

ТЕПЛОВИЗИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ КВАРТИРЫ. ПРИМЕР ОТЧЕТА

Одной из ключевых характеристик, определяющих эффективность энергосбережения для зданий, является качество теплозащиты его ограждающих конструкций. Согласно данным Госстроя, (письмо от 20 апреля 1998 года № БЕ-19-13/28 “Основные направления и механизм энергоресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве Российской Федерации”) наиболее значительные теплотери в зданиях происходят через наружные стеновые ограждения (42 и 49 % для пяти- и девятиэтажных зданий) и окна (32 и 35 % соответственно). Госстрой России в письме от 23.10.97 № БЕ-19-40/4 предписывает органам архитектуры и строительства, территориальным инспекциям ГАСН не допускать ввода в эксплуатацию объектов, не отвечающих нормативным требованиям к качеству теплозащиты; лишать лицензий проектные и строительные организации, производящие проектирование и строительство с нарушением установленных требований. Аналогичные требования определены и на региональном уровне. Это требования МГСН 2.01-99 и введение в Москве энергетических паспортов на здания и сооружения (ГОСТ Р-51387-99), нормирующих проведение энергетического обследования, включающего контроль наружных ограждающих конструкций и другие распоряжения и постановления Правительства Москвы по энергосбережению в строительстве и ЖКХ.

Параметром, характеризующим способность ограждающей конструкции препятствовать прохождению тепла через нее, является сопротивление теплопередаче. Чем выше значение этого параметра, тем ниже потери тепла, обусловленные теплопроводностью материала строительной конструкции. Температура поверхностей строительных конструкций зависит от теплофизических свойств их материалов, наличия теплопроводных включений, как конструктивно обусловленных, так и случайных, являющихся технологическими или конструктивными дефектами и др.

В настоящее время в России большинство зданий и сооружений имеют наружные ограждающие конструкции, не соответствующие современным нормативным требованиям по сопротивлению теплопередаче. Поэтому очень важным является проведение массового и оперативного обследования фактического теплотехнического состояния зданий или, другими словами, фактического распределения температурных полей на поверхности наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Если пользоваться традиционными методами, то для определения теплофизического состояния ограждающих конструкций здания необходимо установить несколько сотен или тысяч термодатчиков. Естественно, большая трудоемкость и высокая стоимость такой работы затрудняли и практически делали невозможным осуществление необходимого контроля теплофизических свойств во время приемки зданий в эксплуатацию и, особенно, перед капитальным ремонтом или реконструкцией.

В настоящее время эта проблема решена на самом высоком техническом уровне. На вооружении специалистов имеется эффективный метод контроля и определения пространственного распределения тепловых потоков (температур) по поверхности ограждающих конструкций зданий, основанный на применении прибора под названием “тепловизор”.

Тепловизионный контроль качества теплозащиты зданий и сооружений успел зарекомендовать себя как один из основных способов контроля состояния ограждающих конструкций по окончании строительства и в период эксплуатации ввиду оперативности, наглядности метода и достоверности полученных результатов.

К преимуществам тепловизионных съемок также относятся:

- высокая температурная разрешающая способность приборов;
- дистанционность измерения при полном исключении механического контакта и нарушения поля температур измеряемого объекта;
- возможность обнаружения внутренних дефектов по измерениям возмущений поля температур по поверхности конструкции;
- высокая пространственная разрешающая способность приборов;

- возможность обзора одним и тем же прибором малых (размером до нескольких сантиметров) и очень больших (размером до сотен метров) объектов;
- большой диапазон температур, охватываемый одним и тем же прибором.

Метод тепловизионного контроля позволяет выявить следующие дефекты строительных конструкций и возможные причины их вызвавшие:

- места протечек воздуха и воды (дефектная зачеканка швов с наружной стороны, отслоение пленки мастики от бетонной поверхности, недостаточное обжатие гермита и трещины в растворе и мастике, дефекты оконных блоков и проемов из-за некачественного уплотнения стен замазкой, сквозных щелей в соединениях нижних элементов коробок, прерывности мастики в устье стыка защелки оконного блока);
- мостики тепла и холода, ухудшение сопротивления теплопередаче (отсутствие теплоизоляции, аномальная увлажненность, скрытые дефекты строительства, нарушение технологии выполнения кирпичной кладки и т.п.);
- дефектные панели ограждающих конструкций (нарушения толщины и расстановки утеплителя, адсорбция влаги в утеплителе, завышение объёмного веса керамзитобетона, оседание утеплителя, скол края панели);
- отслоение штукатурки, облицовки и других покрытий (некачественный материал, нарушение технологии работ, неправильный режим эксплуатации).

Перечисленные факторы приводят к преждевременному снижению теплозащитных свойств в отдельных местах ограждающих конструкций в результате воздействия погодных (ветер, атмосферные осадки) и естественно-климатических (циклы тепло-холод-тепло, влажность) условий. Это, в свою очередь, приводит к ухудшению микроклимата внутри зданий и перерасходу топлива вследствие увеличения теплопотерь через дефекты ограждающих конструкций.

Современные тепловизионные системы позволяют быстро и точно выявить участки с повышенными теплопотерями и определить их границы. По этим результатам можно достоверно судить о качестве покрытий, состоянии материала стен зданий, тепловом режиме помещений, указать места для проведения ремонта, оптимизировать теплоснабжение, осуществлять контроль над расходом тепла и проводить энергоаудит.

Проводя тепловизионную съемку наружной и внутренней поверхностей ограждающей конструкции, мы получаем термограммы: двумерные изображения обследованных поверхностей, где цвет соответствует значению температуры, определяемому температурной шкалой термограммы. По данной термограмме возможно провести детальный и достоверный анализ о состоянии конструкции и его поведении в динамике.

Анализ термограмм наружных поверхностей ограждающих конструкций позволяет:

- выявить аномальные участки ограждающих конструкций с повышенными теплопотерями;
- сделать заключение о качестве примененных ограждающих конструкций и их монтаже при строительстве;
- определить целесообразность и объем профилактического или капитального ремонта здания и т.д.

В настоящее время в большинстве развитых странах мира существуют технические и законодательные нормы, требующие строительства и реконструкции зданий с эффективным использованием энергии. В России в 1996 году был принят “Закон об энергосбережении” (№28-ФЗ от 03.04.96), который диктует необходимость экономного расходования невозможных энергетических ресурсов. На основании этого закона Минстроем РФ была принята программа “Энергосбережение в строительстве” и утверждены изменения № 4 СНиП “Строительная теплотехника”, которые, исходя из условий энергосбережения, определяют минимальные значения приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих кон-

струкций для зданий, строительство или реконструкция которых начались после 1 января 2000 года (второй этап энергосбережения).

26 июня 2003 года Постановлением Госстроя России № 113 взамен СНиП 11-3-79* приняты и введены в действие с 1 октября 2003 года СНиП 23-02-2003 “Тепловая защита зданий”.

В них пунктом 5.1 установлены три показателя тепловой защиты здания:

- а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;
- б) санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;
- в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания.

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если будут соблюдены требования показателей “а” и “б” либо “б” и “в”.

Исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий в соответствии с этими СНиП, приведенные сопротивления теплопередаче R_o ограждающих конструкций жилых помещений с нормальным режимом эксплуатации в зависимости от величины ГСОП должны быть не менее требуемых значений $R^{тp}_o$ (таблица 4 Норм):

Таблица 1

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, D_d $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций не менее $R^{тp}_o$, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$		
		стен	покрытий чердачных	Окон и балконных дверей
Жилые здания	4500	3,0	3,93	0,49
	5000	3,15	4,15	0,53

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$, определяются по формуле

$$\text{ГСОП}(D_d) = (t_b - t_{от.пер.}) \cdot Z_{от.пер.}, \quad (1)$$

где t_b - расчетная температура внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$, принимаемая по **ГОСТ 30494** и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

$t_{от.пер.}$ - средняя температура, $^{\circ}\text{C}$, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C по **СНиП 23-01-99**, (для г. Рязани = (-) $3,5^{\circ}\text{C}$);

$Z_{от.пер.}$ - период со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C (208 сут).

$\text{ГСОП}(D_d) = (18 - (-3,5)) \cdot 208 = \mathbf{4472,0}^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ - для жилых комнат и квартир при внутренней температуре воздуха $+18^{\circ}\text{C}$;

$\text{ГСОП}(D_d) = (20 - (-3,5)) \cdot 208 = \mathbf{4888}^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ - для жилых комнат и квартир при внутренней температуре воздуха $+20^{\circ}\text{C}$;

Ожидаемое значение сопротивления теплопередаче стен рассчитывается как:

$$R_o = 1/a_b + R_{ki} + 1/a_n \quad (2)$$

где a_v - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/м²·°С, (принимается равным 8,7 Вт/м²·°С, таблица 7);

a_n - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/м²·°С, (принимается равным 23 Вт/м²·°С);

R_{ki} – термическое сопротивление ограждающей конструкции, м²·°С/Вт, определяемое для однородной (однослойной) ограждающей конструкции – по формуле (3).

Термическое сопротивление R_{ki} , м²·°С/Вт, слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_{ki} = d_i / \lambda_i \quad (3)$$

где d_i – толщина слоя, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/м²·°С, принимаемый по прил.3* (СНиП 11-3-79*).

Зная свойства строительных материалов, примененных для ограждающих конструкций и толщину слоёв, можно вычислить ожидаемое значение сопротивления теплопередаче стен, которое было заложено при проектировании и строительстве. Сравнив их с данными, приведенными в таблице 1 (см. выше), можно сделать вывод о выполнении требований СНиП 23-02-2003.

Для примера приведу таблицу соотношений толщин материалов для заданной величины $R_0=3,16$ (нормативное значение R для стен жилых зданий в г. Москве)

Таблица 2

Материал	Теплопроводность λ , Вт/м ² ·°С	Толщина, м
Железобетон	2,04	6,12
Кирпич керамический ГОСТ-530-80	0,81	2,43
Кирпич керамический пустотный плотностью 1400 кг/м ³	0,52	1,56
Кирпич силикатный ГОСТ 379-79	0,87	2,61
Сосна, ель (поперек волокон)	0,18	0,56
Газобетон плотностью 400 кг/м ³	0,1	0,35
Пенополистирол (пенопласт ГОСТ 15588-70 плотностью 40 кг/м ³)	0,05	0,155
ISOVER KL-A	0,048	0,15
STYROFOAM FLOORMATE 200 (экструдированный пенополистирол)	0,029	0,09

При проведении комплексного обследования ограждающих конструкций с применением приборов контроля температуры поверхности ограждающих конструкций и тепловых потоков через них в течение не менее 3-х дней, можно определить действительное значение сопротивления теплопередаче этих конструкций.

По пункту 5.8 СНиП расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, установленных в таблице 5: для наружных стен – не более 4,0 °С; покрытий и чердачных перекрытий – 3,0 °С; перекрытий над проездами, подвалами и подпольями – 2,0 °С.

Комфортными микроклиматическими условиями считают сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения реакций терморегуляции. Такие условия вызывают ощущения теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности. Близкие к комфортным микроклиматические условия называют допустимыми.

Допустимые условия предполагают возможность преходящих и быстро нормализующихся изменений теплового состояния организма человека, которые не должны выходить за пределы физиологических приспособительных способностей.

Комфортные, так и допустимые условия, в первую очередь, определяются сочетаниями средней температуры внутренних поверхностей стен помещений и температуры воздуха внутри помещения, при которых человек, находясь, как в середине помещения (так называемое, первое условие комфортности), так и непосредственно около внутренней стены помещения (второе условие комфортности), не испытывает чувства перегрева или переохлаждения.

При постоянной внутренней температуре, например $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, тепловые ощущения человека могут характеризоваться оценкой “холодно” при $t_{\text{ср}}$ меньше $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$, “нормально” при $t_{\text{ср}}$ от $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$, до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и “жарко” при $t_{\text{ср}}$ больше $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это объясняется тем, что интенсивность отдачи теплоты с поверхности тела человека зависит как от температуры внутреннего воздуха, влияющей на конвективный теплообмен, так и от температуры, размеров и расположения охлажденных и нагретых поверхностей внутри помещения, определяющих радиационный теплообмен.

В помещениях с пониженной (слабая теплозащита) температурой внутренней поверхности наружных стен $t_{\text{ср}}$ можно добиться нормализации теплоощущений человека повышая температуру внутреннего воздуха (конвективное отопление радиаторов). Однако, как всегда, вопрос в цене решения. При заниженной температуре внутренних поверхностей наружных стен достижение комфортных условий напрямую связано с дополнительной нагрузкой на отопительную систему и, как следствие, ее более быстрым износом.

В пункте **5.9**: Температура внутренней поверхности ОК (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций) в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года (относительная влажность внутреннего воздуха для помещений жилых зданий принимается равным 55%, для помещений кухонь – 60%).

Для примера значения температуры точки росы в зависимости от параметров внутреннего воздуха рассчитаны и приведены в таблице 3 (литература 14, глава 6).

Таблица 3

Влажность / Температура внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$	18	19	20	21
40 %	3,7	4,6	5,5	6,3
50 %	7,0	7,9	8,9	9,8
55 %	8,5	9,5	10,5	11,4
60 %	9,9	11,6	11,9	12,8

В пункте **5.10** сказано, что температура внутренней поверхности конструктивных элементов остекления окон зданий должна быть не ниже $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а непрозрачных элементов окон – не ниже температуры точки росы при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года.

Исходя из вышеперечисленного, чтобы дом был по-настоящему комфортным, с точки зрения теплозащиты, он должен отвечать целому ряду требований. Комфорт в помещении характеризуется:

- температурой внутреннего воздуха: для жилых помещений оптимально 20 - 22 °С,
- температурой поверхности стен 16-18 °С (минимально), пола 22-24 °С (оптимально),
- тепловой инерцией (накоплением тепла) конструкции (иначе здание будет не только быстро прогреваться, но и быстро остывать),
- относительной влажностью воздуха 55%,
- движением воздуха не более 0,2 м/с (отсутствие сквозняков).

1. Нормативно-техническая база.

Тепловизионное обследование проведено для оценки качества строительных работ, состояния ограждающих конструкций с точки зрения их теплозащитных свойств и условий комфортности внутри помещений.

Тепловизионное обследование проводилось в соответствии с ГОСТ 26629-85 "Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций", ГОСТ 26602-85 "Окна. Методы определения сопротивления теплопередаче" и международным стандартом ISO 6781-87 "Теплоизоляция. Качественное выявление тепло-технических нарушений в ограждающих конструкциях. Инфракрасный метод".

При проведении обследования использовались следующие средства измерения:

1. Портативный компьютерный термограф "ИРТИС-2000", зав. № 914, со следующими характеристиками:

- | | |
|--|--------------------------------|
| - спектральный диапазон регистрируемых волн | 3 – 5 микрон; |
| - диапазон измеряемых температур | от –40 до +1700 °С; |
| - чувствительность к перепаду температур | не более 0.05 °С; |
| - диапазон рабочих температур | от –40 до +50 °С; |
| - погрешность измерения абсолютных температур по АЧТ | +/- 1°С(+/- 1% от изм. диап.); |
| - поле зрения | не меньше 25 x 20 град; |
| - число элементов разложения в кадре | 256 x 256; |
| - охлаждение | жидкий азот (77 °К). |

2. Термогигрометр ТГЦ-МГ4.01, зав. № 896:

- | | |
|---------------------------------------|-------------------|
| - диапазон измерения температур | от –30 до +85 °С; |
| - диапазон измерения влажности | от 0 до 99,9%; |
| - абсолютная погрешность измерения | +/- 0,5 °С; |
| - абсолютная погрешность по влажности | +/- 3%. |

2. Основные термины и определения:

Тепловой неразрушающий контроль – неразрушающий контроль, основанный на регистрации температурных полей объекта контроля.

Термография (тепловидение) – метод получения информации об объекте путем бесконтактной регистрации всех видов излучения объекта в инфракрасном диапазоне спектра.

Тепловизор – прибор, регистрирующий излучение объекта в инфракрасном диапазоне и преобразующий тепловое изображение в видимое.

Термограмма – инфракрасное изображение температурного поля объекта контроля.

Тепловая аномалия – локальное отклонение распределения теплового излучения объекта от нормы.

Температурный напор – разность температур между внутренним и наружным воздухом.

Ограждающие конструкции (ОК) – строительные конструкции (стены, покрытия, перекрытия, окна и т.д.), служащие для защиты помещений от внешних климатических факторов и воздействий.

Светопрозрачная ограждающая конструкция – ограждающая конструкция, предназначенная для освещения естественным светом помещений зданий.

Сопrotивление теплопередаче R_0 – способность ограждающей конструкции оказывать сопротивление проходящему через нее тепловому потоку, определяют для участков ОК, имеющих равномерную температуру поверхностей.

Теплопередача – перенос теплоты через ОК от среды с более высокой температурой к среде с более низкой температурой.

Тепловой поток Q , Вт – количество теплоты, проходящее через ОК в единицу времени.

Мостики холода – части ограждающей конструкции, которые имеют относительно низкий коэффициент сопротивления теплопередаче по сравнению с остальными частями конструкции.

3. Проведение обследования в натуральных условиях.

Тепловизионное обследование проводилось в натуральных условиях **19 февраля 2011** года с 17.30 при температуре окружающего воздуха на момент начала обследования ($-$) **17,5 °C** и влажности 53%. Погодные условия удовлетворяли требованиям проведения обследования (**отсутствие** атмосферных осадков, тумана и задымленности, инея, росы и снега на ограждающих конструкциях, воздействия солнечных бликов). Температурный напор был выше рекомендуемого предела в 10 °C и составлял не менее **35 °C** по всему периметру контроля. Скорость ветра не превышала значения 2 м/с (рекомендуемый предел 5 – 7 м/с).

Расстояние до наружных ограждающих конструкций от отдельных точек термографирования не превышало значений 30 метров при обследовании снаружи и 3 метров при обследовании изнутри.

4. Обработка результатов обследования.

В процессе работы было снято 85 термограмм. Все термограммы были обработаны в палитре 25 цветов, позволяющей наиболее наглядно представить распределение температуры поверхности объекта.

Каждая группа термограмм была снята с одной точки и приведена к единой температурной шкале.

В правой части термограмм располагается температурная шкала, соответствующая цветовой палитре. На термограммах для наглядности приведены абсолютные значения температур отдельных точек поверхности и средние значения в выделенных областях.

Для определения и привязки мест тепловых аномалий (дефектов) при выполнении качественного анализа инфракрасная съёмка дополнена фотографиями обследованных фрагментов.

5. Анализ термограмм.

На термограммах, приведенных ниже, цветовая палитра выбрана следующим образом: чем выше теплопотери через них, тем больше в этих зонах преобладают темно-синие цвета.

Рисунок 1. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций комнаты «Эркер». Температура внутреннего воздуха на высоте от пола 1,5 м равна 20,4 °C, влажность 28,8 %, точка росы 1,7 °C (при влажности 55% - около 11 °C).

На термограмме **1А, Б** – дефект угловой зоны, перепад температуры относительно температуры воздуха больше нормируемого ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$). Заделка оконного блока выполнена не качественно, на откосе холодные зоны с температурой ниже точки росы для влажности 55%, что привело к процессу образования плесени на откосе. Прилегание створок не плотное, наличие воздухопроницания.

На термограмме **2А** – понижение температуры в нижнем углу, перепад больше нормируемого на $3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На термограммах **3А, Б** – понижение температуры в верхнем и нижнем углах.

Температура внутренней поверхности стекла понижена, что вызывает дискомфорт при нахождении возле окна.

Рисунок 2. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций комнаты «Эркер». Температура внутреннего воздуха на высоте от пола 1,5 м равна $20,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность 28,8 %, точка росы $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при влажности 55% - около $11\text{ }^{\circ}\text{C}$).

На термограммах **1 и 3** приведены дефекты заделки стеклопакетов в оконный проем и дефекты конструкции стеклопакетов. Обширные зоны имеют температуру ниже точки росы при нормальной влажности. Заделка оконных стекол в переплет выполнена не качественно. В краевых зонах стекла резкое понижение температуры. Все эти дефекты приводят к образованию конденсата на этих поверхностях и к впитыванию влаги материалами ограждающей конструкции.

На термограммах **2А, Б** простенка видны зоны с пониженной температурой над и под картиной. Градиент температуры с соседними областями до 10%.

Рисунок 3. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций комнаты «Зал». Температура внутреннего воздуха на высоте от пола 1,5 м равна $20,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность 28,9 %, точка росы $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при влажности 55% - около $11\text{ }^{\circ}\text{C}$).

На термограммах **1А, Б** – дефект в угловой зоне, в нижнем углу температура ниже точки росы при нормальной влажности.

На термограммах **1В, Г** – дефекты окна и прилегающих областей. Температура поверхности стекла на $4\text{-}5\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше, чем в комнате «Эркер», что создает более комфортные ощущения при нахождении человека напротив окна.

На термограммах **2А и 3А** – дефекты двери лоджии.

Температура поверхности пола в норме.

Рисунок 4. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций комнаты «Зал». Температура внутреннего воздуха на высоте от пола 1,5 м равна $20,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность 28,9 %, точка росы $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при влажности 55% - около $11\text{ }^{\circ}\text{C}$).

На термограмме **1** дефектов в виде мостиков холода не обнаружено. Но температурное поле на стене не равномерное.

На термограмме **2** – дефект по примыканию двери (не качественное уплотнение) и понижение температуры по стене (синий цвет).

Рисунок 5. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций комнаты «Спальня». Температура внутреннего воздуха на высоте от пола 1,5 м равна $21,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность 27,2 %, точка росы $1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при влажности 55% - $11,4\text{ }^{\circ}\text{C}$).

На термограмме **1А** – понижение температуры по наружной стене сверху-вниз, в пределах нормируемого значения.

На термограммах **2 и 3** – перепад по температуре поверхности наружной стены больше на $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ нормируемого значения.

Рисунок 6. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций комнаты «Спальня». Температура внутреннего воздуха на высоте от пола 1,5 м равна 21,0 °С, влажность 27,2 %, точка росы 1,4 °С (при влажности 55% - 11,4 °С).

На приведенных термограммах дефекты имеют темно-синий цвет – это области заделки стеклопакета.

Рисунок 7. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций комнаты «Детская». Температура внутреннего воздуха на высоте от пола 1,5 м равна 21,0 °С, влажность 28,9 %, точка росы 2,2 °С (при влажности 55% - 11,4 °С).

На термограммах **1, 3** – левый простенок, температура поверхности стены ниже нормируемого на 2 °С.

На термограммах **2, 4** – правый простенок, температура поверхности стены ниже нормируемого на 1 °С.

Рисунок 8. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций комнаты «Детская». Температура внутреннего воздуха на высоте от пола 1,5 м равна 21,0 °С, влажность 28,9 %, точка росы 2,2 °С (при влажности 55% - 11,4 °С).

На термограммах окна зафиксированы дефектные зоны с температурой ниже заморозки воды. Заделка стеклопакета в оконный проем выполнена не качественно, с нарушением технологии теплоизоляции. Температура поверхности стекла также понижена, что создает дополнительный дискомфорт и остывание комнаты.

Рисунок 9. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций комнаты «Кухня». Температура внутреннего воздуха на высоте от пола 1,5 м равна 21,3 °С, влажность 31,8 %, точка росы 3,8 °С (при влажности 55% - около 11,7 °С).

На термограммах **2** правого простенка температура поверхности стены ниже нормируемого на 2 °С. Температурное поле не равномерное, с холодными зонами.

На термограммах **1Б, В** – дефектные зоны в заделке окна – темно-синего цвета с температурой ниже точки росы при существующей влажности.

Рисунок 10. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций комнаты «Кухня». Температура внутреннего воздуха на высоте от пола 1,5 м равна 21,3 °С, влажность 31,8 %, точка росы 3,8 °С (при влажности 55% - около 11,7 °С).

На термограмме **1А** – правый простенок и подоконная область. Температурное поле не равномерное, температурный перепад больше нормируемого.

На термограмме **2А, Б** – дефекты в заделке окна. Температура поверхности внутреннего стекла понижена.

На термограмме **3** левого простенка температурный перепад больше нормируемого на 3 °С.

На термограмме **4** (туалет) - холодный пол и левый угол.

Рисунок 11. Представлены термограммы фрагментов ограждающих конструкций квартиры, выполненной снаружи. Температура воздуха на высоте от поверхности земли 1,5 м равна -17,0 °С, влажность 53,0 %, точка росы -23,6 °С.

На термограммах **А – Г** дефектные области окрашены в желто-красные цвета и по теплозащитным свойствам (теплопотерям) сравнимы с окнами. В первую очередь это угловые переходы, простенки, подоконная область и потери по межэтажным плитам перекрытия. Черной линией обведена обследованная квартира.

В качестве примера для сравнения приведены 2 термограммы с выполненным наружным утеплением фасада с помощью плит пенополистирола. Температурное поле на их поверхности имеет равномерное распределение, температура около -22 °С (приближена к температуре

не отапливаемых конструкций здания и окружающих предметов), что ниже в среднем на 5 °С основной глади не утепленного фасада.

Выводы:

1. При проведении тепловизионного обследования внутренних ограждающих конструкций выявлено значительное количество дефектов, являющихся следствием не качественного выполнения работ при строительстве и изначально заложенных в технологию – угловые швы, откосы, заделка стеклопакетов и конструкции самих стеклопакетов (не плотное прилегание створок, самих стекол в переплет).

2. Температурный перепад на наружных стенах больше нормативного значения при заданной температуре внутреннего воздуха. Температурное поле на поверхности стен не однородное, с холодными зонами. Выявлены участки, на которых возможно выпадение конденсата при увеличении влажности до нормального значения 55%. Есть также дефекты, имеющие температуру ниже точки росы и при существующей влажности на момент обследования, а на отдельных элементах стеклопакетов зафиксированы отрицательные температуры.

3. Температура и влажность в обследованных комнатах практически одинакова и поддерживается за счет завышенной температуры теплоносителя в системе отопления (порядка 65 °С), что привело к высушиванию внутреннего воздуха. Также поддержание существующего температурного комфорта приводит к перерасходу газа в котле (перетопу).

4. Обследование, выполненное снаружи, выявило значительные участки на фасаде по теплозащитным свойствам приближенным к окнам, что приводит к увеличению температурного перепада на их внутренних поверхностях.

5. При измерении тепловых потоков на светопрозрачной конструкции окон и стене в комнате «Эркер» (рис. 2, фото 2) получены следующие значения:

1. середина диагонали стекла правого стеклопакета – 84 Вт/м²

2. середина диагонали стекла левого стеклопакета – 74 Вт/м²

3. стена под картиной – 48 Вт/м²

Используя температуры с термограмм, можно приблизительно оценить термическое сопротивление этих участков:

для 1. $(12,6 - (-15))/84 = 0,33 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$

для 2. $(12,3 - (-14,5))/74 = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$

для 3. $(16,7 - (-17,3))/48 = 0,71 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$

Термические сопротивления стеклопакетов практически одинаковы, при этом термическое сопротивление участка наружной стены только в 2 раза больше, чем у стеклопакета, а должно быть не менее чем в 8 раз (результаты оценочные).

_____ Ахметов Р.С.

специалист ТК 2 уровня

квалификационное удостоверение № 1-10033-2008



[http: www.eneft.ru](http://www.eneft.ru), e-mail: eneft@mai.ru,

8-495-545-01-94, 8-916-511-65-43, 8-926-896-64-69

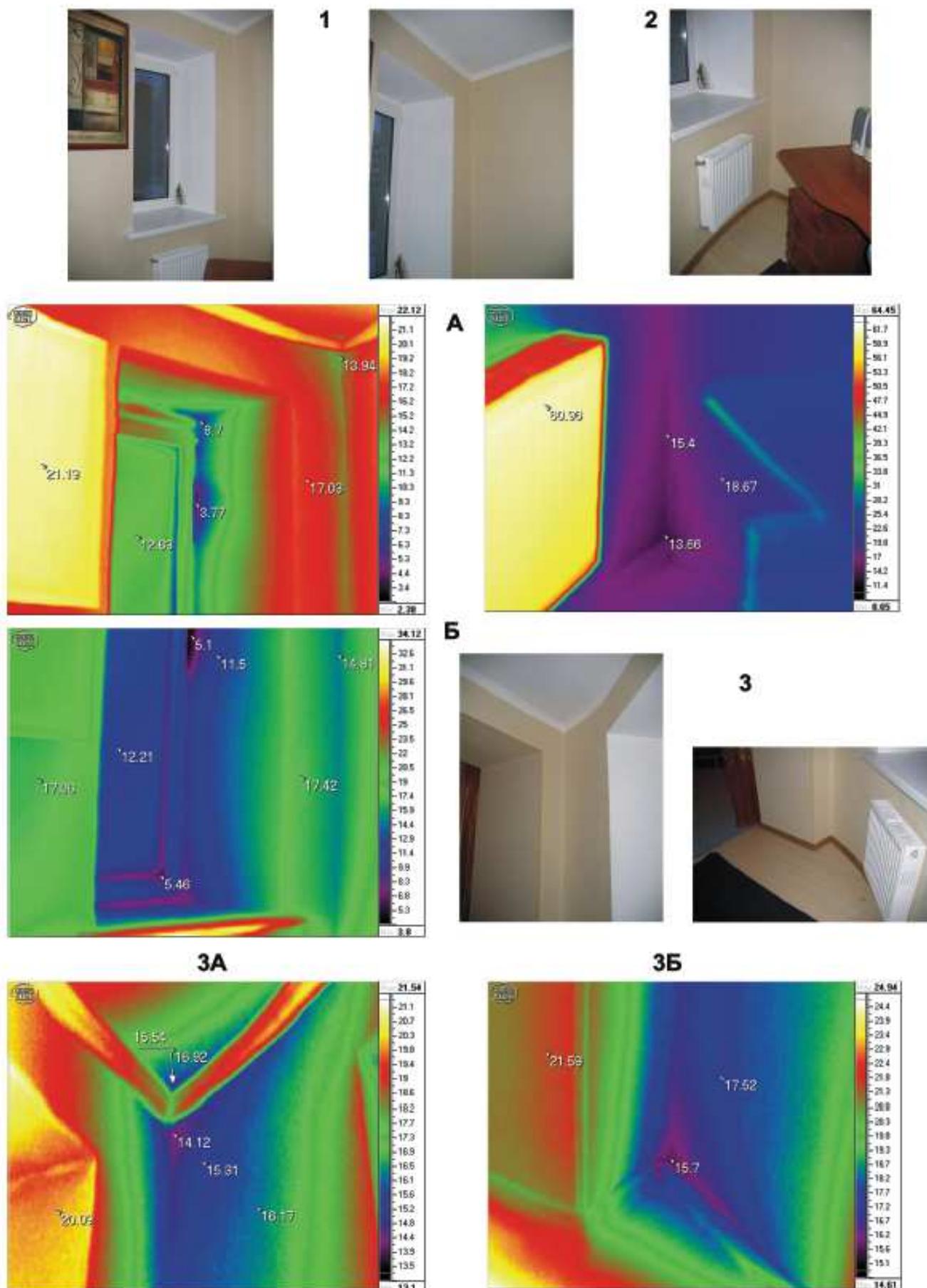


Рис. 1. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Эркер.

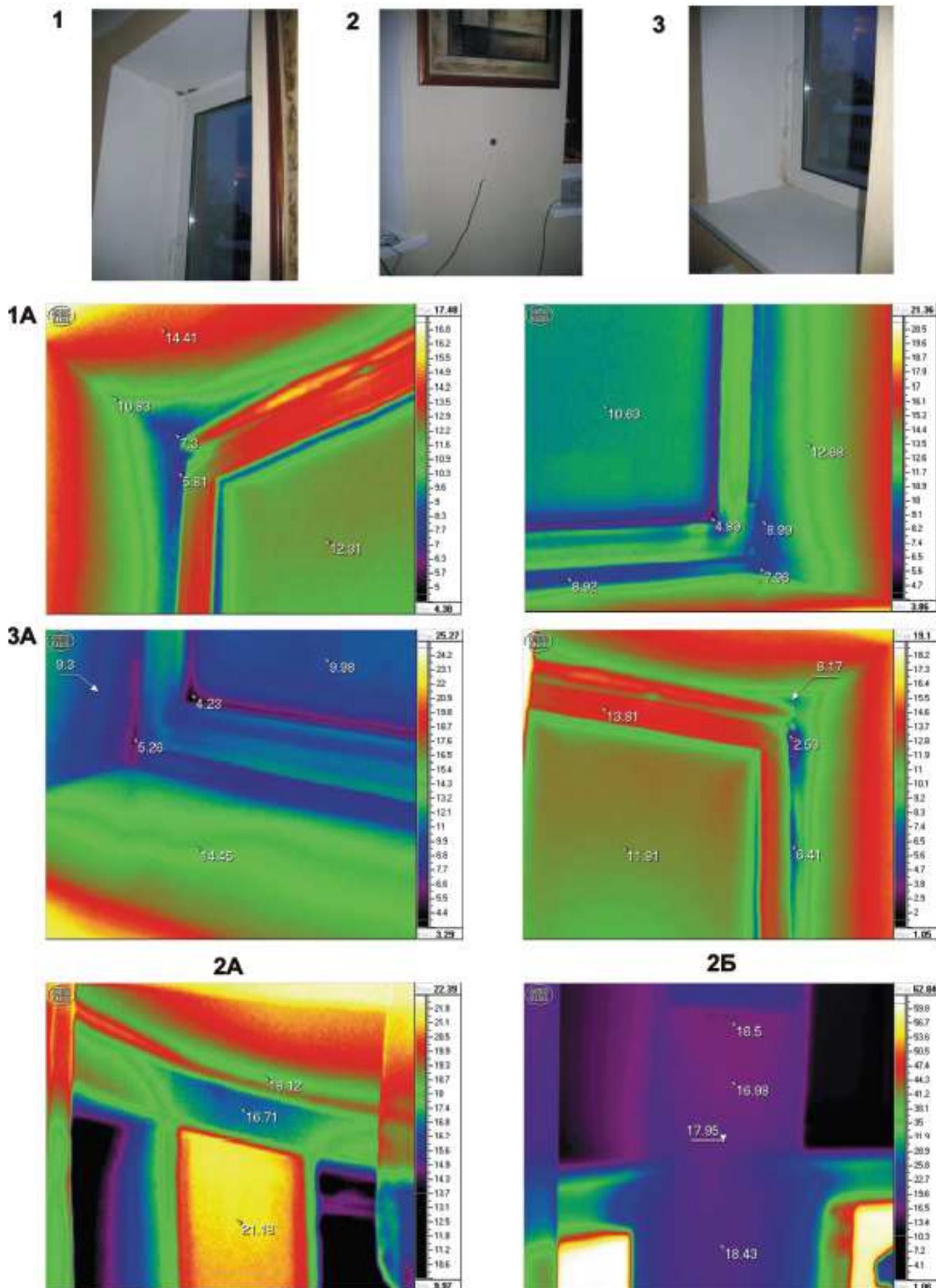


Рис. 2. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Эркер.

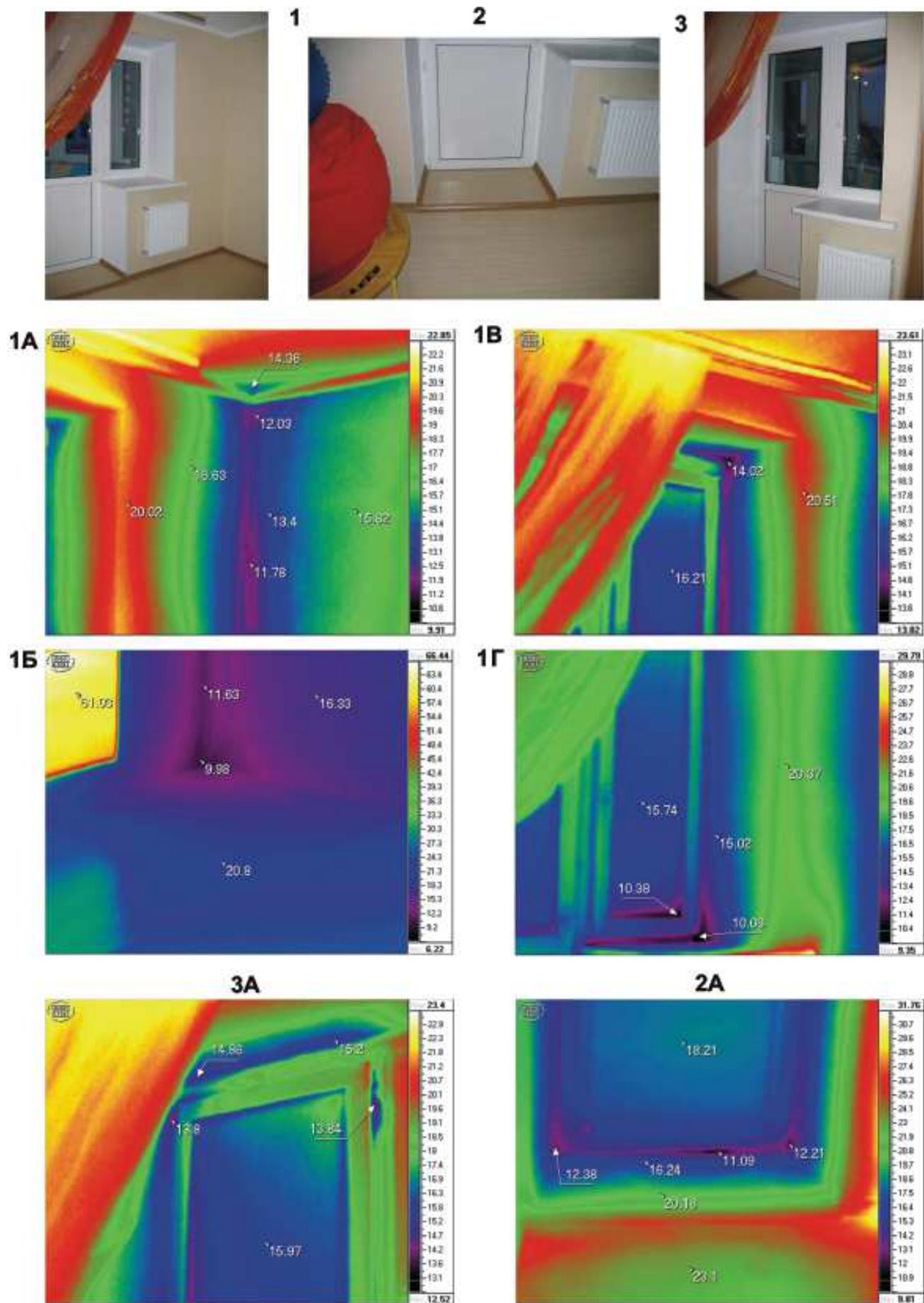


Рис. 3. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Зал.

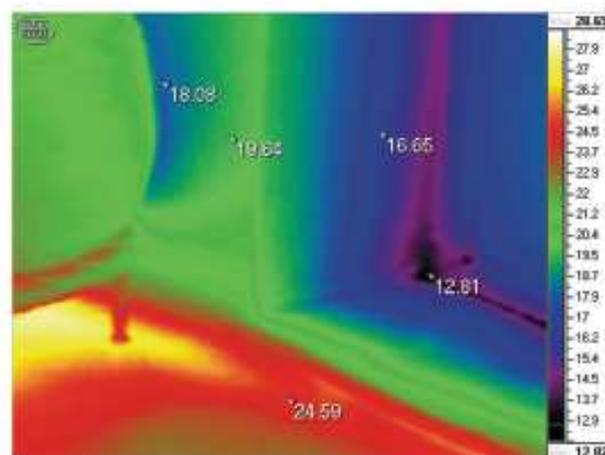
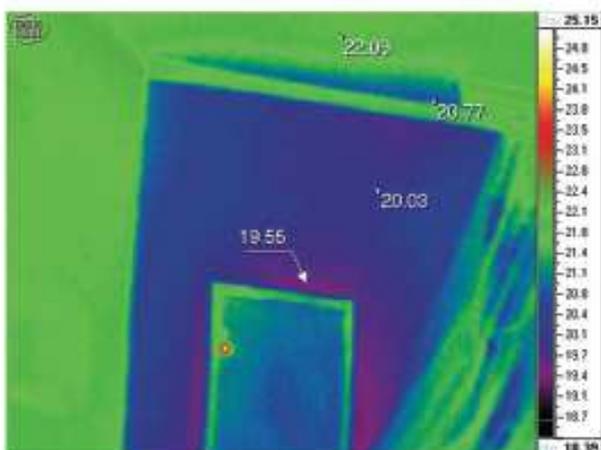


Рис. 4. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Зал.

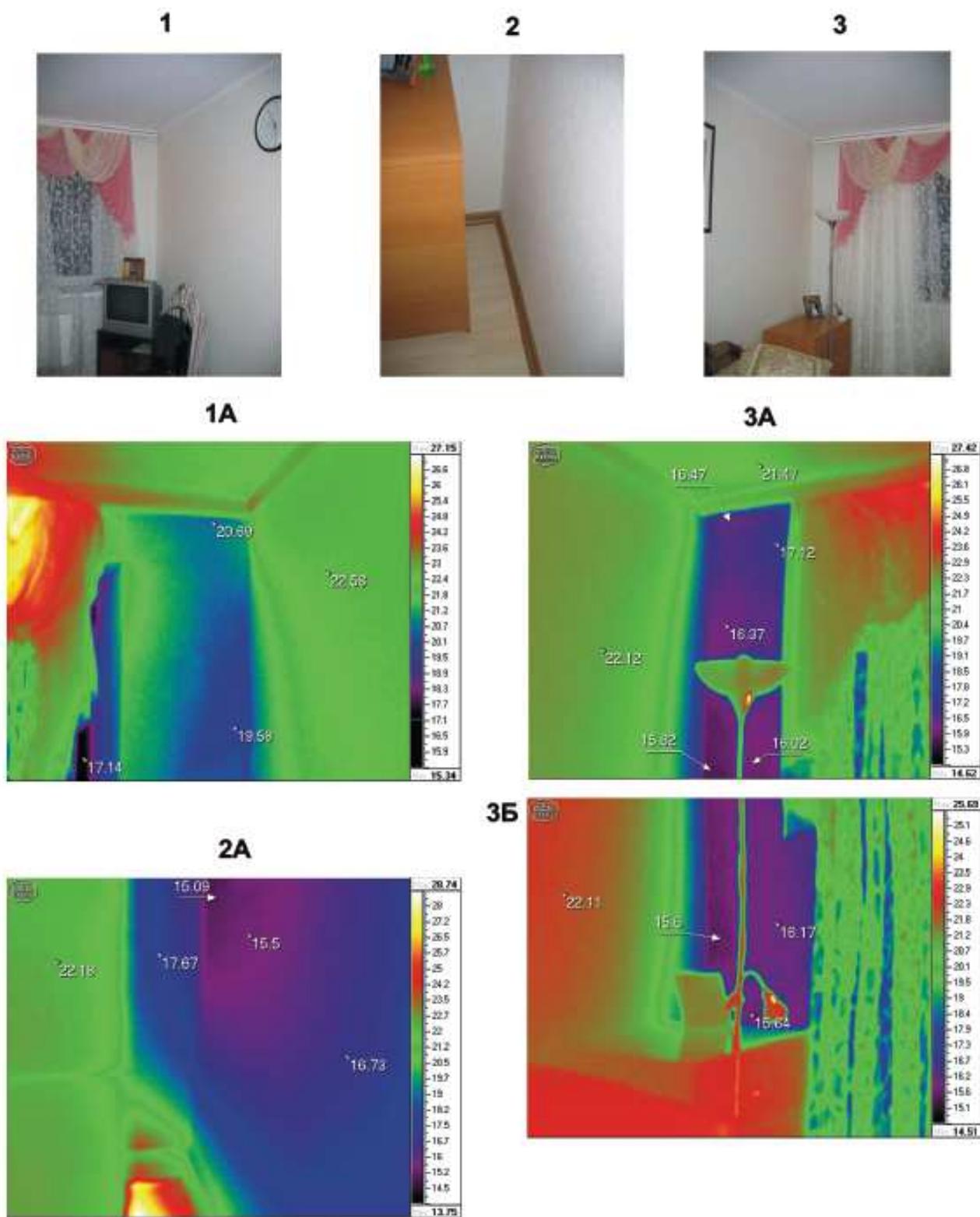


Рис. 5. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Спальня.

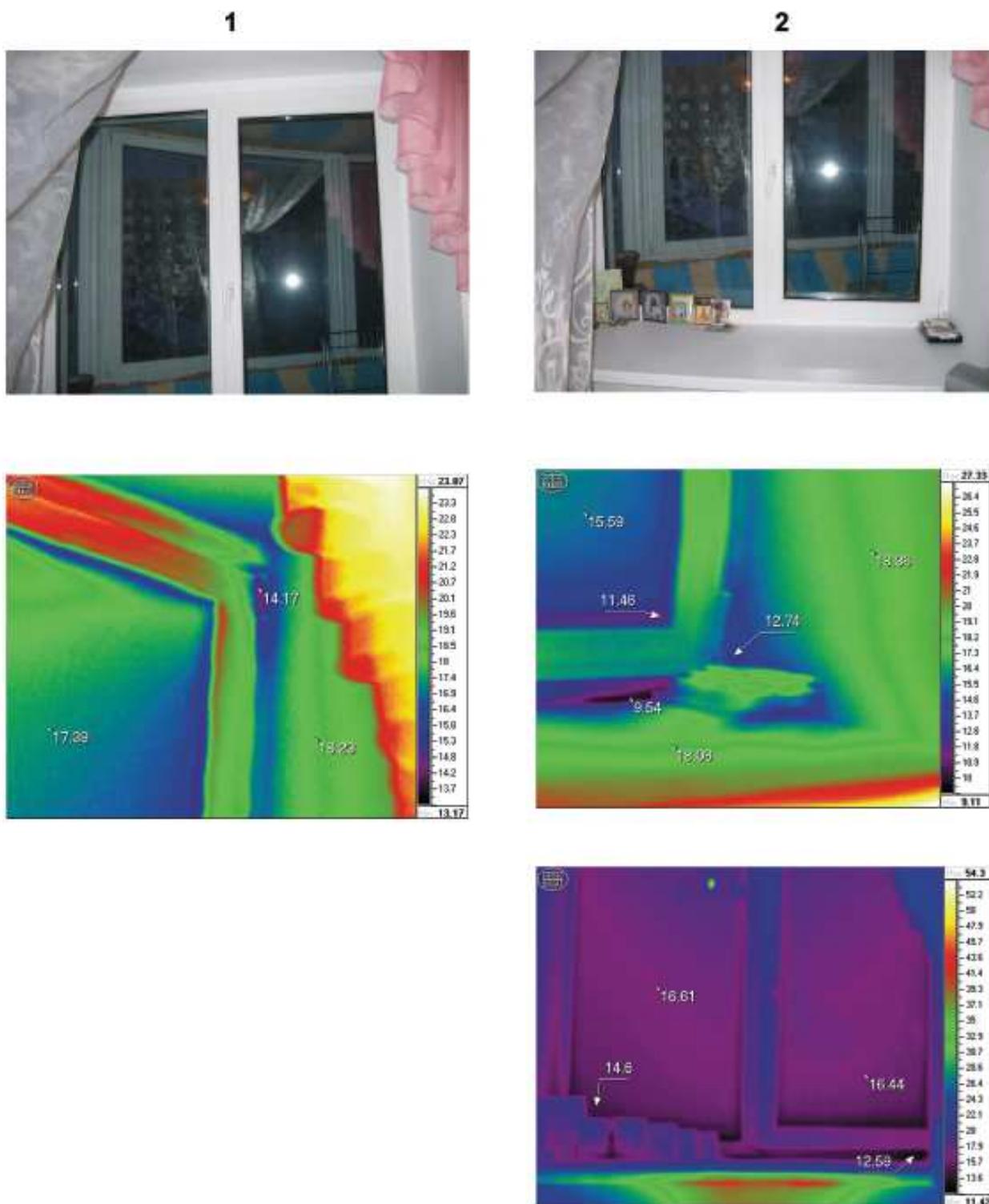


Рис. 6. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Спальня.

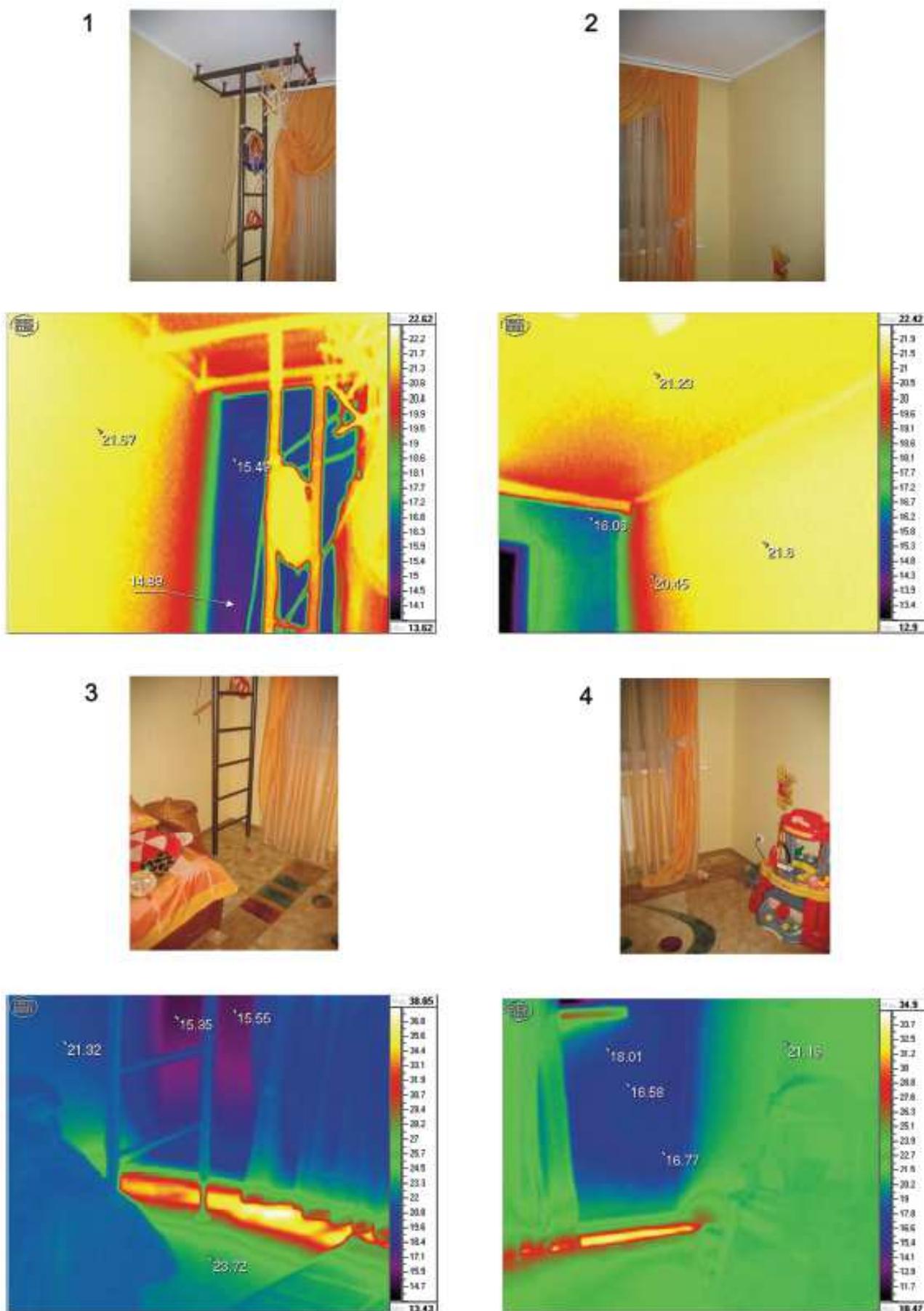


Рис. 7. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Детская.

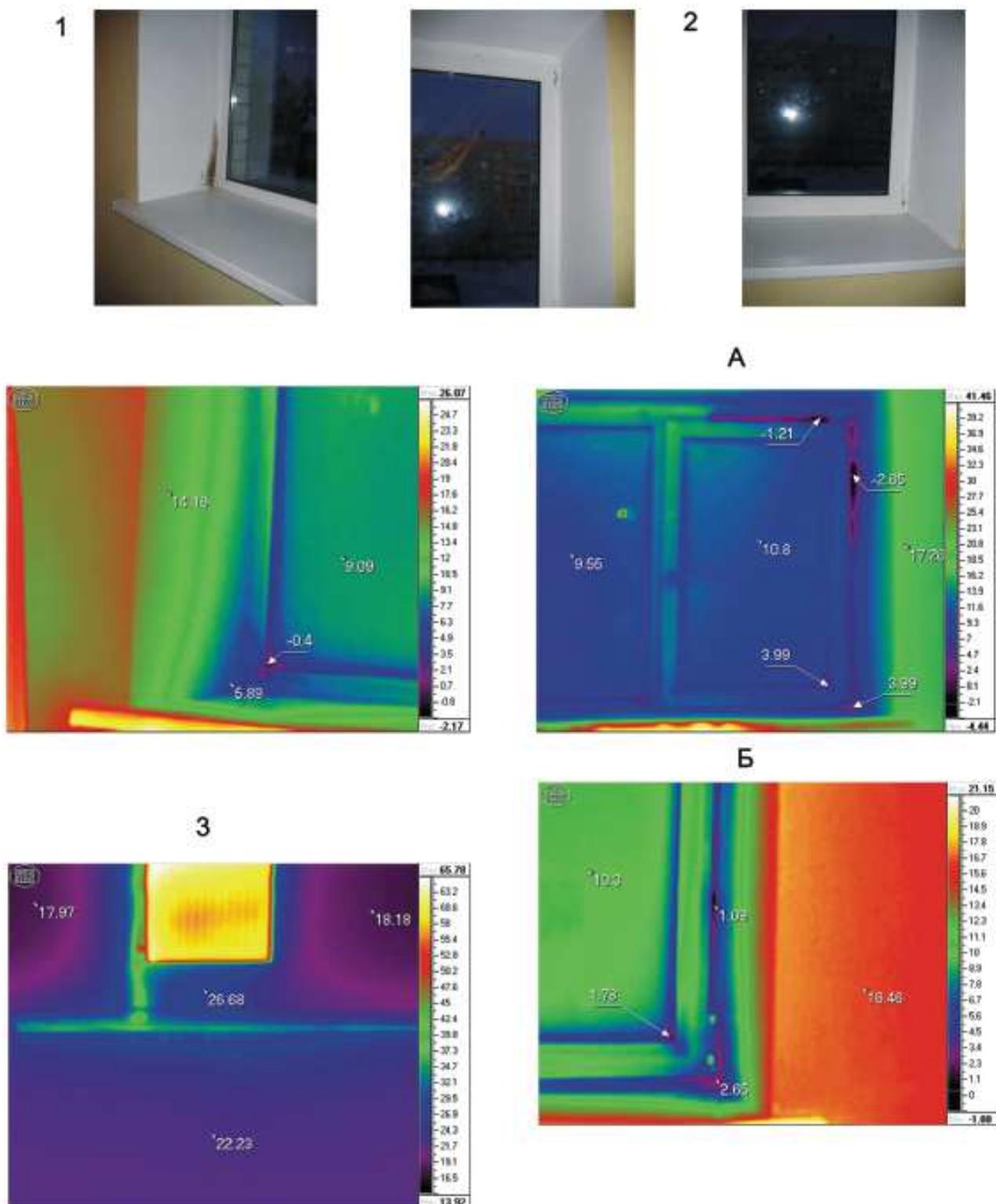


Рис. 8. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Детская.

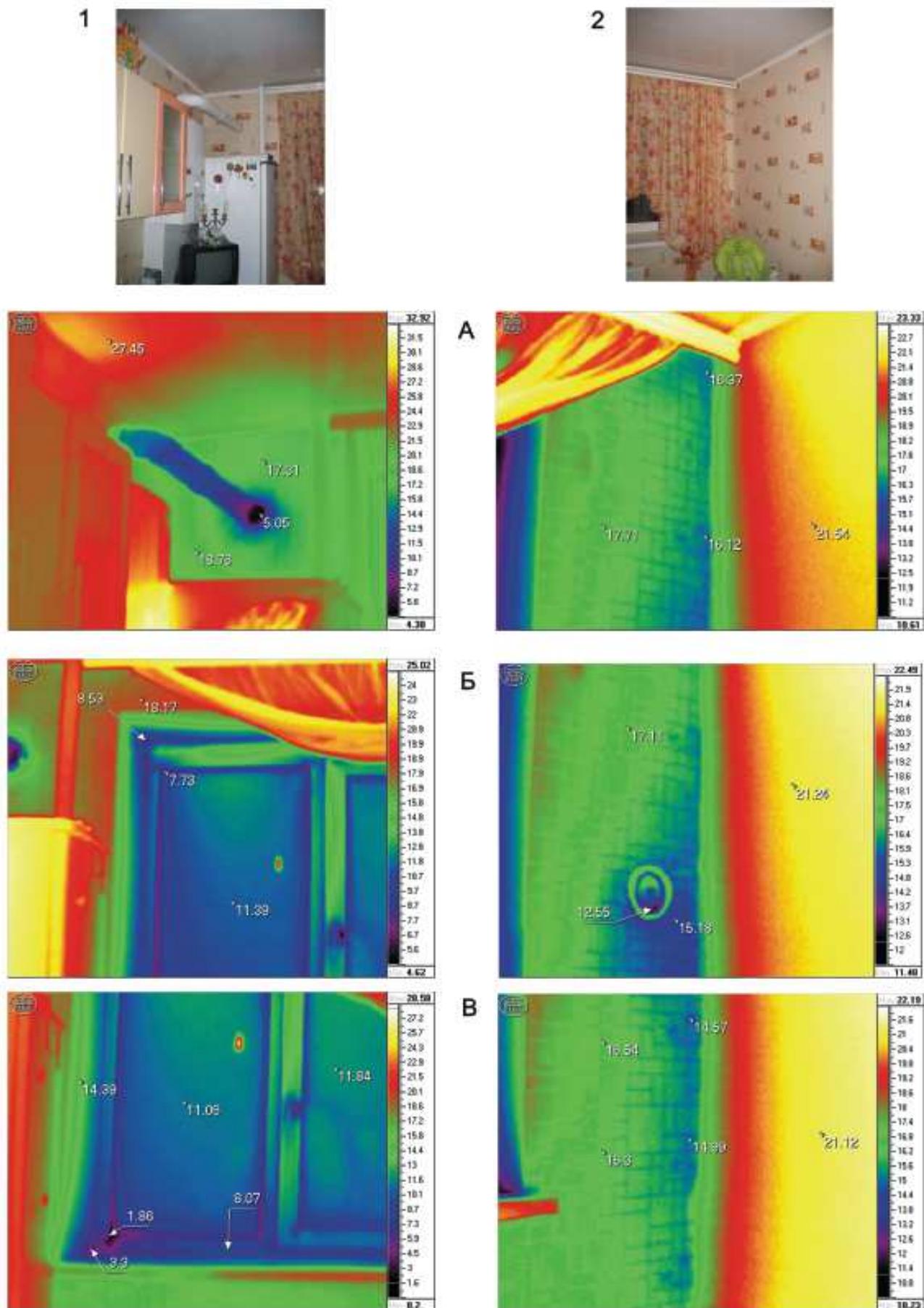


Рис. 9. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Кухня.

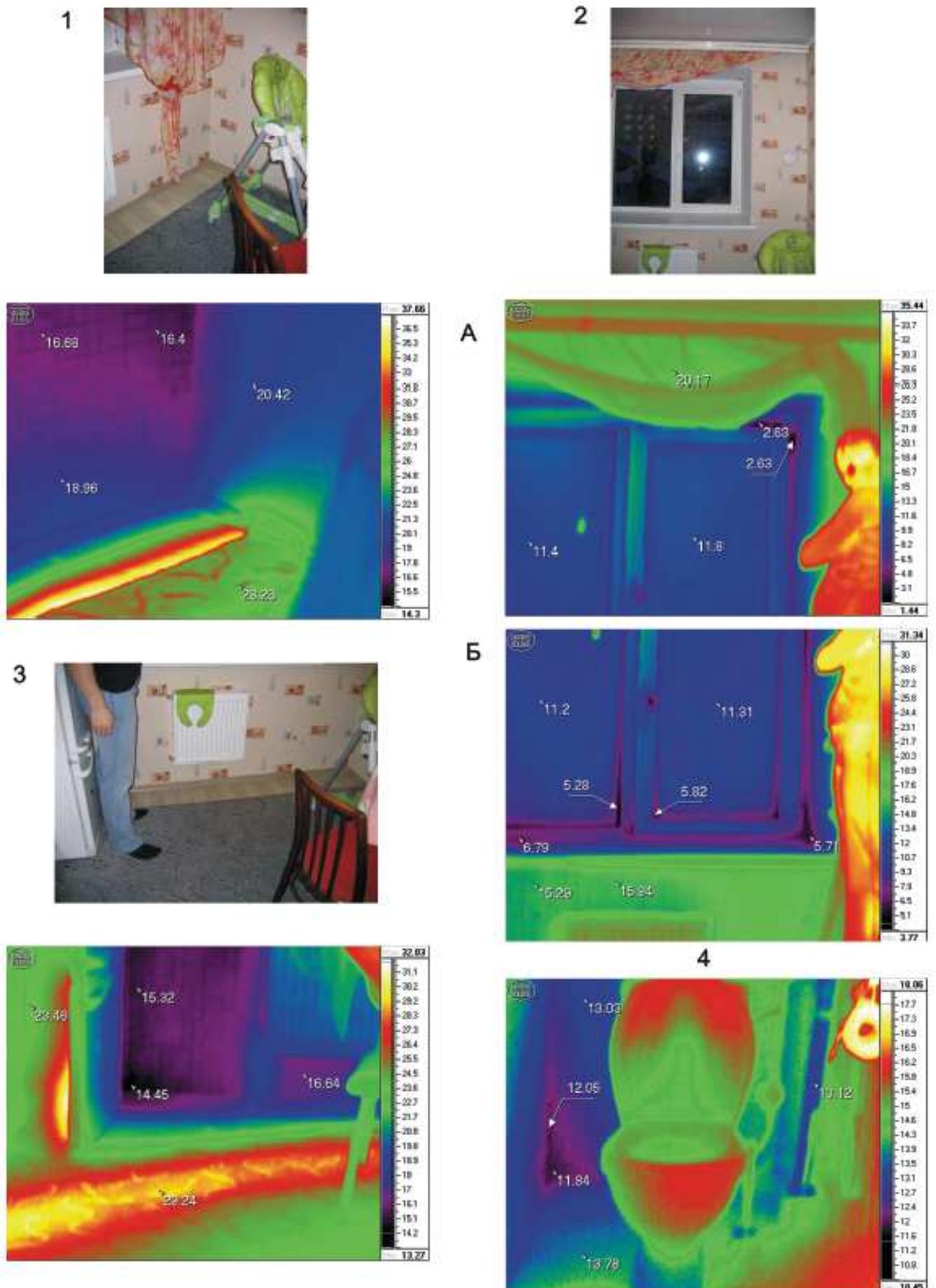


Рис. 10. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Кухня.

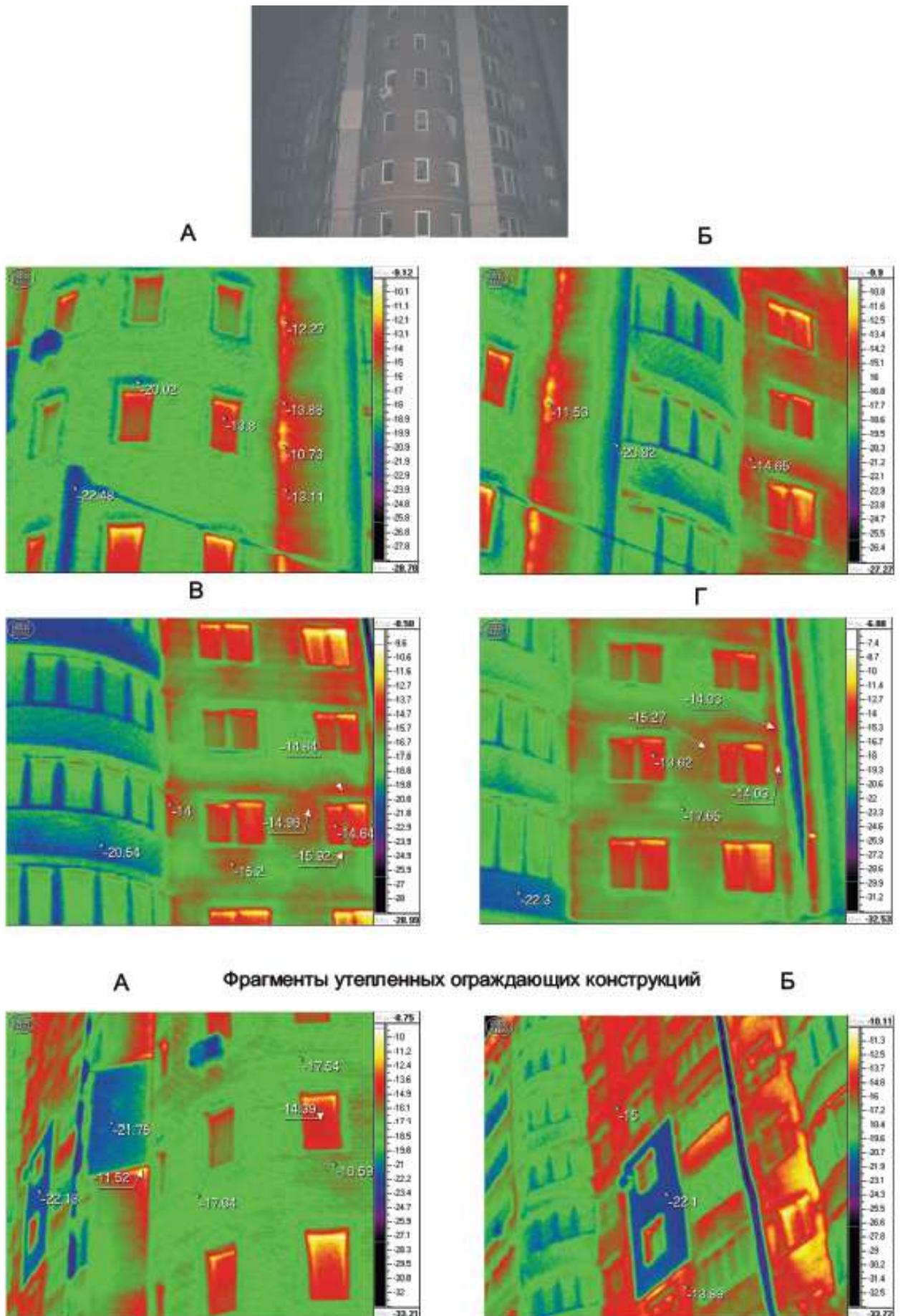


Рис. 11. Термограммы фрагментов ограждающих конструкций. Вид с улицы.