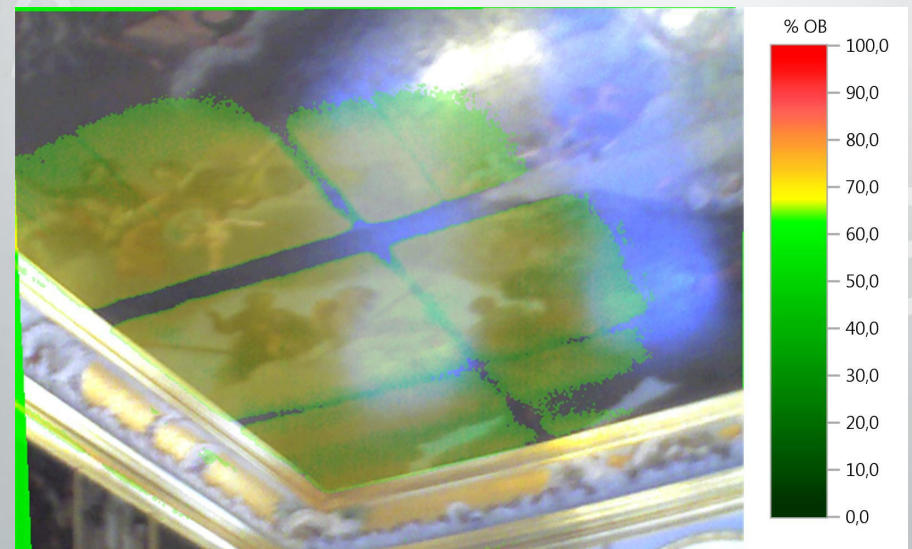
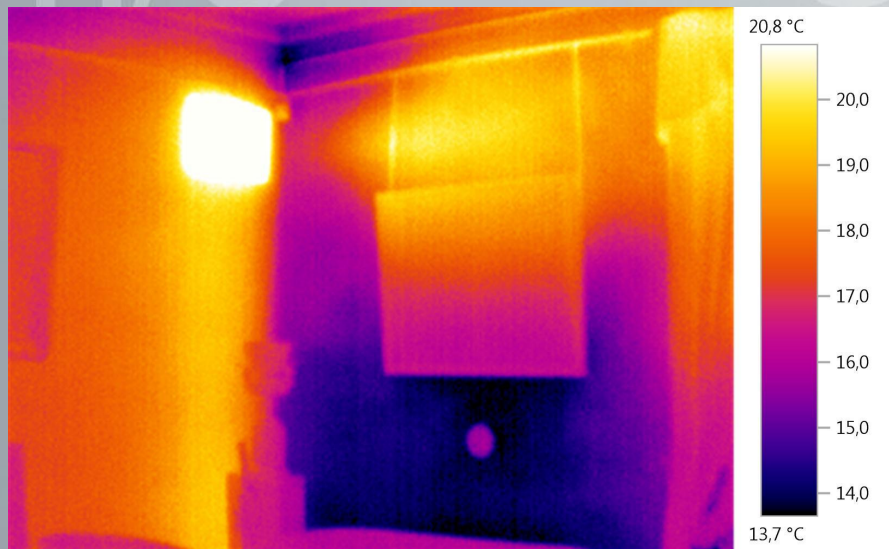


*«Диагностика температурного режима музейных помещений при помощи тепловизионной техники»*



С.Р. Вялицин, ООО «Тэсто Рус»

В.Б. Дорохов, ГосНИИ  
Реставрации

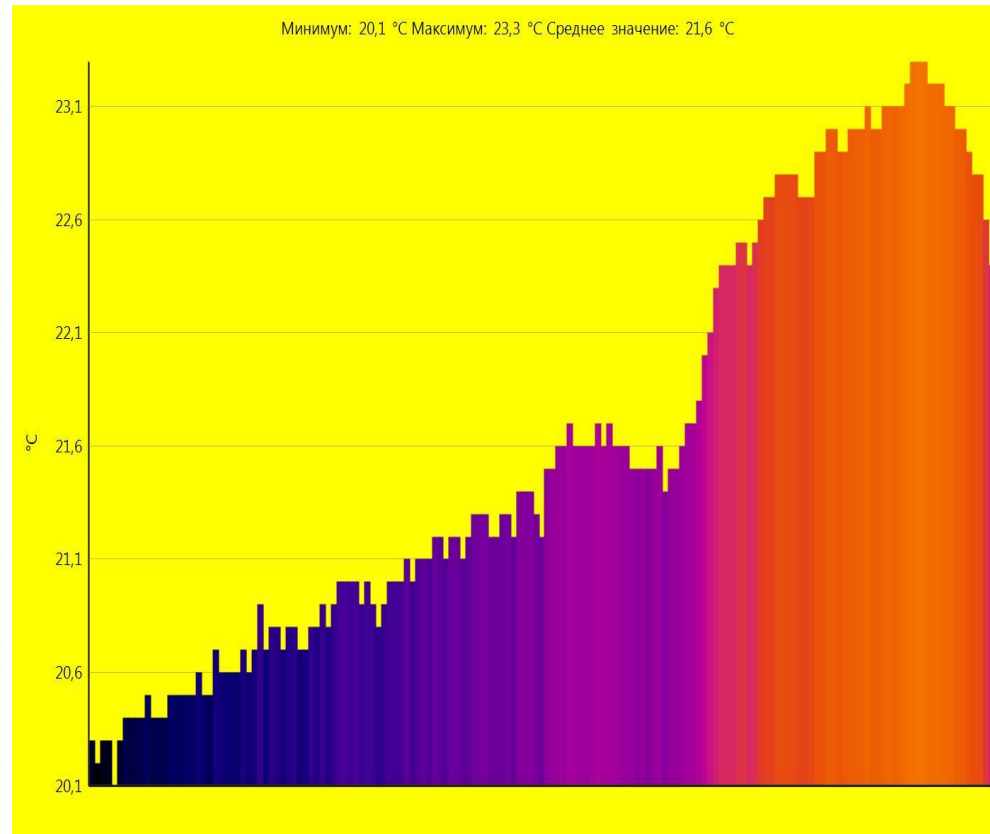
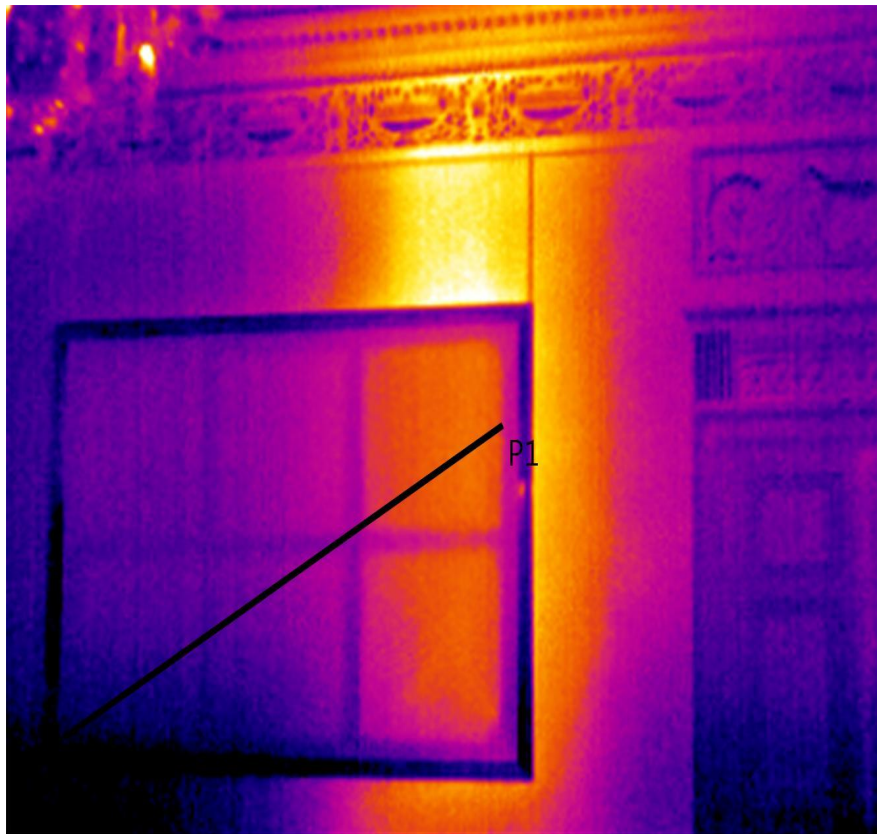
31.01.2013

## Введение

- Одной из главных задач, стоящих перед музеями является консервация произведений искусства, то есть создание условий сохранности. В нашем докладе рассматриваются некоторые аспекты связанные с обеспечением тепловлажностных условий сохранности объектов культурного наследия. Эта тема многогранна и ей посвящено большинство докладов на этой конференции. В какой - то мере наш доклад является связанным с одним из докладов программы вчерашнего дня конференции, а именно с докладом наших коллег из Голландии *«Что мы храним - воздух или экспонаты?»*
- В абсолютном большинстве нормативных документов например ГОСТ 30494-96 «ЗДАНИЯ ЖИЛЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ. ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ» рекомендуется контролировать параметры воздушной среды на определённом расстоянии от стен, окон, отопительных приборов – это делается для лучшей адекватности измерения средней температуры помещения.

## Введение

- Но кому нужна средняя температура помещения – так же, как и средняя температура по больнице ??? Средняя температура в помещении для целей хранения имеет смысл, если мы знаем, что температура в различных частях помещения отличается незначительно или уверены в том, что распределение температур в плане и по высоте постоянно.



## Введение

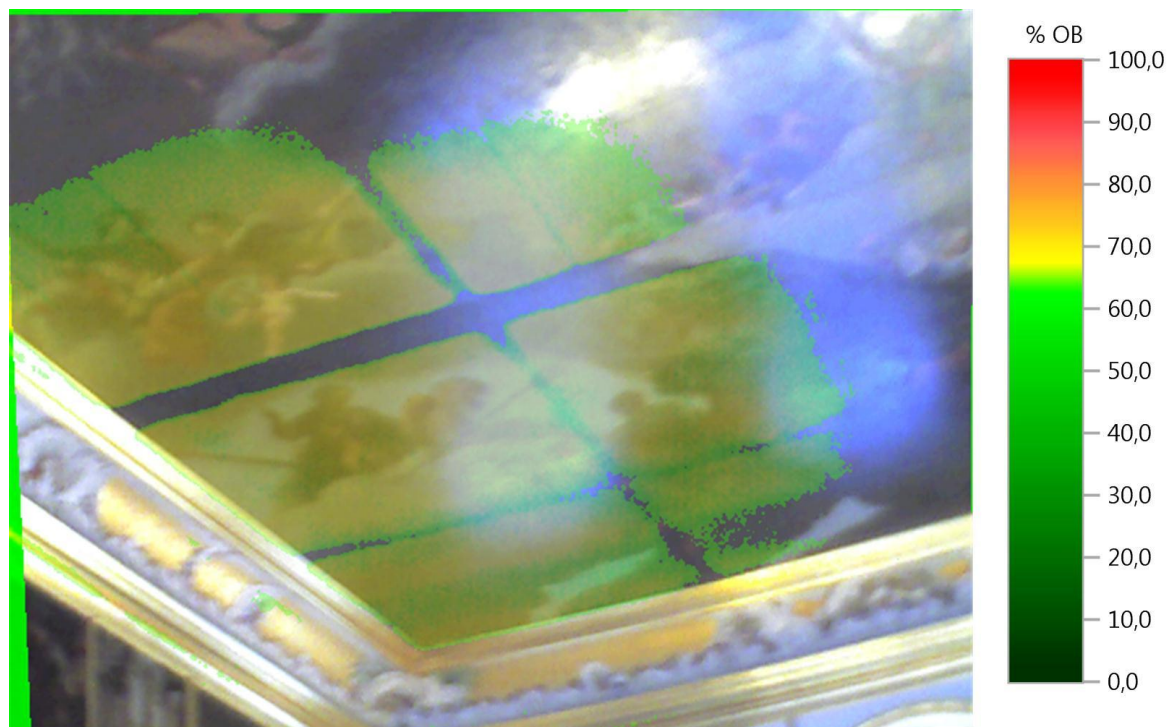
- Конкретные объекты культурного наследия находятся в конкретных местах – куда их помещают в зависимости от плана экспозиции. И в действительности задача обеспечения тепловлажностных условий сохранности – это задача создания этих условий в конкретных местах для конкретных объектов.
- Для целей контроля температурного режима объектов хранения незаменимым помощником музейного хранителя должна стать тепловизионная техника. Тепловизор позволяет с высокой точностью измерять температурные поля на поверхности стен в помещении и плоских предметов (картин, графики, фотографий, икон) и примерно оценивать температурный режим объемных предметов хранения.
- Измеренные температурные поля на поверхности картин позволяют оценивать градиенты температур и – косвенно – градиенты влагосодержания материалов картин. Наличие градиентов вызывает температурные и влажностные деформации, которые способствуют ускорению разрушения красочного слоя и подложки (холста, бумаги, дерева). Предельные значения для таких градиентов не нормированы, но из общефизических соображений понятно, что их необходимо минимизировать.



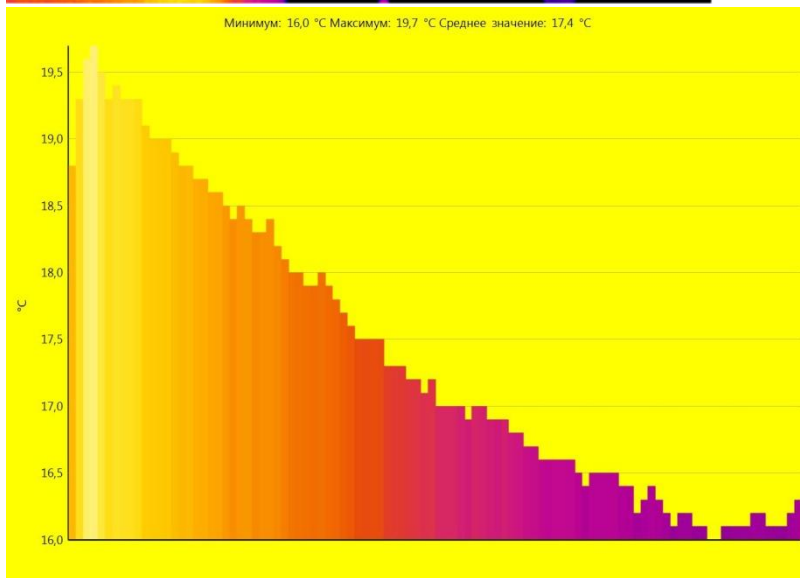
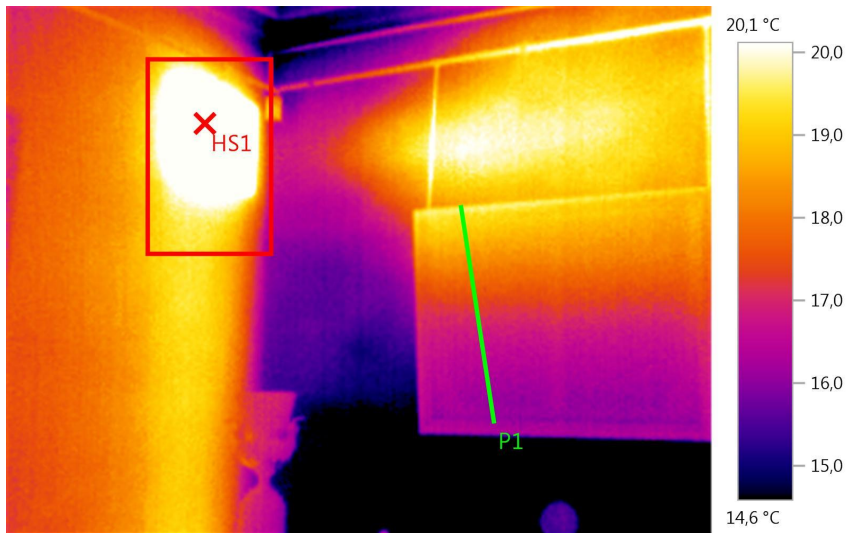
# Введение



Помимо дистанционного измерения температуры поверхностей большинство тепловизоров Testo обладают еще одним полезным свойством для музеев – режимом отображения поверхностной влажности.



## Измерение температуры экспонатов



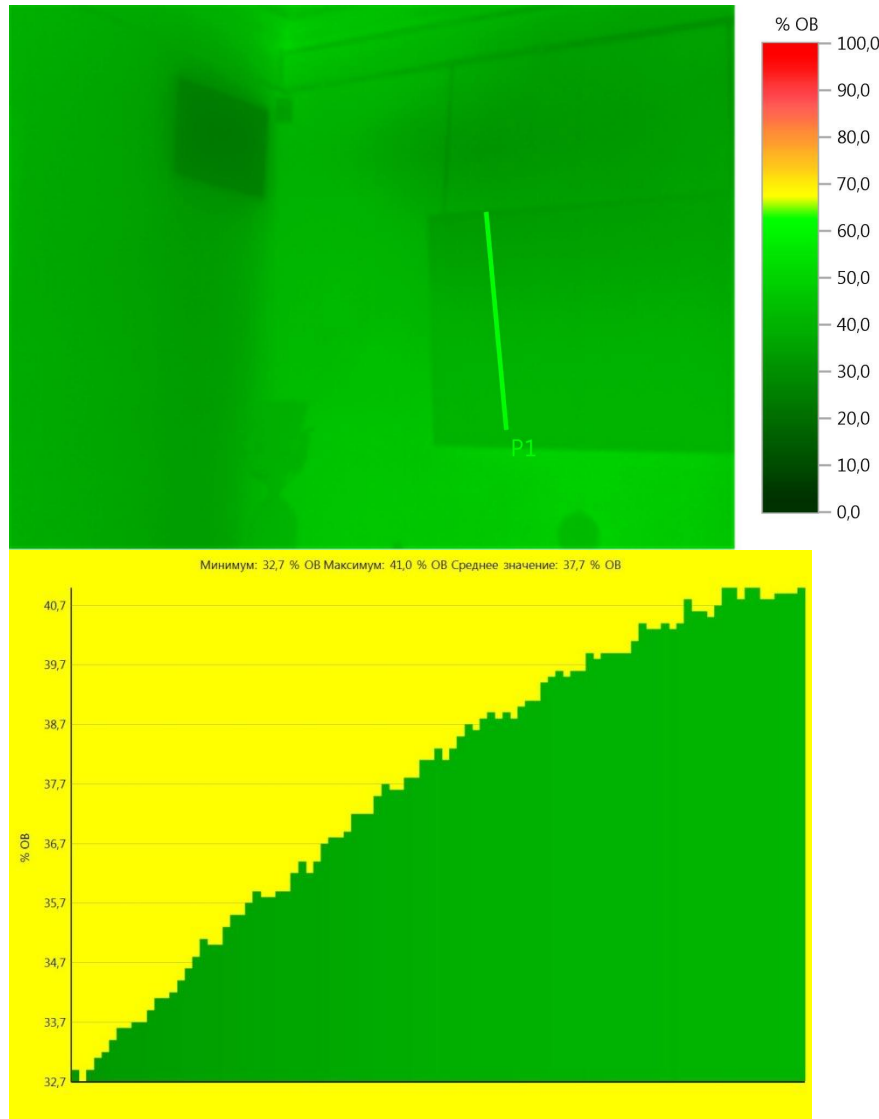
На снимках изображены термограмма музейного помещения.

Левая стена является межкомнатной. Правая – наружной. На наружной стене висит картина, нижняя часть которой опирается на стену, а верхняя обогревается из воздуховода воздушного отопления

Нижняя часть картины изменяет свою температуру и влажность в соответствии с температурой и влажностью наружной стены, верхняя часть – с температурой и влажностью воздуха из отопительной системы.

Изменение температуры картины вдоль профильной линии составило 3,7°С (16,0-19,7 °С) при наружной температуре воздуха +1 °С; температуре и влажности в помещении +19 °С и 32%ОВ. Температура решетки воздуховода 25,5 °С .

## Отображение поверхностной влажности



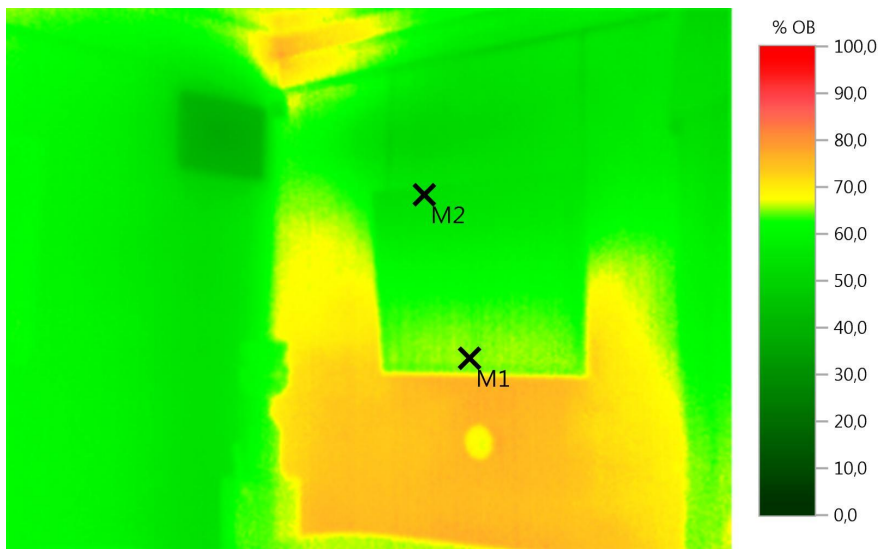
- Теловизоры Testo (модели не ниже Testo 875-2) обладают функцией отображения поверхностной влажности при ручном вводе в меню прибора температуры и влажности окружающей среды.
- Изменение поверхностной влажности той же картины вдоль профильной линии составляет 8,3%OB. От 32,7 до 41 % OB. Влажность воздуха в помещении - 32%OB
- Зеленый цвет на снимке обозначает отсутствие риска возникновения конденсата.
- Но это при внешней температуре +1 °C. Что будет при -20 °C можно только предполагать.

## Прогнозирование поверхностной влажности

Благоприятным для хранения масляной живописи признан уровень относительной влажности 50— 60% при температуре 17—19°C.

Как может измениться поверхностная влажность, если в помещение поставить увлажнитель воздуха и обеспечить средние требуемые благоприятные параметры окружающей среды (18°C и 55%ОВ)?

Если в меню тепловизора ввести прогнозируемые данные окружающей среды, можно получить предположительную влажность поверхностей стен и экспонатов.



№:	Влажность [% ОВ]
M1	64,1
M2	51,8
Стена под картиной	75-80

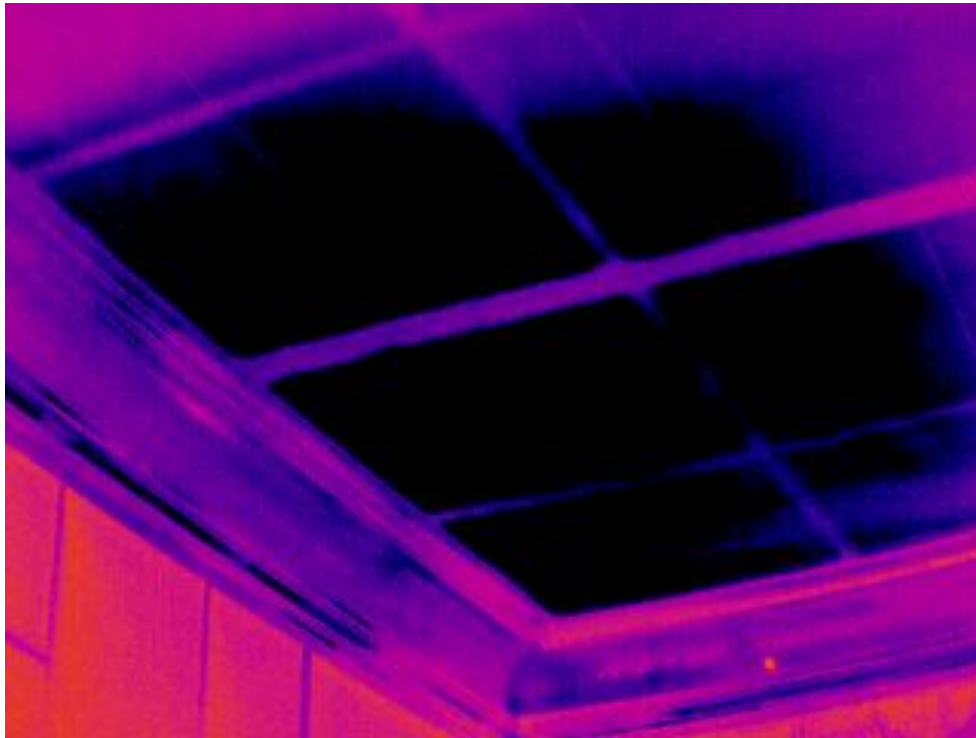
Разница значений влажности на картине достигнет 12,3%ОВ.

На нижней части стены и в верхнем углу поверхностная влажность составит 75-85% при уличной температуре +1°C

**Вывод:** в необследованные и неподготовленные помещения нецелесообразно устанавливать увлажнители воздуха.

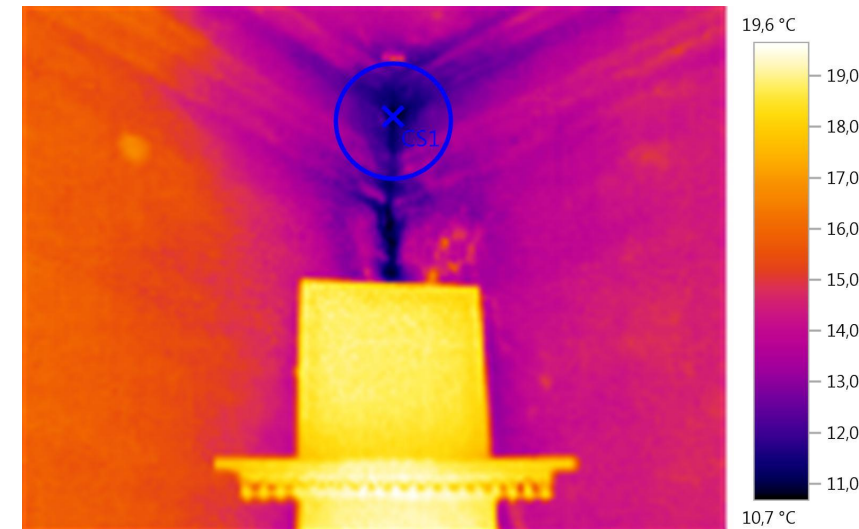
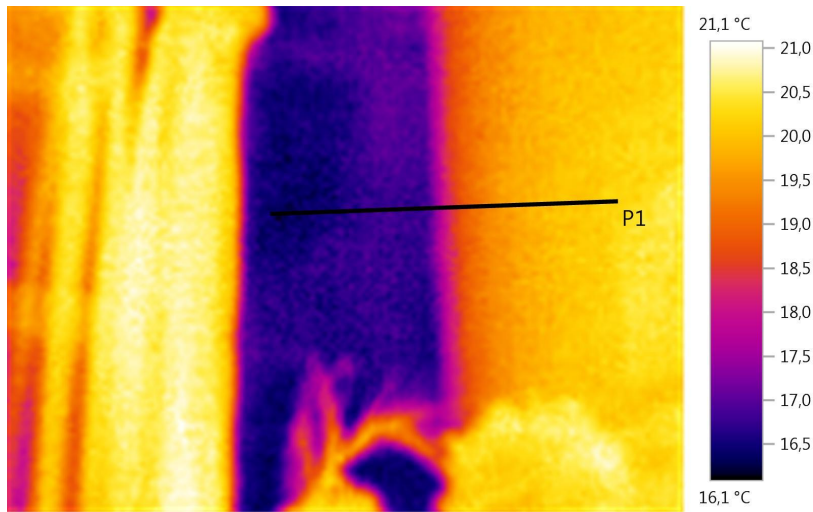


## Влияние чердачных перекрытий



- Недостаточное утепление чердачных перекрытий и работы по замене утеплителя в зимнее время могут отрицательно влиять на потолочную живопись. В местах с недостаточным утеплением может появиться конденсат.
- Но и избыточное утепление также может отрицательно влиять на потолочную живопись и лепнину. Толстый слой утеплителя уменьшает подкровельное пространство в местах стыка стропил с наружными стенами. Прекращается циркуляция воздуха. В помещении может появиться конденсат.

## Влияние чердачных перекрытий



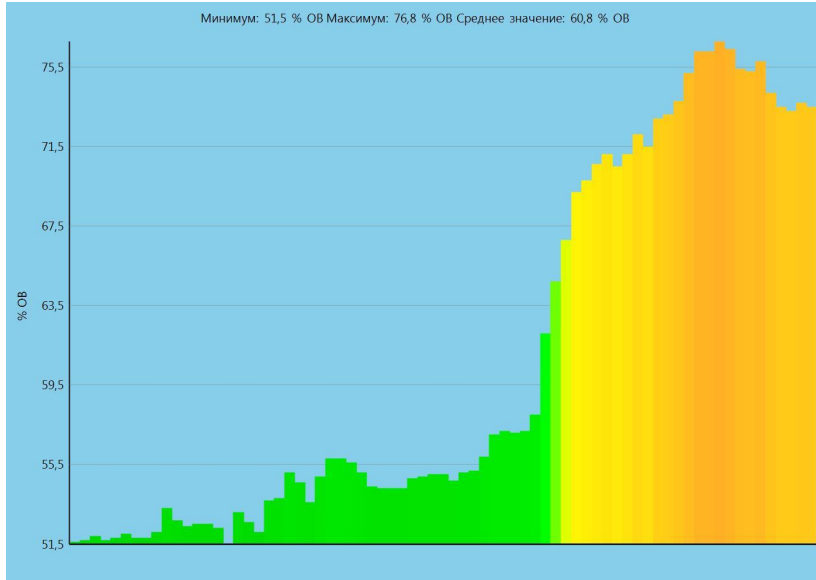
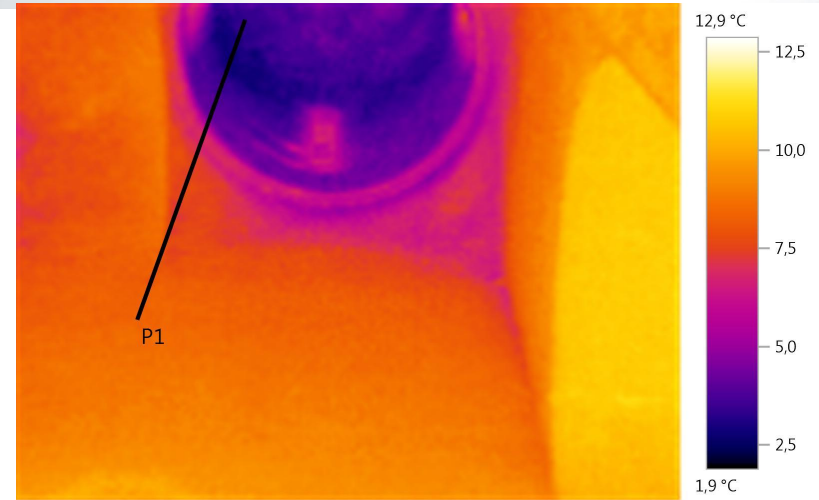
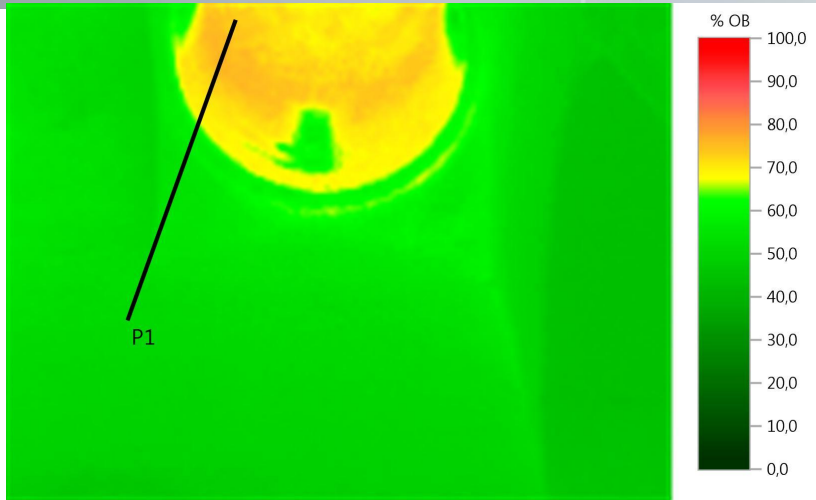
Москва, резиденция патриарха.

Памятник архитектуры.

Толщина стен – более метра.

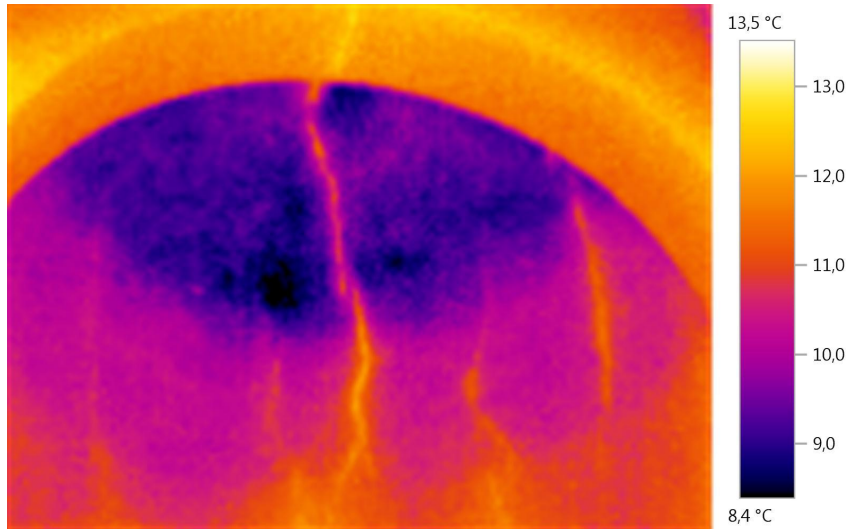
- Изменение температуры вдоль профильной линии внутренней и наружной стен составляет  $4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  при наружной температуре  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Но максимальная разница температур помещения составляет  $11\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Причина – отсутствие движения воздуха в подкровельном пространстве, появление конденсата, проникновение влаги в кирпичную кладку наружной стены.

## Обследование памятников архитектуры



- «Барабаны» церквей и соборов строились с более тонкими стенами, чем основные стены храмов. И как следствие, с худшими теплофизическими характеристиками. А между тем, внутренняя поверхность «барабана», как и остальная внутренняя поверхность храма, расписана фресками 17 века.
- При температуре в храме 15 °C и 33%OB поверхностная влажность вдоль линии профиля меняется от 51,5 до 76,8 % OB.

## Обследование памятников архитектуры



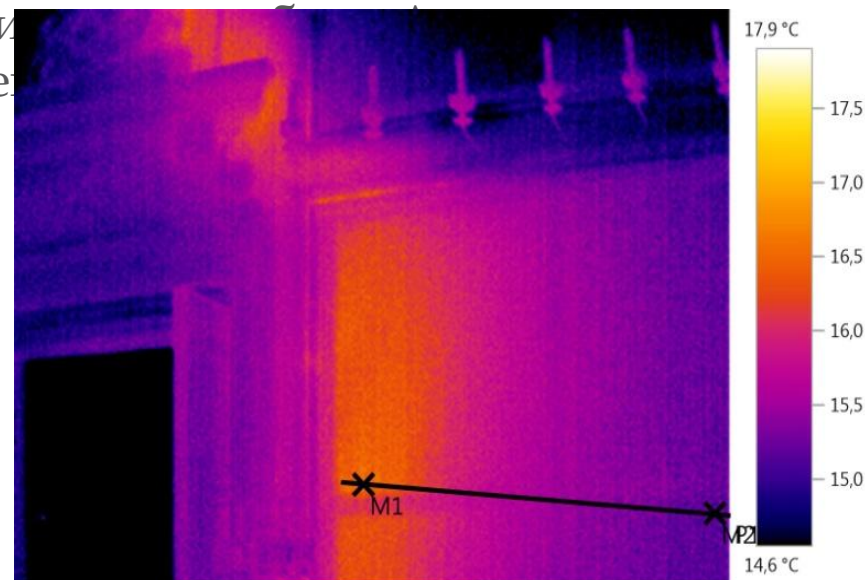
- Еще одной сферой применения тепловизоров является поиск трещин в зданиях музеев и памятников архитектуры.
- На термограмме видны пять трещин, начинающихся от окон храма. Визуально видна и контролируется маяками только одна из пяти трещин.



# Влияние инженерных коммуникаций (электропроводка)

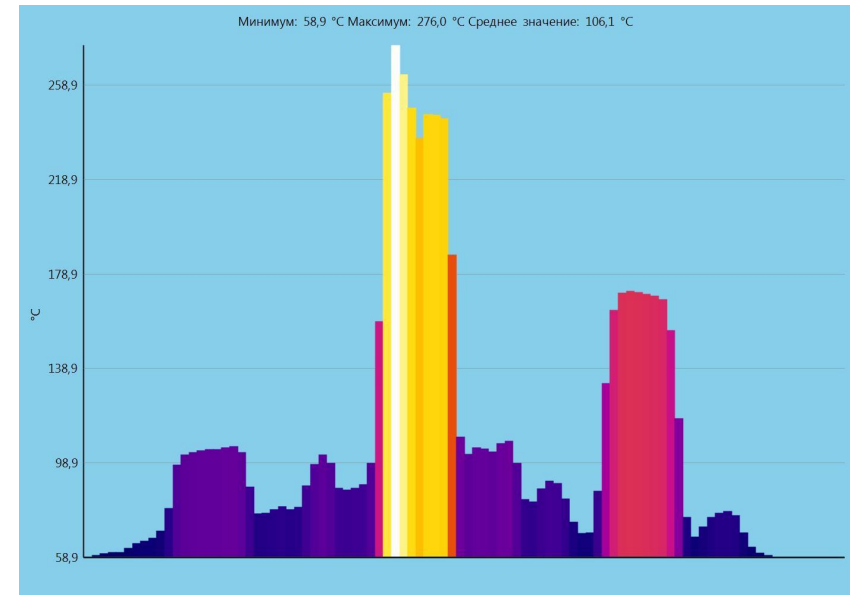
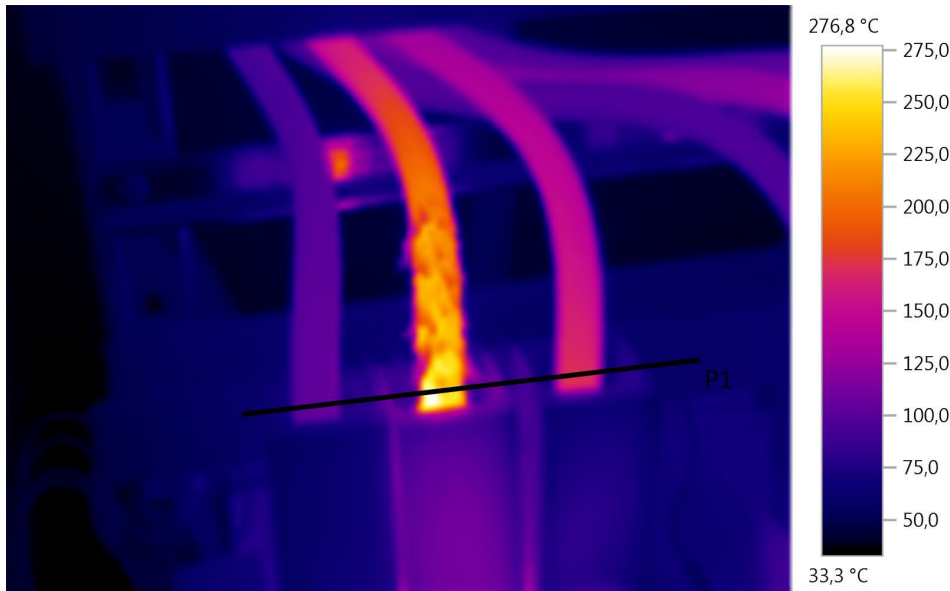
- Вряд ли кто-либо из музейных работников знает, где и как проходит скрытая электропроводка, проложенная 50-60 лет назад, и сечение проводников, к которым сегодня подключаются нагревательные приборы, используемые зрителями в зимнее время. Даже при наличии проекта реальные трассы могут отличаться от трасс электропроводки в документации.
- Между тем, нагрев электрических кабелей зависит и от мощности энергопотребляющего оборудования, и от сечения провода, и от качества контакта в электрической розетке. Причем оборудование может стоять даже не в тех помещениях, где происходит нагрев. На снимке изменение температуры кабеля в резиновой изоляции является тем, что мы видим. На снимке изменение температуры вдоль профильной линии составляет около 10%. Но интересна трасса этой скрытой электропроводки. Она не идет вертикально.

В случае принятия решения размещения какой-либо картины над дверным проемом, есть вероятность короткого замыкания в момент



# Влияние инженерных коммуникаций (электропроводка)

- Насколько же может быть критичным влияние нагрева электрического кабеля?
- При ошибках в проектировании и несоответствии сечения кабеля потребляемой мощности весьма значительным.
- На термограмме нагрев оболочки кабеля достигает 120,160 и 276 °C

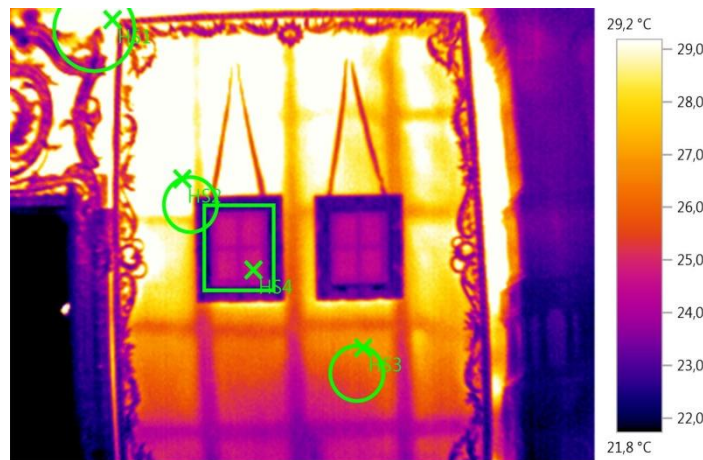
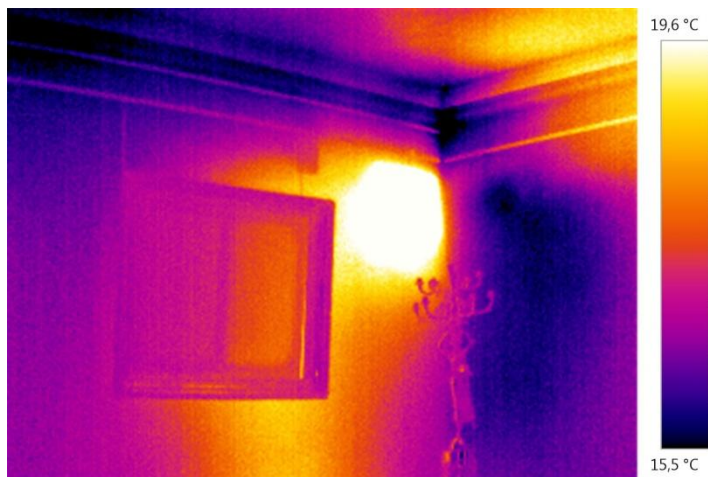


# Влияние инженерных коммуникаций (отопительные системы)



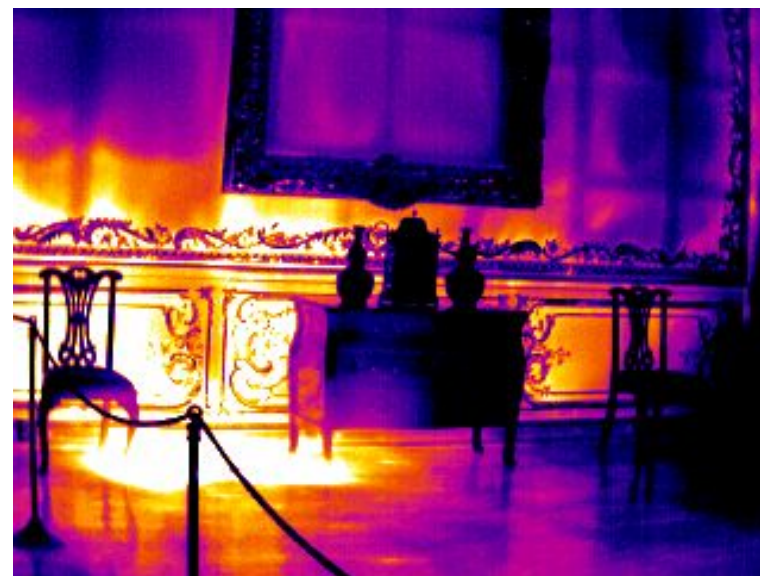
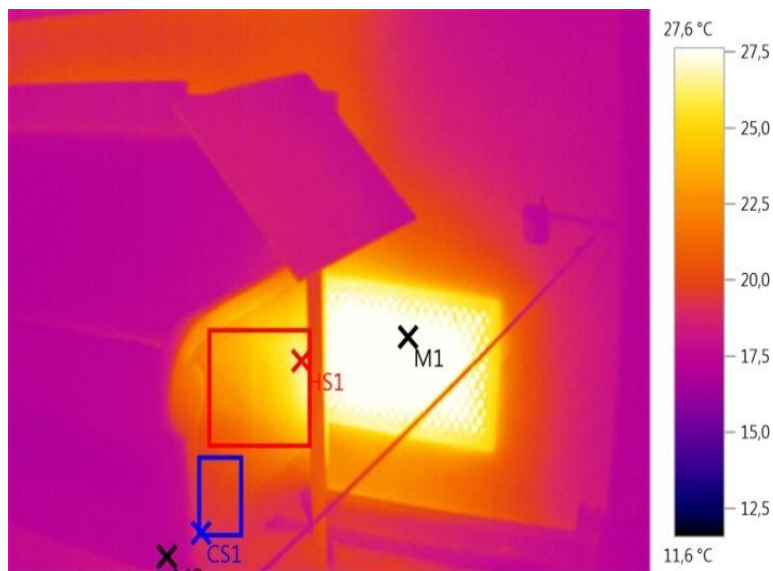
№:	Влажность [%] ОВ]	Темп. [°C]
<b>M1</b>	<b>22,5</b>	<b>26,3</b>
<b>CS1</b>	<b>34,6</b>	<b>18,6</b>
<b>HS1</b>	<b>13,7</b>	<b>36,0</b>

Скрытые коммуникации водяного и воздушного отопления оказывают самое непосредственное влияние на размещенные вдоль стен экспонаты. Причем траектория прокладки труб водяного отопления и шахт воздушного отопления не всегда предсказуема



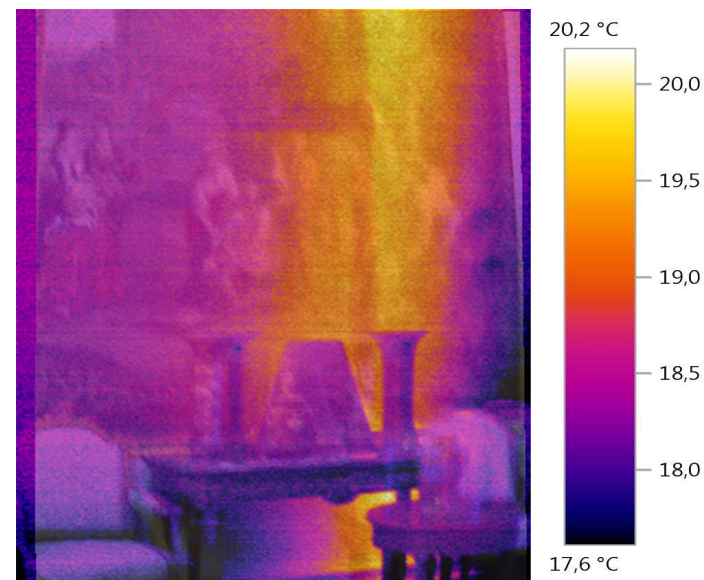


# Влияние инженерных коммуникаций (отопительные системы)



№:	Влажность [% ОВ]	Темп. [°C]
M1	17,7	29,2
M2	35,0	17,4
CS1	31,5	19,1
HS1	20,1	26,8

Мебель, книги, картины, ковры, мрамор в нишах. Все подвергается влиянию температуры от инженерных коммуникаций, проложенных в стенах, полах, потолках





## Режимы работы отопительных систем.

- В отдельных случаях при обследованиях зафиксированы температуры стен около 36-38°C, температура решетки воздуховода 45°C. Причем обследования проводились при наружной температуре воздуха от -5 до +1°C
- При понижении температуры наружного воздуха нормативами для централизованных котельных различных типов предусмотрено увеличение температуры воды на входе в здание потребителя. Местные котельные, как правило, руководствуются теми же нормативами.

<i>T</i> наружного воздуха	<i>T</i> воды	
	<i>150-70 со срезкой на 130</i>	<i>120-70</i>
<b>-5</b>	<b>92</b>	<b>75</b>
<b>-20</b>	<b>118</b>	<b>109</b>
<b>-25</b>	<b>130</b>	<b>119</b>

## Режимы работы отопительных систем.

- Но и это еще не все. Большинство современных котельных работает в автоматическом режиме подогрева теплоносителя до требуемой температуры. Разница между верхним и нижним значением температур может составлять 10-20%. Включение и выключение автоматики может



- Таким образом музейные экспонаты могут изменять температуру и влажность не один раз, а 50-100 раз в сутки.
- Проводить измерения температурно-влажностных характеристик рекомендовано два раза в сутки.

Причина описанной ситуации проста. Большинство музеев строилось как жилые здания, в том числе и как летние резиденции. С теплофизическими характеристиками, достаточными для комфортного проживания людей.

От того, что жилое здание получило статус музея, оно не приобрело дополнительные теплофизические характеристики, достаточные для превентивной консервации.

Таким образом, вопрос : «превентивная консервация или реставрация?» будет всегда решаться в пользу реставрации, пока здание помимо статуса не приобретет необходимые теплофизические характеристики.

В связи с вышеизложенным можно повторить вопрос,  
который уже звучал на конференции:

**«Что храним, воздух или экспонаты?»**

## Что делать?

- Поскольку существующие стандарты не учитывают специфику размещения экспонатов в музеях необходима разработка новой нормативной документации по ограждающим конструкциям музеев
- Для успешной консервации необходимо подготавливать участки стен для размещения экспонатов. Размещать экспонаты после предварительного обследования мест размещения в отопительный сезон.
- Реставрацию зданий и их утепление проводить с учетом размещения в помещениях музейных ценностей.
- Обеспечить воздушные зазоры между стенами и экспонатами, достаточные для уменьшения влияния стеновых конструкций на экспозицию.
- Обеспечить управление воздушными потоками в помещениях с помощью жалюзей, вентиляторов и т.д.
- При невозможности перемещения экспонатов применять отражающие материалы, закрепленные на тыльной стороне экспонатов (Например: фольгу)
- При проектировании новых электрических трасс, закладывать в проект кабель , избыточный по количеству и сечению проводников. Нагрузку на существующие электрические сети ограничить по мощности.



- Необходимо целенаправленное обучение музейной климатологии в учебных учреждениях РФ.
- Включение климатологов в штат крупных музеев или комитетов по культуре.
- Участие климатологов в работах по подготовке к реставрации музейных зданий и приемке зданий или помещений после реставрации

Не все тепловизоры подходят для задач обеспечения сохранности и реставрации исторических ценностей. Существуют нюансы, которые могут не позволить выполнить ту или иную задачу. Например: наличие в приборе функции отображения поверхностной влажности или разрешающая способность жидкокристаллической матрицы прибора. Может потребоваться видеозапись изменения температуры или поверхностной влажности экспоната в течение определенного промежутка времени или наложение термограммы на цифровую фотографию для точного определения области воздействия на экспонат. Выбор прибора нужно производить в зависимости от архитектуры здания, высоты помещений и задач тепловизионной диагностики. В линейке тепловизоров Testo целесообразно выбирать тепловизоры не ниже



# Вопросы?

