

# Практика применения теплового неразрушающего контроля при энергетических обследованиях многоквартирных жилых домов.

«Технологический институт энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО»([www.wemo.ru](http://www.wemo.ru));

НП «Инновационный кластер разработчиков технологий и приборов, обеспечивающих надежность, энергоэффективность и безопасность объектов техносферы» ([www.ikneb.com](http://www.ikneb.com))

Национальное Агентство «Наука и Безопасность»

Компания «ВЕЛД» ([www.weld.su](http://www.weld.su))

при участии:



([www.pergam.ru](http://www.pergam.ru))



([www.irtis.ru](http://www.irtis.ru))



([www.testo.ru](http://www.testo.ru))

Москва 2013г.

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ И МАССОВЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ  
В СФЕРЕ СВЯЗИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ

ФГУП НТЦ "ИНФОРМРЕГИСТР"

**РЕГИСТРАЦИОННОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО**  
обязательного федерального экземпляра  
электронного издания

**№ 37318**

Электронное издание на 1 CD-R  
«Комов Е. П., Лебедев О. В., Поздняк В. С. и др.  
Практика применения теплового неразрушающего  
контроля при энергетических обследованиях  
многоквартирных жилых домов: учебно-методическое  
пособие» (© 2014 Е. П. Комов, О. В. Лебедев, В. С. Поздняк,  
Д. В. Сенновский, Р. Т. Троицкий-Марков, К. И. Еремин,  
Е. Л. Алексеева, © 2014 ООО "ВЕЛД").

Номер государственной регистрации обязательного экземпляра  
электронного издания – **0321402788**.

Производитель: **ООО "Велд"**.

И. о. директора ФГУП НТЦ «Информрегистр»

М.П.



Т.В. Плескачева

18 сентября 2014 г.

Практика применения теплового неразрушающего контроля при энергетических обследованиях многоквартирных жилых домов: Учебно-методическое пособие / Е.П. Комов, О.В. Лебедев, В.С. Поздняк, Д.В. Сенновский, Р.Т. Троицкий-Марков, К.И. Еремин, Е.Л. Алексеева. – Магнитогорск: ООО «ВЕЛД», 2014. – 40 с.

Представлен альбом наиболее распространенных характерных дефектов наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений, диагностируемых методом теплового неразрушающего контроля. Описаны наиболее часто встречающиеся дефекты наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений, непосредственно влияющие на энергоэффективность объекта и качество жизни людей. Даны примеры успешного применения теплового неразрушающего контроля наружных ограждающих конструкций. Рекомендована нормативная и техническая база для тепловизионных обследованиях зданий и сооружений.

Атлас дефектов и повреждений предназначен для студентов строительных специальностей, а также инженерно-технических работников, занимающихся эксплуатацией и реконструкцией зданий и сооружений.

- © Е.П. Комов, О.В. Лебедев, В.С. Поздняк,  
Д.В. Сенновский, Р.Т. Троицкий-Марков,  
К.И. Еремин, Е.Л. Алексеева, 2014
- © ООО «ВЕЛД», 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

1. АЛЬБОМ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТОВ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	4
2. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ	18
2.1. Общие дефекты, вызванные технологическими нарушениями производства строительных материалов и конструкций, используемых при возведении стен зданий	19
2.2. Локальные дефекты, вызванные технологическими нарушениями строительства и монтажа конструкций при возведении стен зданий	19
2.3. Общие дефекты, вызванные технологическими нарушениями производства стеклопакетов, используемых при заполнении световых проемов зданий	21
2.4. Локальные дефекты, вызванные нарушениями технологии монтажа оконных блоков и заполнения световых проемов зданий	21
3. НОРМАТИВНАЯ БАЗА ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕПЛООВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖКХ	25
4. ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	28
5. ПРИМЕРЫ УСПЕШНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ ТЕПЛООВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТАХ ТЕХНОСФЕРЫ	30
6. ВЫВОДЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ И ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ	37
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	40

## 1. АЛЬБОМ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТОВ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

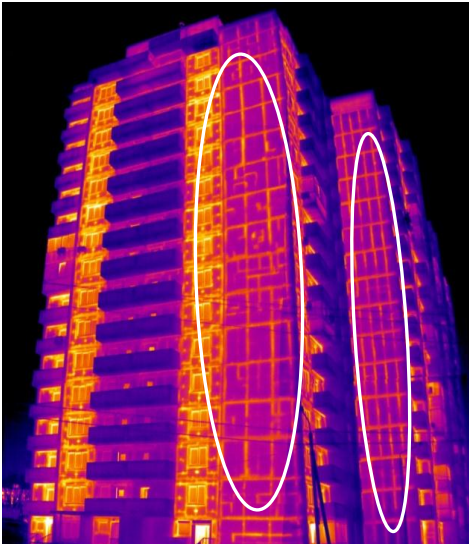
При проведении длительных обследований и оценке реального технического состояния эксплуатируемых жилых домов нами был составлен Альбом наиболее распространенных характерных дефектов наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений, диагностируемых методом теплового неразрушающего контроля (табл. 1).

В альбоме приведены наиболее часто встречающиеся дефекты наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений, непосредственно влияющие на энергоэффективность объекта и качество жизни людей. Дефекты выявляются в процессе тепловизионной съемки, компьютерной обработки и качественного анализа термограмм.

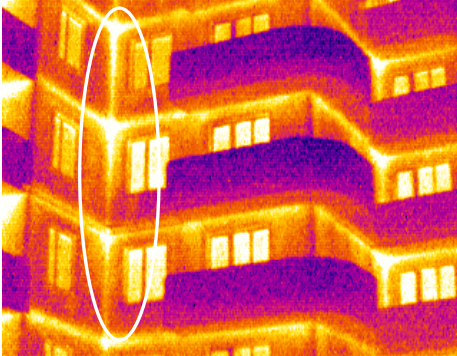
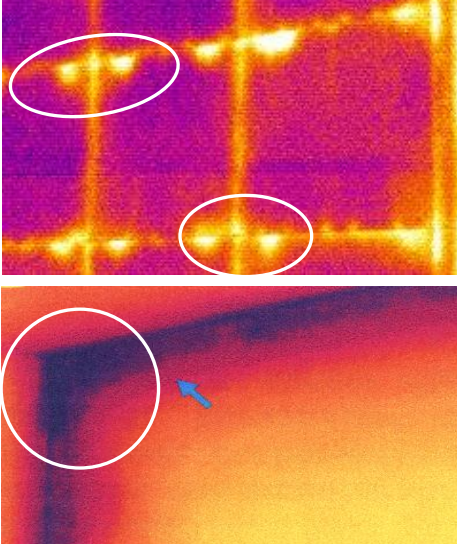
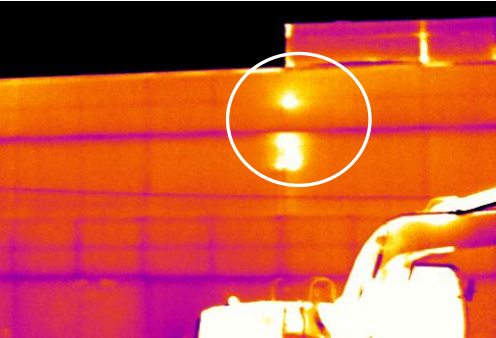
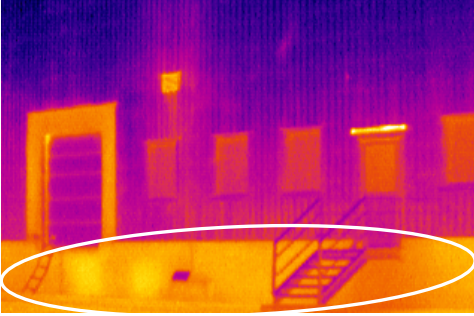
При тепловизионных обследованиях зданий и сооружений, кроме качественного анализа, имеющего цель выявить строительные дефекты, обязательно проводится количественный расчет, позволяющий определить уровень теплозащиты наружных ограждающих конструкций (сопротивление теплопередаче стен и светопрозрачных конструкций) и его соответствие нормативным требованиям.

Таблица 1

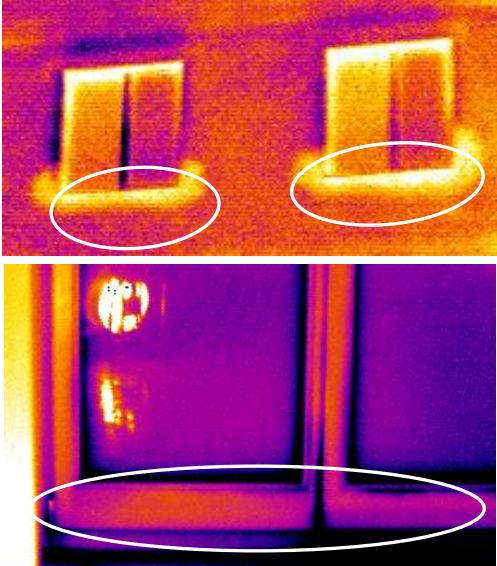

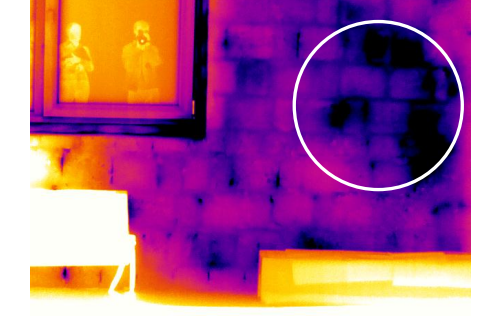

Альбом наиболее распространенных характерных дефектов наружных  
ограждающих конструкций зданий и сооружений, диагностируемых  
методом теплового неразрушающего контроля

<i>№ п/п</i>	<i>Характер аномалии теплового поля</i>	<i>Обработанные термограммы</i>	<i>Характер выявленного дефекта</i>
1	Повышенная температура межпанельных швов жилого дома		Дефект – неудовлетворительная герметизация и утепление межпанельных швов

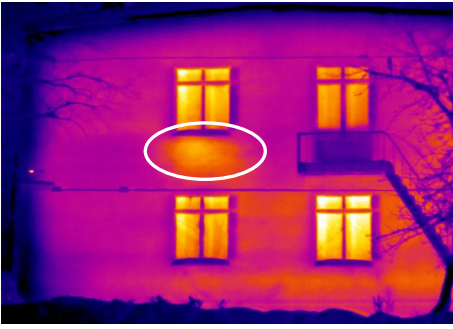
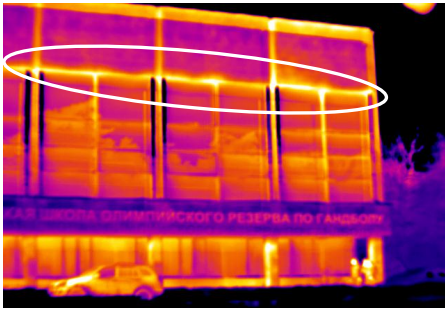
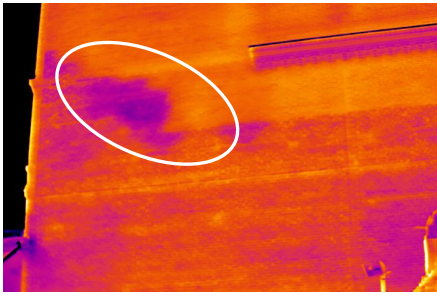
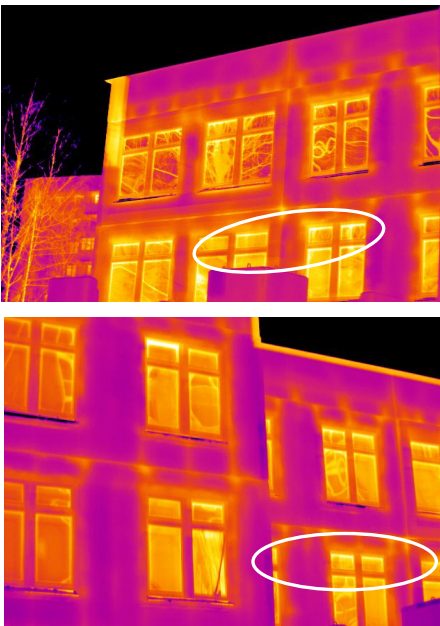
Продолжение табл. 1

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
2	Повышенная температура на торцах межэтажных перекрытий и угловых стыках панелей		Конструктивный недостаток (дефект). Не обеспечена теплоизоляция торцов межпанельных перекрытий и угловых стыков панелей
3	Повышенная температура межпанельных швов снаружи и пониженная температура в местах соединения панелей внутри помещения, наличие «мостиков тепла и холода»		Некачественная теплоизоляция и герметизация межпанельных швов. Требуются измерение и расчет приведенного термического сопротивления ограждающей конструкции и сопоставление с нормативом
4	Повышенная температура части наружной ограждающей конструкции		Дефект – отсутствие утеплителя на участке наружной ограждающей конструкции
5	Повышенные теплопотери через цокольный этаж здания		Фактически отсутствует утепление цокольного этажа

Продолжение табл. 1

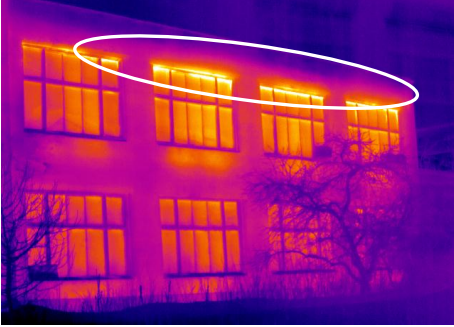
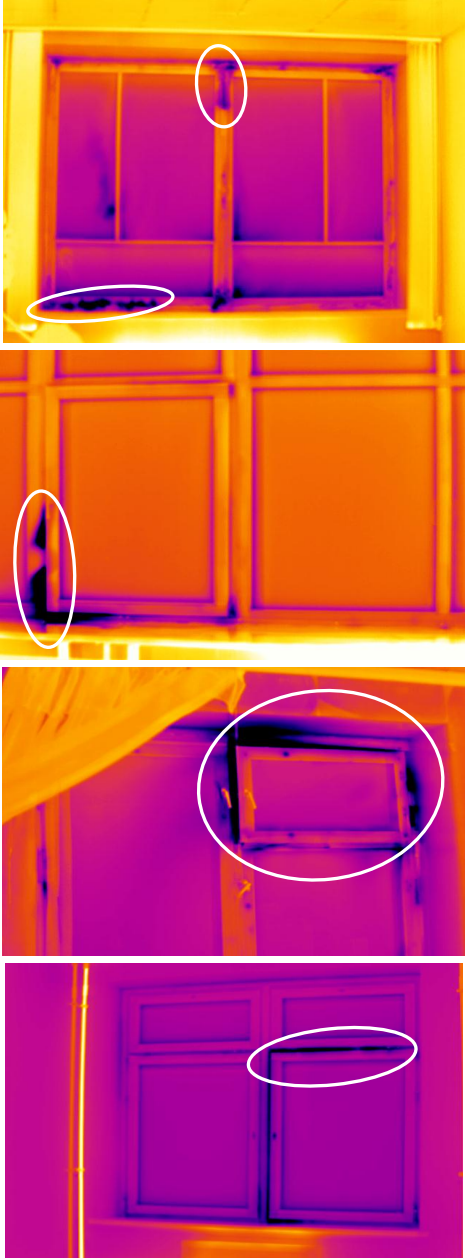
№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
6	Утечки тепла в районе примыкания оконной коробки к стене и поступление холодного воздуха внутрь помещения		Некачественный монтаж оконных блоков, недостаточное утепление откосов оконных проемов
7	Пониженная температура на обрамлении оконного блока и на части простенка, прилегающего к оконному блоку		Некачественно выполнена теплоизоляция части простенка, примыкающей к оконному блоку
8	Пониженная температура внутренней поверхности ограждающих конструкций наружной стены		Дефект – некачественные керамзитобетонные блоки
9	Повышенная температура наружной поверхности цокольного этажа (повышенные теплотери через наружные стены цокольного этажа)		Отсутствие теплоизоляции наружных стен части цокольного этажа здания

Продолжение табл. 1

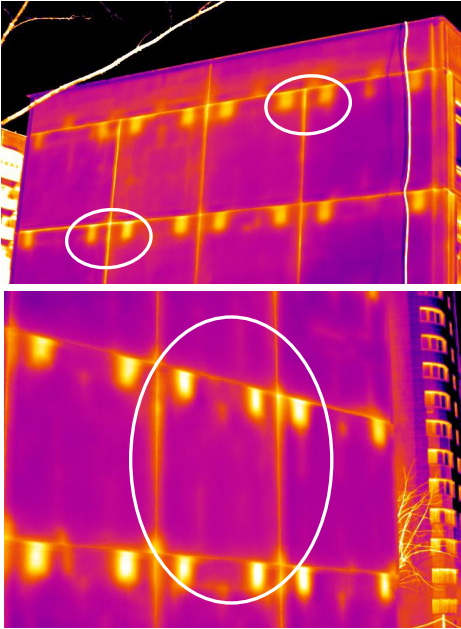

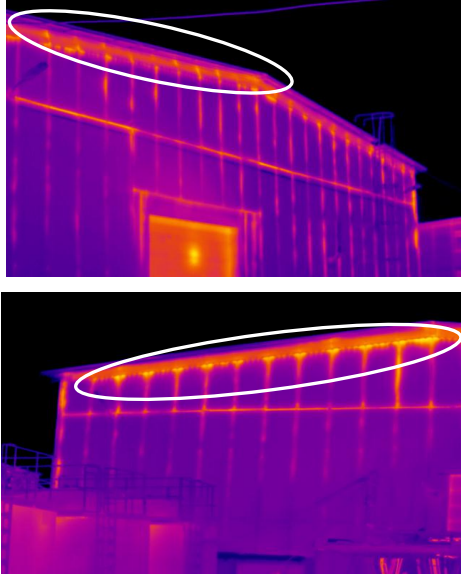
№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
10	Повышенная температура наружных стен в местах, где на внутренней поверхности установлены радиаторы отопления без теплоотражающих экранов		Совершенно неудовлетворительное сопротивление теплопередаче стеновых панелей. Необходимо срочно устранить данный дефект либо минимизировать его эффект
11	Повышенная температура (повышенные теплотери) обрамления витражей		Некачественный монтаж витражей, необходимо провести герметизацию и утепление обрамлений
12	Аномалии (неравномерность) теплового поля наружной ограждающей конструкции кирпичного здания		Дефект – зоны повышенного увлажнения стены, вызванные нарушением технологии строительства
13	Неравномерность теплового поля наружной ограждающей конструкции панельного здания. Повышенная температура межпанельных швов		Некачественная заделка межпанельных швов. Необходимы их герметизация и утепление




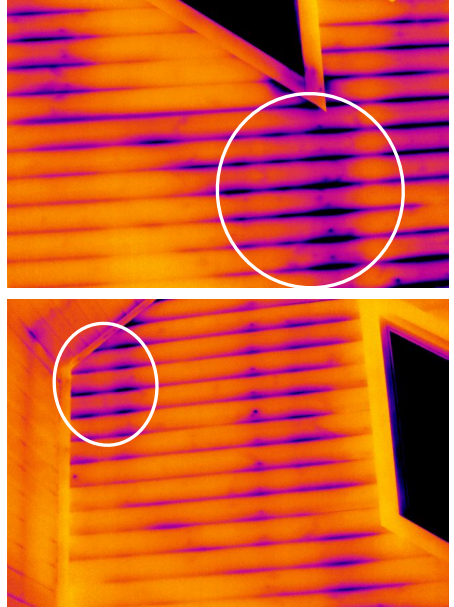
Продолжение табл. 1

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
14	Повышенная температура (теплопотери) в районе обрамления оконных блоков на их наружной поверхности		Дефект монтажа оконных блоков. Необходимо провести утепление и герметизацию примыкающих оконных блоков
15	Пониженная температура на деталях внутренней поверхности оконных блоков		Инфильтрация наружного воздуха через обрамление оконных блоков. Не отрегулированы притворы, нарушение геометрии переплета

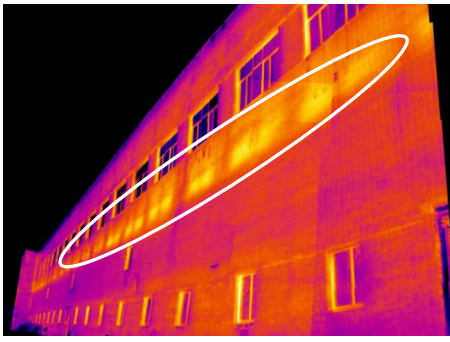
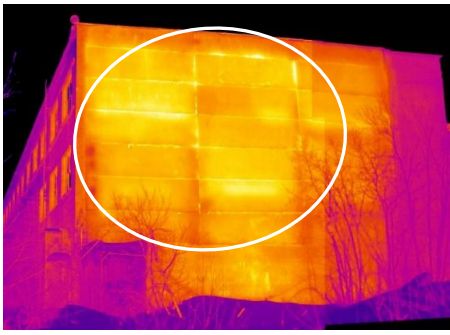
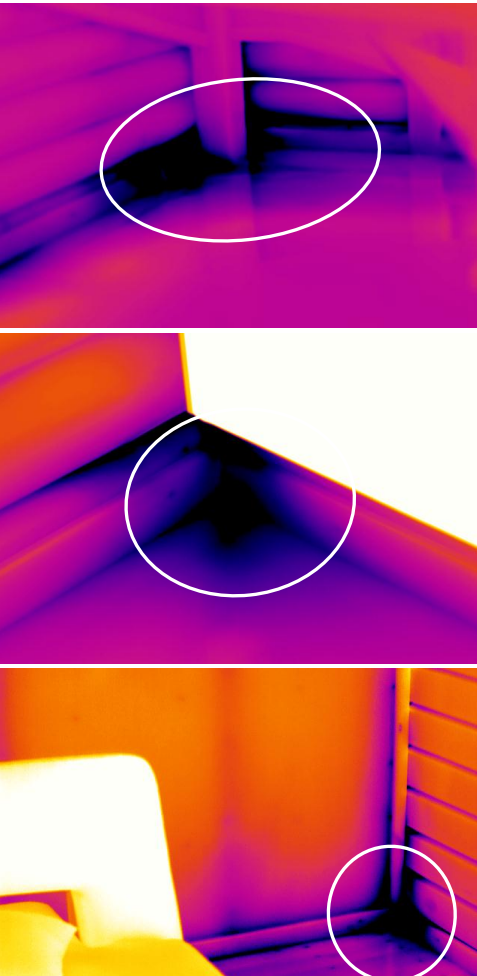
Продолжение табл. 1

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
16	Повышенная температура (повышенные теплопотери) на межпанельных швах и закладных монтажных элементах		Отсутствие теплоизоляции межпанельных швов и в местах расположения закладных элементов
17	Повышенная температура (теплопотери) наружных ограждающих конструкций в местах, где внутри расположены батареи отопления без теплоотражающих экранов. Отапливается улица		Неудовлетворительная конструкция с точки зрения теплозащиты наружных ограждающих конструкций. Необходимо утепление НОК
18	Повышенная температура наружной ограждающей конструкции в местах сопряжения кровли и фасада и стыков сэндвич-панелей		Дефект монтажа наружных ограждающих конструкций. Необходимы теплоизоляция и герметизация сопряжений кровли с фасадом и межпанельных швов

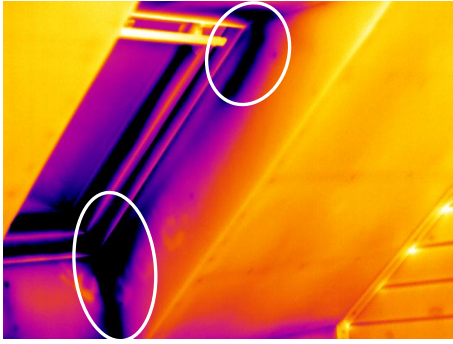
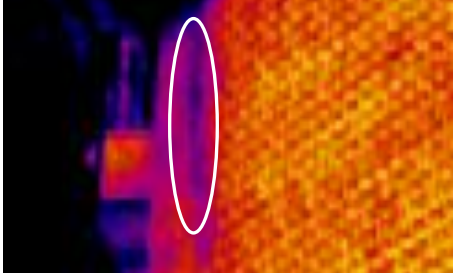


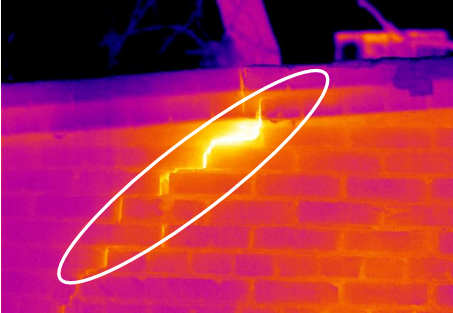
Продолжение табл. 1

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
19	Повышенная температура наружных ограждающих конструкций в местах сопряжения кровли и стен по периметру здания и на стыках сэндвич-панелей		Дефект монтажа наружных ограждающих конструкций зданий. Необходимы дополнительные утепление и герметизация стыков конструктивных элементов
20	Пониженная температура пазов внутренней поверхности деревянных стен		Неудовлетворительная заделка пазов между бревен. Необходимо утепление в местах стыков бревен (пазы следует проконопатить)



Продолжение табл. 1

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
21	Повышенная температура наружной ограждающей конструкции в районе расположенных внутри здания батарей отопления		Дефект – крайне неудовлетворительная теплозащита стен. Как минимум за батареями необходима установка теплоотражающих экранов
22	Неравномерное распределение температур по глади торцевой части здания		Дефект – неудовлетворительная теплозащита стены (неравномерная укладка утеплителя, на отдельных участках возможно его отсутствие)
23	Пониженная температура в углах помещений примыкающих к наружной ограждающей конструкции		Дефект строительно-монтажных работ. Необходимы дополнительная герметизация и утепление во избежание конденсации водяных паров и появления плесени

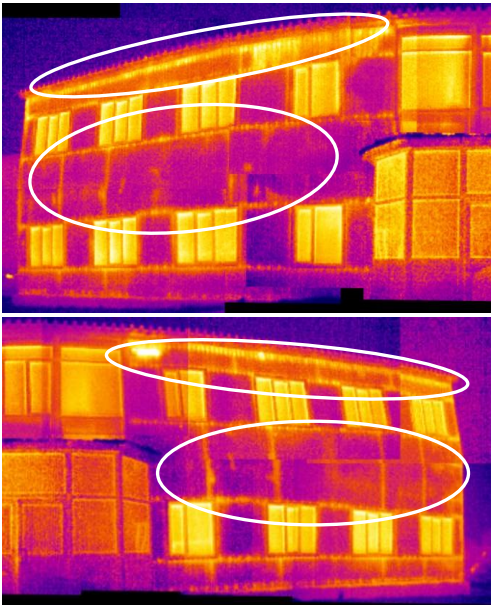
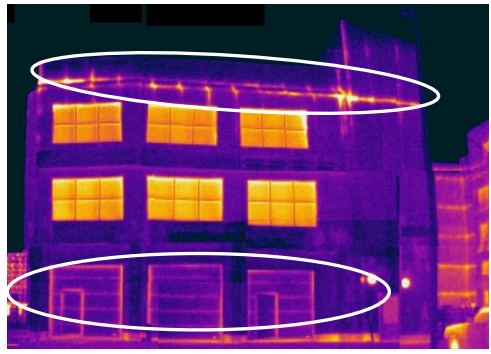
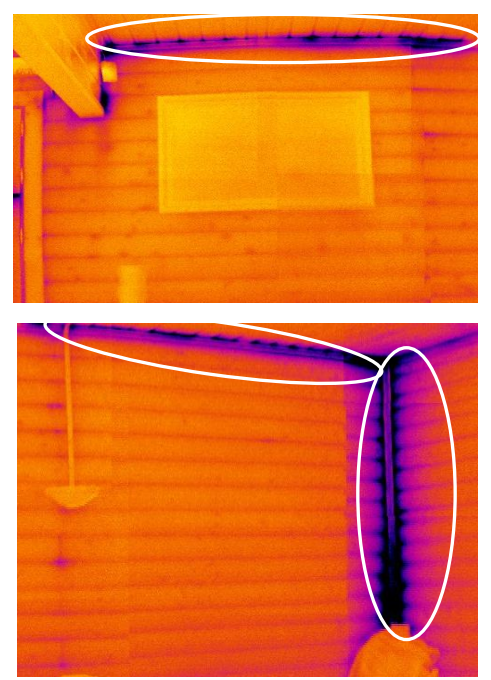
Продолжение табл. 1

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
24	Пониженная температура узла внутри помещения в районе обрамления зенитного фонаря. Инfiltrация наружного воздуха		Дефект монтажа зенитного фонаря. Необходимы локальные утепление и герметизация
25	Аномалия теплового поля – пониженная температура участков кирпичной стены внутри цеха		Дефект, обуславливающий появление аномалии теплового поля – сквозная трещина кирпичной кладки
26	Пониженная температура участка поверхности стены внутри цеха		Сквозная трещина в кирпичной кладке и трещина в подповерхностном слое
27	Повышенная температура участка кирпичной кладки наружной ограждающей конструкции (теплопотери). Повышенная температура на части заделки оконных проемов		Дефект кирпичной кладки (трещина). Дефект заделки оконных проемов
28	Повышенная температура швов между кирпичами кладки наружной ограждающей конструкции одноэтажного здания		Некачественная кирпичная кладка либо просадка фундамента

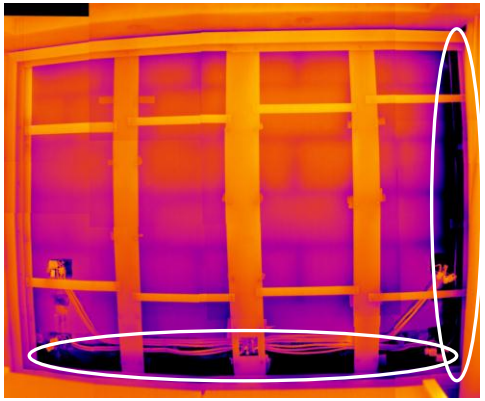
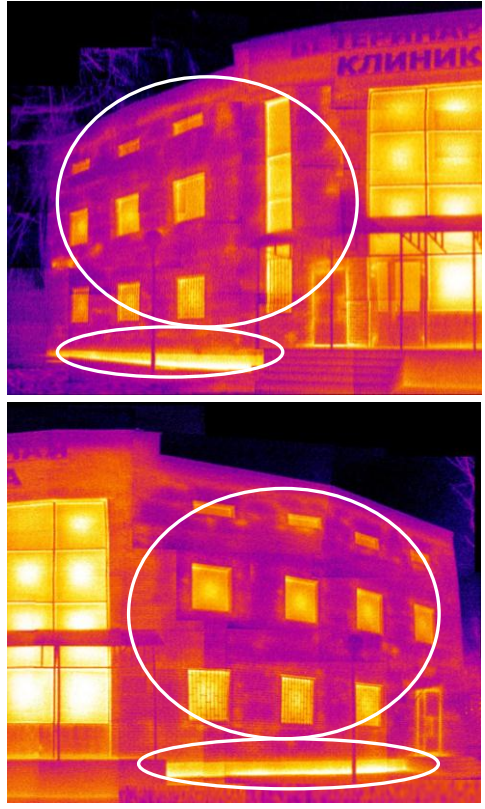
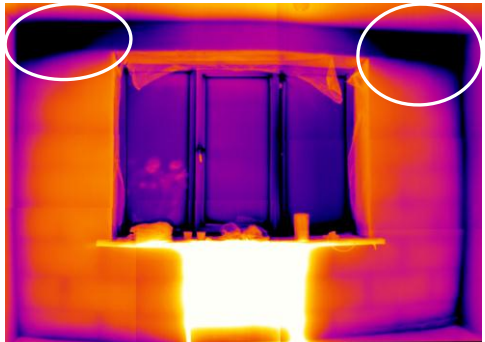
Продолжение табл. 1

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
29	<p>Торцевая глухая стена 3-этажного здания. Неравномерное тепловое поле кирпичной наружной ограждающей конструкции. Пониженная температура в углах кирпичной ограждающей конструкции</p>		<p>Дефект ограждающей конструкции. Сильное переувлажнение больших участков стены, недостаточный вынос кровли. Полное отсутствие теплозащиты</p>
30	<p>Ярко выраженные температурные аномалии (за батареями и т.д.) и повышенная температура наружных ограждающих конструкций зданий старого жилого фонда</p>		<p>Дефект – крайне низкий уровень теплозащиты здания. Требуются энергоаудит и экспертиза. По их результатам принятие решения о либо: - сносе; - капитальном ремонте; - санации; - утеплении</p>

Продолжение табл. 1

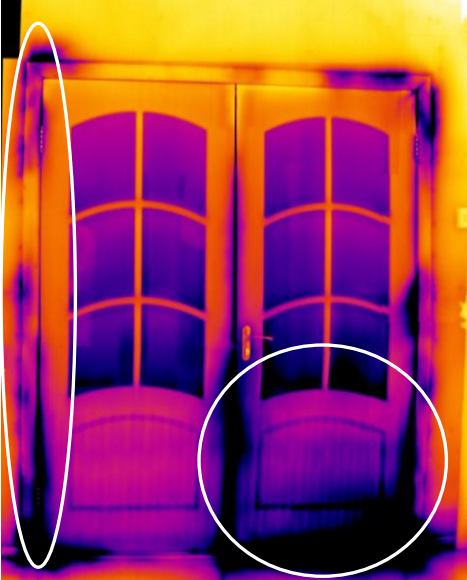
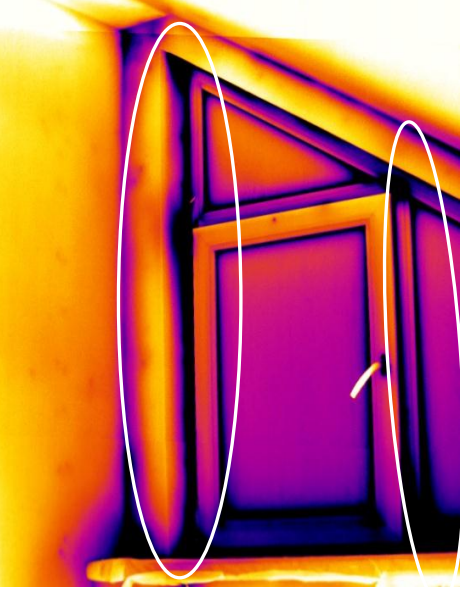

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
31	Повышенная температура межпанельных швов и примыкания стен к кровле		Некачественное утепление и герметизация межпанельных швов и примыкания стен к кровле. Дефект подлежит устранению
32	Повышенная температура в районе межэтажного перекрытия и стыков ворот со стеной		Дефект – некачественная заделка межэтажных швов и стыков ворот со стеной. Необходима дополнительная герметизация
33	Термограмма сделана внутри помещения. Сильно пониженная температура в угловых примыканиях стен и примыканиях стен к потолку		Дефект – недостаточная герметизация примыканий. Необходимо усилить герметизацию

Продолжение табл. 1

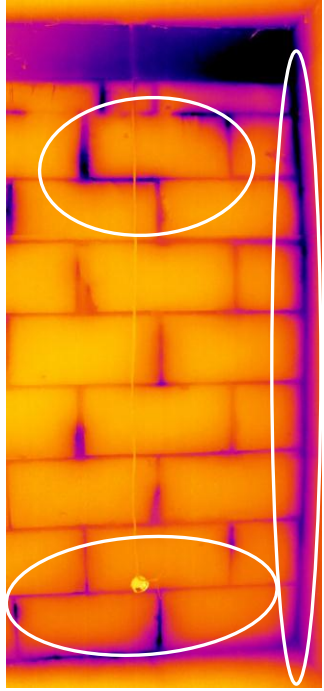
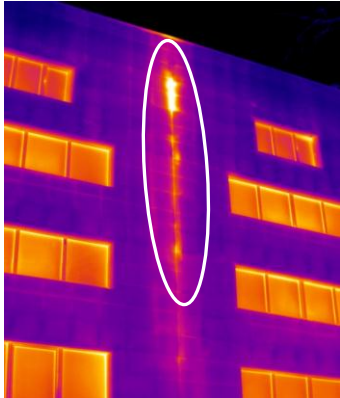

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
34	Термограмма сделана внутри помещения. Сильно пониженная температура в районе примыкания стены к полу и колонне		Дефект – некачественное утепление и герметизация примыканий. Дефект подлежит устранению
35	Неравномерное тепловое поле наружных ограждающих конструкций. Повышенные теплотери через наружные стены цокольного этажа		Дефект – неравномерная укладка утеплителя. Некачественная теплоизоляция наружных стен части цокольного этажа
36	Термограмма сделана внутри помещения. Пониженная температура в углах примыкания стены к межэтажному перекрытию		Дефект – некачественное утепление и герметизация стыков стен с потолком



Продолжение табл. 1

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
37	Термограмма сделана внутри помещения. Сильно пониженная температура в районе примыкания двери к дверному проему		Дефект – некачественный монтаж дверного блока.
38	Пониженная температура на деталях внутренней поверхности оконного блока		Дефект монтажа оконного блока. Инфильтрация наружного воздуха через обрамление оконного блока. Не отрегулированы притворы, нарушена геометрия переплета
39	Повышенная температура углового стыка кирпичной кладки и мест, где на внутренней поверхности стены установлены радиаторы		Не обеспечена достаточная теплоизоляция углового стыка стены и мест установки батарей отопления

Продолжение табл. 1

№ п/п	Характер аномалии теплового поля	Обработанные термограммы	Характер выявленного дефекта
40	Термограмма сделана внутри помещения. Пониженная температура на швах между пеноблоками и на их примыкании к колонне		Дефект – некачественная кладка пеноблоков
41	Повышенная температура участка фасада здания		Дефект укладки утеплителя
42	Сильно повышенная температура в местах примыкания кровли к стене		Дефект монтажа кровельного покрытия. Необходима герметизация и утепление примыкания кровли к стене

## 2. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Рассмотрим пример расчета экономического эффекта от применения теплового неразрушающего контроля качества теплозащиты здания при приемке в эксплуатацию

Стоимость теплового неразрушающего контроля (ТНК) качества тепловой защиты здания строительным объемом отапливаемой части 74 тыс.м<sup>3</sup> (объем типовой 4-подъездной 17-этажки) = 370000 руб.

Общий размер ущерба, связанного с выявленными нарушениями качества теплозащиты здания, взыскиваемый со строительной компании, составил **16 млн.руб.**, в т.ч.:

1) Дополнительные затраты на оплату тепла до капитального ремонта из-за ухудшения качества теплозащиты, некомпенсированные устранением локальных дефектов, **8 295 тыс.руб.:**

- стен в целом = 4 743 455 руб.
- окон в целом = 2 834 912 руб.
- окон в зонах локальных дефектов = 716 764 руб.
- ИТОГО: = 8 295 131 руб.

2) Дополнительные затраты на устранение дефектов теплозащиты, приводящих к нарушению санитарно-гигиенических требований безопасности жилища, **7 705 тыс.руб.:**

- стены = 7 602 000 руб.
- окна = 103 000 руб.
- ИТОГО: 7 705 000 руб.

*Расчеты выполнены для следующих общих условий:*

- Расчетная температура внутреннего воздуха = 20°C.
- Средняя фактическая температура наружного воздуха отопительного периода в 2012 году = -2,2°C.
- Продолжительность отопительного периода в 2012 году = 211 суток.
- Текущий тариф на тепловую энергию = 1570 руб./Гкал.
- Срок до очередного капитального ремонта = 25 лет.

При проведении теплового неразрушающего контроля качества тепловой защиты здания выявляются:

- 1) Общие дефекты, вызванные технологическими нарушениями производства строительных материалов и конструкций, используемых при возведении стен зданий.
- 2) Локальные дефекты, вызванные технологическими нарушениями строительства и монтажа конструкций при возведении стен зданий.

- 3) Общие дефекты, вызванные технологическими нарушениями производства стеклопакетов, используемых при заполнении световых проемов зданий.
- 4) Локальные дефекты, вызванные нарушениями технологии монтажа оконных блоков и заполнения световых проемов зданий.

Рассмотрим названное более подробно.

### **2.1. Общие дефекты, вызванные технологическими нарушениями производства строительных материалов и конструкций, используемых при возведении стен зданий**

Данные дефекты определяются только количественным анализом результатов теплового неразрушающего контроля при решении нестационарной или квазистационарной задачи для натуральных условий эксплуатации.

*Расчет размера ущерба, вызванного дефектом:*

- Приведенное сопротивление теплопередаче стены по проекту = 3,36 кв.м°С/Вт.
- Суммарная площадь поверхности стен здания = 10500 м<sup>2</sup>.
- Приведенное сопротивление теплопередаче стены в реперной зоне без локальных дефектов = 2,4 кв.м°С/Вт.
- Дополнительные потери тепла через стены из-за общего снижения качества теплозащиты =  $10500 (3,36 - 2,4) / (3,36 \times 2,4) \times (20 - (-2,2)) 24 \times 211 \times 0,86 / 1000000 = 120,852$  Гкал/год.
- Дополнительные затраты на оплату тепла до капитального ремонта =  $120,852 * 1570 * 25 = 4\,743\,455$  руб.

### **2.2. Локальные дефекты, вызванные технологическими нарушениями строительства и монтажа конструкций при возведении стен зданий**

Данные дефекты могут быть определены качественным анализом результатов теплового неразрушающего контроля в натуральных условиях эксплуатации с использованием количественных оценок (рис. 1-3).

*А. Локальное нарушение технологии монтажа и конструкций и укладки утеплителя стен*

*Расчет размера ущерба от дополнительных теплопотерь, вызванных дефектом:*

- Повышение теплопотерь в зоне дефекта на 2%.
- Суммарная площадь дефектов 196 м<sup>2</sup>.
- Приведенное сопротивление теплопередаче стены в реперной зоне без локальных дефектов = 2,4 кв.м°С/Вт.

- Дополнительные потери тепла через стены в дефектных зонах =  $12\% * 196 / 2,4 (20 - (-2,2)) 24 \times 211 \times 0,86 / 1000000 = 0,947$  Гкал/год.
- Дополнительные затраты на оплату тепла до капитального ремонта =  $0,947 \times 1570 \times 25 = 37\ 189$  руб.

Б. Локальные нарушения технологии исполнения узлов стыков и примыканий конструкций стены, приводящие к нарушению санитарно-гигиенических требований безопасности жилища:

*Расчет размера ущерба от дополнительных затрат на устранение нарушений безопасности, вызванных дефектом:*

- Суммарная площадь стен, где необходимо внутреннее утепление стен для устранения выявленного дефекта = 2730 м<sup>2</sup>. Суммарная площадь стен, где необходима внутренняя облицовка стен для устранения выявленного дефекта = 10500 м<sup>2</sup>.
- Удельные затраты на внутреннее утепление (работа и материалы) = 60 + 90 = 150 руб./м<sup>2</sup>.
- Удельные затраты на внутреннюю облицовку (работа и материалы) = 400 + 285 = 685 руб./м<sup>2</sup>.
- Суммарные затраты на устранение нарушения =  $2730 \times 150 + 10500 \times 685 = 7\ 602\ 000$  руб.

Работы по внутреннему утеплению, как правило, позволяют устранить и дефекты, отмеченные в пп.2.А.



Рис. 1. Локальное нарушение технологии монтажа и конструкций и укладки утеплителя стен

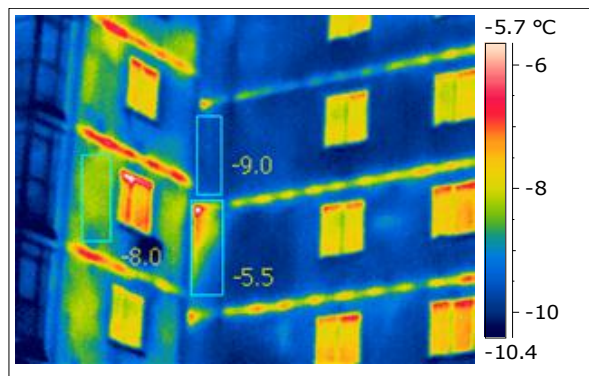


Рис. 2. Локальное нарушение технологии монтажа и конструкций и укладки утеплителя стен

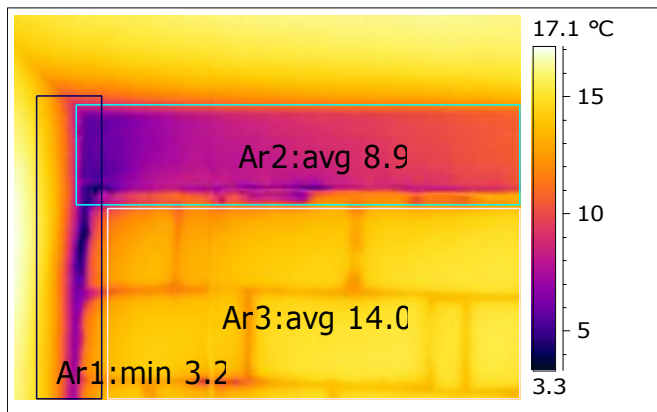


Рис.3. Локальные нарушения технологии исполнения узлов стыков и примыканий конструкций стены, приводящие к нарушению санитарно-гигиенических требований безопасности жилища

### 2.3. Общие дефекты, вызванные технологическими нарушениями производства стеклопакетов, используемых при заполнении световых проемов зданий

Данные дефекты определяются только количественным анализом результатов теплового неразрушающего контроля при решении квазистационарной или стационарной задачи для натуральных условий эксплуатации.

*Расчет размера ущерба вызванного дефектом:*

- Приведенное сопротивление теплопередаче окна по проекту = 0,6 кв.м°С/Вт.
- Суммарная площадь поверхности окон и балконных дверей здания = 2540 м<sup>2</sup>.
- Приведенное сопротивление теплопередаче окна по результатам испытаний = 0,51 кв.м°С/Вт.
- Дополнительные потери тепла через стены из-за общего снижения качества теплозащиты =  $2540 (0,6 - 0,51) / (0,6 \times 0,51) \times (20 - (-2,2)) 24 \times 211 \times 0,86 / 1000000 = 72,227$  Гкал/год.
- Дополнительные затраты на оплату тепла до капитального ремонта =  $72,227 \times 1570 \times 25 = 2\,834\,912$  руб.

### 2.4. Локальные дефекты, вызванные нарушениями технологии монтажа оконных блоков и заполнения световых проемов зданий

Данные дефекты могут быть определены качественным анализом результатов теплового неразрушающего контроля в натуральных условиях эксплуатации с использованием количественных оценок (рис. 4, 5).

*А. Локальное нарушение монтажа оконных блоков, вызывающее повышенные теплопотери*

*Расчет размера ущерба от дополнительных теплопотерь, вызванных дефектом:*

- Повышение теплопотерь в зоне дефекта на 57%.
- Суммарная площадь дефектов 169 м<sup>2</sup>.
- Приведенное сопротивление теплопередаче окна в реперной зоне без локальных дефектов = 0,51 кв.м°С/Вт.
- Дополнительные потери тепла через окна в дефектных зонах =  $57\% \times 169 / 0,51 (20 - (-2,2)) 24 \times 211 \times 0,86 / 1000000 = 18,262$  Гкал/год.
- Дополнительные затраты на оплату тепла до капитального ремонта =  $18,262 \times 1570 \times 25 = 716\,764$  руб.

Б. Локальное нарушение технологии исполнения узлов примыканий и регулировки конструкций оконных блоков, приводящее к нарушению санитарно-гигиенических требований безопасности жилища

*Расчет размера ущерба от дополнительных затрат на устранение нарушений, вызванных дефектом:*

- Количество створок, которые необходимо отрегулировать для устранения выявленного дефекта = 206.
- Удельные затраты на регулировку створок на свободный ход и прижатие = 500 руб. за створку.
- Суммарные затраты на устранение нарушения =  $206 \times 500 = 103\,000$  руб.

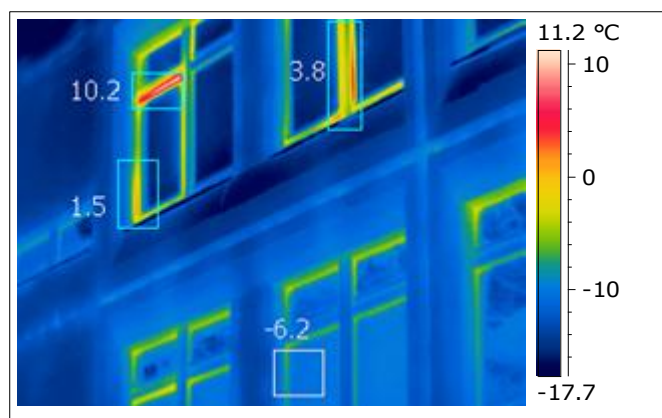


Рис. 4. Локальное нарушение монтажа оконных блоков, вызывающее повышенные теплопотери

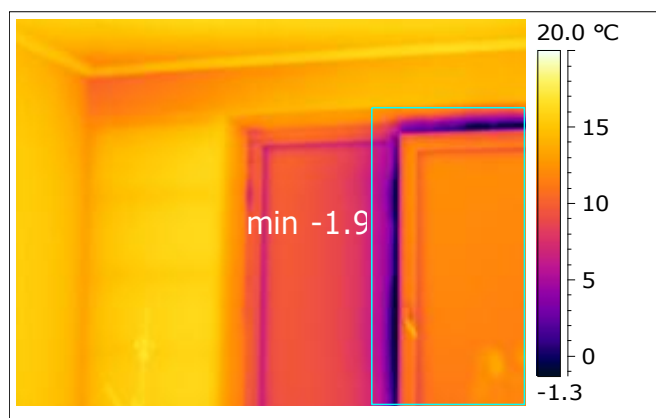


Рис. 5. Локальное нарушение технологии исполнения узлов примыканий и регулировки конструкций оконных блоков, приводящее к нарушению санитарно-гигиенических требований безопасности жилища

Таким образом, **на 1 руб. стоимости проведения ТНК может быть получено более 40 руб. возмещенного ущерба.**

Применение ТНК при приемке зданий в эксплуатацию способно существенно снизить эксплуатационные риски, связанные с нарушениями при выполнении строительно-монтажных работ при строительстве, реконструкции, санации и капитальном ремонте зданий.

Результаты расчета сведены в табл.2. Как следует из нее, качественный и количественный методы анализа результатов ТНК вносят практически одинаковый вклад в общий эффект контроля качества теплозащиты здания (в рассмотренном случае 47 и 53% соответственно), поэтому ни одним из них нельзя пренебречь.

Расчета экономического эффекта от применения ТНК качества теплозащиты здания при приемке в эксплуатацию

Характер дефекта	Метод выявления дефектов	Суммарная площадь дефектной поверхности фасада здания м <sup>2</sup>	Приведенное сопротивление теплопередаче по результатам испытаний, кв.м <sup>2</sup> /Вт	Приведенное сопротивление теплопередаче по проекту, кв.м <sup>2</sup> /Вт	Повышение теплопотерь в зоне дефекта, %	Расчетная температура внутреннего воздуха °С	Средняя фактическая температура наружного воздуха отопительного периода в базовом году, °С	Продолжительность отопительного периода в базовом году, сутки	Дополнительные потери тепла, Гкал/год	Срок до капитального ремонта, лет	Тариф / расценка в текущем году, руб.	Дополнительные затраты на оплату тепла до капитального ремонта, тыс.руб.	Дополнительные затраты на устранение нарушений санитарно-гигиенических требований безопасности, тыс.руб.	Сумма ущерба, тыс.руб.	Характер ущерба
1) Общие дефекты, вызванные технологическими нарушениями производства строительных материалов и конструкций, используемых при возведении стен зданий	«количественный» ТНК	10500	2,4	3,36		20	-2,2	211	120,852	25	1570	4743		4743	дополнительные потери тепла
2) Локальные дефекты, вызванные технологическими нарушениями строительства и монтажа конструкций при возведении стен зданий	«качественный» ТНК с количественной оценкой														
А. Локальное нарушение монтажа конструкций и утеплителя стен		196	2,4		12%	20	-2,2	211	0,947	25	1570	37			дополнительные потери тепла
Б. Локальные нарушения технологии исполнения узлов стыков и примыканий конструкций стены, приводящие к нарушению санитарно-гигиенических требований безопасности жилища		10500										685	7193	7193	дополнительные затраты на внутреннее утепление
		2730									150		410	410	дополнительные затраты на внутреннюю облицовку
3) Общие дефекты, вызванные технологическими нарушениями производства стеклопакетов, используемых при заполнении световых проемов зданий	«количественный» ТНК	2540	0,51	0,6		20	-2,2	211	72,227	25	1570	2835		2835	дополнительные потери тепла



Окончание табл. 2

Характер дефекта	Метод выявления дефектов	Суммарная площадь дефектной поверхности фасада здания м <sup>2</sup>	Приведенное сопротивление теплопередаче по результатам испытаний, кв.м <sup>2</sup> /Вт	Приведенное сопротивление теплопередаче по проекту, кв.м <sup>2</sup> /Вт	Повышение теплопотерь в зоне дефекта, %	Расчетная температура внутреннего воздуха °С	Средняя фактическая температура наружного воздуха отопительного периода в базовом году, °С	Продолжительность отопительного периода в базовом году, сутки	Дополнительные потери тепла, Гкал/год	Срок до капитального ремонта, лет	Тариф / расценка в текущем году, руб.	Дополнительные затраты на оплату тепла до капитального ремонта, тыс.руб.	Дополнительные затраты на устранение нарушений санитарно-гигиенических требований безопасности, тыс.руб.	Сумма ущерба, тыс.руб.	Характер ущерба										
4) Локальные дефекты, вызванные технологическими нарушениями монтажа оконных блоков и заполнения световых проемов зданий	«качественный» ТНК с количественной оценкой	169	0,51		57%	20	-2,2	211	18,262	25	1570	717		717	дополнительные потери тепла										
А. Локальное нарушение монтажа оконных блоков, вызывающее повышенные теплопотери																									
Б. Локальное нарушение технологии исполнения узлов примыканий и регулировки конструкций оконных блоков, приводящее к нарушению санитарно-гигиенических требований безопасности жилища																								103	103
<b>ИТОГО</b>												<b>8332</b>	<b>7705</b>	<b>16000</b>											
Суммарный эффект метода выявления дефектов	«количественный» ТНК											7578		7578											
	«качественный» ТНК с количественной оценкой											754	7705	8422											
Вклад метода выявления дефектов в суммарный эффект ТНК	«количественный» ТНК											91%	0%	47%											
	"качественный" ТНК с количественной оценкой											9%	100%	53%											

### 3. НОРМАТИВНАЯ БАЗА ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕПЛООВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖКХ

1. Федеральный закон от 13.12.2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и приложения к нему:
  - ГОСТ 23483-79 (в ред. 1990 г.). Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования.
  - ГОСТ 25314-82. Контроль неразрушающий тепловой. Термины и определения.
  - ГОСТ 26629-85. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.
  - ГОСТ 25380-82. Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающую конструкцию.
  - ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.
  - ГОСТ 26602.1-99. Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче.
  - ГОСТ Р 51379-99. Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы.
  - ГОСТ Р 51380-99. Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям. Общие требования.
  - ГОСТ Р 51387-99. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения.
  - ГОСТ Р 51388-99. Энергосбережение. Информирование потребителей об энергоэффективности изделий бытового и коммунального назначения. Общие требования.
  - ГОСТ Р 51541-99. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения.
2. СНиП 23-02-2003 г. Статья 11, пункт 11.4 прямо предписывает при приемке зданий в эксплуатацию осуществлять тепловизионный контроль качества тепловой защиты здания.
3. РД-13-04-2006 г. Руководящий документ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Методические рекомендации о порядке проведения теплового контроля технических устройств и сооружений. Введен в действие с 25 декабря 2006 г. и зарегистрирован в Минюсте 15 декабря 2001 г. за №397.РД подробно регламентирует проведение **тепловизионного контроля** и устанавливает обязательные требования к лабораториям, выполняющим тепловой контроль.

4. **ВСН 43-96 г.** г.Москва «Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям наружных ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритных тепловизоров».
5. **Московские городские строительные нормы МГСН 02.01.99 г.** При разработке МГСН 02.01.99г. за основной документ по определению теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций принят вышеназванный ГОСТ 26629-85. **Натурные испытания предусматривают только тепловизионный метод.**

#### Методики по тепловому контролю

1. **Методика проведения сбора и съема информации для определения теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций строительных объектов.** ВЕМО 07.00.00.000ДМ. Свидетельство №15/442-2002 об аттестации МВИ ФГУ Ростест – Москва. Регистрационный код МВИ по Федеральному реестру ФР.1.32.2006.02660.
2. **Методика диагностики и энергетических обследований наружных ограждающих конструкций строительных сооружений тепловизионным бесконтактным методом.** ВЕМО 09.00.00.000 ДМ. Свидетельство № 52/442-2004 об аттестации МВИ ФГУ Ростест – Москва Регистрационный код МВИ по Федеральному реестру ФР.1.32.2006.02657.
3. **Методика диагностики и энергетических обследований наружных ограждающих конструкций строительных сооружений тепловизионным бесконтактным методом (летний вариант).** ВЕМО 05.00.00.000 ДМ. Свидетельство №02/442-2002 об аттестации МВИ ФГУ Ростест – Москва (летний вариант), Регистрационный код МВИ по Федеральному реестру ФР.1.32.2006.02658.
4. **Методика диагностик и определения положения точки росы и плоскости промерзания наружных ограждающих конструкций строительных сооружений тепловизионным бесконтактным методом.** ВЕМО 10.00.00.000 ДМ. Свидетельство №51/442-2004 об аттестации МВИ ФГУ Ростест – Москва.
5. **Методика диагностики и энергетических обследований светопрозрачных наружных ограждающих конструкций строительных сооружений тепловизионным бесконтактным методом.** Свидетельство №52/442-2004 об аттестации МВИ ФГУ Ростест – Москва.
6. **Методика проведения теплотехнических обследований чердачных помещений зданий и сооружений тепловизионным методом.** ВЕМО 12.00.00.000 ДМ. Свидетельство № 1627/442-2007 об аттестации МВИ ФГУ Ростест – Москва. Одобрено НТС Российского Федерального Центра судебных экспертиз при Минюсте России.
7. **Методика тепловизионного экспресс-контроля уровня теплозащиты наружных ограждающих конструкций эксплуатируемых зданий.** ВЕМО 20.00.00.000 ЭК.
8. **Методика тепловизионного экспресс-контроля электрооборудования жилых эксплуатируемых зданий.** ВЕМО 21.00.00.000 ЭК.

9. **Методика тепловизионной неразрушающей диагностики электрооборудования.** ВЕМО 08.00.00.000 ДМ. Свидетельство № 022/442-2003 об аттестации МВИ ФГУ Ростест – Москва. Регистрационный код МВИ по Федеральному реестру ФР.1.32.2006.02661.
10. **Методика тепловизионной диагностики дымовых труб и газоходов.** Свидетельство № 11/442-2002 об аттестации МВИ по Федеральному реестру ФР.1.32.2006.02659.
11. **Технологический регламент по теплотехническим обследованиям, неразрушающему контролю и диагностики технического состояния тепловыделяющих объектов автоматизированным бесконтактным тепловизионным методом.** НПО М 26.00.00.000 ДМ.

### Зарубежные стандарты

1. Международный стандарт **ISO 6781-83**. Базовый документ, положенный в основу более позднего отечественного **ГОСТ 26629-85**. Отсутствуют элементы количественного подхода к расшифровке термограмм.
2. **ANSI/ASHRAE Standard 101-1981**. США. Применение ИК-термографии для оценки теплопотерь из строительных сооружений.
3. **ASTM Standard C1060-90**. США. Применение ИК-термографии для проверки качества установки теплоизоляции в ограждающие конструкции.
4. **ASTM C1153-90**. США. Применение ИК-термографии для обнаружения аномального увлажнения кровли крыши.
5. **ASTM E 1186-87**. США. Применение ИК-термографии для обнаружения протечек воздуха через ограждающие конструкции.
6. **ASTM C 3259-95**. США. Измерение температуры покрытий на дереве.
7. **ASTM E 1623-94**. США. Оценка тепловых параметров материалов и продуктов.
8. **Standard MIL-ST-185**. США. Процедура обследования электротехнических компонентов.
9. **Standard MIL-STB-2194**. США. Процедура обследования электротехнических компонентов.
10. **Standard 149-GP-2MP**. Канада. Термографический ИК анализ строительных сооружений.

## 4. ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Представленная в табл. 3 комплектация является рекомендательной, указанные в ней приборы могут быть заменены на приборы других поставщиков или марок, обладающие характеристиками приведенными в колонке 4.

Таблица 3

Рекомендуемая базовая комплектация лаборатории  
теплового неразрушающего контроля

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование</i>	<i>Назначение</i>	<i>Технические характеристики</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Тепловизор	Регистрация, визуализация и измерение температуры поверхности объектов	Например, THV 550. Диапазон измерений 20°÷ +1200°С. Температурная чувствительность 0,1°С. Абсолютная погрешность измерения ±0,2°С. Тип детектора 320×240 пикселей. Спектральный диапазон 8-14 μm
2	Тепловизор		Например, Р640. Диапазон измерений 40°÷ +500°С. Температурная чувствительность <80 мК при 30°С. Точность измерения ±0,2°С или ±2% от абсолютной температуры (в °С). Тип детектора 640×480 пикселей. Спектральный диапазон 7,5-13 μm
3	Тепловизор		Например, Testo 880-3. Диапазон измерений 20°÷ +350°С. Температурная чувствительность <0,1 К при 30°С. Точность измерения ±0,2°С или ±2% от измеренного значения (в °С). Тип детектора 160×120 пикселей, Спектральный диапазон 8-14 μm
4	Измеритель самопишущий	Измерение и регистрация температуры	Например, ИС–201, ИС–203.2 и др. Диапазон измеряемых температур 40 ÷ +150°С. Разрешающая способность 0,1°С. Предел допускаемой абсолютной погрешности ±0,5°С
5	Термометр контактный и измеритель влажности цифровой	Контактное измерение температуры и влажности	Например, ТК–5.09. Температура окружающего воздуха -20 ÷ +45°С. Относительная влажность до 90%. Атмосферное давление 86-106 кПа
6	Измеритель плотности тепловых потоков	Измерение плотности тепловых потоков и температуры	Например, трехканальный ИТП-МГ4.03. Диапазон показаний плотности тепловых потоков 2÷999 Вт/м <sup>2</sup> . Предел основной относительной погрешности измерения плотности тепловых потоков составляет ±6%. Термическое сопротивление преобразователя потока – не более 3×10 <sup>-3</sup> м <sup>2</sup> К/Вт

<i>№ n/n</i>	<i>Наименование</i>	<i>Назначение</i>	<i>Технические характеристики</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
7	Цифровой анемометр-термометр	Измерение скорости воздуха и температуры	Например, ИСП-МГ4.01. Диапазон измерения скорости воздушного потока 0,4-30 м/с. Основная абсолютная погрешность измерения скорости воздушного потока $\pm 0,1 + 0,05 V_{м/с}$ . Диапазон измерения температуры воздуха от $-20 \div 100^{\circ}\text{C}$
8	Электронный измеритель влажности	Измерение влажности сыпучих и волокнистых материалов, твердых материалов и древесины в лабораторных, производственных и натуральных условиях	Например, Влагомер –МГ4У. Диапазон измерения влажности, %. Строительные материалы: бетон тяжелый 1÷6, цементно-песчаный раствор 1÷15, кирпич керамический 1÷18. Сыпучие материалы: песок 1÷20, щебень 1÷4. Древесина 1÷60 Основная абсолютная погрешность измерения температуры $\pm 0,5$
9	Измеритель теплопроводности	Определение теплопроводности строительных материалов, а также материалов, предназначенных для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов методом теплового зонда по ГОСТ 30256	Например, ИТП-МГ4 «ЗОНД». Определение коэффициента теплопроводности $0,03 \div 1,0 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Допускаемая основная относительная погрешность не более $\pm 7\%$ . Допускаемая глубина погружения зонда $60 \div 180 \text{ мм}\cdot\text{C}$
10	Термогигрометр	Измерение температуры и влажности	Например, ТГЦ-МГ4.01. Диапазон измерения влажности $0 \div 100\%$ . Абсолютная погрешность измерения влажности не более $\pm 3\%$ . Диапазон измерения температуры $-30 \div 85^{\circ}\text{C}$ . Абсолютная погрешность измерения температуры не более $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
11	Цифровая фотокамера	Визуализация обследуемых объектов	-
12	Компас, Рулетка Комплект визуально-измерительный	Определение направления расположения объектов обследования  Желательно	-

## 5. ПРИМЕРЫ УСПЕШНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ ТЕПЛОвого НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТАХ ТЕХНОСФЕРЫ

Аэрофотосъемка в ИК диапазоне давно и успешно применяется в различных целях.

Создан и совершенствуется широкий спектр специальных тепловизоров и специального оборудования: гиростабилизированные и виброгасящие подвесные и выносные платформы, люки, новое пополнение беспилотных летательных аппаратов и т.д., оснащаемых в основном неизмерительными и реже измерительными ИК-камерами.

На 18-й «Всемирной конференции по неразрушающему контролю и технической диагностике» (состоявшейся в ЮАР в апреле 2012 г.) при анализе основных тенденций развития и состояния методов неразрушающего контроля в мире, было подчеркнуто, что **основное развитие теплового контроля будет осуществляться в ближайшее время в основном за счет развития технологической и методической компоненты.**

В этой связи представляют интерес опыт и практика специалистов в этой области. Одним из показательных результатов работы с тепловизионной техникой компании «FLIR» стало термографирование с борта вертолета жилых кварталов г.Альметьевска (Россия, Республика Татарстан).

**Особенностями данной работы является следующее:**

- термографирование выполнено штатной переносной камерой «FLIR P-640» без специального дополнительного оборудования;
- применена Методика, разработанная технологическим институтом энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО» (Россия, г.Москва).

Применяемая Методика предусматривает последовательное, зональное, сопряженное в масштабе наложение на фотокарту города – действующую схему теплоснабжения – получаемые термограммы – аналитическую обработку обобщенной информации.

**Практически было осуществлено многоуровневое тепловизионное обследование территории г.Альметьевска переносным тепловизором с использованием вертолета без специального оборудования.**

При обработке термограмм и их привязке к схеме города и фотоснимкам были определены конкретные участки и объекты. Это:

- признаки нарушения теплового состояния теплотрасс;
- здания с признаками повышенных теплопотерь через крыши и стены;
- повышенная температура дымовой трубы (признаки дефектов конструкции) и др.

Полученные данные позволили определить «болевы точки» и затем целенаправленно проводить энергетические обследования (энергоаудит) этих объектов, техническую диагностику участков теплотрасс, экспертизу промышленной безопасности и существенно оптимизировать затраты.

Тепловой контроль объектов большой площади при протяженности на примере аэрофотосъемки в ИК-диапазоне города Альметьевск показан на рис. 6-11. Примеры применения теплового метода контроля приведены на рис. 12-16.

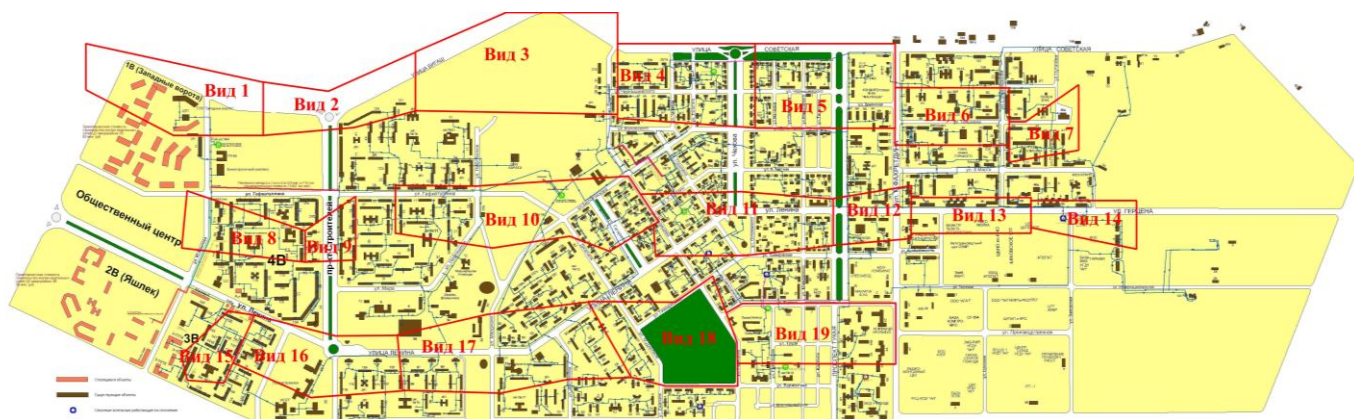


Рис. 6. Схема расположения теплотрасс г. Альметьевск

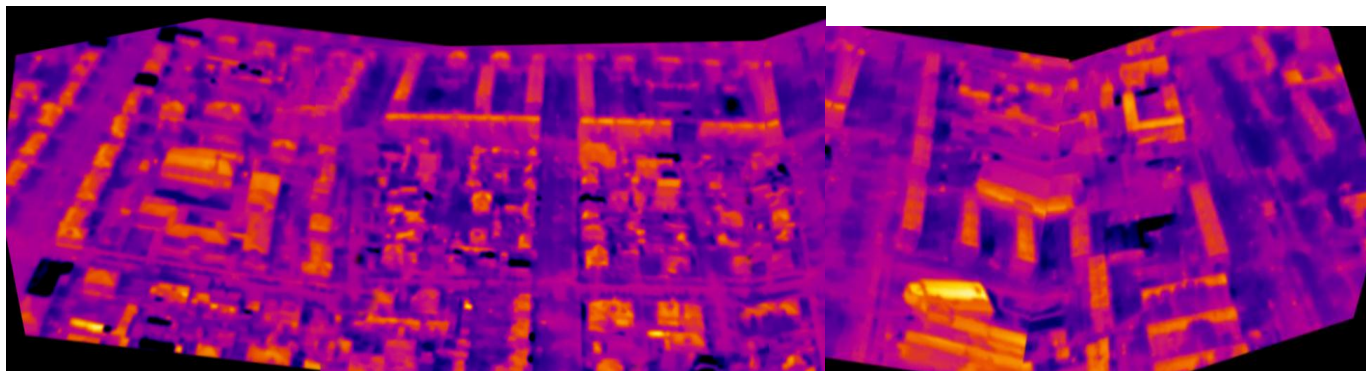


Рис. 7. Обзорная термограмма города



Рис. 8. Аэрофотоснимок города



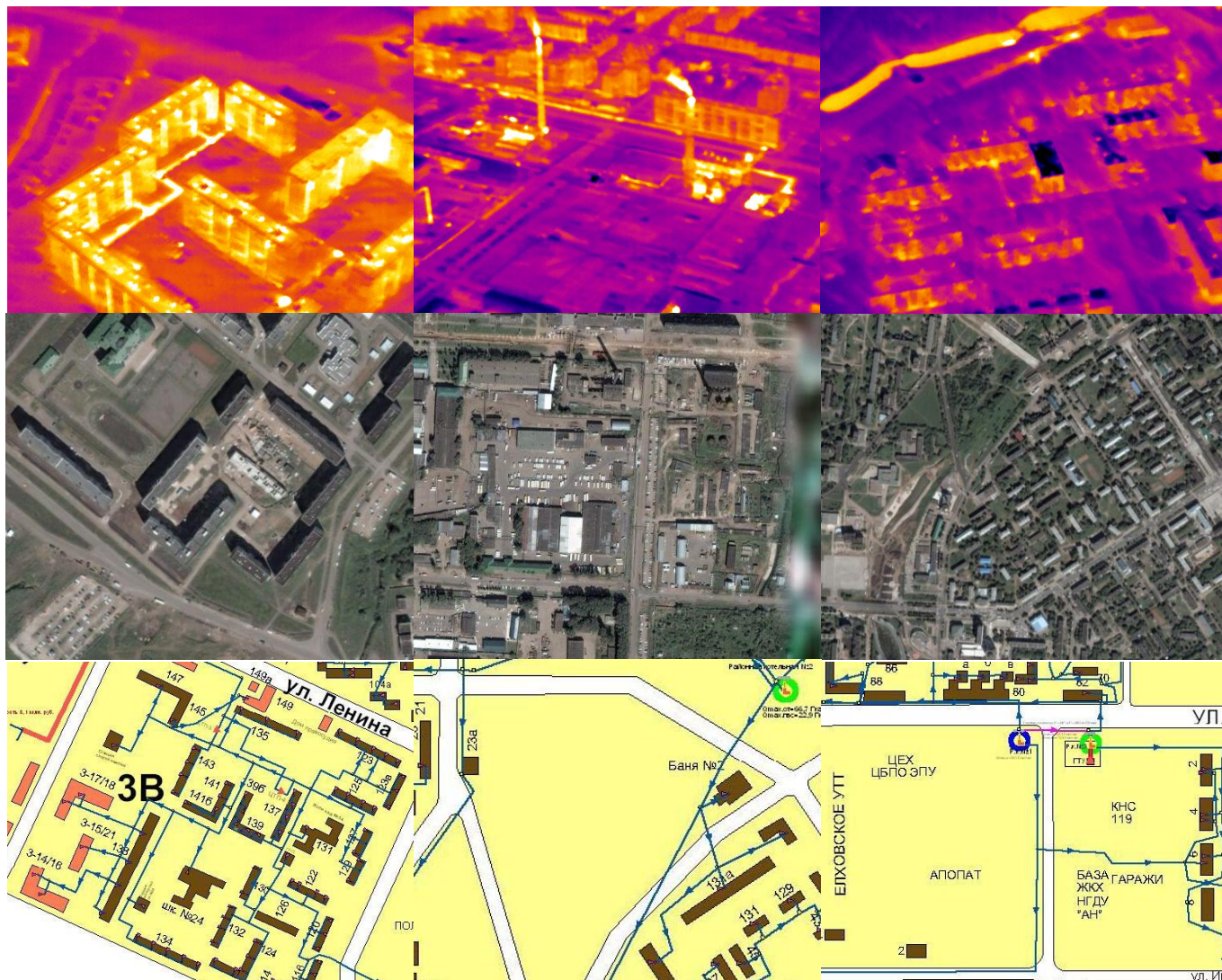


Рис. 9. Термограммы отдельных кварталов города с тепловыми аномалиями



Рис. 10. Носитель тепловизора

Пример "экспресс-энергоаудита" города с применением тепловизионной съемки жилых кварталов с вертолета.  
(г. Альметьевск, 2010г.)

Тепловизионная съемка проводилась по специальной методике.

Обработка термограмм и их привязка к схеме и фотоснимкам также проводилась по специальной программе.

Исполнители:

- Технологический Институт "ВЕМО"
- "МЭИ-ИнТехЭнерго"

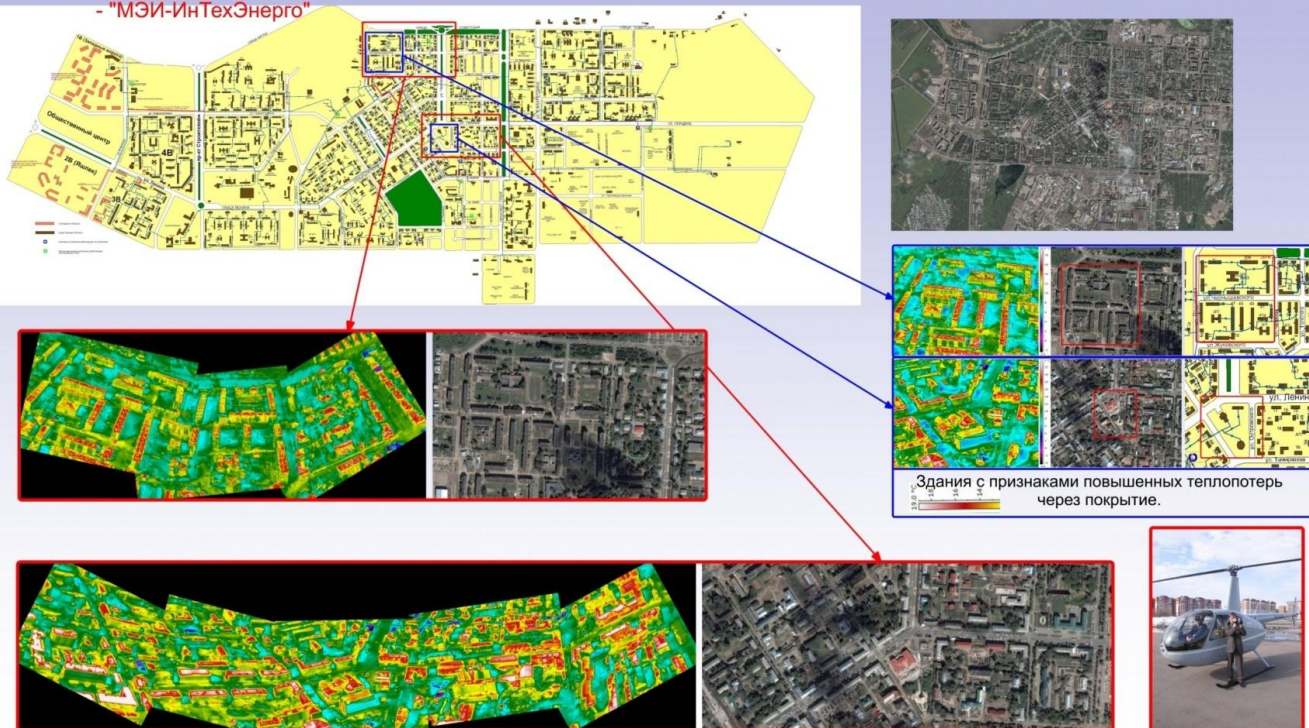


Рис. 11. Данные «экспресс-аудита» с использованием тепловизионной съемки с вертолета позволяют определить «болевые точки» и затем целенаправленно проводить энергоаудит этих объектов



Рис. 12. Зоны расположения утеплителя и его толщина (на примере Фасад Батте).

Полученный эффект:

- экономия утеплителя окупала затраты на обследование;
- минимизированы возможность перетопов

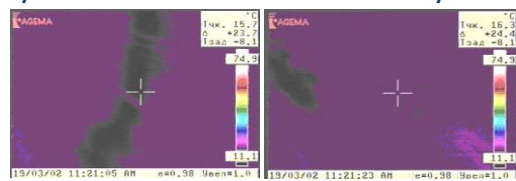


Рис. 13. Санация старого жилого фонда  
(До реконструкции  $R_{пр}=1,1 (\pm 15\%)$ , после реконструкции  $R_{пр}=3,0 (\pm 15\%)$ )

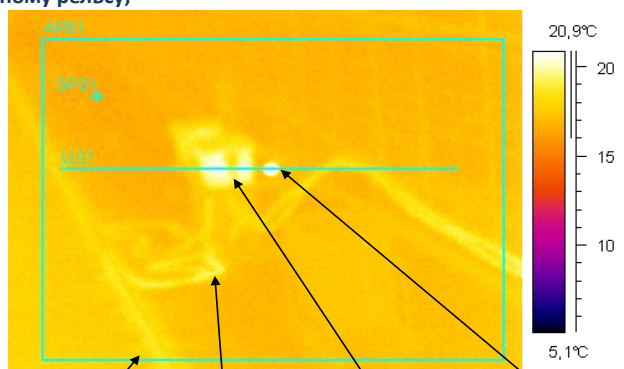
**ТЕПЛОЙ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ  
МЕТРОПОЛИТЕНА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА**

**Скорость – 50 км/час**

- места подключения питающих кабелей к контактному рельсу;
- дроссели - трансформаторы,
- путевые дроссельные перемычки;
- рельсовые стыки;
- муфты настенных кабелей,
- участки повышенной влажности стенок туннеля.



Участки повышенной влажности стенок туннеля



- Рельсы
- Кабели
- Перегретые электрические шкафы
- Дефект соединительной муфты

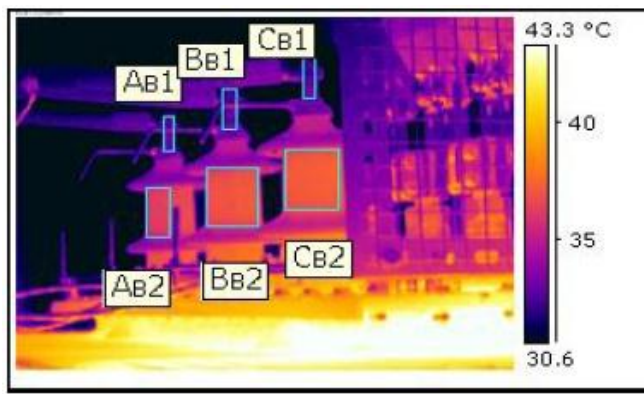
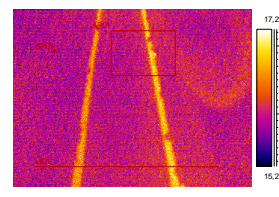
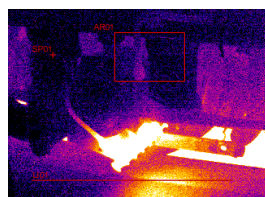


Рис. 15. Электросетевое хозяйство. Трансформаторная подстанция.  
Идентификация перегретых контактов





Рис. 17. Современные системы диагностики базируются на универсальности мультизадачного подхода, информативности результатов, мобильности технического оснащения

## 6. ВЫВОДЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ И ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ

В части анализа современного состояния и развития методов ТНК в РФ можно констатировать:

- Российской школой решены базовые фундаментальные, прикладные, научные, методические и программно-аппаратные задачи ТНК, и основной упор делается на решение задач моделирования теплового метода контроля применительно к конкретным практическим задачам для принятия дальнейших управленческих решений по модернизации, капитальному ремонту или полной замене объектов техносферы (рис. 18).
- Российские компании, выпускающие оборудование для ТНК, близки или даже превышают в уровне технологической части контроля зарубежные аналоги, однако значительно уступают в количестве и качестве выпускаемого оборудования.

Компания FLIR (США) была и остается лидером в производстве ИК-камер с вертикально интегрированной бизнес-моделью (собственное производство детекторов) и присутствием на всех рынках. Это господство будет оспариваться на двух уровнях в будущем:

- На уровне камеры: камеры производителей, специализирующихся на каждом рынке имеют сильные распределительные сети и присутствие на рынке (немецкая фирма «Тесто», японская «NEC», американская «FLUCK»);
- На уровне детектора: на рынке появятся новые поставщики детекторов из сегмента MEMS и полупроводниковой промышленности с возможностью выпуска продуктов с низкой стоимостью / большим объемом (Sensorog, Bosch, Faun-Infrared ...);
- Анализ развития методов контроля, представленный Международным комитетом по неразрушающему контролю (ICNDT), подчёркивает, что основное развитие ТНК осуществляется в основном за счет развития технологической и методической компонент;
- Для успешной реализации государственных программ в рамках распоряжения Правительства РФ от 11.11.2010 г. №1950-р до 2020 года и расширения области применения методов ТНК потребуются разработка большого количества программно-аппаратных комплексов для массового использования ТНК в системах технического обслуживания, управления технологическими процессами, диагностики и мониторинга в т.ч. технических рисков, надзорных и др. функциях обеспечивающих надежность, безопасность и энергоэффективность объектов техносферы.

Исходя из индекса цитирования, представленного на [www.google.com](http://www.google.com), тепловой метод контроля(ТНК) является наиболее употребительным и цитируемым, более чем на порядок опережая прочие методы.

Объем продаж тепловизионной техники в мире утроится к 2017 г. с более чем 320 тысяч камер, проданных в 2011 г. до более чем 1,1 млн единиц, то есть это составит +57% роста в год согласно прогнозу **Research and Markets** [1].



Рис. 18. Схема развития теплового неразрушающего контроля в России

Емкость рынка всех приборных комплексов НК в США оценивается по состоянию в 2010 г. – 2,6 млрд дол. в год (по прогнозу BCC Research), и снижение в дальнейшем не прогнозируется [2], упор делается на развитие рынка в секторах промышленности, генерации энергии и ЖКХ (рис. 19).

Потребность российского рынка средств НК к 2015 г. можно оценить в базовом сценарии развития 21,4 млрд руб. Объемы рынка диагностических и экспертных услуг с применением инструментальных методов выше более чем на порядок!

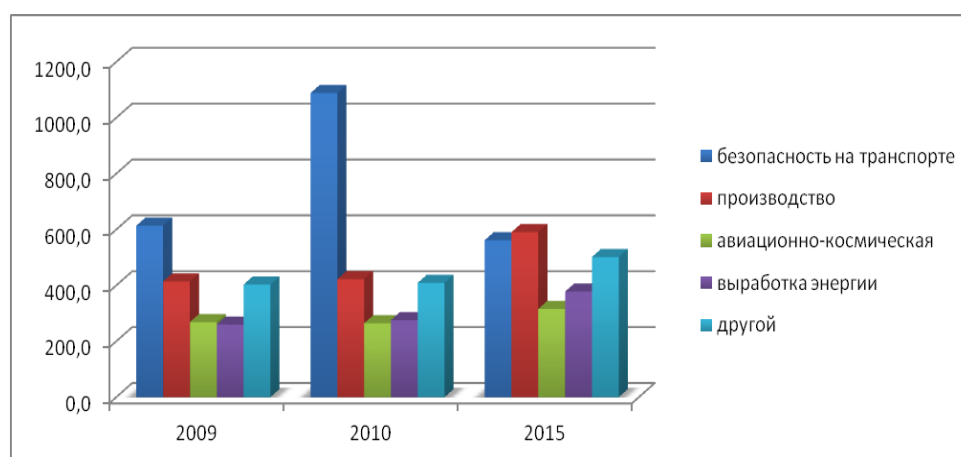


Рис. 19. Емкость рынка всех приборных комплексов НК в США

Следует отметить всеповышающуюся востребованность в России комплексных методов экспресс-диагностики и интенсивное развитие таких методов НК, которые способны эффективно интегрироваться с другими методами НК.

В качестве индикативных показателей успешной реализации методов НК на территории РФ следует рассматривать:

- Снижение аварийности на объектах техносферы до заданного уровня;
- Снижение энергоемкости ВВП России к 2020 г. не менее чем на 40% по сравнению с 2007 г. (указ Президента Российской Федерации от 04.06.08 №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»);
- Обеспеченность технологическими и аппаратными средствами экспресс-диагностики, необходимыми и достаточными для реализации следующих Государственных программ РФ (согласно перечню государственных программ в рамках распоряжения Правительства РФ от 11.11.2010 г. №1950-р) (табл.4).

Таблица 4

Роль ТНК в обеспечении приоритетных направлений социально-экономического развития России (по перечню национальных программ)

<i>Наименование государственной программы</i>		<i>Ответственный исполнитель и возможности ТНК в обеспечении программы объективной информацией:</i>  <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px;"> <span><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f4a460; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> - возможности значительны;</span> <span><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> - возможности имеются</span> </div>
<b>I. Новое качество жизни</b>		
5.	Обеспечение качественным жильем и услугами ЖКХ населения России	Минрегион России
9.	Обеспечение личной безопасности, общественного порядка и противодействие преступности	МВД России
10.	Предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций, пожарная безопасность, гражданская оборона	МЧС России
12.	Охрана окружающей среды	Минприроды России
<b>II. Инновационное развитие и модернизация экономики</b>		
14.	Фундаментальная наука и технологии	Минобрнауки России
15.	Экономическое развитие и инновационная экономика	Минэкономразвития России
16.	Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности	Минпромторг России
17.	Космическая деятельность России	Роскосмос
18.	Развитие атомного энергопромышленного комплекса	Росатом



Окончание табл. 4

<i>Наименование государственной программы</i>		<i>Ответственный исполнитель и возможности ТНК в обеспечении программы объективной информацией:</i> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px; margin-top: 5px;"> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f4a460; border: 1px solid black;"></span> - возможности значительны;  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black;"></span> - возможности имеются                 </div>
19.	Информационное общество	Минкомсвязь России
20.	Развитие транспортной системы	Минтранс России
25.	Воспроизводство и использование природных ресурсов	Минприроды России
26.	Энергоэффективность и развитие энергетики	Минэнерго России
<b>III. Обеспечение национальной безопасности</b>		
27.	Обеспечение обороноспособности страны	Минобороны России
28.	Обеспечение государственной безопасности и антитеррористической защищенности страны	ФСБ России
29.	Внешняя разведка	СВР России
30.	Противодействие незаконному обороту наркотических средств	ФСКН России
31.	Миграционная политика	ФМС России
<b>V. Эффективное государство</b>		
34.	Управление государственной собственностью	Минэкономразвития России
<p><b>Материал подготовлен:</b> Технологический институт энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО» и НП «Инновационный кластер разработчиков технологий и приборов, обеспечивающих надежность, энергоэффективность и безопасность объектов техносферы»</p>		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электронный ресурс: <http://www.businesswire.com/news/home/20121017005633/en/Research-Markets-Uncooled-Infrared-Imaging-Commercial-Military>
2. Электронный ресурс: <http://www.bccresearch.com/report/nondestructive-testing-mfg016f.html>