



Научно-Исследовательский Институт Строительной физики (НИИСФ РААСН)
Research Institute of Building Physics (NIISF RAABS)
Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН)
Russian Academy of Architecture and Building Science (RAABS)

Вторая научно-практическая конференция «НА ОСТРИЕ ПРОБЛЕМ ОКОННО-ФАСАДНОЙ ОТРАСЛИ»

20.11.2024 г. Санкт-Петербург

**Тепловизионный контроль свето-
прозрачных ограждающих конструкций**

Абрамова Елена Вячеславовна

д.т.н., г.н.с. НИИСФ РААСН, лаб.№ 53

**проф. кафедры «Сварка, диагностика и специализированная
робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана**

Тел. +7 (905) 759 63 07

E-mail: e.v.abramova11@yandex.ru

- Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (с изм.)
- Федеральный закон РФ от 30 декабря 2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (ред. от 02.07.2013)
- Постановления Правительства РФ, Приказы Росстандарта
- Федеральный закон от 25.12.2023 N 653-ФЗ О внесении изменений в Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" и отдельные законодательные акты Российской Федерации

С 01.09.2024

ГОСТ Р 56542-2019 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.

Основная задача диагностики методами НК –

не только выявление дефектов, определение их параметров и характеристик контролируемого объекта, но и оценка влияние наличия этих дефектов на остаточный ресурс и энергоэффективность.

Тепловой контроль

- ГОСТ Р 56542-2019 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
- 3.1.10 *тепловой неразрушающий контроль*: Вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации температурных полей объекта контроля.
- ГОСТ Р 53698-2009. Контроль неразрушающий. Методы тепловые. Термины и определения:
- 2.1.1 *тепловой неразрушающий контроль*; тепловой контроль: Неразрушающий контроль, основанный на регистрации температурных полей объекта контроля.

Тепловизионный контроль - метод теплового вида НК, определяет бесконтактные измерения температуры поверхностей, с учетом их излучательных характеристик, параметров окружающей среды и технических показателей тепловизоров

Определение «ИК термографии» (тепловидения)

- *Инфракрасная (ИК) термография (тепловидение) есть научно-техническая дисциплина, связанная с измерением и анализом информации (температуры) о тепловом состоянии физических объектов, которые получают с помощью бесконтактных систем регистрации и визуализации теплового (ИК) излучения.*

ГОСТ 31937-2024 "Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния".

5.1.20 Заключение по итогам комплексного обследования технического состояния здания (сооружения)

оценку состояния систем инженерно-технического обеспечения, средств связи, звукоизолирующих свойств ограждающих конструкций, шума от инженерного оборудования, вибраций и внешнего шума, **теплотехнических показателей наружных ограждающих конструкций**; - результаты обследования, обосновывающие принятые оценки; - обоснование наиболее вероятных причин появления дефектов и повреждений в конструкциях, инженерных системах, электрических сетях и средствах связи, снижения звукоизолирующих свойств ограждающих конструкций, **теплоизолирующих свойств наружных ограждающих конструкций** (при наличии);

.....

5.7 Определение теплотехнических показателей наружных ограждающих конструкций:

.....

- тепловизионную съемку наружных стен для выявления мест с низкими теплозащитными показателями (см. ГОСТ 26629); - расчеты приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен типового этажа здания с учетом выявленных фрагментов наружных стен с низкими теплозащитными показателями

- ГОСТ Р ИСО 10878-2019 Контроль неразрушающий. Термины и определения в области теплового контроля.
- ГОСТ Р 53698-2009. Контроль неразрушающий. Методы тепловые. Термины и определения.
- ГОСТ Р 8.619-2006. Приборы тепловизионные измерительные.
- ГОСТ 28243-96. Пирометры. Общие технические требования.
- ГОСТ Р ИСО 18434-1-2013. Контроль состояния и диагностика машин. Термография. Часть 1. Общие методы.
- ГОСТ Р ИСО 18434-2-2021. Контроль состояния и диагностика машин. Термография. Часть 2. Интерпретация термограмм и диагностирование.
- ГОСТ Р ИСО 18436-7-2012. Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 7. Термография
- ГОСТ 26602.1 — 99 Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче
- *ГОСТ 26629-85 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.*
- *ГОСТ Р 54852-2021 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций (не действует).*
- *ГОСТ Р 54852-2024 Здания и сооружения. Методы определения показателей теплозащитной оболочки на базе тепловизионного обследования и натурных измерений.*
- ГОСТ 25380-82 Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции.
- ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

- *ГОСТ Р 54853-2011 Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с помощью тепломера .*
- *ГОСТ Р 56623-2015 Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.*
- *ГОСТ Р 54850-2011 Окна мансардные и зенитные фонари. Метод определения сопротивления теплопередаче. (Колориметрический метод)*
- *ГОСТ Р 54858-2011 Конструкции фасадные светопрозрачные. Метод определения приведенного сопротивления теплопередаче. (Расчеты)*
- *ГОСТ Р 59149-2020 Окна и двери. Метод определения теплотехнических характеристик в натурных условиях.*
- *ГОСТ Р 59939-2021 Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче в натурных условиях.*
- 5.3.6 Для оперативного контроля температурного поля исследуемых поверхностей ограждающих конструкций используют тепловизоры, пирометры по ГОСТ 28243 и контактные термометры, соответствующие требованиям 5.3.1.
- *ГОСТ Р 59633-2021 Конструкции фасадные светопрозрачные. Метод определения теплотехнических характеристик в климатической камере.*

(Приложение 1)

- *ГОСТ 26602.1 Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче.*
- *ГОСТ 30971- 2012 Швы монтажные узлов примыкания оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия.*
- *ГОСТ 34379— 2018 Конструкции ограждающие светопрозрачные. Правила обследования технического состояния в натурных условиях*

Методики

Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники: МДС 23-1.2007

Методика диагностики и энергетических обследований наружных ограждающих конструкций строительных сооружений тепловизионным бесконтактным методом ФР.1.32.2006.02657. Св-во об аттест. № 09-442-2001

Методические рекомендации по энергетическому аудиту строительных зданий и сооружений с использованием метода инфракрасной термографии/ Абрамова Е.В., Вавилов В.П., Чулков А.О., Лариошина И.А.

Методика энергетического аудита строительных зданий и сооружений с использованием теплового контроля/ Абрамова Е.В.

Методика комплексного теплового контроля параметров теплозащиты наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений/ Абрамова Е.В., Будадин О.Н.

Методики НК

- Область применения;
- Нормативные ссылки;
- Терминология, принятые сокращения;
- Общие положения;
- Организация контроля;
- Квалификация персонала;
- Средства контроля;
- Подготовка к контролю;
- Настройка средств контроля;
- Проведение контроля;
- Оценка качества;
- Оформление результатов контроля;
- Требования безопасности.

Методики выполнения измерений (ГОСТ Р 8.563-2009)

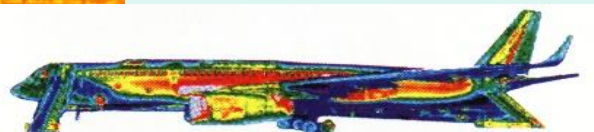
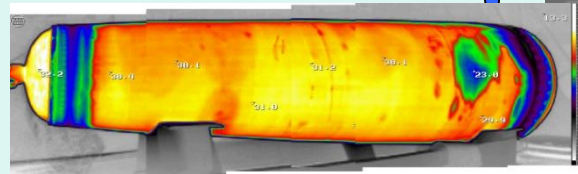
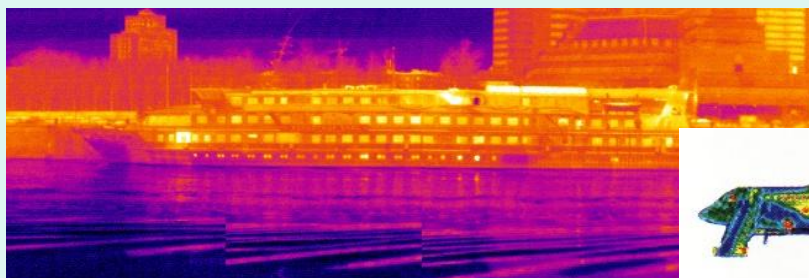
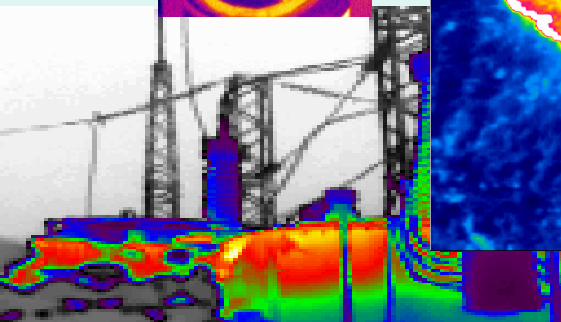
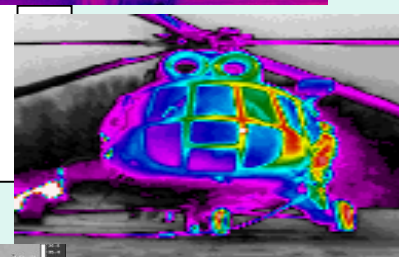
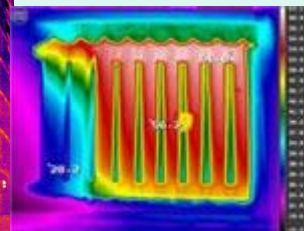
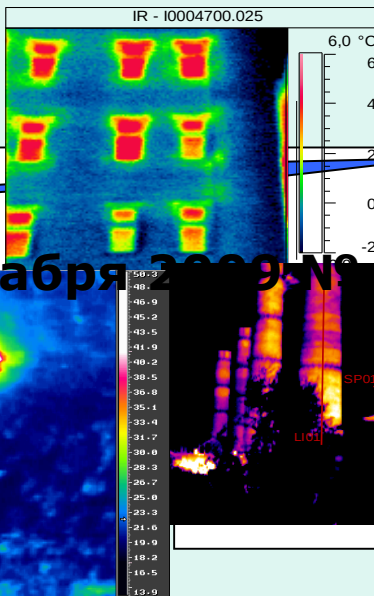
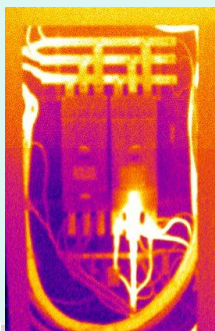
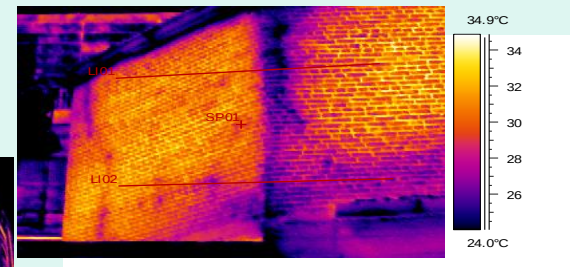
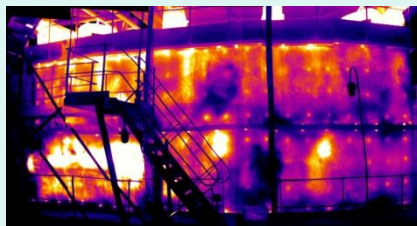
- Назначение МВИ;
- Условия измерений;
- Требования к погрешности измерений;
- Метод (методы) измерений;
- Требования к средствам измерений;
- Операции при подготовке к выполнению измерений;
- Операции при выполнении измерений;
- Операции обработки и вычислений результатов измерений;
- Нормативы, процедуру и периодичность контроля погрешности результатов выполняемых измерений;
- Требования к оформлению результатов измерений;
- Требования к квалификации операторов;
- Требования к обеспечению безопасности выполняемых работ;
- Требования к обеспечению экологической безопасности;
- Другие требования и операции (при необходимости).

Области применения ТК:

Какие объекты контролируются?

- имеющие теплозащиту: задача – определить ее характеристики;
- узлы или детали которых нагреваются в процессе функционирования: задача – выявить их, оценить степень опасности этих дефектов;
- наличие дефектов в которых определяется в процессе их нагрева (охлаждения) – задача дефектоскопии.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТК



от 30 декабря 2009 № 284-ФЗ

Компьютер

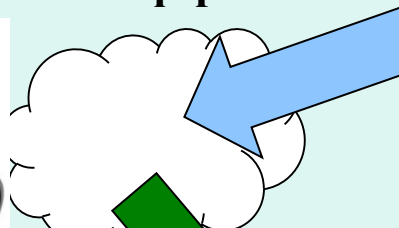
Общее представление об ИК системе



Тепловизор



Атмосфера



Программное
обеспечение

Неразрушающий контроль
(дефектоскопия, необходима
дополнительная
термостимуляция объекта
контроля)

Ночное видение

Разведка
и спасение

Наблюдение
Охрана

Поиск

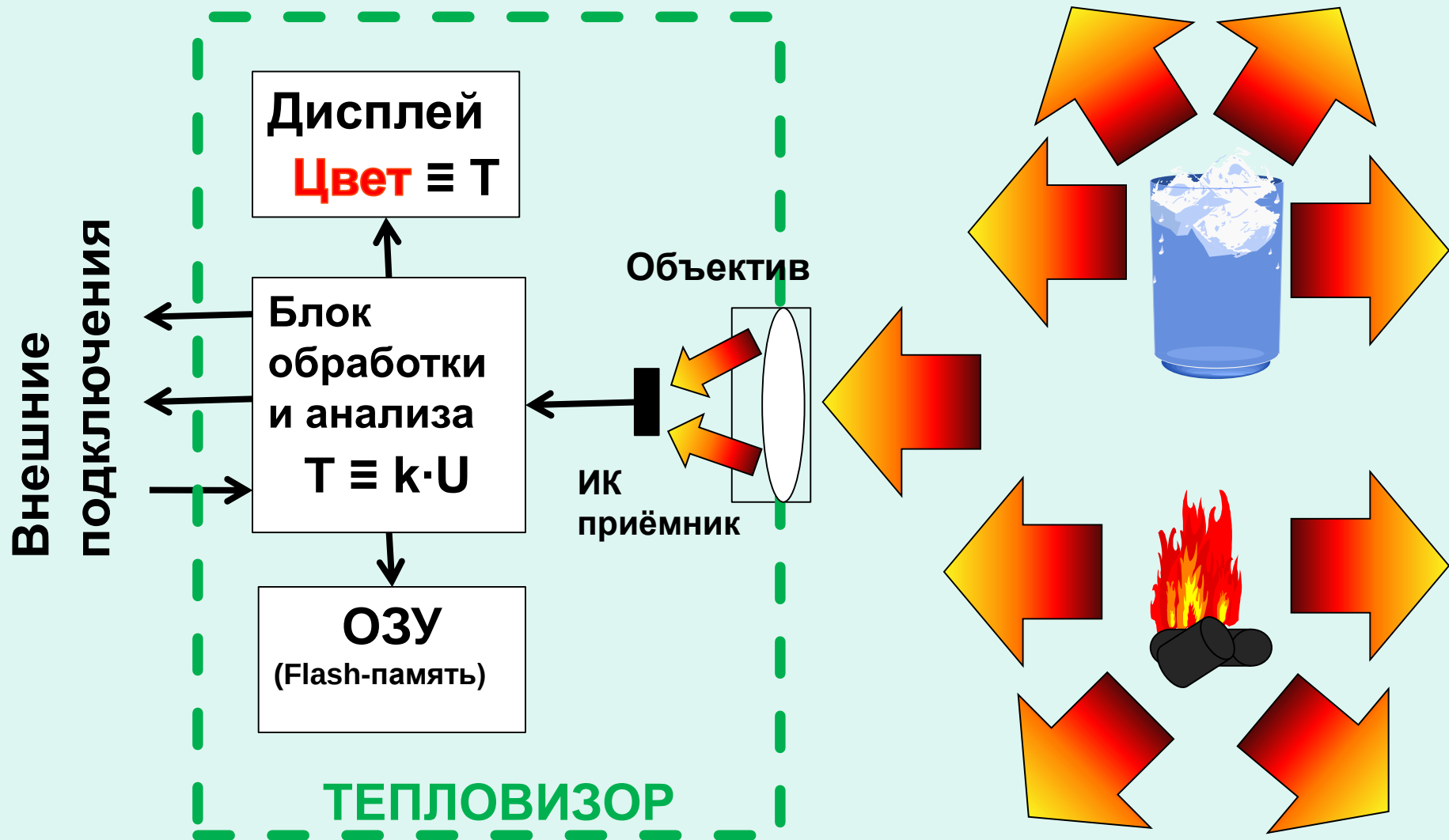
Техническая диагностика

Обслуживание установок

Анализ технологических процессов

Определение теплотехнических параметров
объектов

Прибор – тепловизор



Технические характеристики основных типов тепловизоров (рассмотрено свыше 110 модификаций)

Тип тепловизора Характерис- тики	Показыва- ющие	Переходные	Профессио- нальные	Высокого разрешения
Чувствитель- ность	0,1 ° С	0,05÷ 0,1 ° С	0,03÷0,08 °С	0,02÷0,08 °С
Пространств. Разрешение (IFOV)	2,2 ÷ 3,5 мрад	1,1 ÷ 2,5 мрад	1,0 ÷ 1,3 мрад	0,6 ÷ 0,65 мрад
Размер матрицы (FOV), пикселей	160x120	320x240	640x480	1024 × 768 и выше
Температур- ный диапазон, погрешность	-20...350°C 2°C или 2%	-20...500°C 2°C или 2%	-40...1200°C 2°C (1,5) или 2% (1,5)	-40...2000°C 1,5 °С или 1,5 % (1 и 1)
Вес	0,3... 0,8 кг	около 1 кг	1...2 кг	2...3 кг
Стоимость	До 150 т.р.	300÷ 1000 т.р.	1000..5000т.р .	5000.10000т.р
Рабочие температуры	-10...45°C	-15...50°C	-15 (20)...55°C	-25...55°C

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ АППАРАТУРЫ

1. Разрешающая способность по температуре.
2. Геометрическая разрешающая способность.
3. Поле обзора и угол визирования.
4. Динамика протекания тепловых процессов.
5. Спектральный диапазон регистрации излучения

Тепловизор Guide Hammer H6



Поле зрения $25^{\circ} \times 19^{\circ}$; $44^{\circ} \times 34^{\circ}$

Пространственное разрешение 0.68; 1,2 мрад

Матричный детектор микроболометр 640 x 480, без охлаждения; 7,5-14 мкм

Частота смены кадров: 60 Гц

Диапазон измерения базовый : от -40°C до $+650^{\circ}\text{C}$

Температурное разрешение
(чувствительность) $0,04^{\circ}\text{C}$ (при 30°C)

Основная погрешность $(\pm)2^{\circ}\text{C}$ или $(\pm)2\%$ от показаний

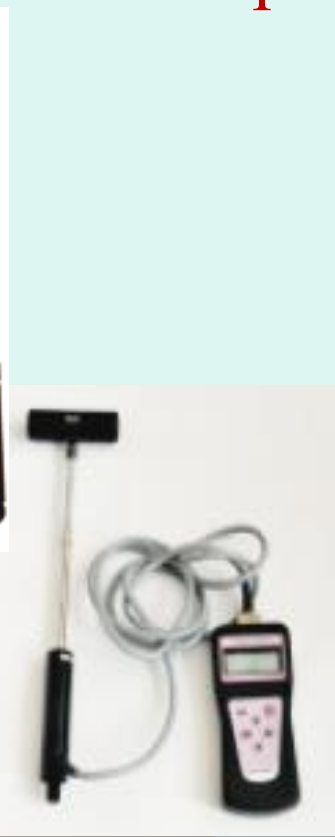
Диапазон рабочих температур $-20...+50^{\circ}\text{C}$

Флэш-карта

Масса с аккумулятором 1,1 кг (с аккумулятором)

Длительность работы с Li/Ion аккумулятором 4 часа

Техническое оснащение лаборатории



ТК включает следующие разделы...

Теплопередача

**Анализ
изображений и
измерительных
данных**

Теория излучения

**Технология контроля
и составление
протокола**

**Работа с ИК и
дополнительной
аппаратурой**

Применения

Цитаты о строительстве



**КАЧЕСТВО – ЭТО ДЕЛАТЬ
ЧТО-ЛИБО ПРАВИЛЬНО, ДАЖЕ
КОГДА НИКТО НЕ СМОТРИТ.**

Генри Форд
основатель *Ford Motor Company*

1tmn.ru
целенаправленный портал

Расшифровка результатов ТК

Влияющие факторы

Состояние поверхности

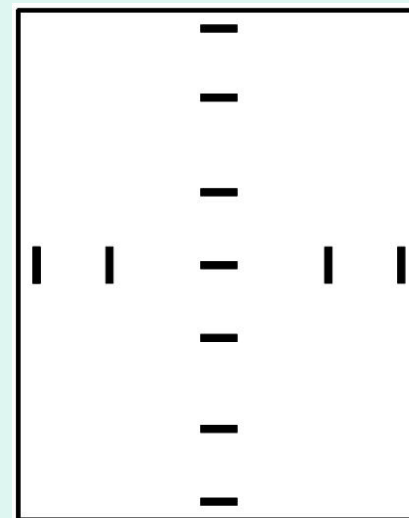
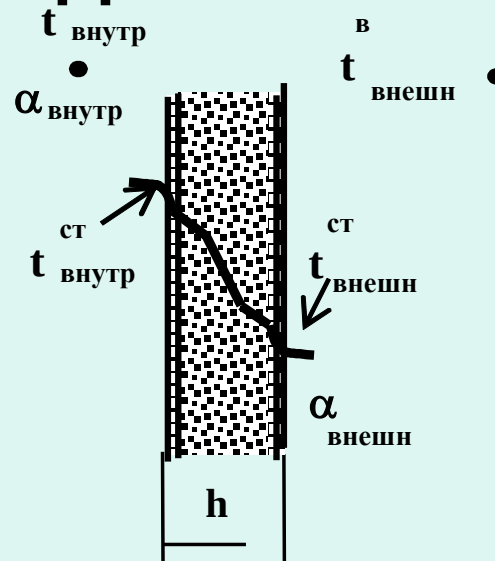
Расстояние до объекта,
габаритные размеры, угол
обзора, форма поверхности

Метеоусловия

Температурный напор (перепад)

Измерение сопротивления теплопередаче

Для определения
термического сопротивления
(и сопротивления
теплопередаче) НОК
измеряют **плотность
мощности теплового потока**,
проходящего через НОК, и
**разность температур
внутренней и внешней
поверхностей** (температур
внутреннего и наружного
воздуха) согласно
ГОСТ Р 54853, ГОСТ Р 56623,
ГОСТ Р 59633



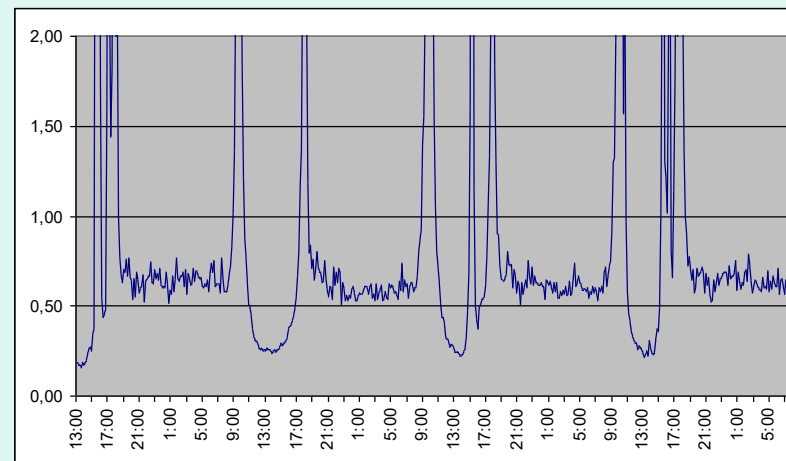
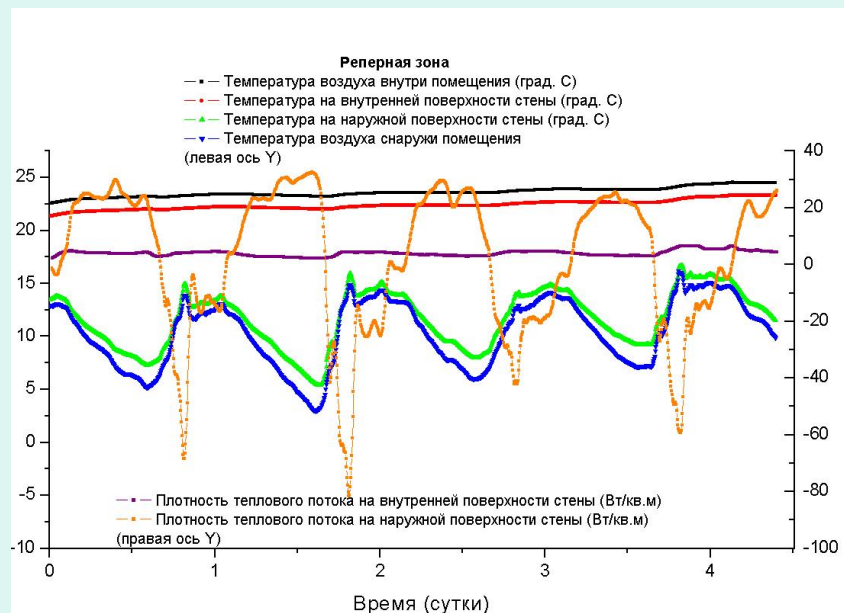
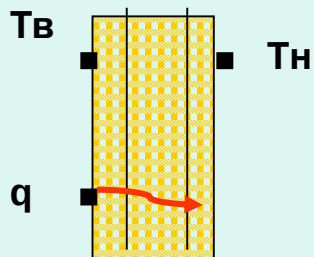
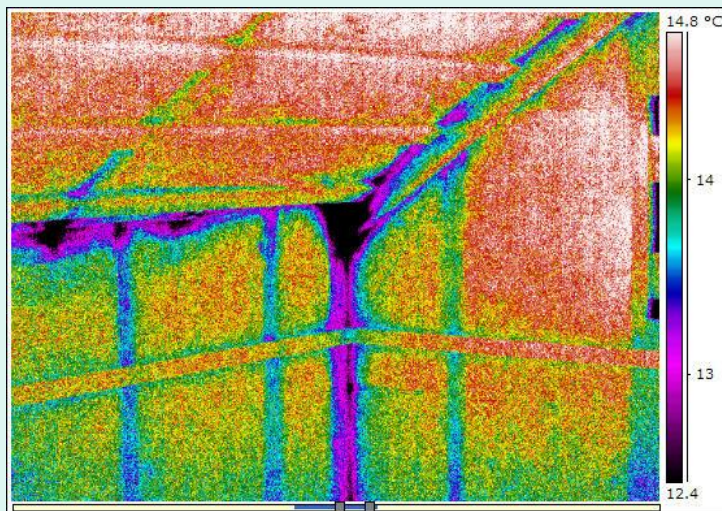


График мгновенных значений приведенного сопротивления теплопередаче стеклопакета, $\text{м}^2 \text{°C/Вт}$, в период ночных наблюдений с 13⁰⁰ 06.10.2011г. до 07⁰⁰ 10.10.2011г. Среднее значение приведенного сопротивления теплопередаче $0,62 \text{ м}^2 \text{°C/Вт}$.

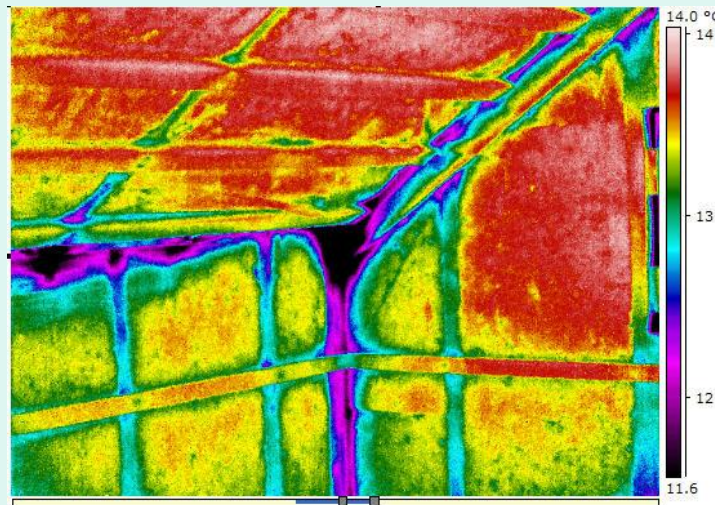
Условия контроля

- Температура окружающей среды и влажность воздуха должна лежать в диапазоне рабочих температур и влажности тепловизора.
- Рекомендуемый коэффициент излучения не ниже 0,7. При необходимости принять меры для его увеличения.
- Скорость движения воздуха снаружи не более 5-7 м/с.
- Контроль проводить при полном прогреве помещений системой отопления (не менее 7 суток)
- Контроль проводить днем в пасмурную погоду, в вечерние часы после захода солнца через 4-6 часов (после полного остывания оборудования от солнечного нагрева), в предутренние часы.
- Контроль не проводится в косой дождь, снегопад, направленных на исследуемую конструкцию.
- Поверхности должны быть чистым, свободными от мешающих предметов.
- Температурный напор не менее 10 °C..
- Температура наружного воздуха в течение двадцати четырех часов, предшествующих тепловизионной съемке, не должна изменяться более, чем на 10 °C.
- Во время тепловизионного обследования температура наружного воздуха не должна отклоняться более чем на ± 5 °C, а внутреннего воздуха - более чем на ± 2 °C от величины на начало термографирования.
- В любом случае во время проведения тепловизионной съемки изменение температурного напора не должно превышать 30% от действительной начальной величины.
- Расстояние (рассчитать).

Температурная чувствительность

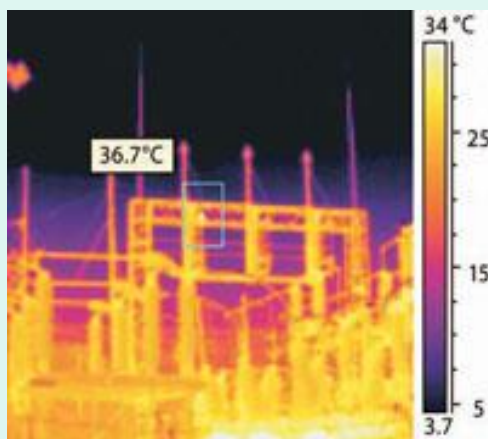


P640 image 60 mK

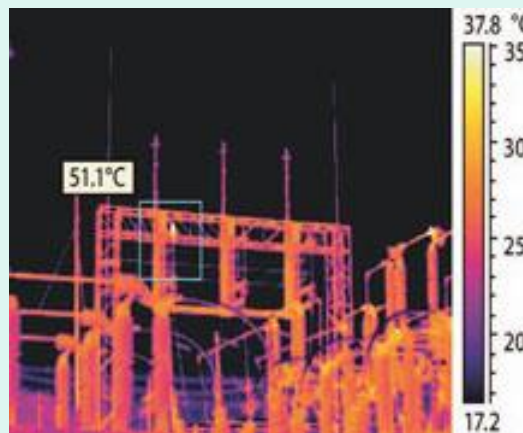


P660 image 45 mK

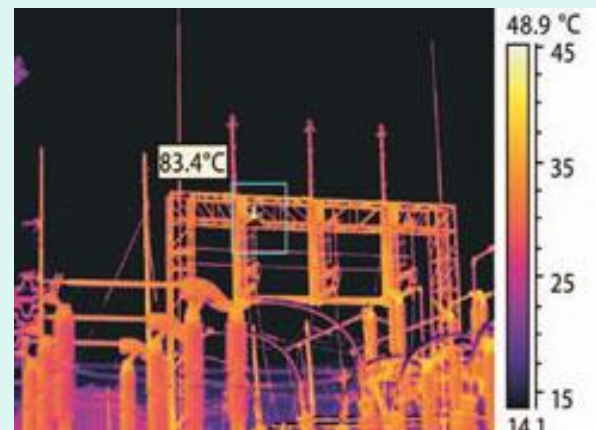
Пространственное разрешение



Матрица 160x120 пикселей



Матрица 320x240 пикселей



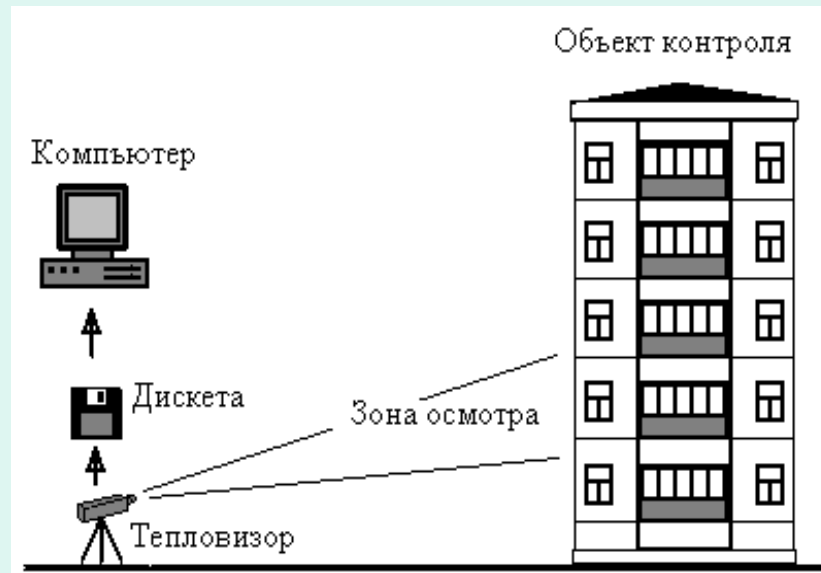
Матрица 640x480 пикселей

Фокусировка

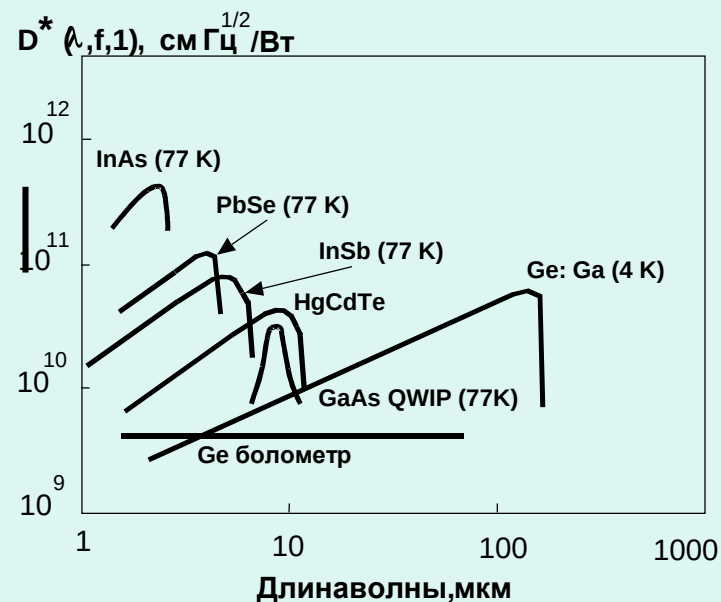
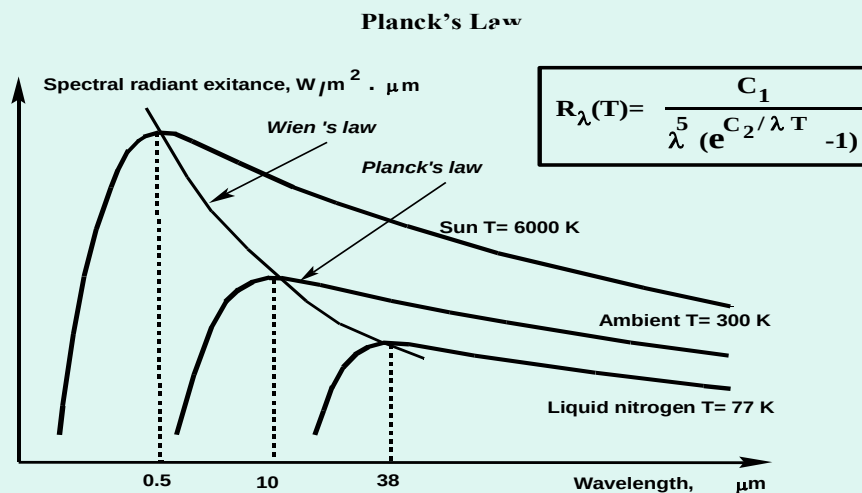


<https://teplovizo.ru/analiz-poluchennyh-v-raznoe-vremya-termogramm-stroeniy.htm>

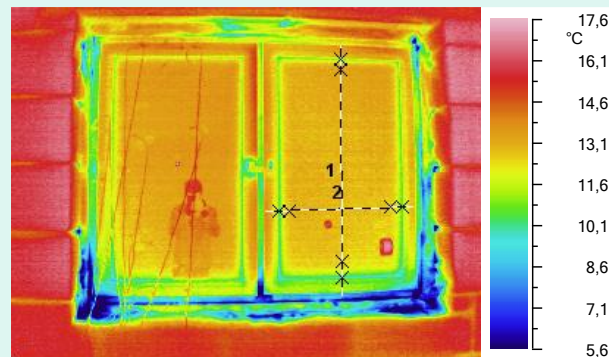
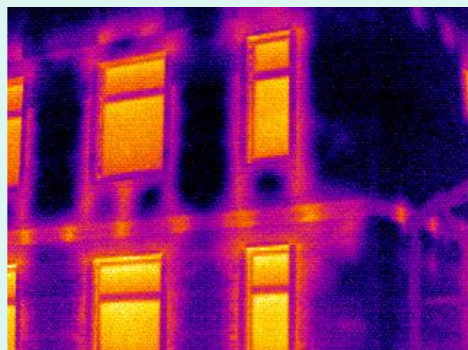
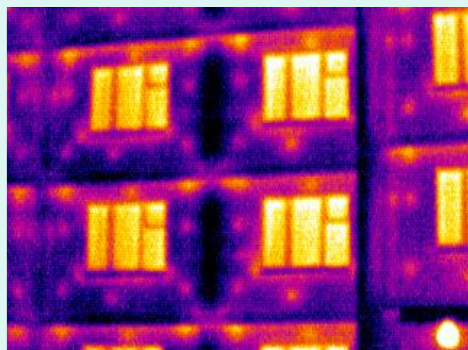
Углы визирования и регистрации



Спектральные характеристики объекта и приемников излучения



ВЫЯВЛЯЕМЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ

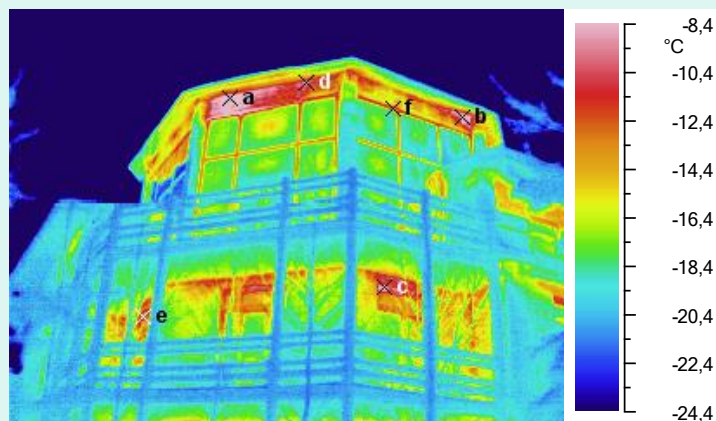
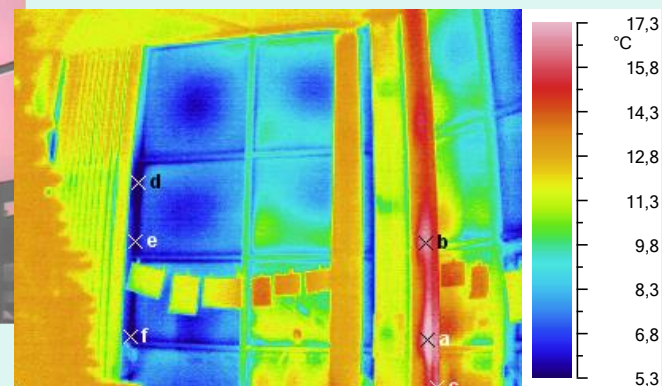
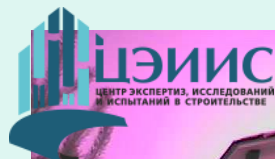


Монтажные узлы



Инфильтрация воздуха (аэродверь)

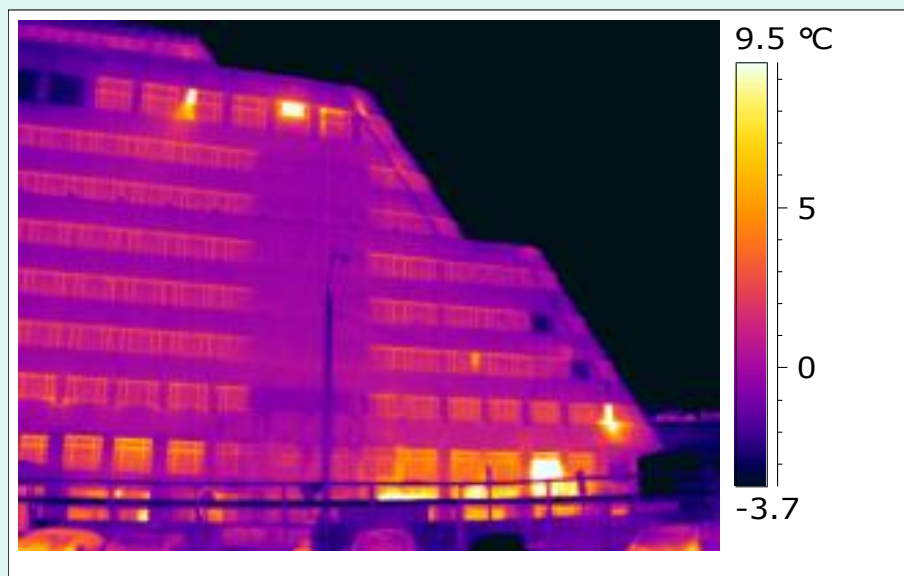
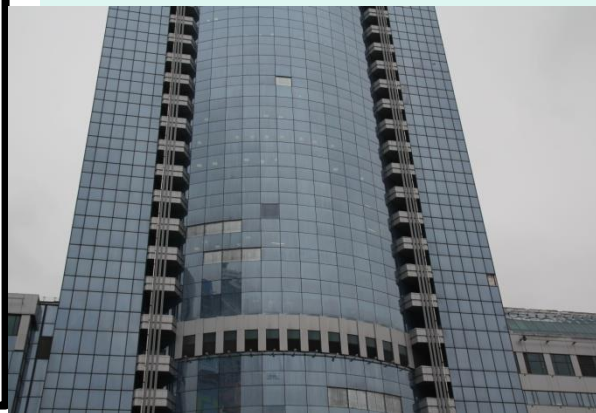
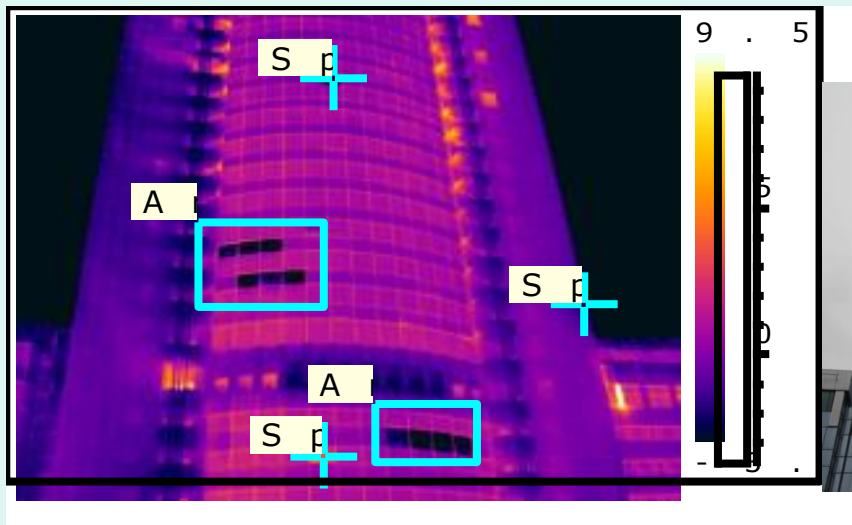
Дефекты стеклопакетов при наружной и внутренней тепловизионной съёмке (наблюдаемые температурные линзы меняют однородность теплозащитных качеств)

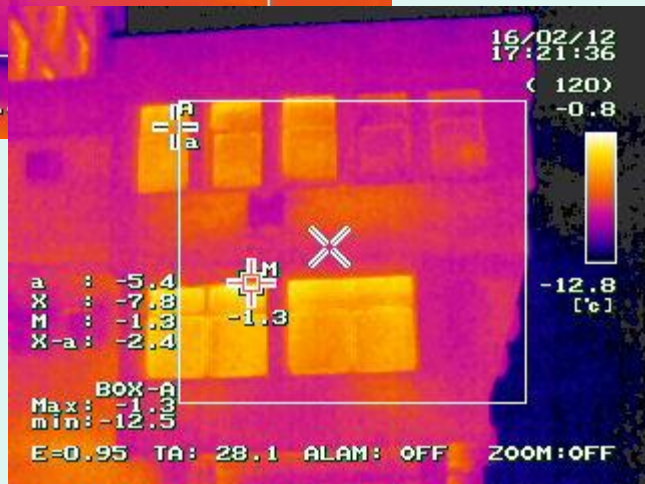
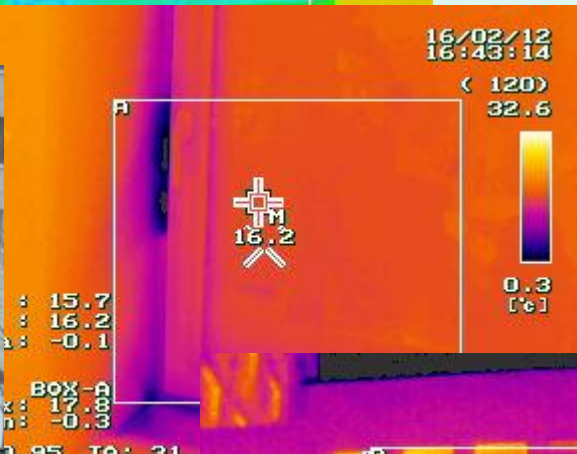
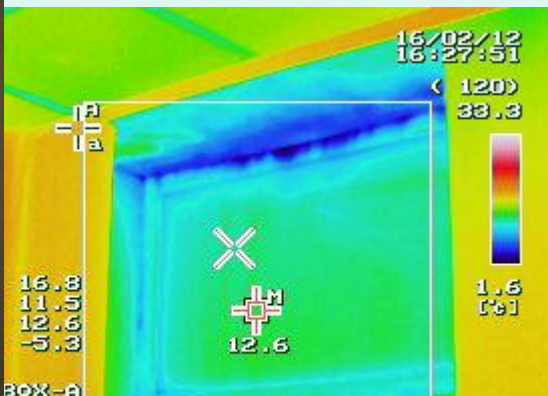


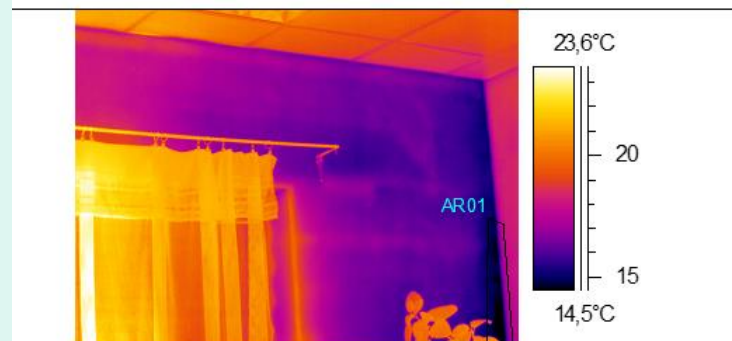
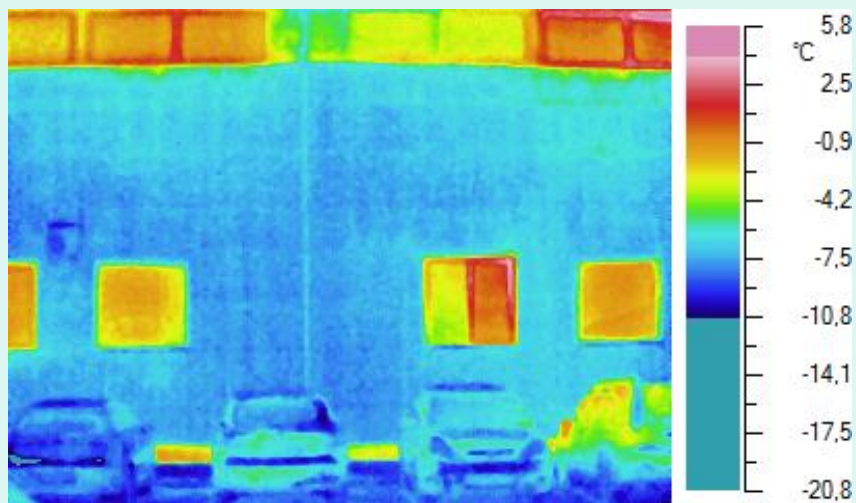
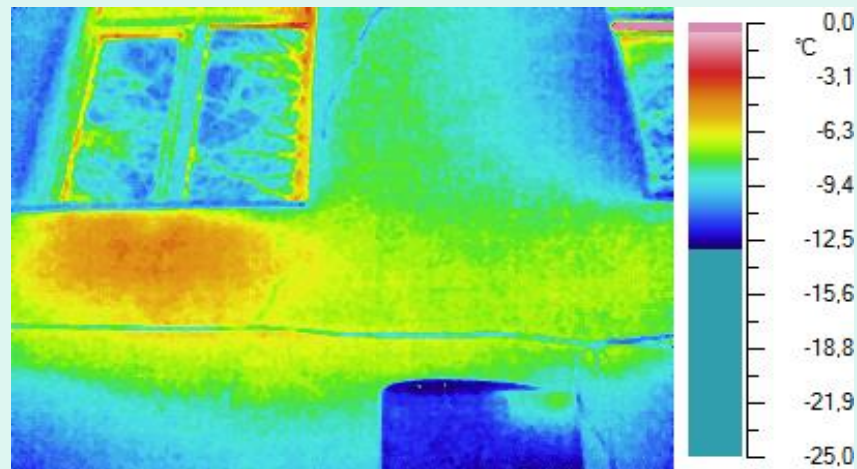
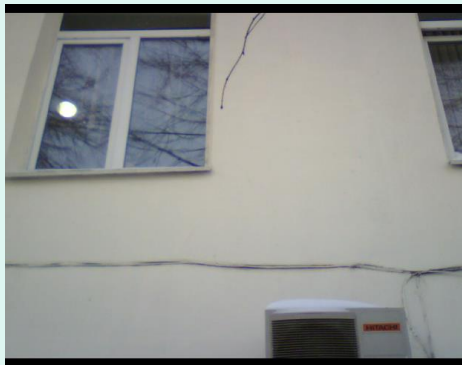
ТИ «ВЕМО»



Тепловизионный контроль Северной башни



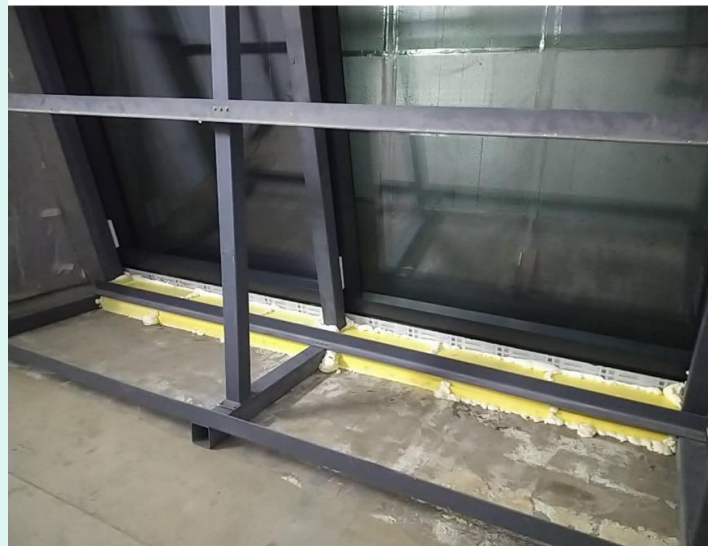
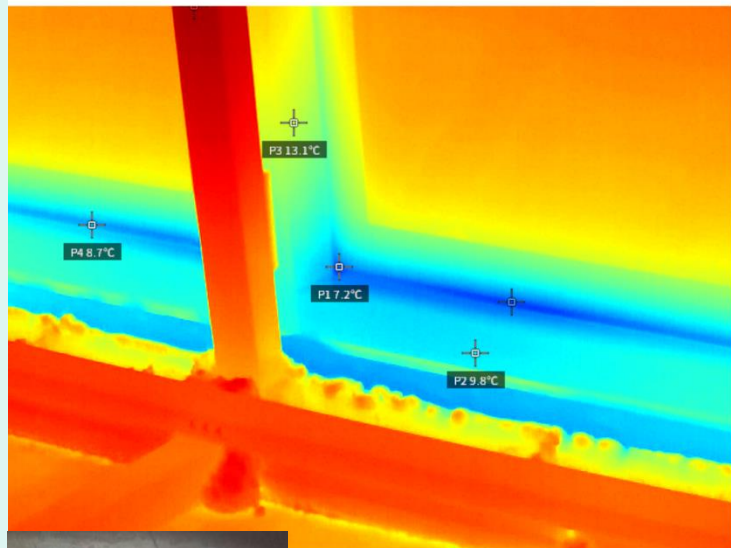




Температуры зон

Название	T_{max}	T_{min}
AR01	20.7	13.8

Испытания в климатических камерах



VIS_20241107_213104.jpg



90 град



110 град



130 град



70 град



30 град

Результаты испытаний теплотехнических характеристик стеклопакета

Угол наклона стеклопакета	Температура в холодном отделении	Приведенное термическое сопротивление стеклопакета			Приведенное сопротивление теплопередаче стеклопакета, $R_o^{сп}, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
		краевой зоны, $R_{зп}^{сп}, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	центральной зоны, $R_{ц}^{сп}, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	стеклопакета, $R_{ст}^{сп}, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	
30°	-10 °C	0,37	0,39	0,38	0,55
	-30 °C	0,32	0,35	0,34	0,51
50°	-10 °C	0,40	0,44	0,42	0,59
	-30 °C	0,37	0,39	0,39	0,56
70°	-10 °C	0,45	0,49	0,48	0,65
	-30 °C	0,41	0,42	0,42	0,59
90°	-10 °C	0,45	0,55	0,51	0,68
	-30 °C	0,42	0,48	0,46	0,63
110°	-10 °C	0,51	0,62	0,58	0,75
	-30 °C	0,46	0,53	0,50	0,67
130°	-10 °C	0,53	0,76	0,67	0,84
	-30 °C	0,49	0,66	0,60	0,77
150°	-10 °C	0,59	0,88	0,77	0,94
	-30 °C	0,57	0,81	0,72	0,89

ВЫВОДЫ.

1. Низкий квалификационный уровень большинства тепловизионных обследований обуславливает актуальность разработки специализированных методик контроля, подробно прописывающих технологические процедуры с целью исключения субъективных ошибок операторов.

2. К проведению контроля теплотехнических параметров в натурных условиях следует привлекать специализированные лаборатории, имеющие современную аппаратуру, признанные методики теплового контроля и квалифицированный персонал, прошедший дополнительное обучение в этой области.

3. Надзорным органам рекомендуется ужесточить требования к отчетам о проведенном контроле теплотехнических параметров зданий и регулярно проводить выборочный экспертный анализ независимыми специалистами высшей квалификации результатов диагностики, предоставляемых при приемке зданий в эксплуатацию.



**Сумма разума на планете есть
величина постоянная; население
растет**

**Приглашаем вас на курсы повышения
квалификации по тепловому контролю
зданий и сооружений (ограждающих
конструкций и инженерных систем) в
Университет Минстроя.**



Благодарю за внимание!

Абрамова Елена Вячеславовна

Тел. Моб +7 905 759 63

E-mail: e.v.abramova11@yandex.ru