	1101	91,83	57,134	34,696	736,88	799,64
Май	1061	747	32		32	734,74	799,3
Июнь	4233	3689	34		34	656,68	888,11
Июль	1384	415	30,98		30,98	596,26	802,46
Август	1439	422	33,1		33,1	687,73	890,89
Сентябрь	1380	424	39,3		39,3	635,49	912,83
Октябрь	1911	491	98,89	63,017	35,873	694,46	863,77
Ноябрь	2994	1918	144,46	109,313	35,147	678,302	848,599
Декабрь	1388	430	165,35	124,227	41,123	788,468	884,481
<b>Итого 2011г.</b>	<b>24129</b>	<b>14133</b>	<b>1123,06</b>	<b>726,968</b>	<b>396,092</b>	<b>8121,54</b>	<b>9937,8</b>
Январь	4633	3099	198,28	161,037	37,243	713,809	792,781
Февраль	3195	1871	221,67	184,906	36,764	726,552	802,495
Март	2288	1328	156,36	120,594	35,766	689,608	747,965
Апрель	2590	1390	90,97	50,733	40,237	715,78	811,04
Май	1673	525	46,5		46,5	685,891	804,397
Июнь	1445	432	41,49		41,49	653,919	788,663
Июль	1500	458	19,09		19,09	630,43	779,76
Август	1697	610	31,79		31,79	635,152	781,791
Сентябрь	1697	610	42,92		42,92	663,811	881,6
Октябрь	2259	981	96,83	51,207	45,623	787,323	969,589
Ноябрь	2969	1777	142,53	101,789	40,741	818,531	935,207
Декабрь	3070	1837	209,82	170,231	39,589	768,599	918,863
<b>Итого 2012 г.</b>	<b>29016</b>	<b>14918</b>	<b>1298,25</b>	<b>840,497</b>	<b>457,753</b>	<b>8489,41</b>	<b>10014,2</b>
Январь	3070	1837	217,32	179,495	37,825	747,98	917,24
Февраль	2843	1696	163,01	120,472	42,538	867,6	974,26
Март	2761	1633	192,56	152,456	40,104	797,39	941,94
Апрель	2626	1525	106,81	65,507	41,303	740,18	919,22

Месяц	Потребление электроэнергии		Потребление тепловой энергии			Потребление воды	
	всего здания	мест общего пользования	всего здания	на отопление, вентиляцию	на горячее водоснабжение	горячей	холодной
	кВт·ч	кВт·ч	Гкал	Гкал	Гкал	м.куб.	м.куб.
Май	1761	597	41,51		41,51	722,14	879,77
Июнь	1737	540	37,64		37,64	669,54	947,64
Июль	1565	504	35,63		35,63	677,1	961,92
Август	1649	523	35,54		35,54	659,34	901,98
Сентябрь	1742	657	40,56		40,56	694,07	961,38
<b>Итого 2013 г.</b>	<b>19754</b>	<b>9512</b>	<b>870,58</b>	<b>517,93</b>	<b>352,65</b>	<b>6575,34</b>	<b>8405,35</b>

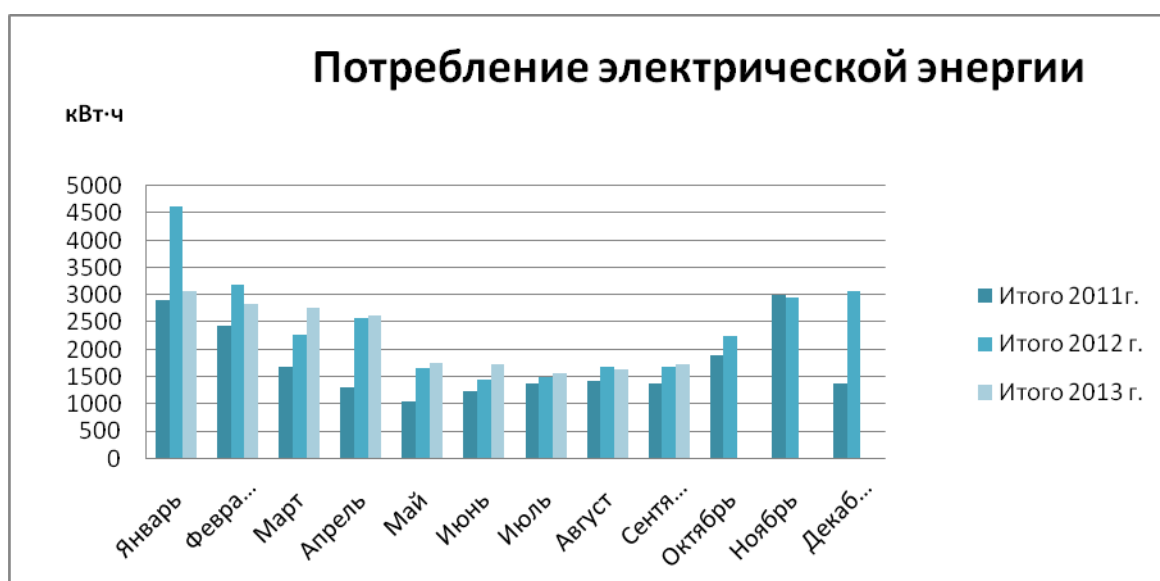


Рисунок 1 – Динамика потребления электрической энергии жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления электроэнергии имеет практически равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления электрической энергии по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. В зимнее время увеличивается нагрузка на силовое оборудование теплового пункта и систему освещения. Кроме того, снижение потребления электрической энергии в летнее время обусловлено периодом отпусков

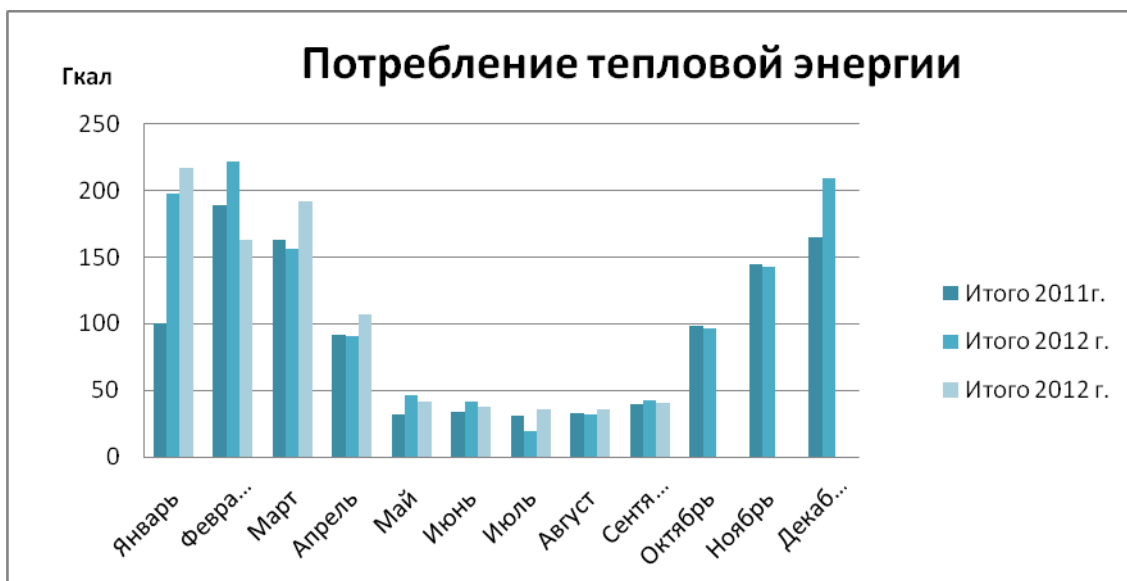


Рисунок 2 – Динамика потребления тепловой энергии жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления тепловой энергии имеет неравномерный характер в годовом разрезе. Это вызвано тем, что основной расход тепловой энергии идет на обогрев здания и зависит от колебания климатических параметров.

Динамика потребления тепловой энергии по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. В зимнее время увеличивается нагрузка на систему отопления, в летнее время функционирует только система горячего водоснабжения.

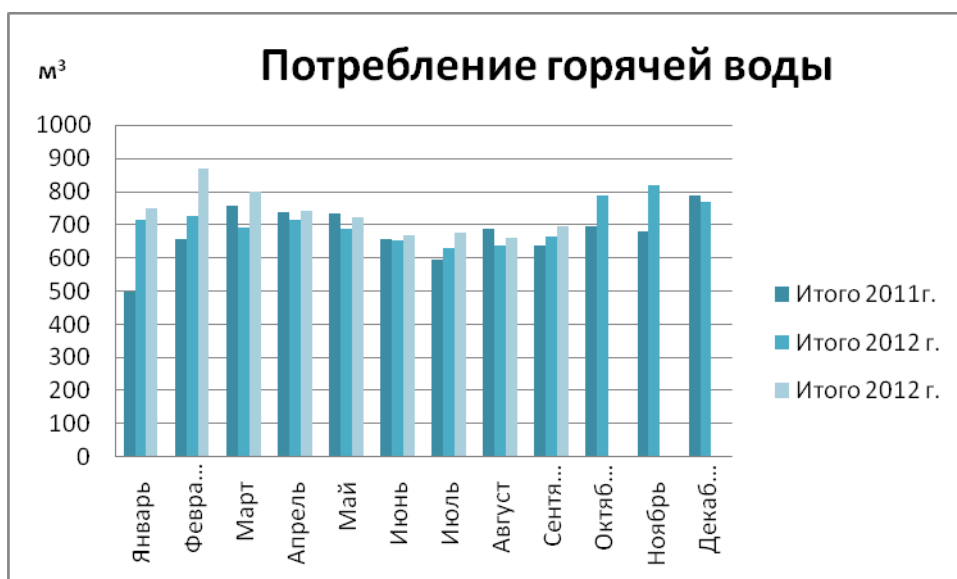


Рисунок 3 – Динамика потребления горячей воды жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления горячей воды имеет равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления воды по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. Сокращение расхода воды на санитарно-гигиенические нужды обусловлено периодом отпусков, а также плановым отключением горячей воды в летнее время для проведения профилактики тепловых сетей.

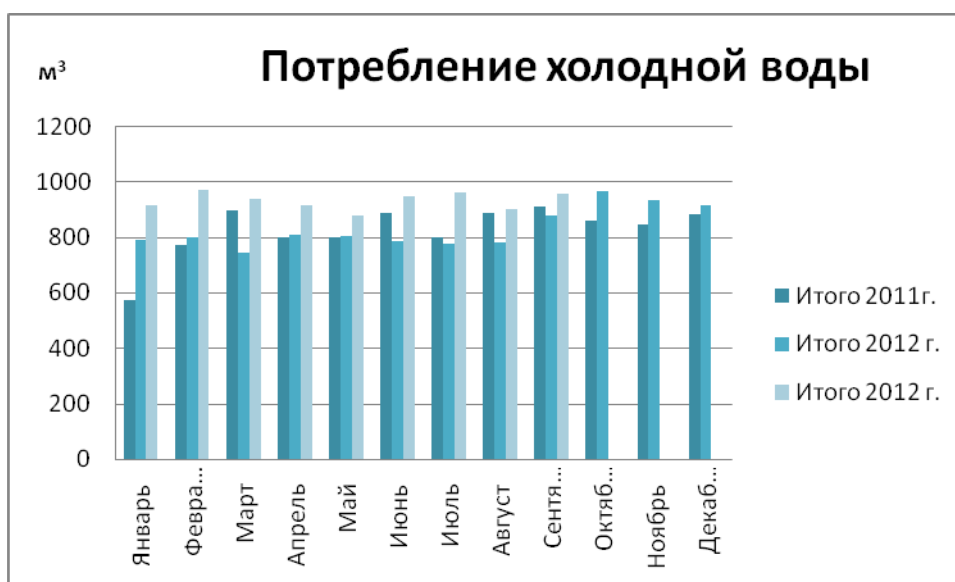


Рисунок 4 – Динамика потребления горячей воды жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления холодной воды имеет равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления воды по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. Сокращение расхода воды на санитарно-гигиенические нужды обусловлено периодом отпусков.

### 3.1.6 Проведение инструментальных измерений

#### 3.1.6.1 Измерение параметров микроклимата

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования произведен выборочно в соответствии с требованиями ГОСТ 30494-2011 (96) «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Целью проведения мониторинга температурно-влажностных режимов мест общего является установление соответствия фактических показателей температурно-влажностных режимов установленным нормативным требованиям и определение рекомендуемых мероприятий по устранению выявленных несоответствий.

К местам общего пользования относятся к помещениям 6 категории - помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

Состав контролируемых параметров микроклимата мест общего пользования выбран в соответствии с нормируемыми параметрами и включает:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- результирующая температура помещения.

Результаты анализа соответствия параметров микроклимата мест общего пользования приведены далее.

По результатам контроля отклонений параметров не выявлено.

Таблица 3 – Результаты анализа соответствия параметров микроклимата

<b>Жилое здание по адресу ул. Каменногорская, 30</b>										
№ 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



### 3.1.6.2 *Обследование строительных конструкций*

Для определения распределения тепловых потерь проведена съемка в инфракрасном диапазоне ограждающих конструкций здания тепловизором. Съемка производилась как снаружи, так и внутри помещений обследуемого жилого здания. Распределение температур на ИК-снимках представлено в цвете. Красные тона на рисунках соответствуют более высоким температурам, синие тона — более низким.

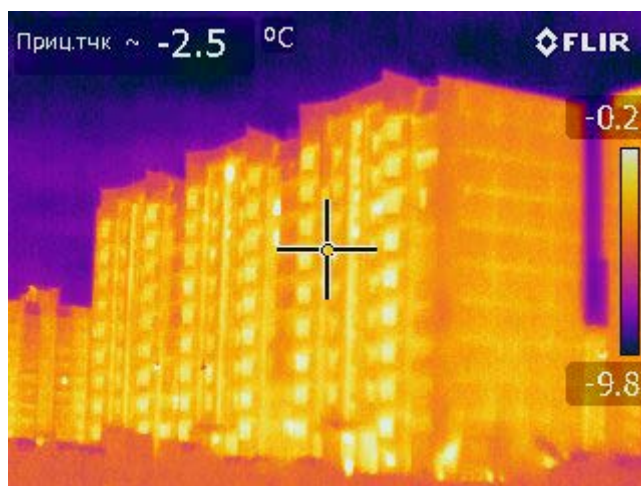


Рисунок 5 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

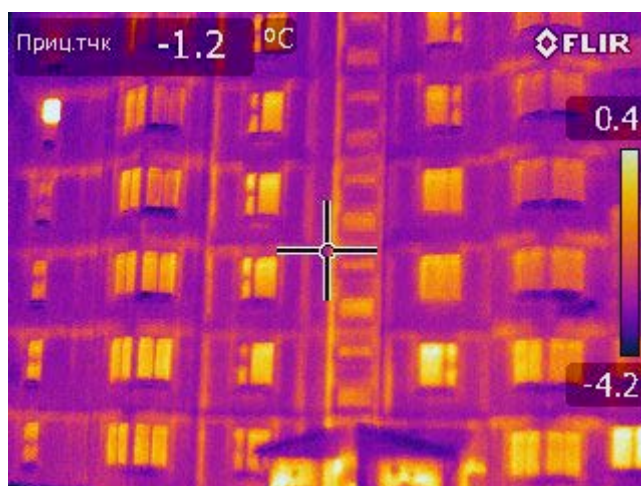


Рисунок 6 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне



Рисунок 7 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне



Рисунок 8 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне



Рисунок 9 – Изображение участка стены внутри здания

Проведен пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия. На основании расчета делается вывод о появлении конденсации паров воды из воздуха на поверхности конструкции.

Таблица 4 – Пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия

Наименование величины	Размерность	Формула или обозначение	Результат
Определение температура внутренней поверхности ограждения при $t_b - t_n$ без учета изменения коэффициента теплоотдачи $a_b$	°C		18,7
Разница между средней за период наблюдений температурой внутреннего воздуха и средняя за период наблюдений температурой внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке	°C	$Dt = t_b^{эксп} - t_b$	-1,1
Коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен при $Dt = t_b^{эксп} - t_b^{эксп}$ . Для потолков полученное значение умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_k$	2,8
Разница между расчетной температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения	°C	$Dt = t_b - t_b'$	-2,7
Коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен при $Dt = t_b - t_b'$ . Для потолков полученное значение умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_k'$	3
Среднее арифметическое температур: средняя за период наблюдений температура внутреннего воздуха и средняя за период наблюдений температура внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке	°C		16,55
Коэффициенты лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при $t_{cp} = (t_b^{эксп} + t_b^{эксп}) / 2$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_l$	4,7
Среднее арифметическое температур: расчетной температуры внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения.	°C		17,34
Коэффициент лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при $t_{cp} = (t_b + t_b') / 2$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_l'$	4,2
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_b = a_k + a_l$	7,5
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте, при $t_b$ и $t_b'$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_b' = a_k' + a_l'$	7,2
Температура внутренней поверхности ограждения при расчетных температурных условиях	°C		18,79
Температура точки росы при влажности = 55%	°C	$t_p$	10,69
Условие отсутствия появления конденсации паров воды из воздуха на поверхность	-	$t_6^{расч} > t_p$	
Вывод	конденсации нет		

По результатам проведения тепловизионного обследования можно сделать следующие выводы:

- температурное поле неоднородное, имеются участки с повышенными теплотерями через стены подвала, на стыках стеновых панелей;
- отсутствуют зоны возможной конденсации паров воды из воздуха на поверхности конструкции
- по результатам измерений тепловых потоков были определены теплозащитные свойства ограждающих конструкций (термическое сопротивление конструкций  $R_k$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ). Результат расчета представлен далее (п. 2.3.7 Определение фактического и расчетного теплотребления в системе отопления)

### ***3.1.6.3 Обследование инженерных систем***

Для оценки энергетической эффективности работы системы теплотребления было проведено выборочное приборное обследование внутридомовых трубопроводов, радиаторов отопления, находящихся в тепловом узле. Цель приборного обследования включала:

- сопоставление фактических параметров сетевой воды с расчетными (нормативными) параметрами;
- оценку фактического состояния и определение энергетической эффективности оборудования и условий его эксплуатации.

Таблица 5 – Результаты обследования инженерных систем

Наименование контролируемого параметра	Результаты контроля	Результаты тепловизионной съемки
Трубопроводы системы теплоснабжения:	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. Тепловая изоляция без дефектов.	
-подающий трубопровод		
-обратный трубопровод		
Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.	
Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.	
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.	
Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.	

### **3.1.6.4 Обследование системы электроснабжения**

Проводится инструментальный контроль уровня освещенности при естественном и искусственном освещении;

Замеры освещенности мест общего пользования проводятся с целью установления соответствия уровней фактической освещенности нормированным значениям СНБ 2.04.05-98 Естественное и искусственное освещение.

Результаты измерений оценивают:

- соответствие уровня освещенности нормированным значениям, для создания комфортных условий
- определение завышенных, по отношению к нормативным, фактических уровней освещенности, т.е. выявление нерациональных расходов электрической энергии.

Результаты всех замеров соответствуют требованиям нормативной документации.

Таблица 6 – Результаты анализа уровня освещенности мест общего пользования

Жилое здание по адресу ул. Каменногорская, 30											
№ п/п	Наименование помещения	Тип ламп	Кол-во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
				в начале	в конце			измеренная	фактическая	нормируемая	
1	Лестничная площадка	ЛЛ	2	222	222	Пол	0	15,9	15,9	10	Соответствует
2	Лестничная площадка	ЛЛ	2	219	219	Пол	0	16,5	16,5	10	Соответствует
3	Коридор	ЛЛ	4	222	222	Пол	0	24	24	20	Соответствует

### 3.1.7 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе отопления

Фактическое потребление тепловой энергии определяется за отопительный период или за период наличия данных на основании показаний приборов учета, коммунальных платежей или расчетным способом.

Расчетное теплопотребление в системе отопления представляет собой расход тепловой энергии, требуемый для отопления и вентиляции жилого здания за отопительный период.

Расход тепловой энергии определяется при нормативных условиях отопительного периода.

Расчет проводится по методике, приведенной в ТКП 45- 2.04-195-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения». В этом случае расчетный расход тепловой энергии определяется с учетом фактических (проектных) значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, нормативного воздухообмена, расчетных бытовых тепловыделений и солнечных теплопоступлений.

Таблица 7 – расчетный расход тепловой энергии

Параметр	Обозн.	Ед.изм.	Значение		
			Нормативное	Проектное	Фактическое
Этажность			9	9	9
Год постройки	2010				
Общая площадь ограждающих конструкций	$A_{общ}$	$m^2$	6741	6741	6741
Общая площадь отапливаемых помещений	$A_{общ,отопл}$	$m^2$	11 157,4	11 157,4	11 157,4
Общая площадь квартир	$A_{кв}$	$m^2$	9 328,0	9 328,0	9 328,0
Общая площадь жилых помещений	$A_l$	$m^2$	5 393,0	5 393,0	5 393,0
Система отопления	Тип	двухтрубная система			
	Отопительные приборы	радиаторы			
	Состояние	удовлетворительное			
Отапливаемый объем здания	$V_o$	$m^3$	34922	34922	34922
Фактическая продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут	198	198	198
Расчетная температура наружного воздуха		$^{\circ}C$	-24	-24	-24



Параметр		Обозн.	Ед.изм.	Значение		
				Нормативное	Проектное	Фактическое
Площадь остекления (светопроемов) по фасадам,	юго-восток	$A_{ост}$	$м^2$	304	304	304
	северо-запад			76	76	76
	юго-запад			456	456	456
	северо-восток			684	684	684
Кровля	тип	совмещенная				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	0,17	0,18	0,19
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	6,00	5,71	5,31
	площадь	$A_{кр}$	$м^2$	1 304,4	1 304,4	1 304,4
	состояние	удовлетворительное				
Стены	тип	трехслойные железобетонные панели				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	0,31	0,39	0,44
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	3,20	2,54	2,28
	площадь	$A_{ст}$	$м^2$	2361	2361	2361
	состояние	удовлетворительное				
Окна	тип	Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла:				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	1,00	1,67	2,04
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	1,00	0,60	0,49
	площадь	$A_{ост}$	$м^2$	1520	1520	1520
	состояние	удовлетворительное				
Входные двери и ворота	тип	металлические двери				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	1,00	1,00	1,00
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	1,00	1,00	1,00
	площадь	$A_{нэ}$	$м^2$	15	15,0	15,0
	состояние	удовлетворительное				
Подвальные перекрытия	тип	грунт, бетон				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	0,17	0,20	0,20
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	6,00	5,05	5,05
	площадь	$A_{нэ}$	$м^2$	1 540,1	1 540,1	1 540,1
	состояние	удовлетворительное				
Расчет потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий						
Потребление тепловой энергии на отопление здания в течении отопительного периода	$Q_{от} = [Q_h - (Q_{быт} + Q_p)] \nu \zeta / \beta_h$					
		кВт ч	521 485	649 604	978 460	
		Гкал	448	558	840	
Коэффициент, учитывающий теплоаккумуляционную способность здания	$\nu$	-	0,8	0,8	0,8	

Параметр	Обозн.	Ед.изм.	Значение		
			Нормативное	Проектное	Фактическое
Коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление	$\zeta$	-	0,95	0,95	0,95
Коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления	$\beta_h$	-	1,13	1,13	1,13
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$	кВт·ч/(м <sup>2</sup> )	46,74	58,22	87,70
		Вт·ч/(м <sup>2</sup> ·°С·сут)	12,490	15,558	18,767
Общие тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции	$Q_h=0,024K_m D_d A_{об}$				
	$Q_h$	кВт ч	762 801	876 181	1 167 204
Общий коэффициент теплопередачи здания	$K$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	1,26	1,45	1,54
Количество градусо-суток отопительного периода	$D_d$	°Ссут	3742	3742	4673
Тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции	$Q_h^{tr}=0,024K_m^{mp} D_d A_{об}$				
	$Q_h^{tr}$	кВт ч	246 719	360 099	526 495
Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания	$K^{tr}=(F_w K+F_F K+F_c K+F_f K)/F_{общ}$				
	$K^{tr}$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	0,41	0,59	0,70
Тепловые потери здания на вентиляцию помещений	$Q_h^{inf}=0,024K_m^{mp} D_d A_{об}$				
	$Q_h^{inf}$	кВт ч	516 082	516 082	640 709
Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K^{inf}=0,28c n_a \beta_v V_h \rho_a^{ht} / A_{общ}$				
	$K^{inf}$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	0,85	0,85	0,85
Удельная теплоемкость воздуха	$c$	кДж/(кг°С)	1	1	1
Коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций	$\beta_v$	-	0,85	0,85	0,85
Средняя плотность приточного воздуха за отопительный период	$\rho_a^{ht}$	кг/м <sup>3</sup>	1,25	1,25	1,25
Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a$	ч <sup>-1</sup>	0,55	0,55	0,55
Количество приточного воздуха в здании при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции	$L_v$	м <sup>3</sup> /ч	16179	16179	16179

Параметр	Обозн.	Ед.изм.	Значение			
			Нормативное	Проектное	Фактическое	
Число часов работы механической вентиляции в течение недели	$n_v$	ч	0	0	0	
Количество воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей	$G_{inf}$	кг/ч	237	237	237	
Коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях	k	-	0,7	0,7	0,7	
Число часов учета инфильтрации в течение недели	$n_{inf}$	ч	168	168	168	
Тепловыделения от электропотребляющего оборудования	$Q_{об} = 0,024 q_{л} n z_{ом}$					
		кВт ч	281 135	281 135	281 135	
Удельная величина бытовых теплопоступлений на 1 м <sup>2</sup> расчетной площади здания	$q_{int}$	Вт/м <sup>2</sup>	9,0	9,0	9,0	
Расчетная площадь	$A_r$	м <sup>2</sup>	6574	6574	6574	
Теплопоступления от солнечной радиации в течении отопительного периода, кВт ч	$Q_p = t_F k_F (F_{F1} I_1 + F_{F2} I_2 + F_{F3} I_3 + F_{F4} I_4)$					
		кВт ч	115 325	115 325	115 325	
Коэффициент затенения светового проема	$t_F$	-	0,8	0,8	0,8	
Коэффициент относительно проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон	$k_F$	-	0,48	0,48	0,48	
Средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на вертикальные поверхности	юго-восток	$I_1$	кВт ч/м <sup>2</sup>	253	253	253
	северо-запад	$I_2$		139	139	139
	юго-запад	$I_3$		261	261	261
	северо-восток	$I_4$		138	138	138

### 3.1.8 Определение фактического теплопотребления при нормативных условиях отопительного периода

Фактический расход тепловой энергии в системах отопления и вентиляции здания, пересчитанный на нормативные условия отопительного периода в соответствии с данными СНБ 2.04.02-2000:

$$Q_{h_{\phi n}}^y = Q_{\phi} \cdot \frac{Dd}{Dd_{\phi}} = 978460 \cdot \frac{3742,2}{4672,8} = 782826,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

### 3.1.9 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС

Результат расчета фактического и расчетного теплопотребления представлен в таблице ниже.

Таблица 8 – Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
Количество жителей	m	чел.	269	
Норма расхода воды на горячее водоснабжение при температуре 55°C на одного человека в сутки по СНиП 2.04.01.85	a	л/ (чел.·сут.)	105	
Удельная теплоемкость воды	c	кДж/(кг·К)	4,19	
Температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период	t <sub>x</sub>	°С	5	
Температура горячей воды	t <sub>г</sub>	°С	55	
Средний тепловой поток на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub>	Вт	82 185	
Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение	Q <sub>hw,max.</sub>	Вт	197 244	
Коэффициент снижения расхода воды на горячее водоснабжение в летний период	β	-	0,8	
Температура холодной (водопроводной) воды в межотопительный период	t <sub>x</sub>	°С	15	
Продолжительность работы системы горячего водоснабжения	z <sub>г</sub>	сут	350	
Продолжительность отопительного периода	z <sub>от</sub>	сут	202	
Годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub> <sup>год</sup>	кВт·ч	690 355	532 367
		Гкал	593,01	457,75
Удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub> <sup>год</sup>	кВт·ч/м <sup>2</sup>	62	48
Класс энергетической эффективности				А

### 3.1.10 Определение фактического и нормативного потребления электрической энергии

Результат расчета фактического и расчетного электропотребления представлен в таблице ниже.

Таблица 9 – Определение фактического и расчетного электропотребления общедомовым оборудованием

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
<b>Силовое оборудование:</b>				
Циркуляционный насос: Grundfoss UPSD65-180F (heating)	$P_{уст. сил}$	кВт	1,55	
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4848	
Повысительный насос: Grundfoss CR3-5		кВт	0,37	
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4848	
ГВС: Grundfoss UPS 25-80B	$P_{уст. сил}$	кВт	0,24	
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	8400	
ГВС (резерв): Grundfoss UPS 25-80B	$P_{уст. сил}$	кВт	0,24	
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	0	
Потребление электроэнергии силовым оборудованием	$\mathcal{E}_{уст. сил}$	кВт·ч	6 794	
<b>Лифтовые установки:</b>				
Установленная мощность электродвигателя	$P_{уст. дв. л.}$	кВт	9	
Коэффициент спроса, определяемый в зависимости от количества лифтовых установок и этажности зданий	$K_{с. л.}$	-	0,7	
Время работы за рассматриваемый период	$T_{л.}$	ч	1 460	
Потребление электроэнергии лифтовыми установками			9 198	

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
Система освещения:				
Люминесцентные лампы (вход, лестничная клетка)	$P_{осв}$	кВт	0,88	
Люминесцентные лампы (тамбур)	$P_{осв}$	кВт	0,77	
Люминесцентные лампы (технический этаж)	$P_{осв}$	кВт	0,288	
Лампы накаливания (подвал)	$P_{осв}$	кВт	0,72	
Лампы накаливания (наружное освещение)	$P_{осв}$	кВт	0,72	
Время работы за рассматриваемый период	$T_{осв}$	ч	1 460	
Потребление электроэнергии системой освещения	$\mathcal{E}_{осв}$	кВт·ч	2 676	
Суммарное потребление электрической энергии	$\mathcal{E}_{общ.}$	кВт·ч	18 669	14 918
Удельный расход электрической энергии общедомовыми системами здания	$\mathcal{E}_{уд}$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	2,00	1,60
Класс энергетической эффективности				A

### 3.1.11 Определение интегральных энергетических характеристик

Результат расчета удельных интегральных энергетических характеристик представлен далее.

Таблица 10 – Удельные интегральные энергетические характеристики здания

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	$q_h^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	46,74	70,16	D
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления и вентиляции здания за отопительный период, приведенный к градусо-суткам	$q_h^{yn}$	Вт·ч/(м <sup>2</sup> ·°C·сут)	12,49	15,01	D

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
отопительного периода					
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	$q_{hw}^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	62	48	A
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	$\varepsilon_o^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	1,99	1,60	A

### 3.2 Проведение энергетического обследования 4-х секционного, пятиэтажного жилого дома серии М-464-У1 по адресу ул. Каменногорская, 86

#### 3.2.1 Общие сведения о здании

На основании собранных данных приводятся следующие характеристики здания:

- год постройки здания: 2012;
- серия проекта здания: М-464-У1;
- этажность здания: 9;
- количество секций: 4;
- количество квартир: 146;

#### 3.2.2 Система теплоснабжения

Теплоснабжение осуществляется от городских тепловых сетей со следующими параметрами:

- температурный график системы отопления здания 95/70°С;
- схема системы отопления двухтрубная;
- схема подключения системы отопления к тепловой сети: независимая с пластинчатым теплообменником в ИТП;
- тип отопительных приборов – стальные панельные радиаторы, регистры из гладких труб (мусорокамера, электрощитовая, насосная);
- регулирование теплоотдачи автоматическое в тепловом узле, на стояках – запорно-регулирующей арматурой, в квартирах – термостатическими вентилями;
- система вентиляции естественная с установкой типовых вентблоков и бытовых вентиляторов в кухнях верхних этажей;
- тип системы горячего водоснабжения (ГВС): с циркуляцией по магистралям;
- проектные нагрузки здания:  $Q_{от}=0,42$  Гкал/ч,  $Q_{ГВС}=0,487$  Гкал/ч.

### 3.2.3 Система электроснабжения

Электроснабжение осуществляется от наружных сетей напряжением 380/220 В с глухо-заземленной нейтралью трансформатора. Вводно-распределительное устройство жилого дома расположено в помещении электрощитовой на первом этаже. Категория надежности электроснабжения II. Проектом предусмотрено устройство автоматического сбора и передачи данных расхода электроэнергии.

Управление освещением общедомовых помещений – автоматическое с блока АУО и ручное, выключателями по месту.

Перечень основного общедомового оборудования представлен в таблице ниже.

Таблица 11 – Сведения об электроприемниках

Наименование оборудования	Кол-во, шт	Мощность единицы оборудования, кВт	Число часов работы оборудования в сутки	Число часов использования оборудования в год
Силовое оборудование:				
Циркуляционный насос: Grundfoss UPSD65-180F	1	1,55	24	4848
Повысительный насос: Grundfoss CR3-8	1	0,55	24	4848
ГВС: Magna 40-120F	1	0,45	24	8400
ГВС (резерв): Magna 40-120F	1	0,45	-	-
Лифтовые установки:				
Установленная мощность электродвигателя	4	9	4	1460
Система освещения:				
Люминесцентные лампы (вход, лестничные клетки)	80	0,011	4	1460
Люминесцентные лампы (тамбур)	70	0,011	4	1460
Люминесцентные лампы (техэтаж)	8	0,036	4	1460
Лампы накаливания (подвал)	12	0,060	4	100
Лампы накаливания (наружное освещение)	12	0,060	-	100



### 3.2.4 Приборы учета

#### *Система теплопотребления я:*

В тепловом узле установлен общий тепловой счетчик на жилой дом типа ТЭМ 104, поквартирный учет тепла осуществляется индивидуальными тепловыми счетчиками.

#### *Система водопотребления:*

На вводе в здание установлен общий счетчик холодной воды на жилой дом, поквартирный учет холодной и горячей воды осуществляется индивидуальными счетчиками.

#### *Система электроснабжения*

Учет потребляемой энергии осуществляется расчетными счетчиками, установленными для каждой квартиры в этажных щитках, размещенных в поэтажных коридорах; для общедомовых нагрузок жилого дома – во вводно-распределительном устройстве.

Проектом предусмотрена автоматизированная система учета электроэнергии (АСКУЭ) абонентов – установка электронных счетчиков, устройства сбора и передачи данных (УСПД).

### 3.2.5 Потребление энергоресурсов

Данные о потреблении энергоресурсов представлены в таблице ниже.

Таблица 12 – Фактическое потребление энергоресурсов

Месяц	Потребление электрической энергии		Потребление тепловой энергии			Потребление воды	
	всего здания кВт·ч	мест общего пользования кВт·ч	всего здания Гкал	на отопление и вентиляцию Гкал	на горячее водоснабжение Гкал	горячей м.куб.	холодной м.куб.
Ноябрь	1885	262	103,09	87,219	15,871	380,884	411,569
Декабрь	1926	500	182,08	159,674	22,406	474,674	516,946
<b>Итого 2012 г.</b>	3811	762	285,17	246,893	38,277	855,558	928,515
Январь	1926	500	172,57	148,835	23,735	579,34	678,532
Февраль	2935	1253	131,02	107,575	23,445	548,099	605,744
Март	2296	522	157,86	132,237	25,623	601,167	636,006
Апрель	2729	888	82,78	53,18	29,6	668,792	697,166
Май	2870	386	29,4	-	29,4	558,652	774,792
Июнь	1916	332	24,78	-	24,78	527,526	691,408
Июль	1731	464	28,73	-	28,73	543,201	836,151
Август	2093	380	29,13	-	29,13	559,768	749,571
Сентябрь	1881	316	36,42	-	36,42	535,103	892,878
<b>Итого 2013 г.</b>	20377	5041	692,69	441,827	250,863	5121,65	6562,25



Рисунок 10 – Динамика потребления электрической энергии жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления электроэнергии имеет практически равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления электрической энергии по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. В зимнее время увеличивается нагрузка на силовое оборудование теплового пункта и систему освещения. Кроме того, снижение потребления электрической энергии в летнее время обусловлено периодом отпусков

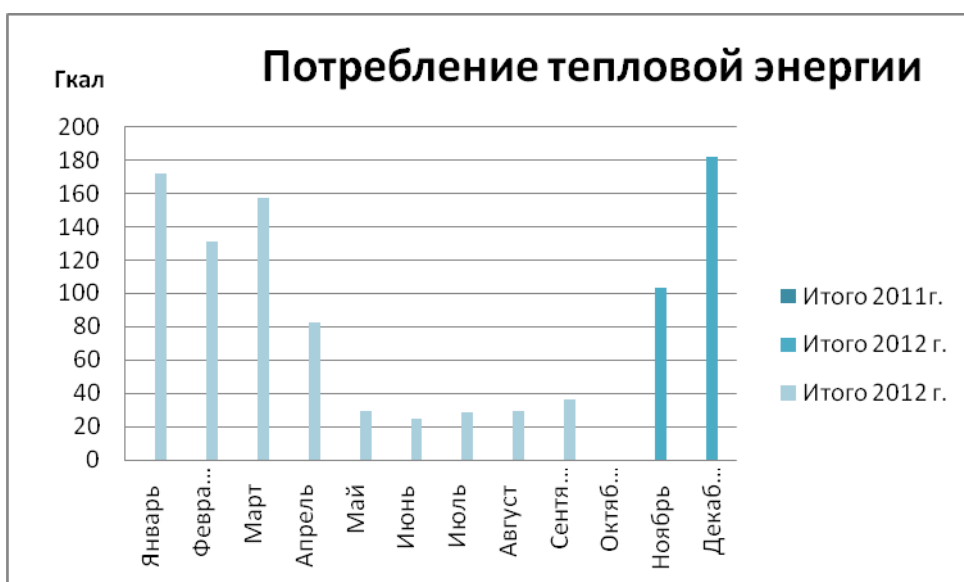


Рисунок 11 – Динамика потребления тепловой энергии жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления тепловой энергии имеет неравномерный характер в годовом разрезе. Это вызвано тем, что основной расход тепловой энергии идет на обогрев здания и зависит от колебания климатических параметров.

Динамика потребления тепловой энергии по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. В зимнее время увеличивается нагрузка на систему отопления, в летнее время функционирует только система горячего водоснабжения.

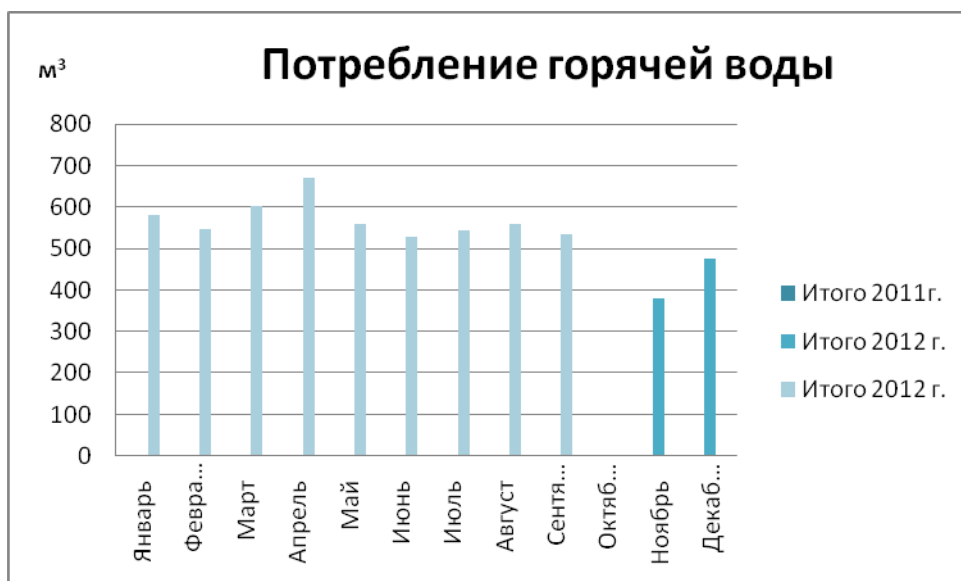


Рисунок 12 – Динамика потребления горячей воды жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления горячей воды имеет равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления воды по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. Сокращение расхода воды на санитарно-гигиенические нужды обусловлено периодом отпусков, а также плановым отключением горячей воды в летнее время для проведения профилактики тепловых сетей.

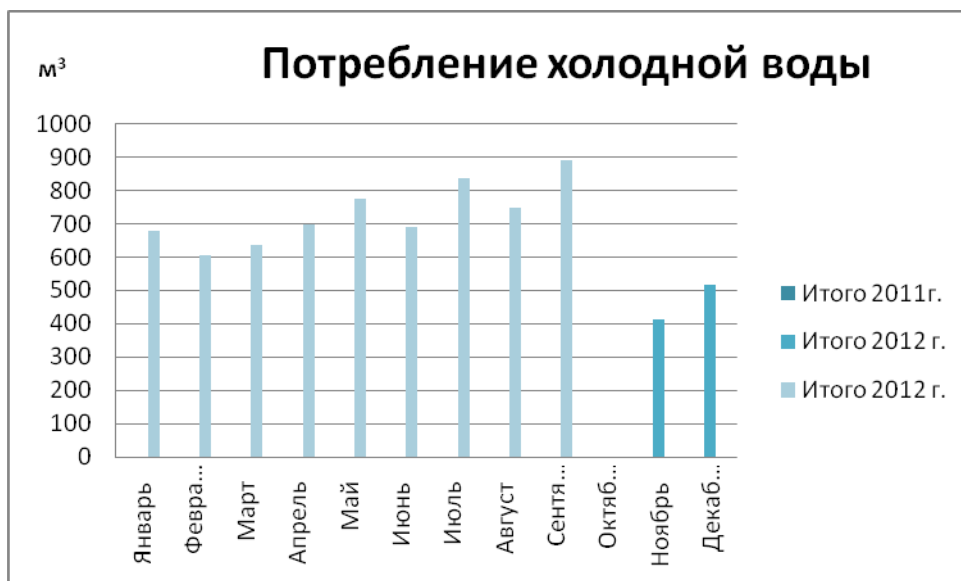


Рисунок 13 – Динамика потребления горячей воды жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления холодной воды имеет равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления воды по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. Сокращение расхода воды на санитарно-гигиенические нужды обусловлено периодом отпусков.

### 3.2.6 Проведение инструментальных измерений

#### 3.2.6.1 Измерение параметров микроклимата.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования произведен выборочно в соответствии с требованиями ГОСТ 30494-2011 (96) «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Целью проведения мониторинга температурно-влажностных режимов мест общего является установление соответствия фактических показателей температурно-влажностных режимов установленным нормативным требованиям и определение рекомендуемых мероприятий по устранению выявленных несоответствий.

К местам общего пользования относятся к помещениям 6 категории - помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

Состав контролируемых параметров микроклимата мест общего пользования выбран в соответствии с нормируемыми параметрами и включает:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- относительная влажность воздуха;

– результирующая температура помещения.

Результаты анализа соответствия параметров микроклимата мест общего пользования приведены далее

По результатам контроля отклонений параметров не выявлено.

Таблица 13 – Результаты анализа соответствия параметров микроклимата

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	14
2	Лестничная клетка	14	15,75	14	15,75	не нормируется	47	0,2	0,05	14
3	Лестничная клетка	14	17,85	14	17,85	не нормируется	55	0,2	0,05	14
4	Межквартирный коридор	16	16,1	16	16,1	60	55	0,15	0,05	16
5	Межквартирный коридор	16	18,375	16	18,375	60	55	0,15	0,05	16

### 3.2.6.2 *Обследование строительных конструкций*

Для определения распределения тепловых потерь проведена съемка в инфракрасном диапазоне ограждающих конструкций здания тепловизором. Съемка производилась как снаружи, так и внутри помещений обследуемого жилого здания. Распределение температур на ИК-снимках представлено в цвете. Красные тона на рисунках соответствуют более высоким температурам, синие тона — более низким.

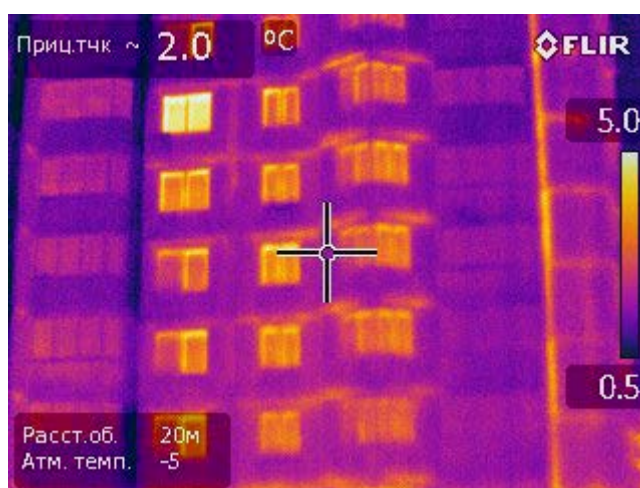


Рисунок 14 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

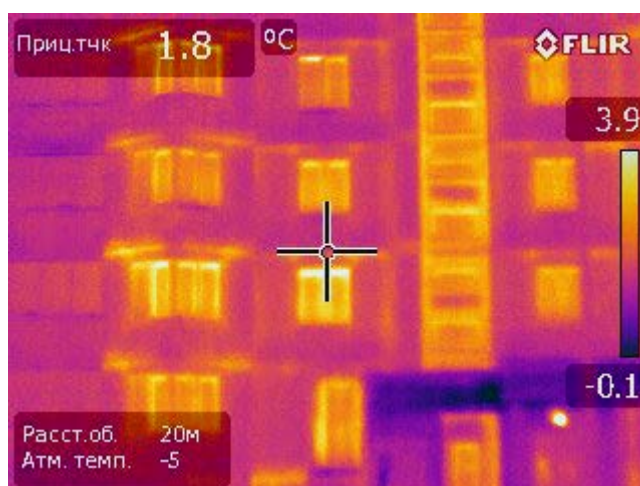


Рисунок 15 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

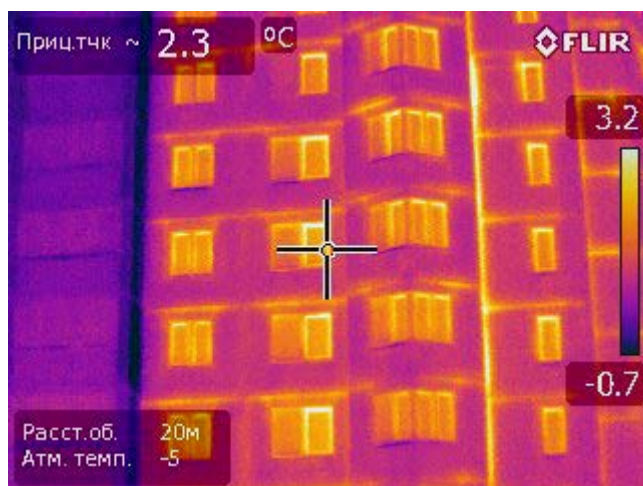


Рисунок 16 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне



Рисунок 17 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

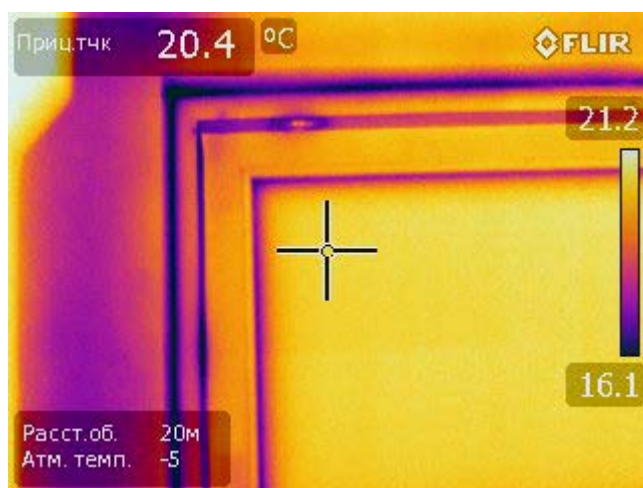


Рисунок 18 – Изображение участка стены внутри здания



Проведен пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия. На основании расчета делается вывод о появлении конденсации паров воды из воздуха на поверхности конструкции.

Таблица 14 – Пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия

Наименование величины	Размерность	Формула или обозначение	Результат
Определение температура внутренней поверхности ограждения при $t_b - t_n$ без учета изменения коэффициента теплоотдачи $a_b$	°C		13,4
Разница между средней за период наблюдений температурой внутреннего воздуха и средняя за период наблюдений температурой внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке	°C	$Dt = t_b^{эксп} - t_b^{эксп}$	2
Коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен при $Dt = t_b^{эксп} - t_b^{эксп}$ . Для потолков полученное значение умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_k$	1,8
Разница между расчетной температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения	°C	$Dt = t_b - t_b'$	4,5
Коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен при $Dt = t_b - t_b'$ . Для потолков полученное значение умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_k'$	2,8
Среднее арифметическое температур: средняя за период наблюдений температура внутреннего воздуха и средняя за период наблюдений температура внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке	°C		17
Коэффициенты лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при $t_{cp} = (t_b^{эксп} + t_b^{эксп}) / 2$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_l$	4,7
Среднее арифметическое температур: расчетной температуры внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения.	°C		15,7
Коэффициент лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при $t_{cp} = (t_b + t_b') / 2$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_l'$	4,2
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_b = a_k + a_l$	6,5
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте, при $t_b$ и $t_b'$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_b' = a_k' + a_l'$	7
Температура внутренней поверхности ограждения при расчетных температурных условиях	°C		13,8
Температура точки росы при влажности = 55%	°C	$t_p$	10,69
Условие отсутствия появления конденсации паров воды из воздуха на поверхность	-	$t_6^{расч} > t_p$	
Вывод	конденсации нет		

По результатам проведения тепловизионного обследования можно сделать следующие выводы:



- температурное поле однородное, участки с повышенными теплотерями отсутствуют;
- отсутствуют зоны возможной конденсации паров воды из воздуха на поверхности конструкции
- по результатам измерений тепловых потоков были определены теплозащитные свойства ограждающих конструкций (термическое сопротивление конструкций  $R_k$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ). Результат расчета представлен далее (п. 2.4.7 Определение фактического и расчетного теплотребления в системе отопления)

### **3.2.6.3 Обследование инженерных систем**

Для оценки энергетической эффективности работы системы теплотребления было проведено выборочное приборное обследование внутридомовых трубопроводов, радиаторов отопления, находящихся в тепловом узле. Цель приборного обследования включала:

- сопоставление фактических параметров сетевой воды с расчетными (нормативными) параметрами;
- оценку фактического состояния и определение энергетической эффективности оборудования и условий его эксплуатации.

Таблица 15 – Результаты обследования инженерных систем

Наименование контролируемого параметра	Результаты контроля	Результаты тепловизионной съемки
Трубопроводы системы теплоснабжения:	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. Тепловая изоляция без дефектов.	
-подающий трубопровод		
-обратный трубопровод		
Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.	
Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.	
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.	
Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.	

### **3.2.6.4 Обследование системы электроснабжения**

Проводится инструментальный контроль уровня освещенности при естественном и искусственном освещении;

Замеры освещенности мест общего пользования проводятся с целью установления соответствия уровней фактической освещенности нормированным значениям СНБ 2.04.05-98 Естественное и искусственное освещение.

Результаты измерений оценивают:

- соответствие уровня освещенности нормированным значениям, для создания комфортных условий
- определение завышенных, по отношению к нормативным, фактических уровней освещенности, т.е. выявление нерациональных расходов электрической энергии.

Результаты всех замеров соответствуют требованиям нормативной документации.

Таблица 16 – Результаты анализа уровня освещенности мест общего пользования

Жилое здание по адресу ул. Каменногорская, 86											
№ п/п	Наименование помещения	Тип	Кол-во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
		ламп		в начале	в конце			измеренная	фактическая	нормируемая	
1	Лестничная площадка	ЛЛ	2	219	219	Пол	0	37,45	37,45	10	Соответствует
2	Лестничная площадка	ЛЛ	2	218	218	Пол	0	35,7	35,7	10	Соответствует
3	Коридор	ЛЛ	4	218	218	Пол	0	25	25	20	Соответствует

### 3.2.7 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе отопления

Фактическое потребление тепловой энергии определяется за отопительный период или за период наличия данных на основании показаний приборов учета, коммунальных платежей или расчетным способом.

Расчетное теплопотребление в системе отопления представляет собой расход тепловой энергии, требуемый для отопления и вентиляции жилого здания за отопительный период.

Расход тепловой энергии определяется при нормативных условиях отопительного периода.

Расчет проводится по методике, приведенной в ТКП 45- 2.04-195-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения». В этом случае расчетный расход тепловой энергии определяется с учетом фактических (проектных) значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, нормативного воздухообмена, расчетных бытовых тепловыделений и солнечных теплопоступлений.

Таблица 17 – Расчетный расход тепловой энергии

Параметр	Обозн.	Ед.изм.	Значение		
			Норма- тивное	Проек- тное	Факти- ческое
Этажность			9	9	9
Год постройки	2012				
Общая площадь ограждающих конструкций	$A_{общ}$	$m^2$	9377	9377	9377
Общая площадь отапливаемых помещений	$A_{общ,отопл}$	$m^2$	11 301,4	11 301,4	11 301,4
Общая площадь квартир	$A_{кв}$	$m^2$	9 915,1	9 915,1	9 915,1
Общая площадь жилых помещений	$A_l$	$m^2$	5 492,3	5 492,3	5 492,3
Система отопления	Тип	двухтрубная система			
	Отопительные приборы	радиаторы			
	Состояние	удовлетворительное			
Отапливаемый объем здания	$V_o$	$m^3$	41238	41238	41238
Фактическая продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут	198	198	198
Расчетная температура наружного воздуха		$^{\circ}C$	-24	-24	-24

Параметр		Обозн.	Ед.изм.	Значение		
				Нормативное	Проектное	Фактическое
Площадь остекления (светопроемов) по фасадам,	юго-восток	$A_{ост}$	$м^2$	638	638	638
	северо-запад			510	510	510
	юго-запад			254	254	254
	северо-восток			178	178	178
Кровля	тип	совмещенная				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	0,17	0,16	0,17
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	6,00	6,12	6,04
	площадь	$A_{кр}$	$м^2$	1 613,2	1 613,2	1 613,2
	состояние	удовлетворительное				
Стены	тип	трехслойные железобетонные панели				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	0,31	0,29	0,30
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	3,20	3,42	3,30
	площадь	$A_{ст}$	$м^2$	4629	4629	4629
	состояние	удовлетворительное				
Окна	тип	Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла:				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	1,00	1,00	1,22
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	1,00	1,00	0,82
	площадь	$A_{ост}$	$м^2$	1580	1580	1580
	состояние	удовлетворительное				
Входные двери и ворота	тип	металлические двери				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	1,00	1,00	1,00
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	1,00	1,00	1,00
	площадь	$A_{нэ}$	$м^2$	15	15,0	15,0
	состояние	удовлетворительное				
Подвальные перекрытия	тип	грунт, бетон				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	0,17	0,16	0,16
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	6,00	6,06	6,06
	площадь	$A_{нэ}$	$м^2$	1 540,1	1 540,1	1 540,1
	состояние	удовлетворительное				
Расчет потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий						
Потребление тепловой энергии на отопление здания в течении отопительного периода	$Q_{от} = [Q_h - (Q_{быт} + Q_p)] \nu \zeta / \beta_h$					
		кВт ч		606 799	596 723	792 203
		Гкал		521	513	681
Коэффициент, учитывающий теплоаккумуляционную способность здания	$\nu$	-		0,8	0,8	0,8

Параметр	Обозн.	Ед.изм.	Значение		
			Нормативное	Проектное	Фактическое
Коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление	$\zeta$	-	0,95	0,95	0,95
Коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления	$\beta_h$	-	1,13	1,13	1,13
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$	кВт·ч/(м <sup>2</sup> )	53,69	52,80	70,10
		Вт·ч/(м <sup>2</sup> ·°С·сут)	14,348	14,110	16,166
Общие тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции	$Q_h=0,024K_m D_d A_{об}$				
	$Q_h$	кВт ч	845 837	836 920	1 009 912
Общий коэффициент теплопередачи здания	$K$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	1,00	0,99	1,03
Количество градусо-суток отопительного периода	$D_d$	°Ссут	3742	3742	4336
Тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции	$Q_h^{tr}=0,024K_m^{mp} D_d A_{об}$				
	$Q_h^{tr}$	кВт ч	525 470	525 470	607 811
Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания	$K^{tr}=(F_w K+F_F K+F_c K+F_f K)/F_{общ}$				
	$K^{tr}$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	0,38	0,37	0,41
Тепловые потери здания на вентиляцию помещений	$Q_h^{inf}=0,024K_m^{mp} D_d A_{об}$				
	$Q_h^{inf}$	кВт ч	525 470	525 470	607 811
Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K^{inf}=0,28c n_a \beta_v V_h \rho_a^{ht} / A_{общ}$				
	$K^{inf}$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	0,62	0,62	0,62
Удельная теплоемкость воздуха	$c$	кДж/(кг°С)	1	1	1
Коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций	$\beta_v$	-	0,85	0,85	0,85
Средняя плотность приточного воздуха за отопительный период	$\rho_a^{ht}$	кг/м <sup>3</sup>	1,25	1,25	1,25
Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a$	ч <sup>-1</sup>	0,48	0,48	0,48
Количество приточного воздуха в здании при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции	$L_v$	м <sup>3</sup> /ч	16476,8	16476,8	16476,8



Параметр	Обозн.	Ед.изм.	Значение		
			Нормативное	Проектное	Фактическое
Число часов работы механической вентиляции в течение недели	$n_v$	ч	0	0	0
Количество воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей	$G_{inf}$	кг/ч	237	237	237
Коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях	k	-	0,7	0,7	0,7
Число часов учета инфильтрации в течение недели	$n_{inf}$	ч	168	168	168
Тепловыделения от электропотребляющего оборудования	$Q_{об} = 0,024 q_{д} n z_{ом}$				
		кВт ч	291 640	291 640	291 640
Удельная величина бытовых тепlopоступлений на 1 м <sup>2</sup> расчетной площади здания	$q_{int}$	Вт/м <sup>2</sup>	9,0	9,0	9,0
Расчетная площадь	$A_r$	м <sup>2</sup>	6819	6819	6819
Тепlopоступления от солнечной радиации в течении отопительного периода, кВт ч	$Q_p = t_F k_F (F_{F1} I_1 + F_{F2} I_2 + F_{F3} I_3 + F_{F4} I_4)$				
		кВт ч	114 738	114 738	114 738
Коэффициент затенения светового проема	$t_F$	-	0,8	0,8	0,8
Коэффициент относительно проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон	$k_F$	-	0,48	0,48	0,48
Средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на вертикальные поверхности	юго-восток	$I_1$	кВт ч/м <sup>2</sup>	139	139
	северо-запад	$I_2$		253	253
	юго-запад	$I_3$		138	138
	северо-восток	$I_4$		261	261

### 3.2.8 Определение фактического тепlopотребления при нормативных условиях отопительного периода

Фактический расход тепловой энергии в системах отопления и вентиляции здания, пересчитанный на нормативные условия отопительного периода в соответствии с данными СНБ 2.04.02-2000:

$$Q_{h\phi n}^y = Q_{\phi} \cdot \frac{Dd}{Dd_{\phi}} = 792203 \cdot \frac{3742,2}{4672,8} = 667153,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad ;$$

### 3.2.9 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС

Результат расчета фактического и расчетного теплопотребления представлен ниже в таблице.

Таблица 18 – Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
Количество жителей	m	чел.	219	
Норма расхода воды на горячее водоснабжение при температуре 55°C на одного человека в сутки по СНиП 2.04.01.85	a	л/ (чел.·сут.)	105	
Удельная теплоемкость воды	c	кДж/(кг·К)	4,19	
Температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период	t <sub>x</sub>	°С	5	
Температура горячей воды	t <sub>г</sub>	°С	55	
Средний тепловой поток на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub>	Вт	66 909	
Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение	Q <sub>hw,max.</sub>	Вт	160 582	
Коэффициент снижения расхода воды на горячее водоснабжение в летний период	β	-	0,8	
Температура холодной (водопроводной) воды в межотопительный период	t <sub>x</sub>	°С	15	
Продолжительность работы системы горячего водоснабжения	z <sub>г</sub>	сут	350	
Продолжительность отопительного периода	z <sub>от</sub>	сут	198	
Годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub> <sup>год</sup>	кВт·ч	562 036	378 707
		Гкал	482,79	325,63
Удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub> <sup>год</sup>	кВт·ч/м <sup>2</sup>	50	34
Класс энергетической эффективности				A

### 3.2.10 Определение фактического и нормативного потребления электрической энергии

Результат расчета фактического и расчетного электропотребления представлен ниже в таблице.

Таблица 19 – Определение фактического и расчетного электропотребления общедомовым оборудованием

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
<b>Силовое оборудование:</b>				
Циркуляционный насос: Grundfos UPSD65-180F (heating)	$P_{уст. сил}$	кВт	1,55	
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4752	
Повысительный насос: Grundfos CR3-5		кВт	0,55	
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4752	
ГВС: Grundfos UPS 25-80B	$P_{уст. сил}$	кВт	0,45	
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4200	
ГВС (резерв): Grundfos UPS 25-80B	$P_{уст. сил}$	кВт	0,45	
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	0	
Потребление электроэнергии силовым оборудованием	$\mathcal{E}_{уст. сил}$	кВт·ч	7 122	
<b>Лифтовые установки:</b>				
Установленная мощность электродвигателя	$P_{уст. дв. л.}$	кВт	9	
Коэффициент спроса, определяемый в зависимости от количества лифтовых установок и этажности зданий	$K_{с. л.}$	-	0,7	
Время работы за рассматриваемый период	$T_{л.}$	ч	1 460	
Потребление электроэнергии лифтовыми установками			9 198	
<b>Система освещения:</b>				

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
Люминесцентные лампы (вход, лестничные клетки)	$P_{осв}$	кВт	0,88	
Люминесцентные лампы (тамбур)	$P_{осв}$	кВт	0,803	
Люминесцентные лампы (технический этаж)	$P_{осв}$	кВт	0,288	
Лампы накаливания (подвал)	$P_{осв}$	кВт	0,72	
Лампы накаливания (наружное освещение)	$P_{осв}$	кВт	0,72	
Время работы за рассматриваемый период	$T_{осв}$	ч	1 460	
Потребление электроэнергии системой освещения	$\mathcal{E}_{осв}$	кВт·ч	2 719	
Суммарное потребление электрической энергии	$\mathcal{E}_{общ.}$	кВт·ч	19 039	7 405
Удельный расход электрической энергии общедомовыми системами здания	$\mathcal{E}_{уд}$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	1,92	0,75
Класс энергетической эффективности				А

### 3.2.11 Определение интегральных энергетических характеристик

Результат расчета удельных интегральных энергетических характеристик представлен ниже в таблице.

Таблица 20 – Удельные интегральные энергетические характеристики здания

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	$q_h^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> ·°С·сут)	14,35	13,61	С

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	$q_{hw}^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	50	34	А
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	$\varepsilon_o^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	1,92	0,75	А

### 3.3 Проведение энергетического обследования 1 секционного, девятнадцатизэтажного жилого дома серии М-111-90 по адресу ул. Кунцевщина, 35

#### 3.3.1 Общие сведения о здании

На основании собранных данных приводятся следующие характеристики здания:

- год постройки здания: 2011;
- серия проекта здания: М-111-90;
- этажность здания: 19;
- количество секций: 1;
- количество квартир: 132;

#### 3.3.2 Система теплотребления

Теплоснабжение осуществляется от городских тепловых сетей со следующими параметрами:

- температурный график системы отопления здания 95/70°С;
- схема системы отопления двухтрубная;
- схема подключения системы отопления к тепловой сети: независимая с пластинчатым теплообменником в ИТП;
- тип отопительных приборов – стальные панельные радиаторы, регистры из гладких труб (мусорокамера, электрощитовая, насосная);
- регулирование теплоотдачи автоматическое в тепловом узле, на стояках – запорно-регулирующей арматурой, в квартирах – термостатическими вентилями;
- система вентиляции естественная с установкой типовых вентблоков и бытовых вентиляторов в кухнях верхних этажей;
- тип системы горячего водоснабжения (ГВС): с циркуляцией по магистралям;
- проектные нагрузки здания:  $Q_{от}=0,42$  Гкал/ч,  $Q_{ГВС}=0,487$  Гкал/ч.

### 3.3.3 Система электроснабжения

Электроснабжение осуществляется от наружных сетей напряжением 380/220 В с глухо-заземленной-нейтралью трансформатора. Вводно-распределительное устройство жилого дома расположено в помещении электрощитовой на первом этаже. Категория надежности электроснабжения II. Проектом предусмотрено устройство автоматического сбора и передачи данных расхода электроэнергии.

Управление освещением общедомовых помещений – автоматическое с блока АУО и ручное, выключателями по месту.

Перечень основного общедомового оборудования представлен ниже в таблице.

Таблица 21 – Сведения об электроприемниках

Наименование оборудования	Кол-во, шт	Мощность единицы оборудования, кВт	Число часов работы оборудования в сутки	Число часов использования оборудования в год
Силовое оборудование:				
Циркуляционный насос: Magna D65-120F	2	0,9	24	4848
Повысительный насос: Grundfoss CR3-9	2	0,75	24	4848
ГВС: Grundfoss UPS 32-80B	1	0,275	24	8400
ГВС (резерв): Grundfoss UPS 32-80B	1	0,275	-	-
Лифтовые установки:				
Установленная мощность электродвигателя пассажирского лифта	1	6	4	1460
Установленная мощность электродвигателя грузового лифта	1	11	4	1460
Система освещения:				
Люминесцентные лампы (вход, лестничные клетки)	120	0,011	4	1460
Люминесцентные лампы (лестницы)	42	0,011	4	1460

Лампы накаливания (подвал)	6	0,018	-	100
Лампы накаливания (подвал)	8	0,036	-	100
Лампы накаливания (подвал)	4	0,058	-	100
Люминесцентные лампы (технический этаж)	8	0,011	4	1460
Лампы накаливания (аварийное освещение)	4	0,1	24	8760
Лампы накаливания (наружное освещение)	8	0,1	8	3000

### 3.3.4 Приборы учета

#### *Система теплопотребления я:*

В тепловом узле установлен общий тепловой счетчик на жилой дом типа ТЭМ 104, поквартирный учет тепла осуществляется индивидуальными тепловыми счетчиками.

#### *Система водопотребления:*

На вводе в здание установлен общий счетчик холодной воды на жилой дом, поквартирный учет холодной и горячей воды осуществляется индивидуальными счетчиками.

#### *Система электроснабжения*

Учет потребляемой энергии осуществляется расчетными счетчиками, установленными для каждой квартиры в этажных щитках, размещенных в поэтажных коридорах; для общедомовых нагрузок жилого дома – во вводно-распределительном устройстве.

Проектом предусмотрена автоматизированная система учета электроэнергии (АСКУЭ) абонентов – установка электронных счетчиков, устройства сбора и передачи данных (УСПД).

### 3.3.5 Потребление энергоресурсов

Данные о потреблении энергоресурсов представлены ниже в таблице.

Таблица 22 – Фактическое потребление энергоресурсов

Месяц	Потребление электрической энергии		Потребление тепловой энергии			Потребление воды	
	всего здания	мест общего пользования	всего здания	на отопление и вентиляцию	на горячее водоснабжение	горячей	холодной
	кВт·ч	кВт·ч	Гкал	Гкал	Гкал	м.куб.	м.куб.
Октябрь	1615	1559	69,62	53,695	15,925	258	359,5
Ноябрь	1140	40	92,2	74,376	17,824	360,5	446,4
Декабрь	1283	1237	104,77	85,738	19,032	377	457,25
<b>Итого 2011г.</b>	<b>4614</b>	<b>3293</b>	<b>266,59</b>	<b>213,809</b>	<b>52,781</b>	<b>995,5</b>	<b>1263,15</b>
Январь	2592	2555	127	105,28	21,72	454,05	505,35
Февраль	1868	1842	143,4	122,899	20,501	434,65	488,1
Март	3400	3373	95,41	74,519	20,891	464,8	509,45
Апрель	2100	2073	55,59	31,546	24,044	490,5	499,05
Май	2246	2213	29,99		29,99	492,98	579,96
Июнь	2073	2049	27,69		27,69	472,47	531,85
Июль	1558	1537	19,59		19,59	409,2	609,49
Август	1580	1559	26,09		26,09	452,82	635,49
Сентябрь	1580	1559	29,59		29,59	488,81	627,71
Октябрь	3411	2887	68,15	45,052	23,098	409,19	571,03
Ноябрь	1627	1604	92,51	70,342	22,168	459,55	618,23
Декабрь	2110	2082	131,42	110,953	20,467	434,71	563,73
<b>Итого 2012 г.</b>	<b>26145</b>	<b>25333</b>	<b>846,43</b>	<b>560,591</b>	<b>285,839</b>	<b>5463,73</b>	<b>6739,44</b>
Январь	2525	2489	136,24	113,723	22,517	501,13	557,25
Февраль	2381	2348	102,09	79,887	22,203	486,96	561,62
Март	780	780	118,23	97,107	21,123	470,18	546,46
Апрель	2728	2668	65,27	41,278	23,992	486,54	537,1
Май	2106	2071	27,29		27,29	486,49	555,41
Июнь	1443	1419	26,69		26,69	444,79	559,16
Июль	1712	1685	24,19		24,19	427,82	561,89
Август	2105	2071	25,19		25,19	395,72	594,64
Сентябрь	1829	1801	28,79		28,79	462,35	628,92
<b>Итого 2013 г.</b>	<b>17609</b>	<b>17332</b>	<b>553,98</b>	<b>331,995</b>	<b>221,985</b>	<b>4161,98</b>	<b>5102,45</b>



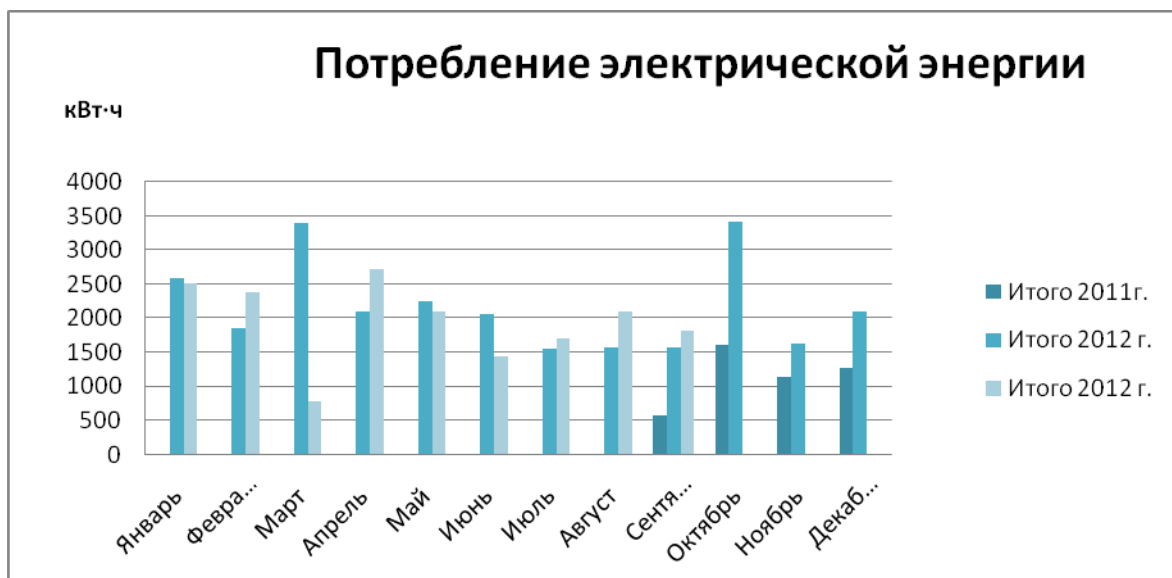


Рисунок 19 – Динамика потребления электрической энергии жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления электроэнергии имеет практически равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления электрической энергии по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. В зимнее время увеличивается нагрузка на силовое оборудование теплового пункта и систему освещения. Кроме того, снижение потребления электрической энергии в летнее время обусловлено периодом отпусков

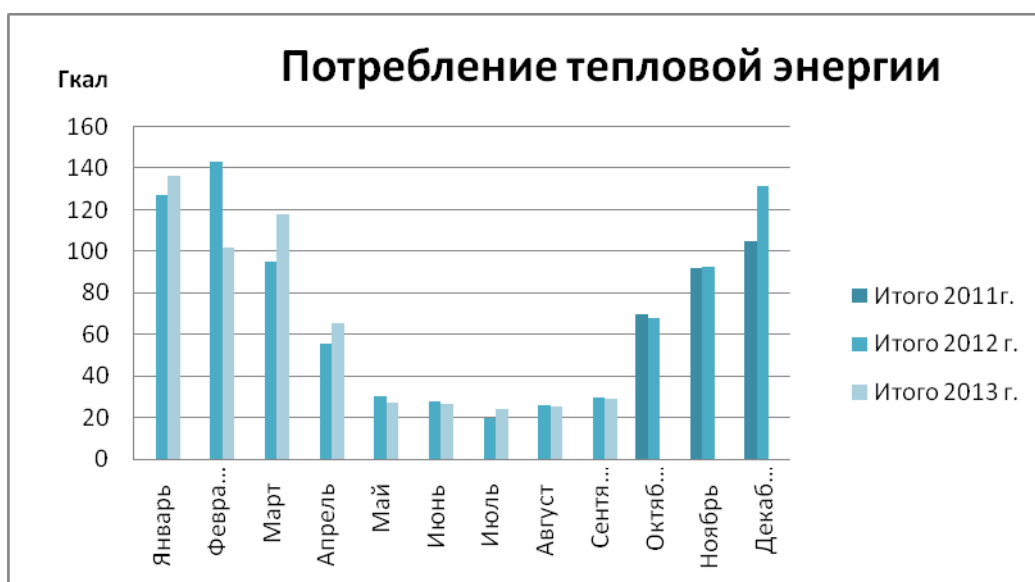


Рисунок 20 – Динамика потребления тепловой энергии жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления тепловой энергии имеет неравномерный характер в годовом разрезе. Это вызвано тем, что основной расход тепловой энергии идет на обогрев здания и зависит от колебания климатических параметров.

Динамика потребления тепловой энергии по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. В зимнее время увеличивается нагрузка на систему отопления, в летнее время функционирует только система горячего водоснабжения.

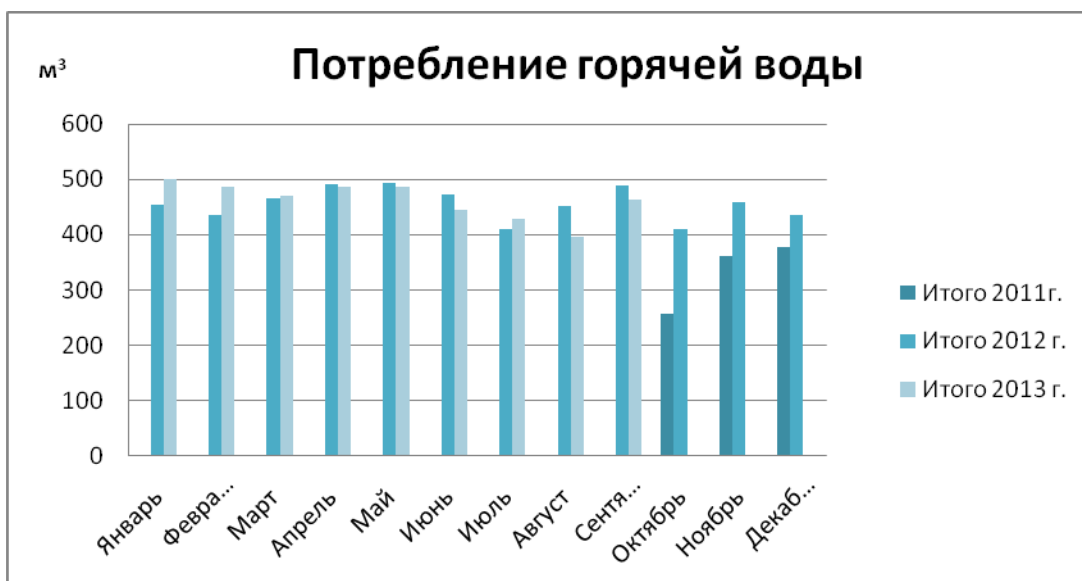


Рисунок 21 – Динамика потребления горячей воды жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления горячей воды имеет равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления воды по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. Сокращение расхода воды на санитарно-гигиенические нужды обусловлено периодом отпусков, а также плановым отключением горячей воды в летнее время для проведения профилактики тепловых сетей.

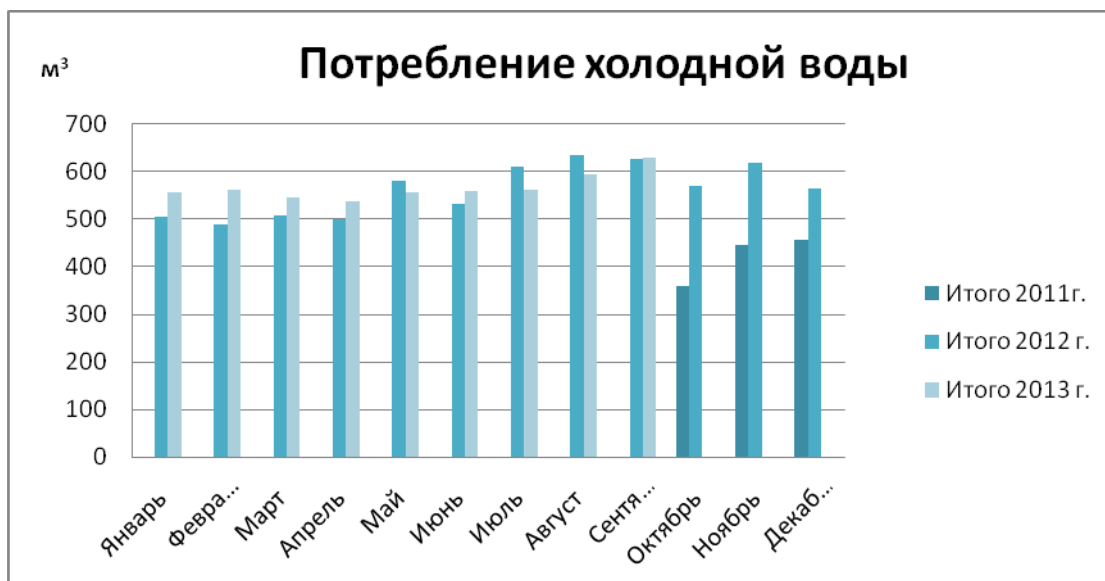


Рисунок 22 – Динамика потребления горячей воды жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления холодной воды имеет равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления воды по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. Сокращение расхода воды на санитарно-гигиенические нужды обусловлено периодом отпусков.

### 3.3.6 Проведение инструментальных измерений

#### 3.3.6.1 Измерение параметров микроклимата.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования произведен выборочно в соответствии с требованиями ГОСТ 30494-2011 (96) «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Целью проведения мониторинга температурно-влажностных режимов мест общего является установление соответствия фактических показателей температурно-влажностных режимов установленным нормативным требованиям и определение рекомендуемых мероприятий по устранению выявленных несоответствий.

К местам общего пользования относятся к помещениям 6 категории - помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

Состав контролируемых параметров микроклимата мест общего пользования выбран в соответствии с нормируемыми параметрами и включает:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- относительная влажность воздуха;

– результирующая температура помещения.

Результаты анализа соответствия параметров микроклимата мест общего пользования приведены ниже в таблице.

По результатам контроля отклонений параметров не выявлено.

Таблица 23 – Результаты анализа соответствия параметров микроклимата

<b>Жилое здание по адресу ул. Каменногорская, 30</b>										
№ 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	16,8	14	16,8	не нормируется	54,5	0,2	0,06	Соответствует
2	Лестничная клетка	14	19,5	16	19,5	60	55	0,2	0,01	Соответствует
3	Лестничная клетка	14	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

### 3.3.6.2 *Обследование строительных конструкций*

Для определения распределения тепловых потерь проведена съемка в инфракрасном диапазоне ограждающих конструкций здания тепловизором. Съемка производилась как снаружи, так и внутри помещений обследуемого жилого здания. Распределение температур на ИК-снимках представлено в цвете. Красные тона на рисунках соответствуют более высоким температурам, синие тона — более низким.

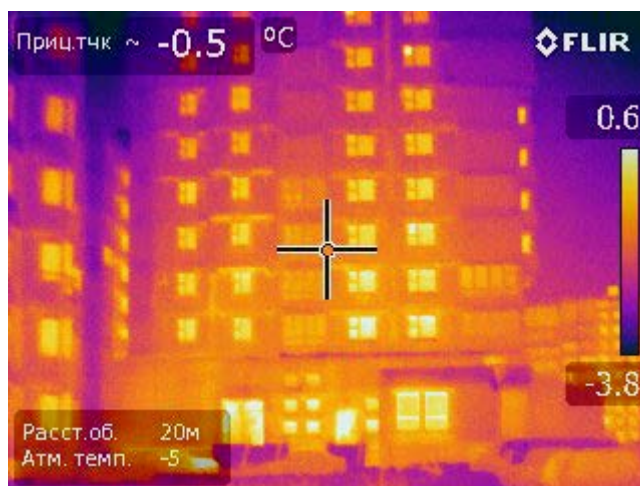


Рисунок 23 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

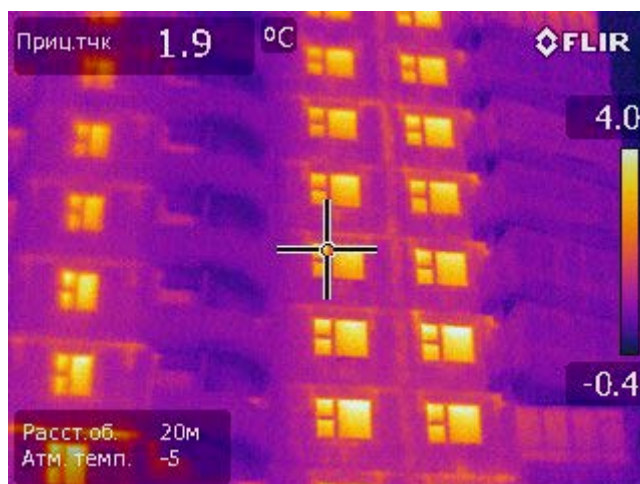


Рисунок 24 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

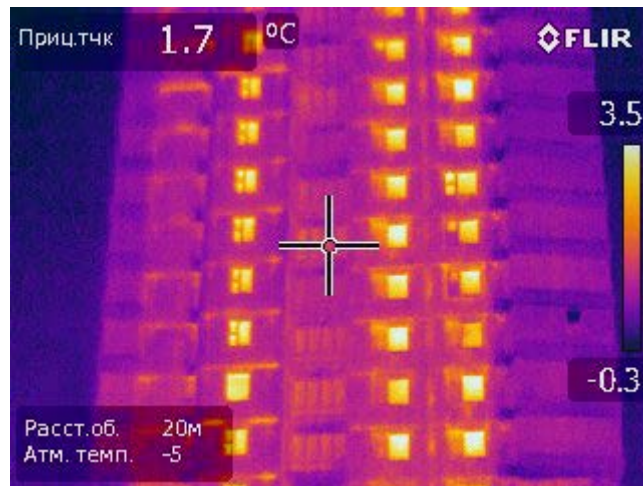


Рисунок 25 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

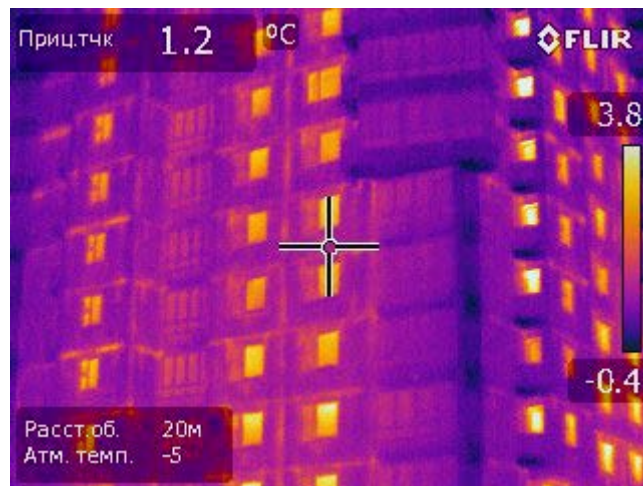


Рисунок 26 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне



Рисунок 27 – Изображение участка стены внутри здания

Проведен пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия. На основании расчета делается вывод о появлении конденсации паров воды из воздуха на поверхности конструкции.

Таблица 24 – Пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия

Наименование величины	Размерность	Формула или обозначение	Результат
Определение температура внутренней поверхности ограждения при $t_b - t_n$ без учета изменения коэффициента теплоотдачи $a_b$	°C		6,8
Разница между средней за период наблюдений температурой внутреннего воздуха и средняя за период наблюдений температурой внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке	°C	$Dt = t_b^{\text{эксп}} - t_b^{\text{эксп}}$	1,6
Коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен при $Dt = t_b^{\text{эксп}} - t_b^{\text{эксп}}$ . Для потолков полученное значение умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_k$	1,8
Разница между расчетной температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения	°C	$Dt = t_b - t_b'$	7,2
Коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен при $Dt = t_b - t_b'$ . Для потолков полученное значение умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_k'$	2,8
Среднее арифметическое температур: средняя за период наблюдений температура внутреннего воздуха и средняя за период наблюдений температура внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке	°C		7,2
Коэффициенты лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при $t_{cp} = (t_b^{\text{эксп}} + t_b^{\text{эксп}}) / 2$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_l$	4,7
Среднее арифметическое температур: расчетной температуры внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения.	°C		10,4
Коэффициент лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при $t_{cp} = (t_b + t_b') / 2$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_l'$	4,2
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_b = a_k + a_l$	6,5
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте, при $t_b$ и $t_b'$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_b' = a_k' + a_l'$	7
Температура внутренней поверхности ограждения при расчетных температурных условиях	°C		7,28
Температура точки росы при влажности = 55%	°C	$t_p$	10,69
Условие отсутствия появления конденсации паров воды из воздуха на поверхность	-	$t_6^{\text{расч}} > t_p$	
Вывод	конденсация на поверхности		



По результатам проведения тепловизионного обследования можно сделать следующие выводы:



- температурное поле однородное, участки с повышенными теплотерями отсутствуют;
- на стеновых панелях лестничной клетки имеются участки с возможным возникновением зон конденсации водяных паров на поверхности;
- по результатам измерений тепловых потоков были определены теплозащитные свойства ограждающих конструкций (термическое сопротивление конструкций  $R_k$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ). Результат расчета представлен далее (п. 2.5.7 Определение фактического и расчетного теплотребления в системе отопления)

### ***3.3.6.3 Обследование инженерных систем***

Для оценки энергетической эффективности работы системы теплотребления было проведено выборочное приборное обследование внутридомовых трубопроводов, радиаторов отопления, находящихся в тепловом узле. Цель приборного обследования включала:

- сопоставление фактических параметров сетевой воды с расчетными (нормативными) параметрами;
- оценку фактического состояния и определение энергетической эффективности оборудования и условий его эксплуатации.

Таблица 25 – Результаты обследования инженерных систем

Наименование контролируемого параметра	Результаты контроля	Результаты тепловизионной съемки
Трубопроводы системы теплоснабжения:	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. Тепловая изоляция без дефектов.	
-подающий трубопровод		
-обратный трубопровод		
Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.	
Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.	
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.	
Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.	

### ***3.3.6.4 Обследование системы электроснабжения***

Проводится инструментальный контроль уровня освещенности при естественном и искусственном освещении;

Замеры освещенности мест общего пользования проводятся с целью установления соответствия уровней фактической освещенности нормированным значениям СНБ 2.04.05-98 Естественное и искусственное освещение.

Результаты измерений оценивают:

- соответствие уровня освещенности нормированным значениям, для создания комфортных условий
- определение завышенных, по отношению к нормативным, фактических уровней освещенности, т.е. выявление нерациональных расходов электрической энергии.

Результаты всех замеров соответствуют требованиям нормативной документации.

Таблица 26 – Результаты анализа уровня освещенности мест общего пользования

Жилое здание по адресу ул. Кунцевщина, 35											
№ п/п	Наименование помещения	Тип	Кол-во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
		ламп		в начале	в конце			измеренная	фактическая	нормируемая	
1	Позажный коридор	ЛЛ	6	221	221	Пол	0	58,3	58,3	20	Соответствует
2	Лифтовой холл	ЛЛ	2	221	221	Пол	0	69,3	69,3	20	Соответствует
3	Лифтовой холл	ЛЛ	4	218	218	Пол	0	71,4	71,4	20	Соответствует

### 3.3.7 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе отопления

Фактическое потребление тепловой энергии определяется за отопительный период или за период наличия данных на основании показаний приборов учета, коммунальных платежей или расчетным способом.

Расчетное теплопотребление в системе отопления представляет собой расход тепловой энергии, требуемый для отопления и вентиляции жилого здания за отопительный период.

Расход тепловой энергии определяется при нормативных условиях отопительного периода.

Расчет проводится по методике, приведенной в ТКП 45- 2.04-195-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения». В этом случае расчетный расход тепловой энергии определяется с учетом фактических (проектных) значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, нормативного воздухообмена, расчетных бытовых тепловыделений и солнечных теплопоступлений.

Таблица 27 – расчетный расход тепловой энергии

Параметр	Обозн.	Ед.изм.	Значение		
			Нормативное	Проектное	Фактическое
Этажность			19	19	19
Год постройки	2011				
Общая площадь ограждающих конструкций	$A_{общ}$	$m^2$	6868	6868	6868
Общая площадь отапливаемых помещений	$A_{общ,отопл}$	$m^2$	8 690,4	8 690,4	8 690,4
Общая площадь квартир	$A_{кв}$	$m^2$	7 112,6	7 112,6	7 112,6
Общая площадь жилых помещений	$A_l$	$m^2$	3 265,9	3 265,9	3 265,9
Система отопления	Тип	двухтрубная система			
	Отопительные приборы	радиаторы			
	Состояние	удовлетворительное			
Отапливаемый объем здания	$V_o$	$m^3$	34161	34161	34161
Фактическая продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут	198	198	198
Расчетная температура наружного воздуха		$^{\circ}C$	-24	-24	-24

Параметр		Обозн.	Ед.изм.	Значение		
				Нормативное	Проектное	Фактическое
Площадь остекления (светопроемов) по фасадам,	юго-восток	$A_{ост}$	$м^2$	256	256	256
	северо-запад			256	256	256
	юго-запад			212	212	212
	северо-восток			252	252	252
Кровля	тип	совмещенная				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	0,17	0,18	0,18
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	6,00	5,71	5,71
	площадь	$A_{кр}$	$м^2$	605,2	605,2	605,2
	состояние	удовлетворительное				
Стены	тип	трехслойные железобетонные панели				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	0,31	0,40	0,47
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	3,20	2,51	2,13
	площадь	$A_{ст}$	$м^2$	4621	4621	4621
	состояние	удовлетворительное				
Окна	тип	Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла:				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	1,00	1,67	1,79
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	1,00	0,60	0,56
	площадь	$A_{ост}$	$м^2$	976	976	976
	состояние	удовлетворительное				
Входные двери и ворота	тип	металлические двери				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	1,00	1,00	1,00
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	1,00	1,00	1,00
	площадь	$A_{нэ}$	$м^2$	12,0	12,0	12,0
	состояние	удовлетворительное				
Подвальные перекрытия	тип	грунт, бетон				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(м^2\text{ }^0C)$	0,17	0,23	0,23
	сопротивление теплопередаче	$R$	$м^2\text{ }^0C/Вт$	6,00	4,26	4,26
	площадь	$A_{нэ}$	$м^2$	654,4	654,4	654,4
	состояние	удовлетворительное				
Расчет потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий						
Потребление тепловой энергии на отопление здания в течении отопительного периода	$Q_{от} = [Q_n - (Q_{быт} + Q_p)] \nu \zeta / \beta_n$					
		кВт ч		390 060	499 225	652 608
		Гкал		335	429	561
Коэффициент, учитывающий теплоаккумуляционную способность здания	$\nu$	-		0,8	0,8	0,8

Параметр	Обозн.	Ед.изм.	Значение		
			Нормативное	Проектное	Фактическое
Коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление	$\zeta$	-	0,95	0,95	0,95
Коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления	$\beta_h$	-	1,11	1,11	1,11
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$	кВт·ч/(м <sup>2</sup> )	44,88	57,45	75,10
		Вт·ч/(м <sup>2</sup> ·°С·сут)	11,994	15,351	17,559
Общие тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции	$Q_h = 0,024 K_m D_d A_{об}$				
	$Q_h$	кВт ч	551 740	650 087	788 270
Общий коэффициент теплопередачи здания	$K$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	0,89	1,05	1,12
Количество градусо-суток отопительного периода	$D_d$	°Ссут	3742	3742	4277
Тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции	$Q_h^{tr} = 0,024 K_m^{mp} D_d A_{об}$				
	$Q_h^{tr}$	кВт ч	237 278	335 625	429 698
Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания	$K^{tr} = (F_w K + F_F K + F_c K + F_f K) / F_{общ}$				
	$K^{tr}$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	0,38	0,54	0,61
Тепловые потери здания на вентиляцию помещений	$Q_h^{inf} = 0,024 K_m^{mp} D_d A_{об}$				
	$Q_h^{inf}$	кВт ч	314 462	314 462	358 572
Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K^{inf} = 0,28 c n_a \beta_v V_h \rho_a^{ht} / A_{общ}$				
	$K^{inf}$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	0,51	0,51	0,51
Удельная теплоемкость воздуха	$c$	кДж/(кг·°С)	1	1	1
Коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций	$\beta_v$	-	0,85	0,85	0,85
Средняя плотность приточного воздуха за отопительный период	$\rho_a^{ht}$	кг/м <sup>3</sup>	1,25	1,25	1,25
Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a$	ч <sup>-1</sup>	0,34	0,34	0,34
Количество приточного воздуха в здании при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции	$L_v$	м <sup>3</sup> /ч	9797,61	9797,61	9797,61

Параметр	Обозн.	Ед.изм.	Значение			
			Нормативное	Проектное	Фактическое	
Число часов работы механической вентиляции в течение недели	$n_v$	ч	0	0	0	
Количество воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей	$G_{inf}$	кг/ч	221	221	221	
Коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях	k	-	0,7	0,7	0,7	
Число часов учета инфильтрации в течение недели	$n_{inf}$	ч	168	168	168	
Тепловыделения от электропотребляющего оборудования	$Q_{об}=0,024q_{л}nZ_{ом}$					
		кВт ч	189 030	189 030	189 030	
Удельная величина бытовых теплопоступлений на 1 м <sup>2</sup> расчетной площади здания	$q_{int}$	Вт/м <sup>2</sup>	9,0	9,0	9,0	
Расчетная площадь	$A_r$	м <sup>2</sup>	4420	4420	4420	
Теплопоступления от солнечной радиации в течении отопительного периода, кВт ч	$Q_p=t_F k_F (F_{F1}I_1 + F_{F2}I_2 + F_{F3}I_3 + F_{F4}I_4)$					
		кВт ч	74 568	74 568	74 568	
Коэффициент затенения светового проема	$t_F$	-	0,8	0,8	0,8	
Коэффициент относительно проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон	$k_F$	-	0,48	0,48	0,48	
Средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на вертикальные поверхности	юго-восток	$I_1$	кВт ч/м <sup>2</sup>	128	128	128
	северо-запад	$I_2$		296	296	296
	юго-запад	$I_3$		188	188	188
	северо-восток	$I_4$		182	182	182

### 3.3.8 Определение фактического теплопотребления при нормативных условиях отопительного периода

Фактический расход тепловой энергии в системах отопления и вентиляции здания, пересчитанный на нормативные условия отопительного периода в соответствии с данными СНБ 2.04.02-2000:



$$Q_{h\text{ фн}}^y = Q_{\text{ф}} \cdot \frac{Dd}{Dd_{\text{ф}}} = 652608 \cdot \frac{3742,2}{4672,8} = 570470,9 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad ;$$

### 3.3.9 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС

Результат расчета фактического и расчетного теплопотребления представлен в таблице ниже.

Таблица 28 – Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
Количество жителей	m	чел.	130	
норма расхода воды на горячее водоснабжение при температуре 55° С на одного человека в сутки по СНиП 2.04.01.85	a	л/ (чел.·сут.)	105	
Удельная теплоемкость воды	c	кДж/(кг·К)	4,19	
Температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период	t <sub>х</sub>	°С	5	
Температура горячей воды	t <sub>г</sub>	°С	55	
Средний тепловой поток на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub>	Вт	39 718	
Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение	Q <sub>hw.max.</sub>	Вт	95 323	
Коэффициент снижения расхода воды на горячее водоснабжение в летний период	β	-	0,8	
Температура холодной (водопроводной) воды в межотопительный период	t <sub>х</sub>	°С	15	
Продолжительность работы системы горячего водоснабжения	z <sub>г</sub>	сут	350	
Продолжительность отопительного периода	z <sub>от</sub>	сут	198	
Годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub> <sup>год</sup>	кВт·ч	333 629	332 431
		Гкал	286,59	285,84
Удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub> <sup>год</sup>	кВт·ч/м <sup>2</sup>	38,4	38,3
Класс энергетической эффективности				С

### 3.3.10 Определение фактического и нормативного потребления электрической энергии

Результат расчета фактического и расчетного электропотребления представлен ниже в таблице.

Таблица 29 – Определение фактического и расчетного электропотребления общедомовым оборудованием

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
<b>Силовое оборудование:</b>				
Циркуляционный насос: Magna D65-120F	$P_{уст. сил}$	кВт	0,9	-
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	-
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4752	-
Повысительный насос: Grundfoss CR3-9	$P_{уст. сил}$	кВт	0,75	-
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	-
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4752	-
ГВС: Grundfoss UP 32-80B	$P_{уст. сил}$	кВт	0,275	-
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	-
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4200	-
ГВС (резерв): Grundfoss UP 32-80B	$P_{уст. сил}$	кВт	0,275	-
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	-
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	0	-
Потребление электроэнергии силовым оборудованием	$\mathcal{E}_{уст. сил}$	кВт·ч	5 397	-
<b>Лифтовые установки:</b>				
Установленная мощность электродвигателя пассажирского лифта	$P_{уст. дв. л.}$	кВт	6	-
Установленная мощность электродвигателя грузового лифта	$P_{уст. дв. л.}$	кВт	11	-
Коэффициент спроса, определяемый в зависимости от количества лифтовых установок и этажности зданий	$K_{с.л}$	-	0,7	-
Время работы за рассматриваемый период	$T_{л.}$	ч	1 460	-

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
Потребление электроэнергии лифтовыми установками	$\mathcal{E}_{\text{уст.дв.л.}}$	кВт·ч	17 374	-
Система освещения:				
Люминесцентные лампы (вход, лестничные клетки)	$P_{\text{осв}}$	кВт	1,32	-
Люминесцентные лампы (лестницы)	$P_{\text{осв}}$	кВт	0,462	-
Лампы накаливания (подвал)	$P_{\text{осв}}$	кВт	0,108	-
Лампы накаливания (подвал)	$P_{\text{осв}}$	кВт	0,288	-
Лампы накаливания (подвал)	$P_{\text{осв}}$	кВт	0,232	-
Люминесцентные лампы (технический этаж)	$P_{\text{осв}}$	кВт	0,088	-
Лампы накаливания (аварийное освещение)	$P_{\text{осв}}$	кВт	0,4	-
Лампы накаливания (наружное освещение)	$P_{\text{осв}}$	кВт	0,8	-
Время работы за рассматриваемый период	$T_{\text{осв}}$	ч	1460	-
Потребление электроэнергии системой освещения	$\mathcal{E}_{\text{осв}}$	кВт·ч	7 959	-
Суммарное потребление электрической энергии	$\mathcal{E}_{\text{кв}}$	кВт·ч	30 731	25 333
Удельный расход электрической энергии общедомовыми системами здания	$\mathcal{E}_{\text{уд}}$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	4,32	3,56
Класс энергетической эффективности				В

### 3.3.11 Определение интегральных энергетических характеристик

Результат расчета удельных интегральных энергетических характеристик представлен ниже в таблице.

Таблица 30 – Удельные интегральные энергетические характеристики здания

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	$q_h^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> ·°С·сут)	11,99	15,34	D
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	$q_{hw}^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	38,4	38,3	C
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	$\varepsilon_o^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	4,32	3,56	B

### 3.4 Проведение энергетического обследования 1 секционного, 19-этажного жилого дома серии М-111-90 по адресу ул. Казимировская, 9

#### 3.4.1 Общие сведения о здании

На основании собранных данных приводятся следующие характеристики здания:

- год постройки здания: 2012;
- серия проекта здания: М-111-90;
- этажность здания: 19;
- количество секций: 1;
- количество квартир: 132.

#### 3.4.2 Система теплоснабжения

Теплоснабжение осуществляется от городских тепловых сетей со следующими параметрами:

- температурный график системы отопления здания: 95/70 °С;
- схема системы отопления: двухтрубная;

- схема подключения системы отопления к тепловой сети: независимая с пластинчатым теплообменником в ИТП;
- тип отопительных приборов: стальные панельные радиаторы, регистры из гладких труб (мусорокамера, электрощитовая, насосная);
- регулирование теплоотдачи: автоматическое - в тепловом узле, на стояках – запорно-регулирующей арматурой, в квартирах – термостатическими вентилями;
- система вентиляции: естественная с установкой типовых вентблоков и бытовых вентиляторов в кухнях верхних этажей;
- тип системы горячего водоснабжения (ГВС): с циркуляцией по магистралям;
- проектные нагрузки здания:  $Q_{от}=0,309$  Гкал/ч,  $Q_{ГВС}=0,463$  Гкал/ч.

### 3.4.3 Система электроснабжения

Электроснабжение осуществляется от наружных сетей напряжением 380/220 В с глухо-заземленной нейтралью трансформатора. Вводно-распределительное устройство жилого дома расположено в помещении электрощитовой на первом этаже. Категория надежности электроснабжения II. Проектом предусмотрено устройство автоматического сбора и передачи данных расхода электроэнергии.

Управление освещением общедомовых помещений – автоматическое с блока АУО и ручное, выключателями по месту.

Перечень осинового общедомового оборудования представлен ниже в таблице.

Таблица 31 – Сведения об электроприемниках

Наименование оборудования	Кол-во, шт	Мощность единицы оборудования, кВт	Число часов работы оборудования в сутки	Число часов использования оборудования в год
Силовое оборудование:				
Циркуляционный насос: Grundfoss UPSD65-180F	2	1,55	24	4848
Повысительный насос: Grundfoss CR-1	2	0,75	24	4848
ГВС: GrundfossD32-120F	1	0,275	24	8400
ГВС (резерв): GrundfossD32-120F	1	0,275	-	-
Лифтовые установки:				
Установленная мощность электродвигателя пассажирского лифта	1	6	4	1460
Установленная мощность электродвигателя грузового лифта	1	11	4	1460

Система освещения:				
Люминесцентные лампы (вход, лестничные клетки)	120	0,011	4	1460
Люминесцентные лампы (лестницы)	42	0,011	4	1460
Лампы накаливания (подвал)	6	0,018	-	100
Лампы накаливания (подвал)	8	0,036	-	100
Лампы накаливания (подвал)	4	0,058	-	100
Люминесцентные лампы (технический этаж)	8	0,011	4	1460
Лампы накаливания (аварийное освещение)	4	0,1	24	8760
Лампы накаливания (наружное освещение)	8	0,1	8	3000

### 3.4.4 Приборы учета

#### *Система теплоснабжения:*

В тепловом узле установлен общий тепловой счетчик на жилой дом типа ТЭМ 104, поквартирный учет тепла осуществляется индивидуальными тепловыми счетчиками.

#### *Система водоснабжения:*

На вводе в здание установлен общий счетчик холодной воды на жилой дом, поквартирный учет холодной и горячей воды осуществляется индивидуальными счетчиками.

#### *Система электроснабжения*

Учет потребляемой энергии осуществляется расчетными счетчиками, установленными для каждой квартиры в этажных щитках, размещенных в поэтажных коридорах; для общедомовых нагрузок жилого дома – во вводно-распределительном устройстве.

Проектом предусмотрена автоматизированная система учета электроэнергии (АСКУЭ) абонентов – установка электронных счетчиков, устройства сбора и передачи данных (УСПД).

### 3.4.5 Потребление энергоресурсов

Данные о потреблении энергоресурсов представлены в таблице ниже.

Таблица 32 – Фактическое потребление энергоресурсов

Месяц	Потребление электрической энергии		Потребление тепловой энергии			Потребление воды	
	всего здания кВт·ч	мест общего пользования кВт·ч	всего здания Гкал	на отопление и вентиляцию Гкал	на горячее водоснабжение Гкал	горячей м.куб.	холодной м.куб.
Июнь	-	-	12,97	-	12,97	228,27	241,27
Июль	-	-	12,28	-	12,28	380,9	537,05
Август	-	-	20,08	-	20,08	557,66	661,93
Сентябрь	5207	1937	26,51	-	26,51	677,96	767,39
Октябрь	2069	989	70,83	50,528	20,302	354,02	464,27
Ноябрь	4400	2580	103,5	79,545	23,955	484,8	618,95
Декабрь	3544	2332	146,47	125,992	20,478	422,85	573,85
<b>Итого 2012 г.</b>	<b>15220</b>	<b>7838</b>	<b>392,64</b>	<b>256,065</b>	<b>136,575</b>	<b>3106,46</b>	<b>3864,71</b>
Январь	2728	1389	156,5	131,133	25,367	540,5	669,18
Февраль	4952	3281	124,59	97,529	27,061	536,69	660,41
Март	2713	1512	144,42	119,333	25,087	501,65	598,48
Апрель	5313	3934	83,75	52,025	31,725	563,53	656,78
Май	2441	1056	26,76	-	26,76	532,44	625,43
Июнь	1680	696	24,14	-	24,14	503,77	607,31
Июль	1750	704	23,8	-	23,8	478,61	572,98
Август	899	614	24,52	-	24,52	570,49	726,8
Сентябрь	1708	638	29,68	-	29,68	562,4	678,58
<b>Итого 2013 г.</b>	<b>24184</b>	<b>13824</b>	<b>638,16</b>	<b>400,02</b>	<b>238,14</b>	<b>4790,08</b>	<b>5795,95</b>

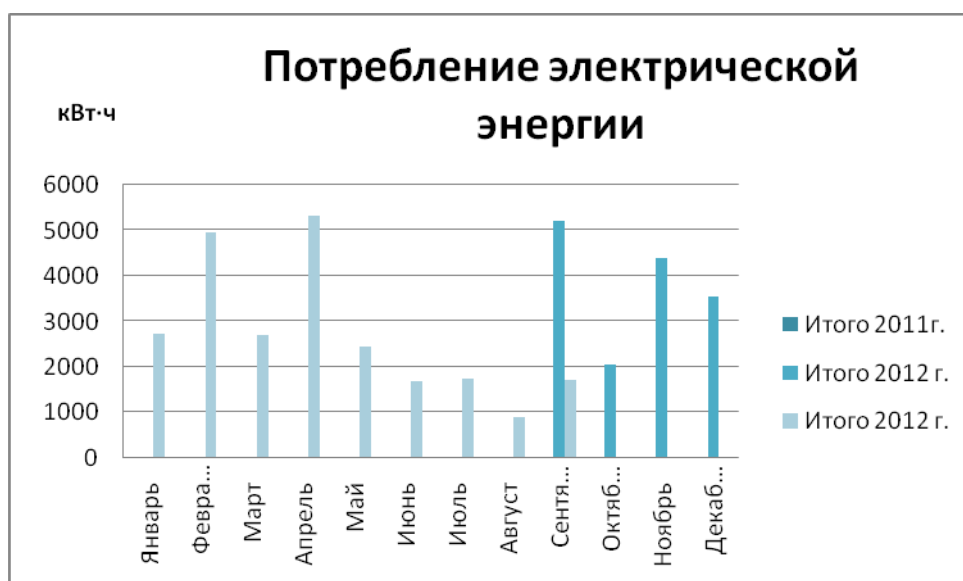


Рисунок 28 – Динамика потребления электрической энергии жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления электроэнергии имеет практически равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления электрической энергии по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. В зимнее время увеличивается нагрузка на силовое оборудование теплового пункта и систему освещения. Кроме того, снижение потребления электрической энергии в летнее время обусловлено периодом отпусков

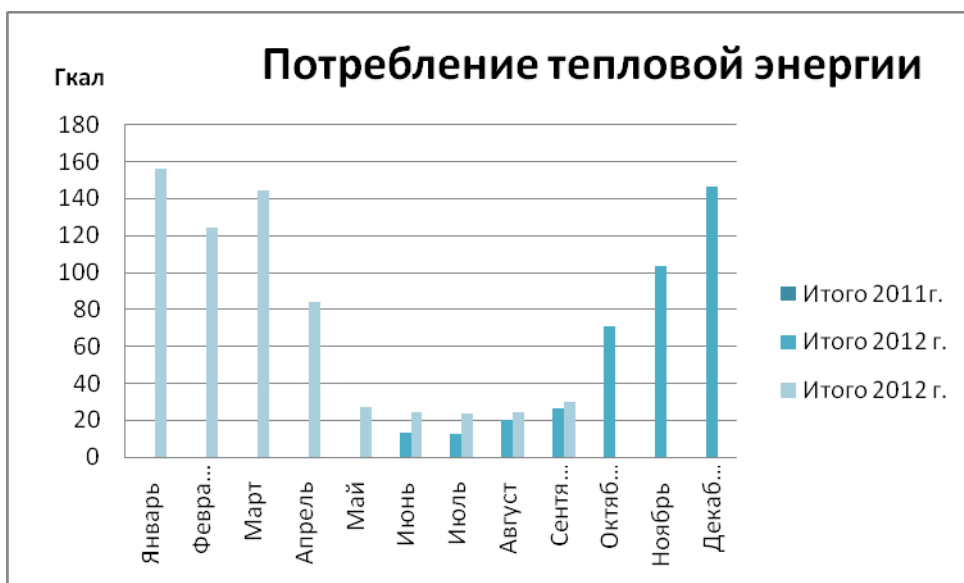


Рисунок 29 – Динамика потребления тепловой энергии жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления тепловой энергии имеет неравномерный характер в годовом разрезе. Это вызвано тем, что основной расход тепловой энергии идет на обогрев здания и зависит от колебания климатических параметров.

Динамика потребления тепловой энергии по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. В зимнее время увеличивается нагрузка на систему отопления, в летнее время функционирует только система горячего водоснабжения.



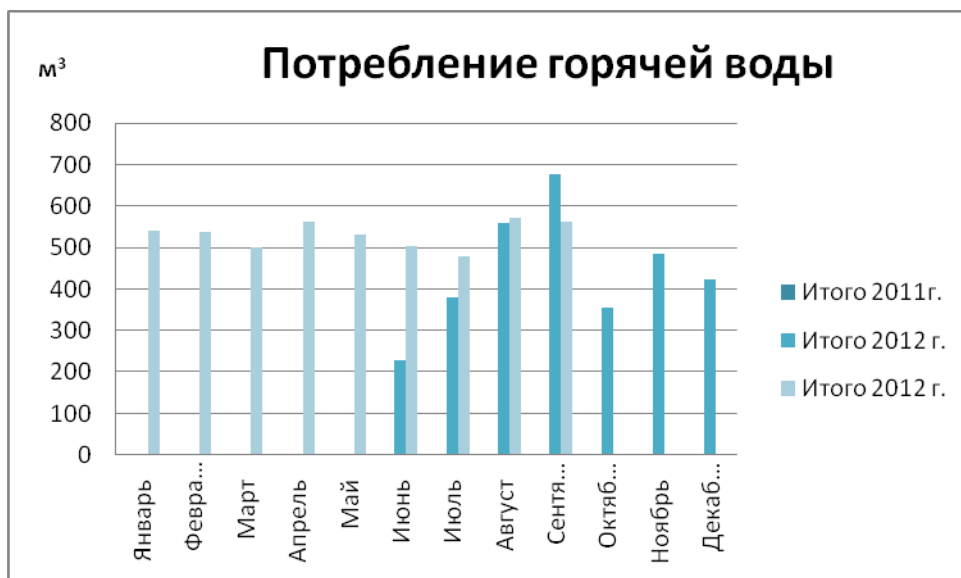


Рисунок 30 – Динамика потребления горячей воды жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления горячей воды имеет равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления воды по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. Сокращение расхода воды на санитарно-гигиенические нужды обусловлено периодом отпусков, а также плановым отключением горячей воды в летнее время для проведения профилактики тепловых сетей.

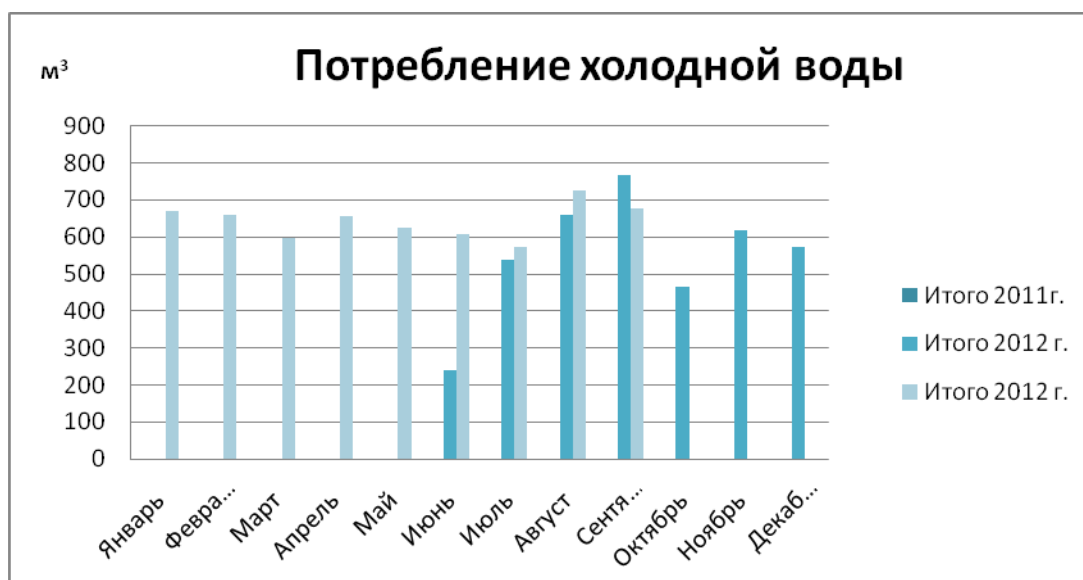


Рисунок 31 – Динамика потребления горячей воды жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления холодной воды имеет равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления воды по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. Сокращение расхода воды на санитарно-гигиенические нужды обусловлено периодом отпусков.

### **3.4.6 Проведение инструментальных измерений**

#### **3.4.6.1 Измерение параметров микроклимата.**

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования произведен выборочно в соответствии с требованиями ГОСТ 30494-2011 (96) «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Целью проведения мониторинга температурно-влажностных режимов мест общего является установление соответствия фактических показателей температурно-влажностных режимов установленным нормативным требованиям и определение рекомендуемых мероприятий по устранению выявленных несоответствий.

К местам общего пользования относятся к помещениям 6 категории - помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

Состав контролируемых параметров микроклимата мест общего пользования выбран в соответствии с нормируемыми параметрами и включает:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- результирующая температура помещения.

Результаты анализа соответствия параметров микроклимата мест общего пользования приведены далее

По результатам контроля отклонений параметров не выявлено.

Таблица 33 – Результаты анализа соответствия параметров микроклимата

<b>Жилое здание по адресу ул. Каменногорская, 30</b>										
№ 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	
<b>1</b>	Вестибюль	14	18,4	14	16,8	не нормируется	59	0,2	0,06	Соответствует
<b>2</b>	Межквартирный коридор	16	20,7	16	19,5	60	55	0,2	0,05	Соответствует
<b>3</b>	Межквартирный коридор	16	18,8	16	17,0	60	52	0,2	0,05	Соответствует
<b>4</b>	Межквартирный коридор	16	17,9	16	18,5	60	49	0,15	0,05	Соответствует
<b>5</b>	Межквартирный коридор	16	18,1	16	18,1	60	50	0,15	0,05	Соответствует

### 3.4.6.2 Обследование строительных конструкций

Для определения распределения тепловых потерь проведена съемка в инфракрасном диапазоне ограждающих конструкций здания тепловизором. Съемка производилась как снаружи, так и внутри помещений обследуемого жилого здания. Распределение температур на ИК-снимках представлено в цвете. Красные тона на рисунках соответствуют более высоким температурам, синие тона — более низким.

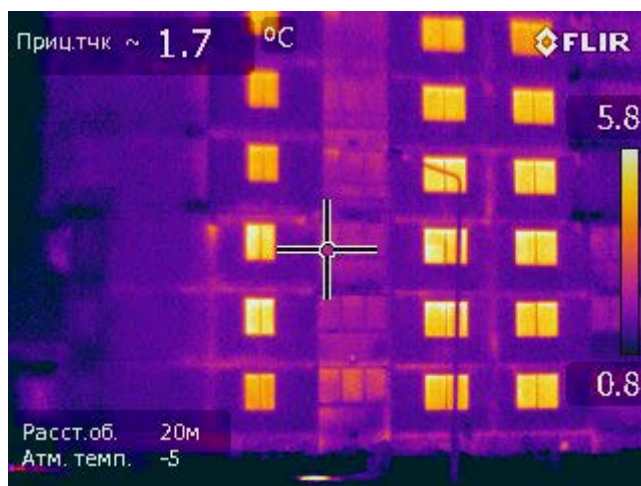


Рисунок 32 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

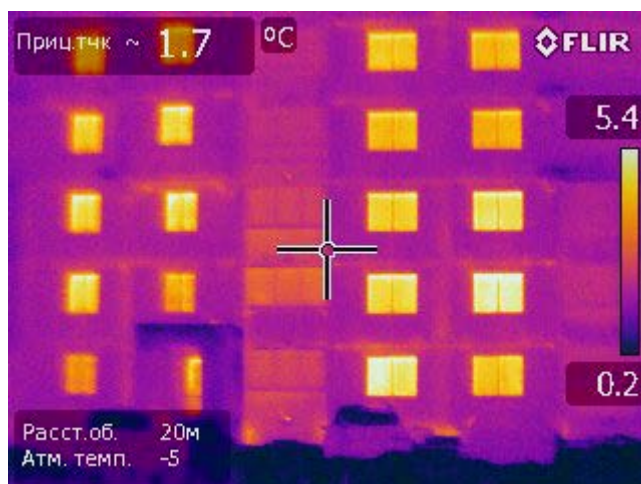


Рисунок 33 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

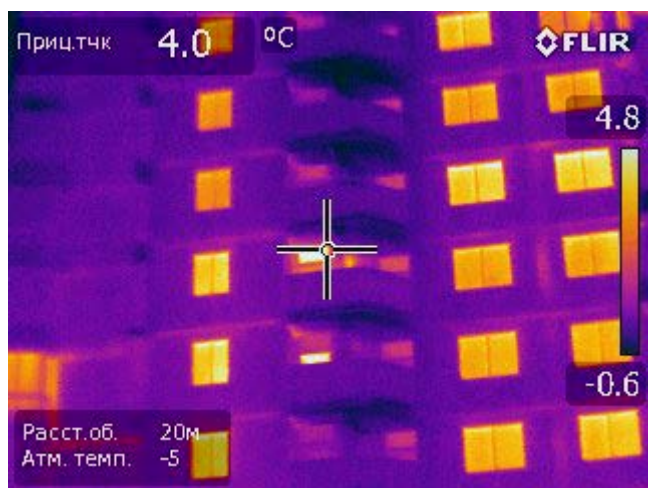


Рисунок 34 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне



Рисунок 35 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне



Рисунок 36 – Изображение участка стены внутри здания

Проведен пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия. На основании расчета делается вывод о появлении конденсации паров воды из воздуха на поверхности конструкции.

Таблица 34 – Пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия

Наименование величины	Размерность	Формула или обозначение	Результат
Определение температура внутренней поверхности ограждения при $t_b - t_n$ без учета изменения коэффициента теплоотдачи $a_b$	°C		-13,9
Разница между средней за период наблюдений температурой внутреннего воздуха и средняя за период наблюдений температурой внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке	°C	$Dt = t_b^{\text{эксп}} - t_b^{\text{эксп}}$	4,5
Коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен при $Dt = t_b^{\text{эксп}} - t_b^{\text{эксп}}$ . Для потолков полученное значение умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_k$	1,8
Разница между расчетной температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения	°C	$Dt = t_b - t_b'$	23,9
Коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен при $Dt = t_b - t_b'$ . Для потолков полученное значение умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_k'$	2,8
Среднее арифметическое температур: средняя за период наблюдений температура внутреннего воздуха и средняя за период наблюдений температура внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке	°C		3,75
Коэффициенты лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при $t_{cp} = (t_b^{\text{эксп}} + t_b^{\text{эксп}}) / 2$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_l$	4,7
Среднее арифметическое температур: расчетной температуры внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения.	°C		-1,95
Коэффициент лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при $t_{cp} = (t_b + t_b') / 2$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_l'$	4,2
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_b = a_k + a_l$	6,5
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте, при $t_b$ и $t_b'$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_b' = a_k' + a_l'$	7
Температура внутренней поверхности ограждения при расчетных температурных условиях	°C		-12,2
Температура точки росы при влажности = 55%	°C	$t_p$	10,69
Условие отсутствия появления конденсации паров воды из воздуха на поверхность	-	$t_6^{\text{расч}} > t_p$	
Вывод	конденсация на поверхности		

По результатам проведения тепловизионного обследования можно сделать следующие выводы:



- температурное поле однородное, участки с повышенными теплотерями отсутствуют;
- на стеновых панелях лестничной клетки имеются участки с возможным возникновением зон конденсации водяных паров на поверхности;
- по результатам измерений тепловых потоков были определены теплозащитные свойства ограждающих конструкций (термическое сопротивление конструкций  $R_k$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ). Результат расчета представлен далее (п. 2.5.7 Определение фактического и расчетного теплотребления в системе отопления).

### ***3.4.6.3 Обследование инженерных систем***

Для оценки энергетической эффективности работы системы теплотребления было проведено выборочное приборное обследование внутридомовых трубопроводов, радиаторов отопления, находящихся в тепловом узле. Цель приборного обследования включала:

- сопоставление фактических параметров сетевой воды с расчетными (нормативными) параметрами;
- оценку фактического состояния и определение энергетической эффективности оборудования и условий его эксплуатации.

Таблица 35 – Результаты обследования инженерных систем

Наименование контролируемого параметра	Результаты контроля	Результаты тепловизионной съемки
Трубопроводы системы теплоснабжения:	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. Тепловая изоляция без дефектов.	
-подающий трубопровод		
-обратный трубопровод		
Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.	
Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.	
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.	
Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.	



#### **3.4.6.4 Обследование системы электроснабжения**

Проводится инструментальный контроль уровня освещенности при естественном и искусственном освещении;

Замеры освещенности мест общего пользования проводятся с целью установления соответствия уровней фактической освещенности нормированным значениям СНБ 2.04.05-98 Естественное и искусственное освещение.

Результаты измерений оценивают:

- соответствие уровня освещенности нормированным значениям, для создания комфортных условий
- определение завышенных, по отношению к нормативным, фактических уровней освещенности, т.е. выявление нерациональных расходов электрической энергии.

Результаты всех замеров соответствуют требованиям нормативной документации.

Таблица 36 – Результаты анализа уровня освещенности мест общего пользования

Жилое здание по адресу ул. Каменногорская, 30											
№ п/п	Наименование помещения	Тип ламп	Кол-во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
				В начале	В конце			измеренная	фактическая	нормируемая	
1	Позтажный коридор	ЛЛ	6	221	221	Пол	0	46	46	20	Соответствует
2	Лифтовой холл	ЛЛ	4	221	221	Пол	0	88	88	20	Соответствует
3	Лифтовой холл	ЛЛ	4	218	218	Пол	0	81,6	81,6	20	Соответствует

### 3.4.7 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе отопления

Фактическое потребление тепловой энергии определяется за отопительный период или за период наличия данных на основании показаний приборов учета, коммунальных платежей или расчетным способом.

Расчетное теплопотребление в системе отопления представляет собой расход тепловой энергии, требуемый для отопления и вентиляции жилого здания за отопительный период. Расход тепловой энергии определяется при нормативных условиях отопительного периода.

Расчет проводится по методике, приведенной в ТКП 45- 2.04-195-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения». В этом случае расчетный расход тепловой энергии определяется с учетом фактических (проектных) значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, нормативного воздухообмена, расчетных бытовых тепловыделений и солнечных теплопоступлений.

Таблица 37 – расчетный расход тепловой энергии

Параметр	Обозначение.	Ед. изм.	Значение			
			нормативное	проектное	фактическое	
Этажность			19	19	19	
Год постройки	2012					
Общая площадь ограждающих конструкций	$A_{обц}$	$m^2$	6868	6868	6868	
Общая площадь отапливаемых помещений	$A_{обц,отопл}$	$m^2$	9 875,7	9 875,7	9 875,7	
Общая площадь квартир	$A_{кв}$	$m^2$	7 907,2	7 907,2	7 907,2	
Общая площадь жилых помещений	$A_l$	$m^2$	3 594,5	3 594,5	3 594,5	
Система отопления	Тип	двухтрубная система				
	Отопительные приборы	радиаторы				
	Состояние	удовлетворительное				
Отапливаемый объем здания	$V_o$	$m^3$	33933	33933	33933	
Фактическая продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут	198	198	198	
Расчетная температура наружного воздуха		$^{\circ}C$	-24	-24	-24	
Площадь остекления светопроемов по фасадам,	север	$A_{ост}$	$m^2$	256	256	256
	юг			256	256	256
	запад			212	212	212
	восток			252	252	252

Параметр		Обозначение.	Ед. изм.	Значение		
				нормативное	проектное	фактическое
Кровля	тип	совмещенная				
	коэффициент теплопередачи	$K$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	0,17	0,17	0,17
	сопротивление теплопередаче	$R$	м <sup>2</sup> °С/Вт	6,00	5,90	5,72
	площадь	$A_{кр}$	м <sup>2</sup>	605,2	605,2	605,2
	состояние	удовлетворительное				
Стены	тип	трехслойные ж/б панели				
	коэффициент теплопередачи	$K$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	0,31	0,31	0,31
	сопротивление теплопередаче	$R$	м <sup>2</sup> °С/Вт	3,20	3,19	3,19
	площадь	$A_{ст}$	м <sup>2</sup>	4621	4621	4621
	состояние	удовлетворительное				
Окна	тип	двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла:				
	коэффициент теплопередачи	$K$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	1,00	1,00	1,18
	сопротивление теплопередаче	$R$	м <sup>2</sup> °С/Вт	1,00	1,00	0,85
	площадь	$A_{ост}$	м <sup>2</sup>	976	976	976
	состояние	удовлетворительное				
Входные двери и ворота	тип	металлические двери				
	коэффициент теплопередачи	$K$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	1,00	1,00	1,00
	сопротивление теплопередаче	$R$	м <sup>2</sup> °С/Вт	1,00	1,00	1,00
	площадь	$A_{нэ}$	м <sup>2</sup>	12,0	12,0	12,0
	состояние	удовлетворительное				
Подвальные перекрытия	тип	грунт, бетон				
	коэффициент теплопередачи	$K$	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	0,17	0,23	0,23
	сопротивление теплопередаче	$R$	м <sup>2</sup> °С/Вт	6,00	4,26	4,26
	площадь	$A_{нэ}$	м <sup>2</sup>	654,4	654,4	654,4
	состояние	удовлетворительное				
Расчет потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий						
Потребление тепловой энергии на отопление здания в течении отопительного периода	$Q_{от} = [Q_h - (Q_{быт} + Q_p) \nu \zeta] / \beta_h$					
		кВт ч	407 666	412 712	524 844	
		Гкал	350	355	451	
Коэффициент, учитывающий теплоаккумуляционную способность здания	$\nu$	-	0,8	0,8	0,8	

Параметр	Обозначение.	Ед. изм.	Значение		
			нормативное	проектное	фактическое
Коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление	$\zeta$	-	0,95	0,95	0,95
Коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления	$\beta_h$	-	1,11	1,11	1,11
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$	кВт·ч/(м <sup>2</sup> )	41,28	41,79	53,15
		Вт·ч/(м <sup>2</sup> ·°C·сут)	11,031	11,167	12,426
Общие тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции	$Q_h = 0,024 K_m D_d A_{об}$				
	$Q_h$	кВт ч	582 826	587 372	688 392
Общий коэффициент теплопередачи здания	$K$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	0,94	0,95	0,98
Количество градусосуток отопительного периода	$D_d$	°Cсут	3742	3742	4277
Тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции	$Q_h^{tr} = 0,024 K_m^{mp} D_d A_{об}$				
	$Q_h^{tr}$	кВт ч	237 278	241 824	294 375
Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания	$K^{tr} = (F_w K + F_F K + F_c K + F_f K) / F_{общ}$				
	$K^{tr}$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	0,38	0,39	0,42
Тепловые потери здания на вентиляцию помещений	$Q_h^{inf} = 0,024 K_m^{mp} D_d A_{об}$				
	$Q_h^{inf}$	кВт ч	345 548	345 548	394 017
Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K^{inf} = 0,28 c n_a \beta_v V_h \rho_a^{ht} / A_{общ}$				
	$K^{inf}$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	0,56	0,56	0,56
Удельная теплоемкость воздуха	$c$	кДж/(кг·°C)	1	1	1
Коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций	$\beta_v$	-	0,85	0,85	0,85
Средняя плотность приточного воздуха за отопительный период	$\rho_a^{ht}$	кг/м <sup>3</sup>	1,25	1,25	1,25
Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a$	ч <sup>-1</sup>	0,38	0,38	0,38

Параметр	Обозначение.	Ед. изм.	Значение			
			нормативное	проектное	фактическое	
Количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции	$L_v$	м <sup>3</sup> /ч	10783,56	10783,56	10783,56	
Число часов работы механической вентиляции в течение недели	$n_v$	ч	0	0	0	
Количество воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей	$G_{inf}$	кг/ч	221	221	221	
Коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях	k	-	0,7	0,7	0,7	
Число часов учета инфильтрации в течение недели	$n_{inf}$	ч	168	168	168	
Тепловыделения от электропотребляющего оборудования	$Q_{об} = 0,024q_d n z_{om}$					
		кВт ч	209 064	209 064	209 064	
Удельная величина бытовых тепlopоступлений на 1 м <sup>2</sup> расчетной площади здания	$q_{int}$	Вт/м <sup>2</sup>	9,0	9,0	9,0	
Расчетная площадь	$A_r$	м <sup>2</sup>	4888	4888	4888	
Тепlopоступления от солнечной радиации в течении отопительного периода, кВт ч	$Q_p = t_F k_F (F_{F1} I_1 + F_{F2} I_2 + F_{F3} I_3 + F_{F4} I_4)$					
		кВт ч	74 568	74 568	74 568	
Коэффициент затенения светового проема	$t_F$	-	0,8	0,8	0,8	
Коэффициент относительно проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон	$k_F$	-	0,48	0,48	0,48	
Средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на вертикальные поверхности	север	$I_1$	кВтч/м <sup>2</sup>	128	128	128
	юг	$I_2$		296	296	296
	запад	$I_3$		188	188	188
	восток	$I_4$		182	182	182

### 3.4.8 Определение фактического теплотребления при нормативных условиях отопительного периода

Фактический расход тепловой энергии в системах отопления и вентиляции здания, пересчитанный на нормативные условия отопительного периода в соответствии с данными СНБ 2.04.02-2000:

$$Q_{h\phi n}^y = Q_{\phi} \cdot \frac{Dd}{Dd_{\phi}} = 524844 \cdot \frac{3742,2}{4672,8} = 458787 \text{ кВт}\cdot\text{ч} ;$$

### 3.4.9 Определение фактического и расчетного теплотребления в системе ГВС

Результат расчета фактического и расчетного теплотребления представлен в таблице ниже.

Таблица 38 – Определение фактического и расчетного теплотребления в системе ГВС

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
Количество жителей	m	чел.	143	
норма расхода воды на горячее водоснабжение при температуре 55° С на одного человека в сутки по СНиП 2.04.01.85	a	л/ (чел.·сут.)	105	
Удельная теплоемкость воды	c	кДж/(кг·К)	4,19	
Температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период	t <sub>х</sub>	°С	5	
Температура горячей воды	t <sub>г</sub>	°С	55	
Средний тепловой поток на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub>	Вт	43 689	
Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение	Q <sub>hw.max.</sub>	Вт	104 855	
Коэффициент снижения расхода воды на горячее водоснабжение в летний период	β	-	0,8	
Температура холодной (водопроводной) воды в межотопительный период	t <sub>х</sub>	°С	15	
Продолжительность работы системы горячего водоснабжения	z <sub>г</sub>	сут	350	
Продолжительность отопительного периода	z <sub>от</sub>	сут	198	
Годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	Q <sub>hw</sub> <sup>год</sup>	кВт·ч	366 992	204 526
		Гкал	315,25	175,86

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
Удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{hw}^{год}$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	37,2	20,7
Класс энергетической эффективности				А

### 3.4.10 Определение фактического и нормативного потребления электрической энергии

Результат расчета фактического и расчетного электропотребления представлен далее (Таблица 8).

Таблица 39 – Определение фактического и расчетного электропотребления общедомовым оборудованием

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
Силовое оборудование:				
Циркуляционный насос: Grundfoss UPSD65-180F (heating)	$P_{уст. сил}$	кВт	1,55	-
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	-
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4752	-
Повысительный насос: Grundfoss CR-1	$P_{уст. сил}$	кВт	0,75	-
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	-
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4752	-
ГВС: Grundfoss D32-120F	$P_{уст. сил}$	кВт	0,275	-
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	-
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	4200	-
ГВС (резерв): Grundfoss D32-120F	$P_{уст. сил}$	кВт	0,275	-
Коэффициент спроса	$K_c$	-	0,6	-
Время работы за рассматриваемый период	$T$	ч	0	-
Потребление электроэнергии силовым оборудованием	$\mathcal{E}_{уст. сил}$	кВт·ч	7 251	-
Лифтовые установки:				
Установленная мощность электродвигателя пассажирского лифта	$P_{уст. дв. л.}$	кВт	6	-
Установленная мощность электродвигателя грузового лифта	$P_{уст. дв. л.}$	кВт	11	-



Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное потребление	Фактическое потребление
Коэффициент спроса, определяемый в зависимости от количества лифтовых установок и этажности зданий	$K_{с.л}$	-	0,7	-
Время работы за рассматриваемый период	$T_{л.}$	ч	1 460	-
Потребление электроэнергии лифтовыми установками	$\mathcal{E}_{уст.дв.л.}$		17 374	-
Система освещения:				
Люминесцентные лампы (вход, лестничные клетки)	$P_{осв}$	кВт	1,32	-
Люминесцентные лампы (лестницы)	$P_{осв}$	кВт	0,462	-
Лампы накаливания (подвал)	$P_{осв}$	кВт	0,108	-
Лампы накаливания (подвал)	$P_{осв}$	кВт	0,288	-
Лампы накаливания (подвал)	$P_{осв}$	кВт	0,232	-
Люминесцентные лампы (технический этаж)	$P_{осв}$	кВт	0,088	-
Лампы накаливания (аварийное освещение)	$P_{осв}$	кВт	0,4	-
Лампы накаливания (наружное освещение)	$P_{осв}$	кВт	0,8	-
Время работы за рассматриваемый период	$T_{осв}$	ч	1460	-
Потребление электроэнергии системой освещения	$\mathcal{E}_{осв}$	кВт·ч	7 959	-
Суммарное потребление электрической энергии	$\mathcal{E}_{кв}$	кВт·ч	32 584	11 456
Удельный расход электрической энергии общедомовыми системами здания	$\mathcal{E}_{уд}$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	4,12	1,45
Класс энергетической эффективности				A

### 3.4.11 Определение интегральных энергетических характеристик

Результат расчета удельных интегральных энергетических характеристик представлен далее в таблице.

Таблица 40 – Удельные интегральные энергетические характеристики здания

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	$q_h^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> ·°С·сут)	11,03	12,41	С
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	$q_{hw}^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	37,2	20,7	А
удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	$\varepsilon_o^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	4,12	1,45	А

### 3.5 Проведение энергетического обследования 2-х секционного жилого дома 8 и 10 этажей по адресу г. Гродно, ул. Держинского 23-б

#### 3.5.1 Общие сведения о здании

На основании собранных данных приводятся следующие характеристики здания:

- год постройки здания: 2009;
- серия проекта здания: экспериментальный энергоэффективный жилой дом из мелкоштучных материалов;
- этажность здания: 8, 10;
- количество секций: 1;
- количество квартир: 69.

#### 3.5.2 Система теплоснабжения

Теплоснабжение осуществляется от городских тепловых сетей со следующими параметрами.

- температурный график системы отопления здания: 90/70°С;
- схема системы отопления: двухтрубная;

- схема подключения системы отопления к тепловой сети: независимая с пластинчатым теплообменником в ИТП;
- тип отопительных приборов: стальные панельные радиаторы, регистры из гладких труб (мусорокамера, электрощитовая, насосная);
- регулирование теплоотдачи: автоматическое - в тепловом узле, на стояках – запорно-регулирующей арматурой, в квартирах – термостатическими вентилями;
- тип системы горячего водоснабжения (ГВС): с циркуляцией по магистралям;
- система вентиляции поквартирная приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением и рекуперацией тепла удаляемого из помещений воздуха что осуществляется в компактных индивидуальных приточно-вытяжных установках марки REGO 400. Приточно-вытяжные установки (ПВ) располагаются на лоджиях каждой квартиры;
- тепловая нагрузка здания  $Q_{от} = 198$  кВт.

В состав квартирной приточно-вытяжной установки входят:

- приточный и вытяжной вентиляторы;
- приточный и вытяжной фильтр;
- ротационный теплообменник;
- электрический воздухонагреватель;
- автоматика управления.

Показатели приточно-вытяжной установки:

- Номинальная производительность установки:  $300\text{ м}^3/\text{ч}$
- Мощность электронагревателя: 1 кВт
- Мощность вентилятора:  $2 \times 137$  Вт
- Эффективность теплообменника по возврату тепловой энергии: 80,2%

В вентиляционной установке предусмотрены три уровня интенсивности вентиляции, которые выбираются на пульте управления переключателем (минимальный, нормальный, максимальный). Предусмотрена установка требуемой температуры приточного воздуха ( $15, 20, 25^\circ\text{C}$ ), возможность работы установки в режиме "TURBO" (на максимально возможной мощности). Системой автоматизации предусмотрено отключение установки при пожаре и отключение системы отопления при заданной температуре воздуха.

В воздуховод, удаляющий воздух из квартиры, встроены два датчика температуры. По сигналу от датчика  $T1$   $70^\circ\text{C}$  температурное реле TP-M01-1-15 отключает приточно-вытяжную установку. По сигналу от другого датчика  $T1$   $25^\circ\text{C}$  температурное реле TP-M01-1-15 отключает системы отопления путем воздействия на исполнительный механизм регулирующего клапана TBV-C, установленного на подающем трубопроводе поквартирной системы отопления.

Приток наружного воздуха осуществляется от общих воздухозаборных шахт расположенных как снаружи здания, так и в пределах. Приточный воздух подогревается в теплоутилизаторе. При необходимости догревается электрическим воздухонагревателем и по системе воздуховодов поступает в квартиру.

Вытяжной воздух из кухни и ванной комнаты проходит через утилизатор и уже охлажденный отводится в общую вытяжную шахту расположенную рядом с приточной. Вытяжка из санузлов осуществляется через расположенные во внутренних стенах кирпичные каналы посредством вытяжного канального вентилятора, оснащенного автоматически открывающимися жалюзи и таймером, который по истечении времени отключает вентилятор.

На летний период года в жилом доме запроектирована дополнительно вытяжная вентиляция с естественным побуждением из кухонь. Вытяжка осуществляется через кирпичные каналы, расположенные во внутренних стенах. Приток воздуха в кухни осуществляется через окна с поворотной —откидной открыванием створок. В переходный и зимний период года регулируемые решетки, установленные на вытяжных каналах кухонь, должны быть плотно закрыты во избежание опрокидывания тяги при работающей механической вентиляции.

### **3.5.3 Система электроснабжения**

Электроснабжение осуществляется от наружных сетей напряжением 380/220 В с глухо-заземленной-нейтралью трансформатора. Вводно-распределительное устройство жилого дома расположено в помещении электрощитовой на первом этаже. Категория надежности электроснабжения II.

Проектом предусмотрено устройство автоматического сбора и передачи данных расхода электроэнергии.

Рабочее освещение лестничных клеток, имеющих естественное освещение, управляется сенсорными выключателями с выдержкой времени. Эвакуационное освещение лестничных клеток, лифтовых холлов, а также рабочее освещение входов включается от фотореле с наступлением темноты.

### **3.5.4 Приборы учета**

#### ***Система теплопотребления я:***

В тепловом узле установлен общий тепловой счетчик на жилой дом типа ТЭМ 104, поквартирный учет тепла осуществляется индивидуальными тепловыми счетчиками.

#### ***Система водопотребления:***

На вводе в здание установлен общий счетчик холодной воды на

жилой дом, поквартирный учет холодной и горячей воды осуществляется индивидуальными счетчиками.

### **Система электроснабжения**

Учет потребляемой энергии осуществляется расчетными счетчиками, установленными для каждой квартиры в этажных щитках, размещенных в поэтажных коридорах; для общедомовых нагрузок жилого дома – во вводно-распределительном устройстве.

В доме установлена система АСКУЭ на базе счетчиков ЦЭ 6822, СЕ-102 ООО «Энергомера» г. Фаниполь, которая выполняет функции контроля за энергопотреблением. Комплект средств АСКУЭ позволяет вести 3-х тарифный учет электроэнергии.

### **3.5.5 Потребление энергоресурсов**

Данные о потреблении энергоресурсов представлены ниже в таблице.

Таблица 41 – Фактическое потребление энергоресурсов

Месяц	Потребление электрической энергии мест общего пользования	Потребление тепловой энергии			Потребление воды	
		всего здания	на отопление и вентиляцию	на горячее водоснабжение	горячей	холодной
		кВт·ч	Гкал	Гкал	Гкал	м.куб.
Май		18,85			299	350
Июнь		9,65		12,97	182	349
Июль	888	16,63	0	12,28	261	370
Август	1227	17,35	0	20,08	271	359
Сентябрь	1184	17,92	0	26,51	289	344
Октябрь	1473	35,97	15,668	20,302	304	345
Ноябрь	1589	49,41	25,455	23,955	295	327
Декабрь	1790	77,49	57,012	20,478	339	378
<b>Итого 2012 г.</b>	<b>8151</b>	<b>243,27</b>	<b>98,135</b>	<b>136,575</b>	<b>2240</b>	<b>2822</b>
Январь	1875	79,25	53,883	25,367	323	369
Февраль	1960	61,32	34,259	27,061	326	375
Март	1719	69,83	44,743	25,087	296	340
Апрель	1516	39,22	7,495	31,725	314	366
Май	1366	26,76	0	26,76	336	403
Июнь	1066	24,14	0	24,14	0	506
Июль	1223	16,65	0	23,8	0	617
Август	1244	16,72	0	24,52	0	572
Сентябрь	1329	19,27	0	29,68	294	373
<b>Итого 2013 г.</b>	<b>13298</b>	<b>353,16</b>	<b>140,38</b>	<b>238,14</b>	<b>1889</b>	<b>3921</b>

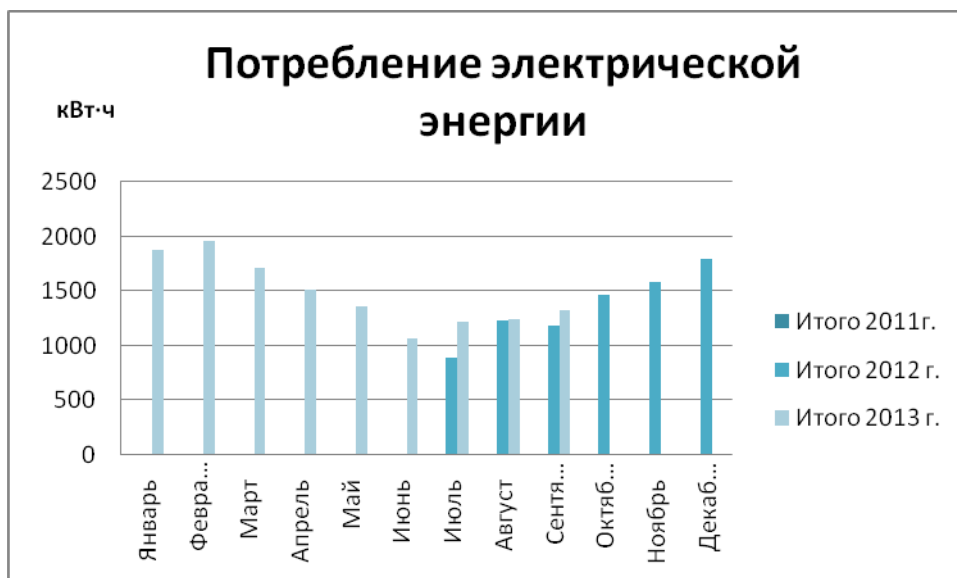


Рисунок 37 – Динамика потребления электрической энергии жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления электроэнергии имеет практически равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления электрической энергии по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. В зимнее время увеличивается нагрузка на силовое оборудование теплового пункта и систему освещения.

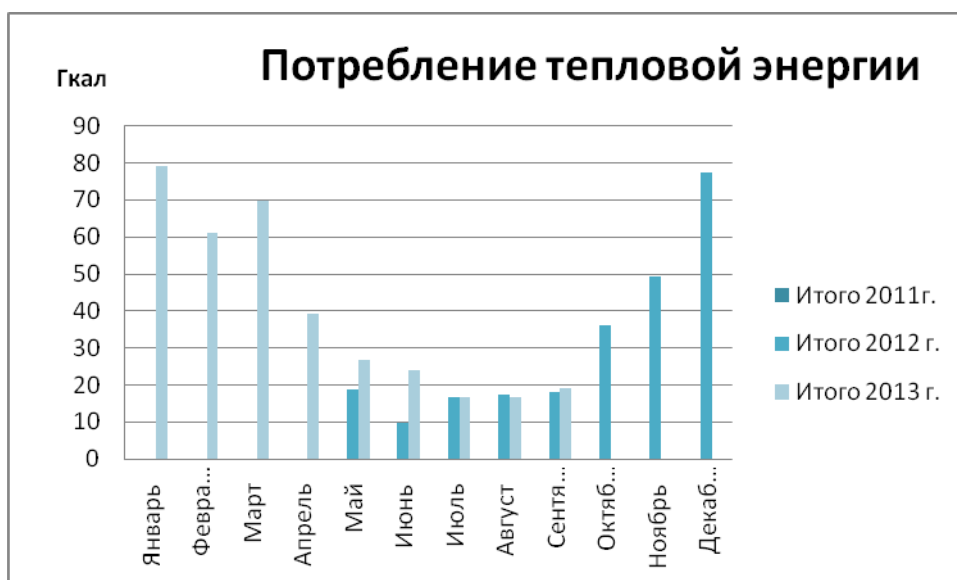


Рисунок 38 – Динамика потребления тепловой энергии жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления тепловой энергии имеет неравномерный характер в годовом разрезе. Это

вызвано тем, что основной расход тепловой энергии идет на обогрев здания и зависит от колебания климатических параметров.

Динамика потребления тепловой энергии по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. В зимнее время увеличивается нагрузка на систему отопления, в летнее время функционирует только система горячего водоснабжения.

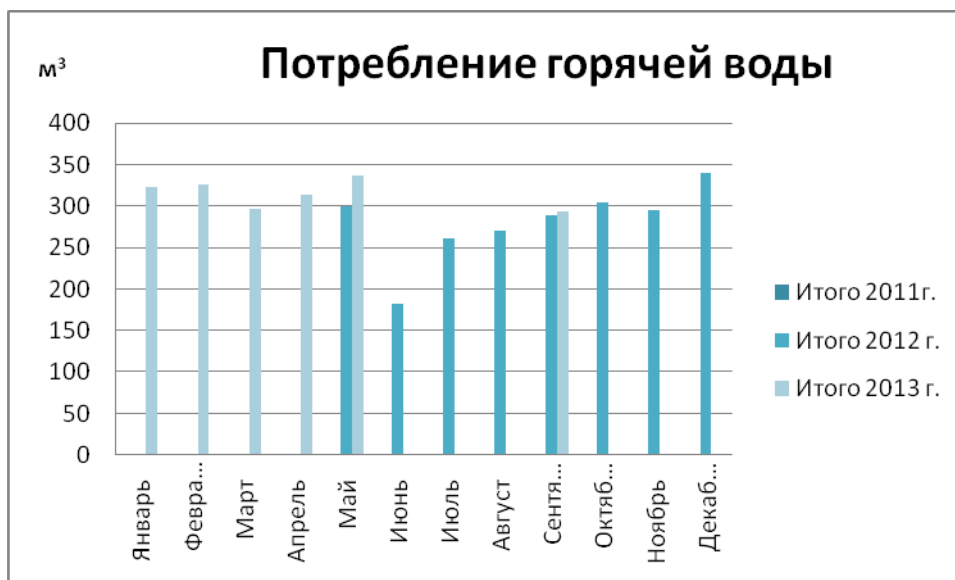


Рисунок 39 – Динамика потребления горячей воды жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления горячей воды имеет равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления воды по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. Сокращение расхода воды на санитарно-гигиенические нужды обусловлено периодом отпусков, а также плановым отключением горячей воды в летнее время для проведения профилактики тепловых сетей.

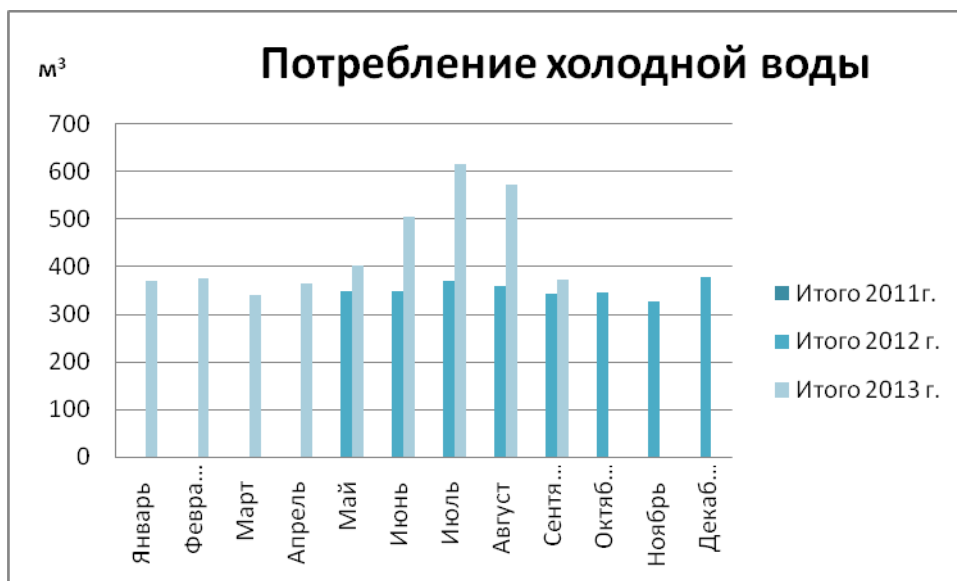


Рисунок 40 – Динамика потребления горячей воды жилым зданием в 2011-2013 гг.

Как следует из представленных данных, уровень потребления холодной воды имеет равномерный характер в годовом разрезе.

Динамика потребления воды по месяцам соответствует режиму эксплуатации объекта обследования. Рост расхода воды обусловлен отключением системы горячего водоснабжения на профилактический ремонт, и как следствие увеличение нагрузки на холодное водоснабжение.

### 3.5.6 Проведение инструментальных измерений

#### 3.5.6.1 Обследование строительных конструкций

Для определения распределения тепловых потерь проведена съемка в инфракрасном диапазоне ограждающих конструкций здания тепловизором. Съемка производилась как снаружи, так и внутри помещений обследуемого жилого здания. Распределение температур на ИК-снимках представлено в цвете. Красные тона на рисунках соответствуют более высоким температурам, синие тона — более низким.





Рисунок 41 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

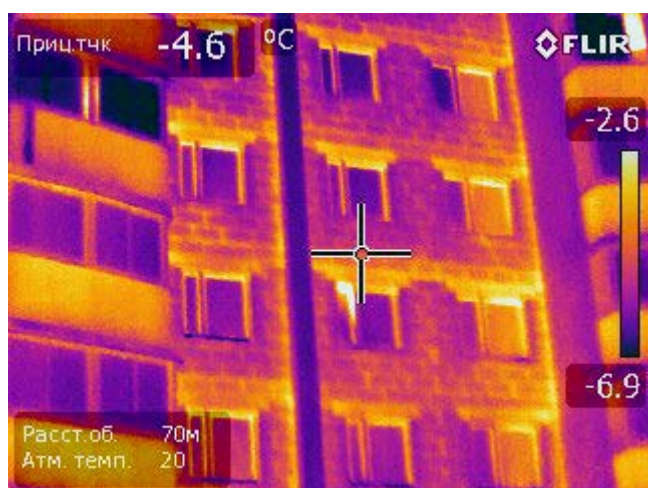


Рисунок 42 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

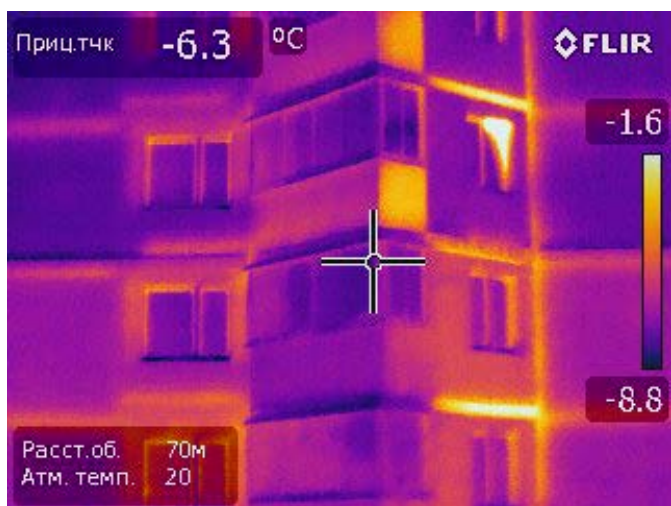


Рисунок 43 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне

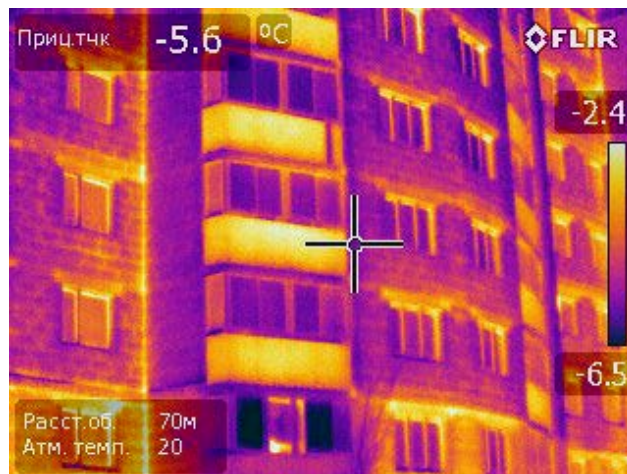


Рисунок 44 – Изображение участка фасада жилого здания в ИК-диапазоне



Рисунок 45 – Изображение участка стены внутри здания

Проведен пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия. На основании расчета делается вывод о появлении конденсации паров воды из воздуха на поверхности конструкции.

Таблица 42 – Пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия

Наименование величины	Размерность	Формула или обозначение	Результат
Определение температура внутренней поверхности ограждения при $t_b - t_n$ без учета изменения коэффициента теплоотдачи $a_b$	°C		4,6242
Разница между средней за период наблюдений температурой внутреннего воздуха и средняя за период наблюдений температурой внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке	°C	$Dt = t_b^{эксп} - t_b^{эксп}$	4,7
Коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен при $Dt = t_b^{эксп} - t_b^{эксп}$ . Для потолков полученное значение умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_k$	2,8
Разница между расчетной температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения	°C	$Dt = t_b - t_b'$	11,3758
Коэффициенты конвективного теплообмена внутренней поверхности стен при $Dt = t_b - t_b'$ . Для потолков полученное значение умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_k'$	3
Среднее арифметическое температур: средняя за период наблюдений температура внутреннего воздуха и средняя за период наблюдений температура внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке	°C		12,65
Коэффициенты лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при $t_{cp} = (t_b^{эксп} + t_b^{эксп}) / 2$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_l$	4,7
Среднее арифметическое температур: расчетной температуры внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения.	°C		10,3121
Коэффициент лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при $t_{cp} = (t_b + t_b') / 2$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_l'$	4,2
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_b = a_k + a_l$	7,5
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте, при $t_b$ и $t_b'$	Вт/(м <sup>2</sup> °C)	$a_b' = a_k' + a_l'$	7,2
Температура внутренней поверхности ограждения при расчетных температурных условиях	°C		4,15
Температура точки росы при влажности = 55%	°C	$t_p$	10,69
Условие отсутствия появления конденсации паров воды из воздуха на поверхность	-	$t_b^{расч} > t_p$	
Вывод	<i>нет конденсации на поверхности</i>		

По результатам проведения тепловизионного обследования можно сделать следующие выводы:

- температурное поле однородное, участки с повышенными теплотерями отсутствуют;

- по результатам измерений тепловых потоков были определены теплозащитные свойства ограждающих конструкций (термическое сопротивление конструкций  $R_k$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ). Результат расчета представлен далее (п. 2.7.7 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе отопления).

### ***3.5.6.2 Обследование инженерных систем***

Для оценки энергетической эффективности работы системы теплопотребления было проведено выборочное приборное обследование внутридомовых трубопроводов, радиаторов отопления, находящихся в тепловом узле. Цель приборного обследования включала:

- сопоставление фактических параметров сетевой воды с расчетными (нормативными) параметрами;
- оценку фактического состояния и определение энергетической эффективности оборудования и условий его эксплуатации.

Таблица 43 – Результаты обследования инженерных систем

Наименование контролируемого параметра	Результаты контроля	Результаты тепловизионной съемки
Трубопроводы системы теплоснабжения: -подающий трубопровод -обратный трубопровод	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. Тепловая изоляция без дефектов.	
Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.	
Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.	
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.	
Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.	

## 4 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В результате проведенной работы было выполнено энергетическое обследование 4 жилых зданий различного расчетного класса энергетической эффективности в г.Минске. На основании собранных статистических данных, проведенных инструментальных измерений определены классы энергетической эффективности по 4 параметрам. Расчет классов энергетической эффективности производился по отношению к современным нормативам, установленным с 2012 года. Сводные результаты приведены в таблице ниже.

Таблица 44 – Сводные результаты проведения энергетического обследования

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
<b>Дом серии М-464-У1 по адресу ул. Каменногорская, 30 (90 кВт·ч/м<sup>2</sup>)</b>					
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	$q_h^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> ·°С·сут)	12,49	15,01	D
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	$q_{hw}^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	62	48	A
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	$\varepsilon_o^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	1,99	1,60	A
<b>Дом серии М-464-У1 по адресу ул. Каменногорская, 86 (60 кВт·ч/м<sup>2</sup>)</b>					
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	$q_h^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	53,69	59,03	C
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 <sup>2</sup> ·°С·сут)	14,35	13,61	C
Удельный расход тепловой энергии	$q_{hw}^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	50	34	A

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Нормативное значение	Фактическое значение	Класс энергоэффективности
энергии в системе горячего водоснабжения здания					
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	$\varepsilon_o^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	1,92	0,75	A
<b>Дом серии М-111-90 по адресу ул. Кунцевщина, 35 (90 кВт·ч/м<sup>2</sup>)</b>					
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	$q_h^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> °С·сут)	11,99	15,34	D
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	$q_{hw}^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	38,4	38,3	C
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	$\varepsilon_o^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	4,32	3,56	B
<b>Дом серии М-111-90 по адресу ул. Казимировская, 9 (60 кВт·ч/м<sup>2</sup>)</b>					
Удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания	$q_h^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	41,28	46,45	C
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 <sup>2</sup> °С·сут)	11,03	12,41	C
Удельный расход тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания	$q_{hw}^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	37,2	20,7	A
Удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием	$\varepsilon_o^y$	кВт·ч/м <sup>2</sup>	4,12	1,45	A

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.

Расчитанные 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, дом 23-б 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.



## 5 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.07.2006 № 964 «Об энергетическом обследовании организаций»

[2] ТКП 45- 2.04-195-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения»

[3] Энергетический аудит зданий Электронный журнал энергосервисной компании, № 6, 2009

[4] Тематическое сообщество «Энергоэффективность и Энергосбережение» Консолидированный обзор «Энергоаудит зданий и энергетические паспорта». декабрь, 2011 <http://solex-un.ru/energo>

[5] МДС 13-20.2004. Комплексная методика по обследованию и энергоаудиту реконструируемых зданий. Пособие по проектированию.