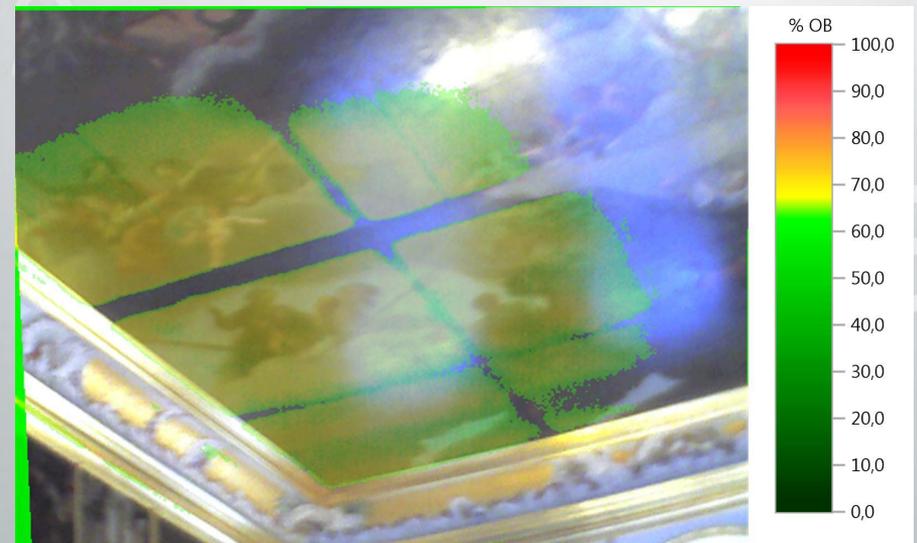
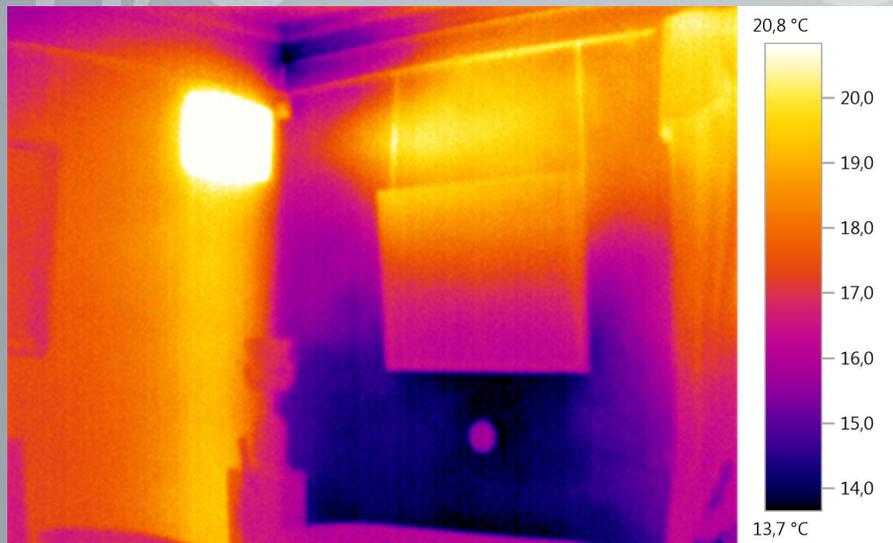


«Диагностика температурного режима музейных помещений при помощи тепловизионной техники»



С.Р. Вялицин, ООО «Тэсто Рус»

В.Б. Дорохов, ГосНИИ
Реставрации

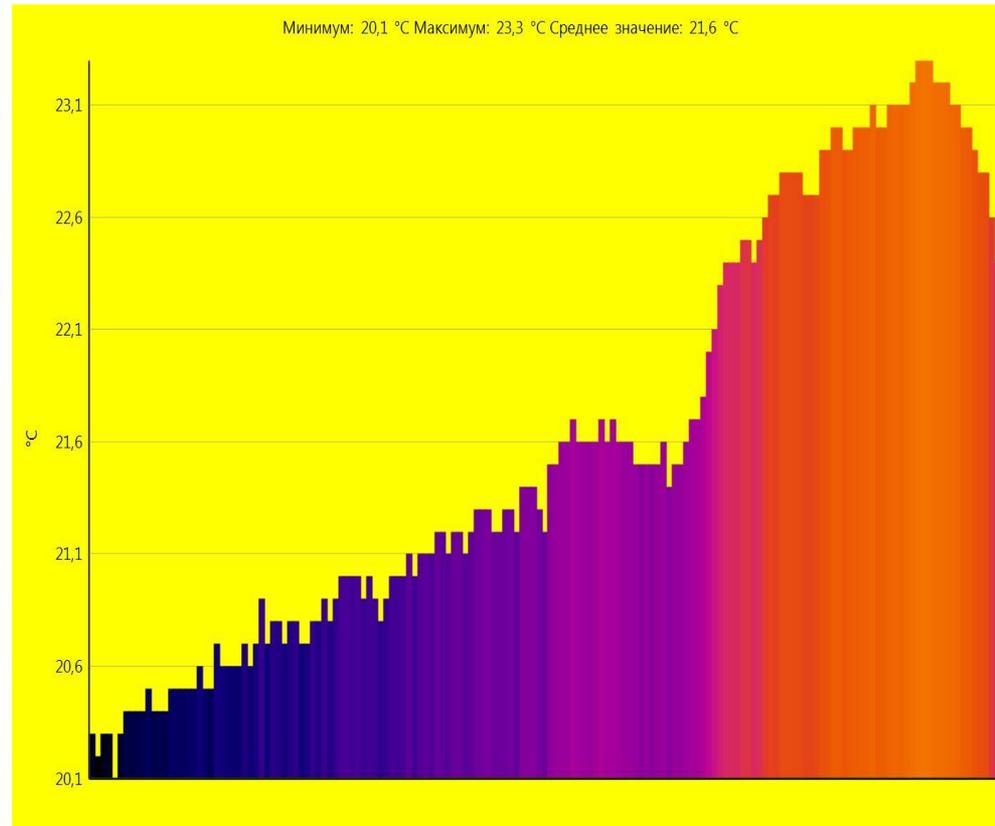
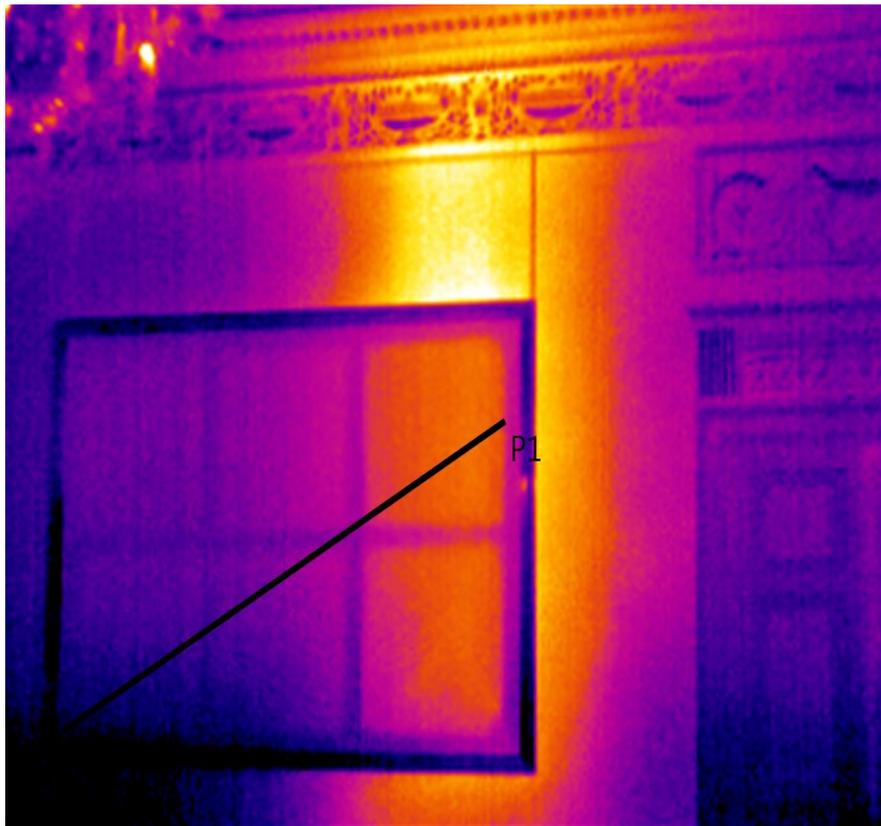
31.01.2013

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.

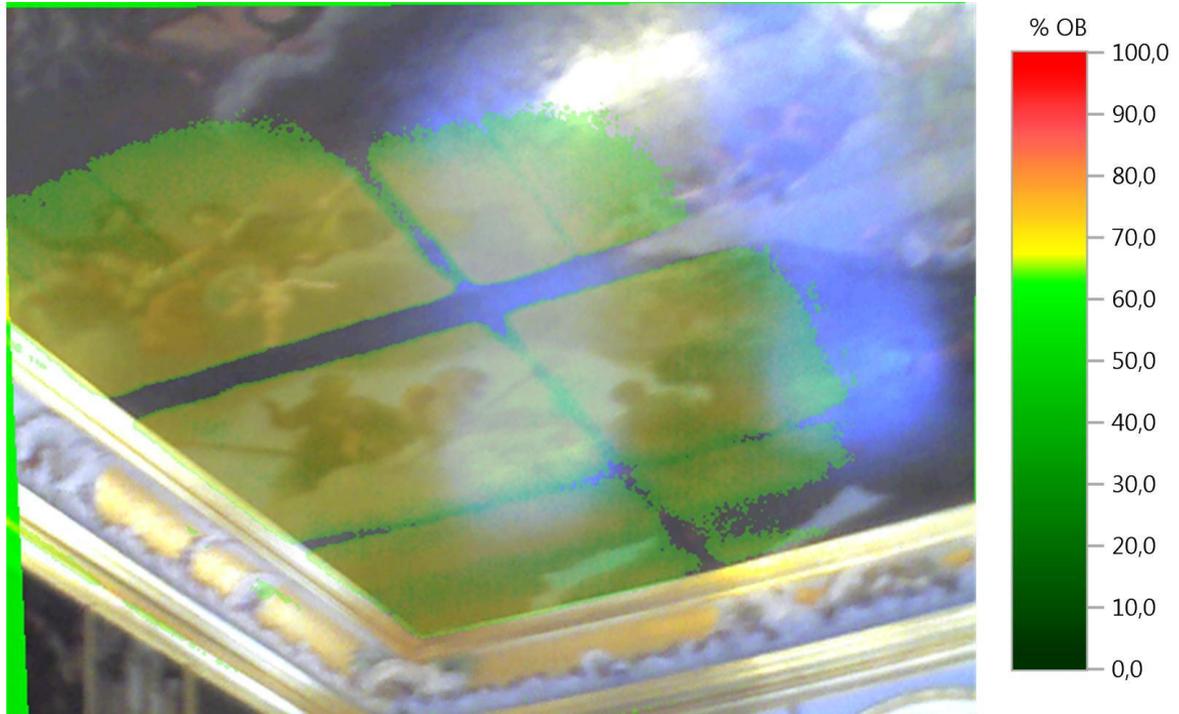


Введение

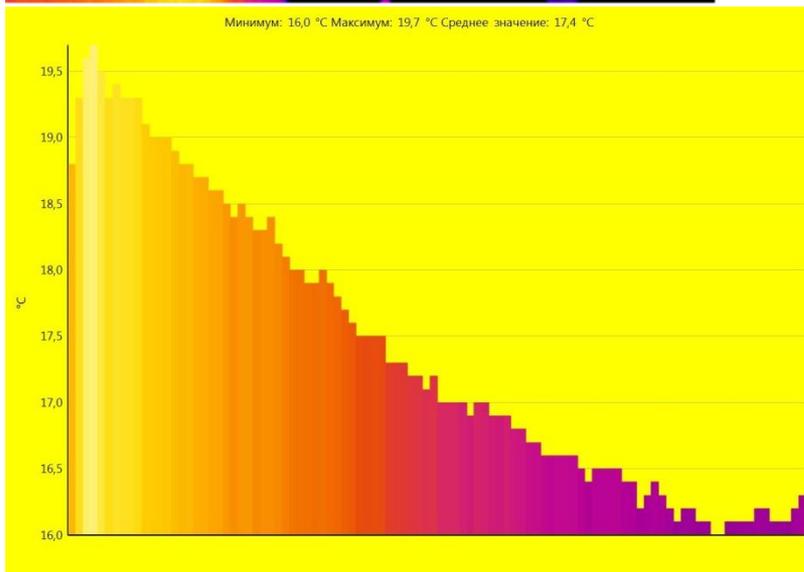
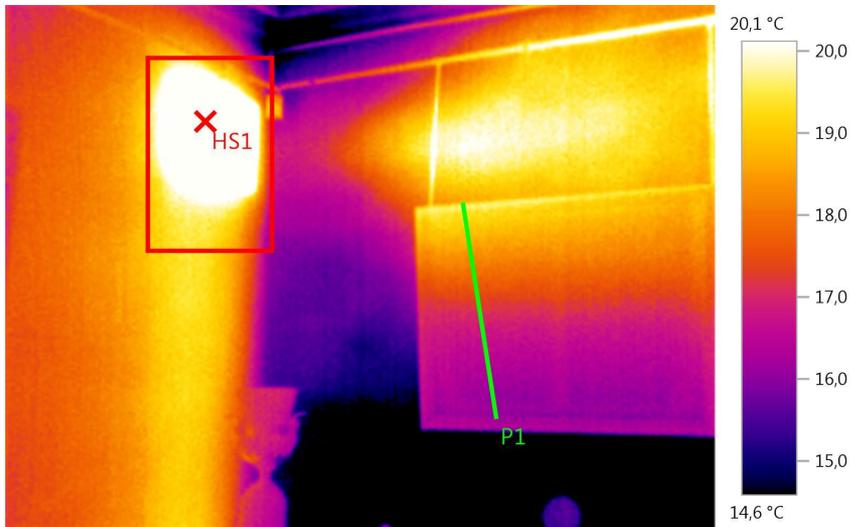
- Конкретные объекты культурного наследия находятся в конкретных местах – куда их помещают в зависимости от плана экспозиции. И в действительности задача обеспечения тепловлажностных условий сохранности – это задача создания этих условий в конкретных местах для конкретных объектов.
- Для целей контроля 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.



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



Измерение температуры экспонатов



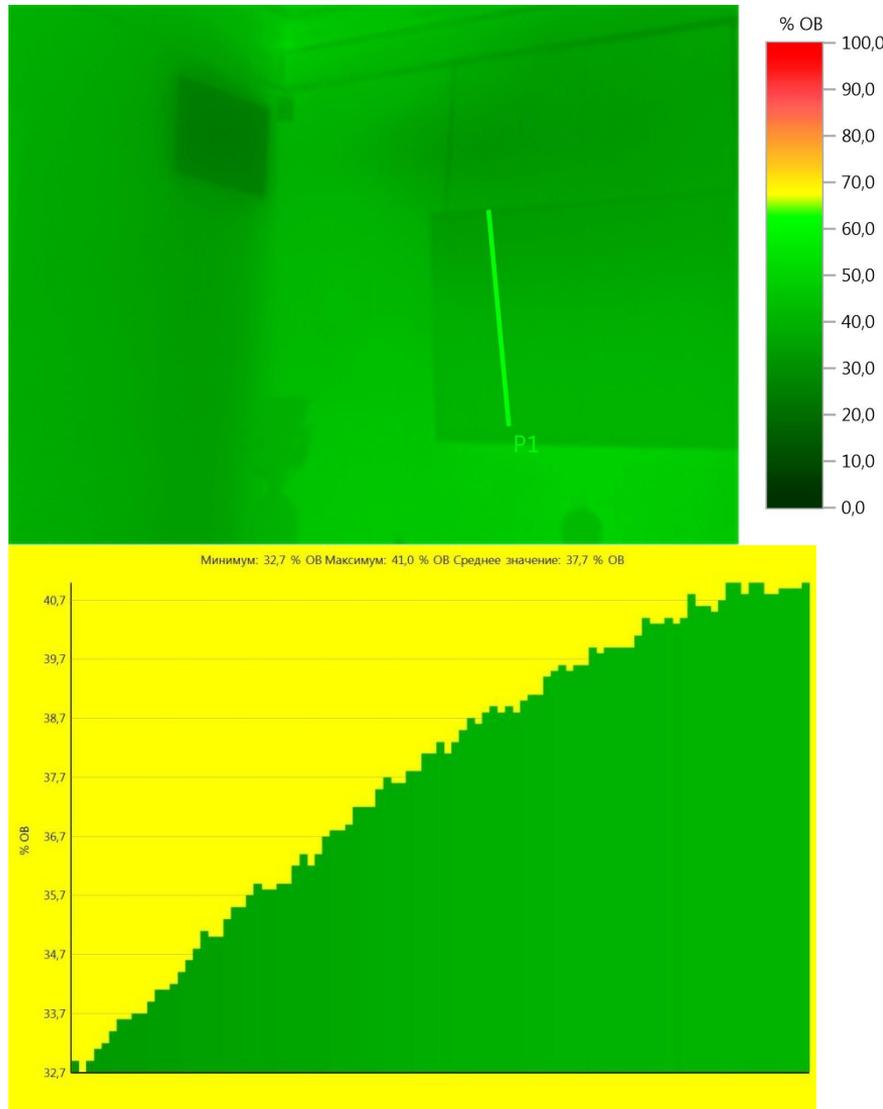
На снимках изображены термограмма музейного помещения.

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



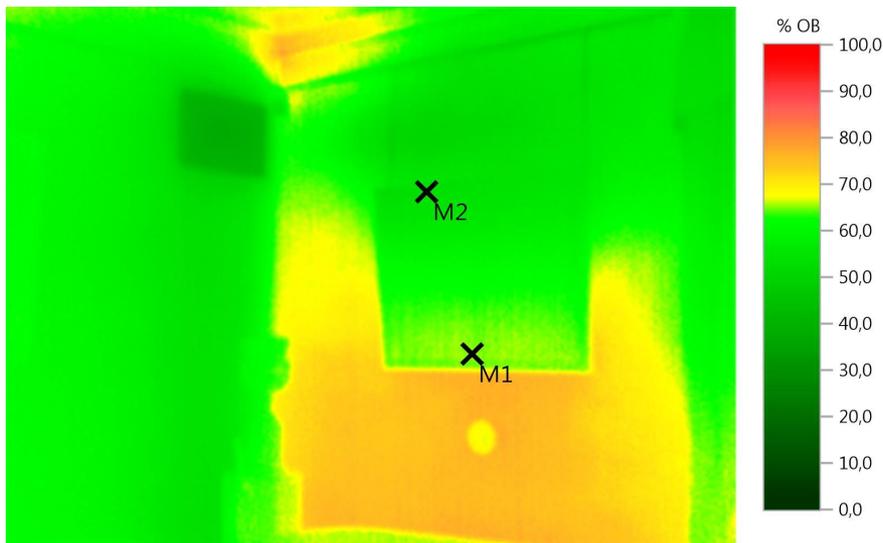
- Теловизоры Testo (модели не ниже Testo 875-2) обладают функцией отображения поверхностной влажности при ручном вводе в меню прибора температуры и влажности окружающей среды.
- Изменение поверхностной влажности той же картины вдоль профильной линии составляет 8,3%OB. От 32,7 до 41 % OB. Влажность воздуха 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 [% OB]
M1	64,1
M2	51,8
Стена под картиной	75-80

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

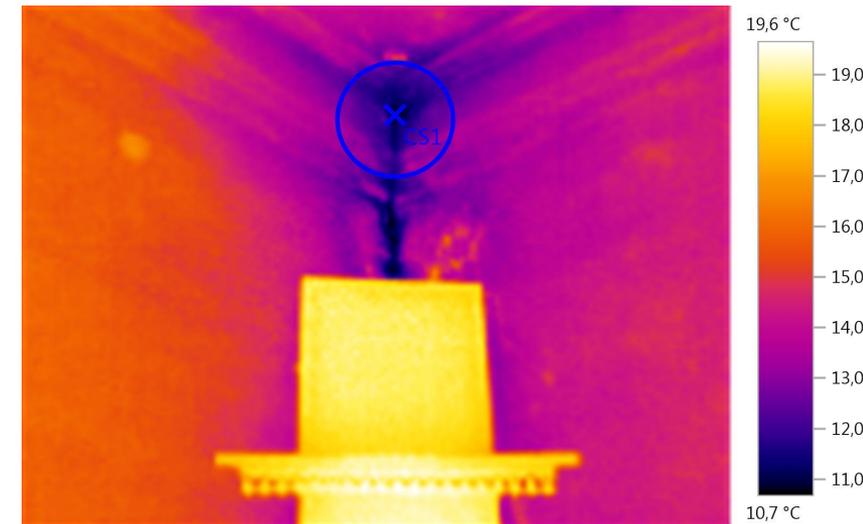
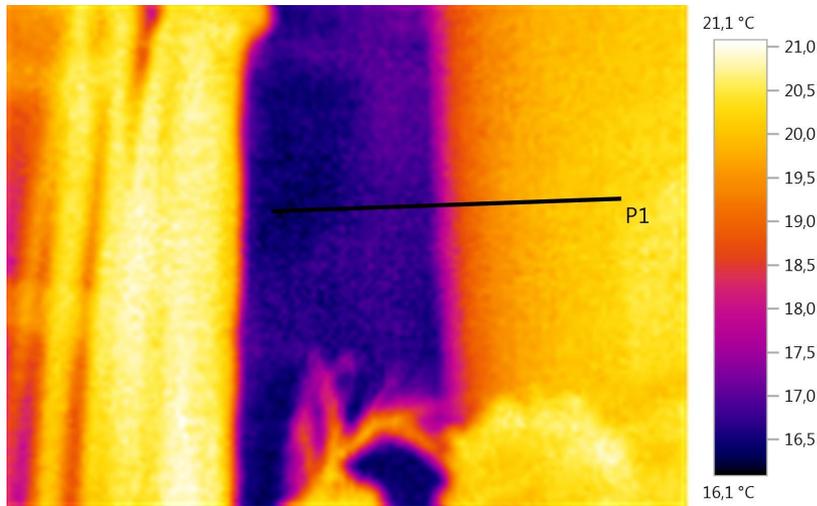
На нижней части стены и в верхнем углу поверхностная влажность составит 75-85% при уличной температуре +1°C

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



- 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



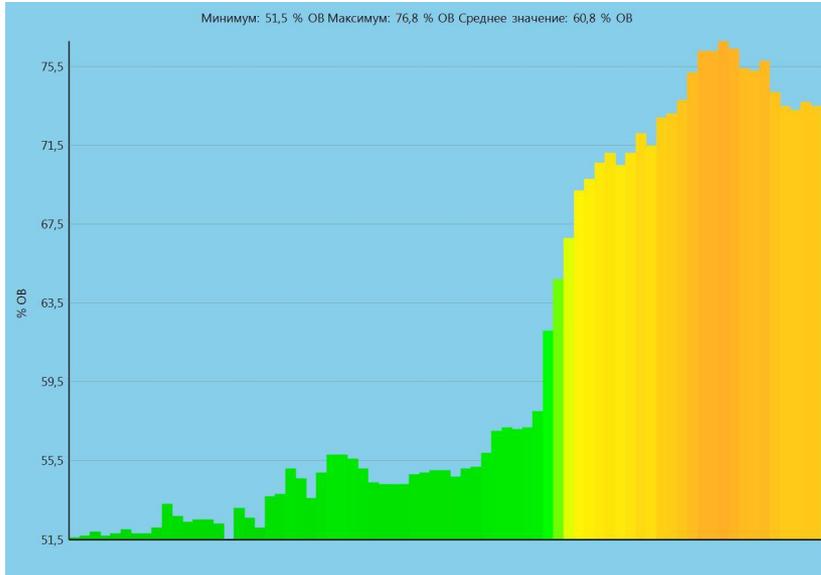
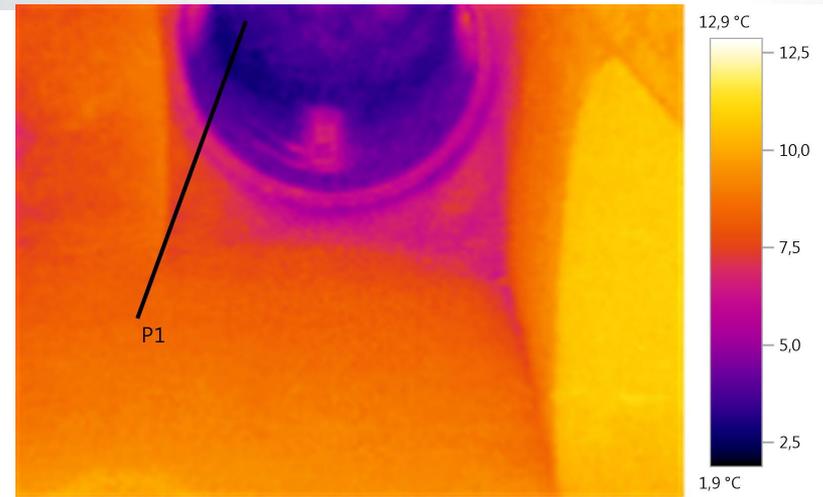
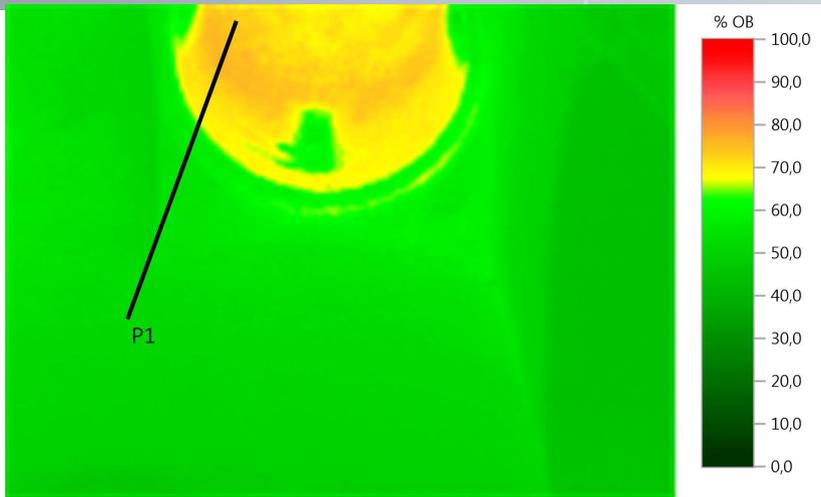
Москва, резиденция патриарха.

Памятник архитектуры.

Толщина стен – более метра.

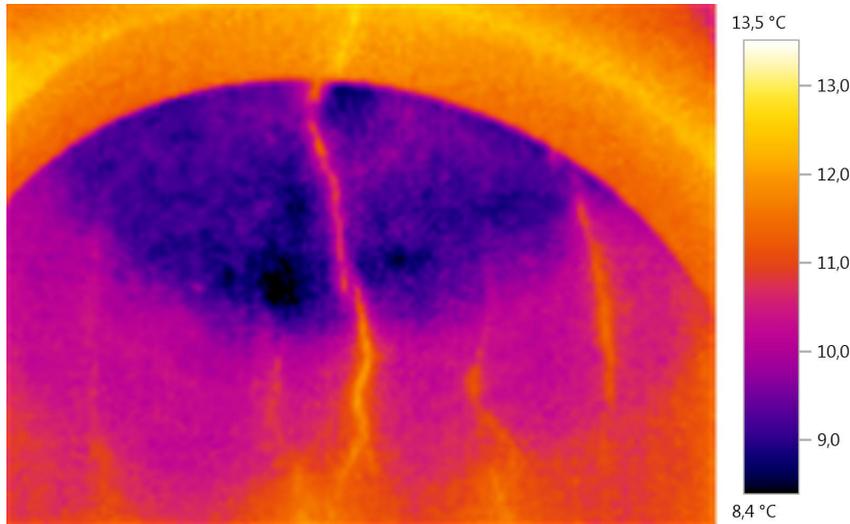
- Изменение температуры вдоль профильной линии внутренней и наружной стен составляет $4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ при наружной температуре $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Но максимальная разница температур помещения составляет $11\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Причина – отсутствие движения воздуха в подкровельном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



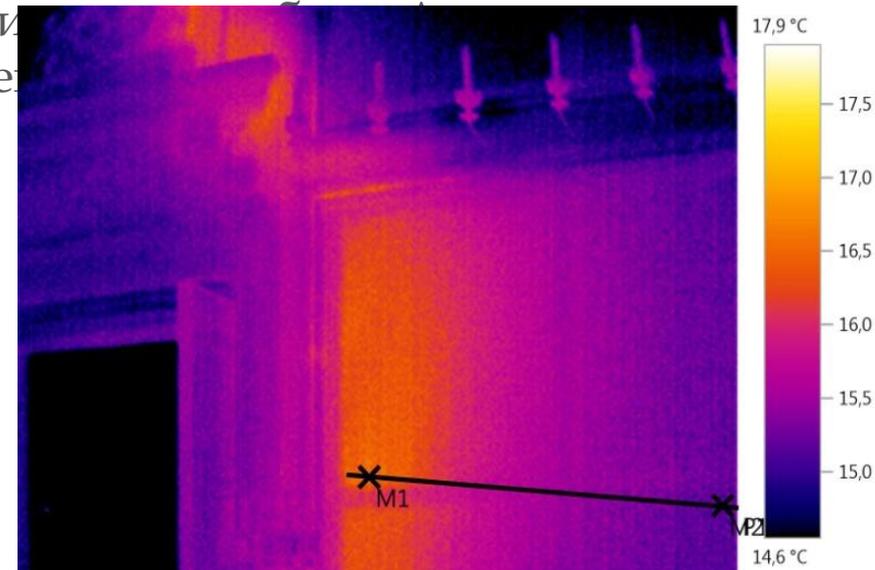
- Еще одной сферой применения тепловизоров является поиск трещин в зданиях музеев и памятников архитектуры.
- На термограмме видны пять трещин, начинающихся от окон храма. Визуально видна и контролируется маяками только одна из пяти трещин.

Влияние инженерных коммуникаций (электропроводка)

We measure it. **testo**

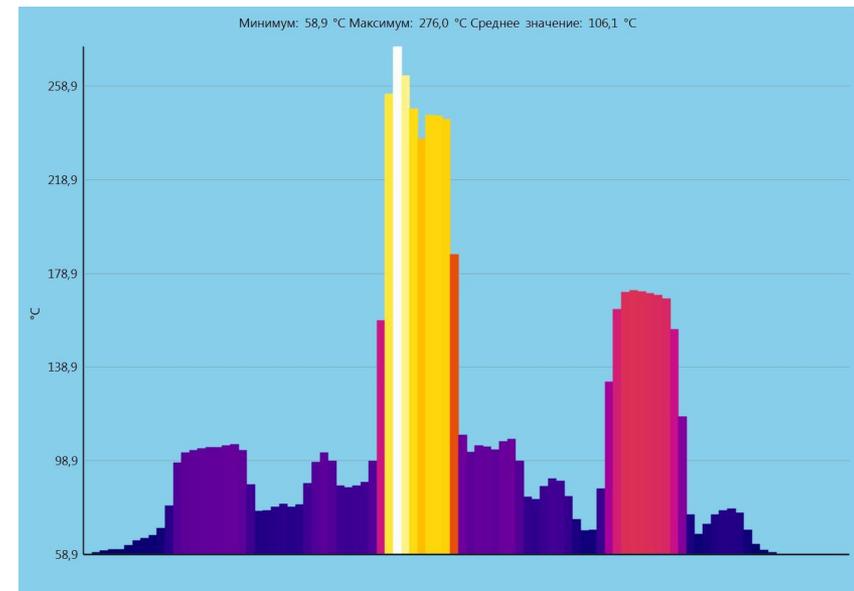
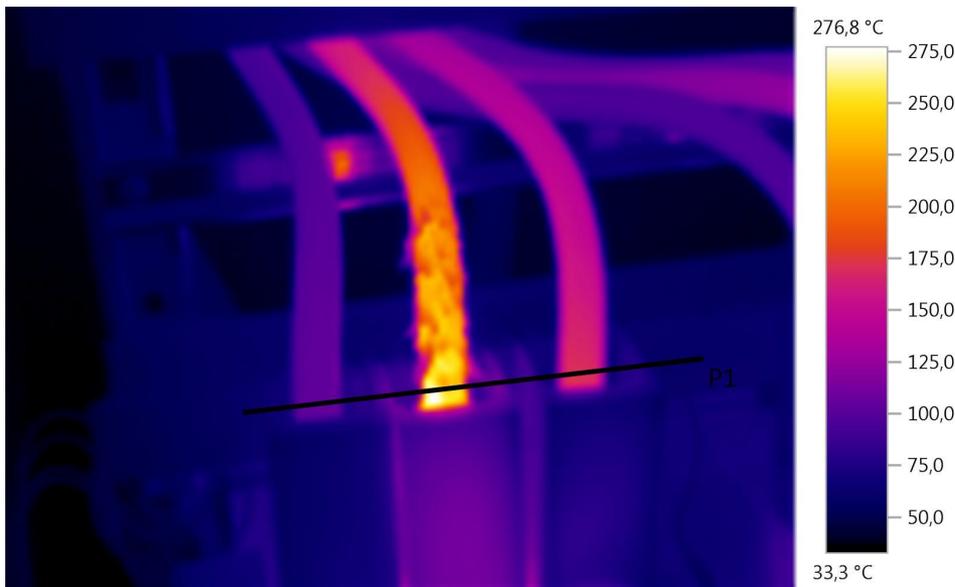
- Вряд ли кто-либо из музейных работников знает, где и как проходит скрытая электропроводка, проложенная 50-60 лет назад, и сечение проводников, к которым сегодня подключаются нагревательные приборы, используемые зрителями в зимнее время. Даже при наличии проекта реальные трассы могут отличаться от трасс 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

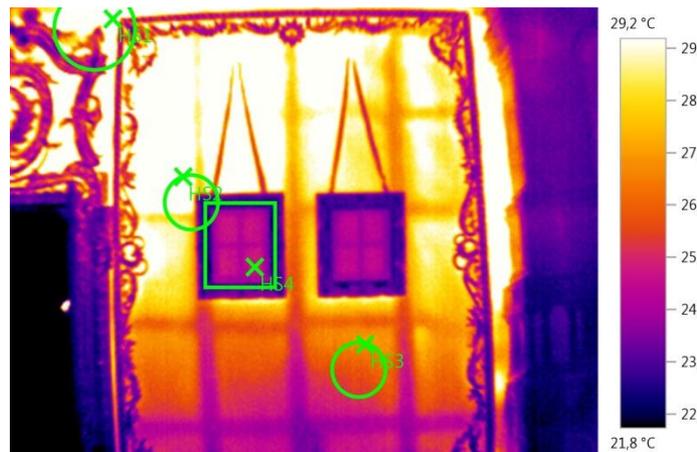


Влияние инженерных коммуникаций (отопительные системы)

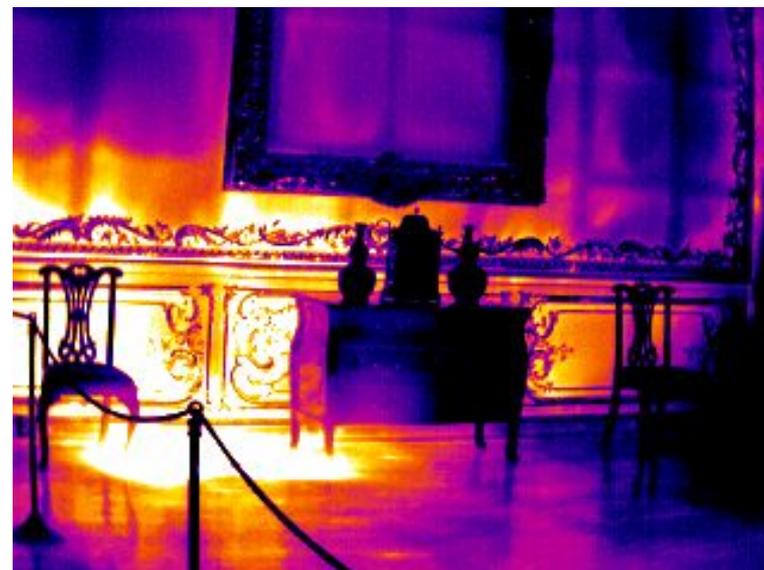


№:	Влажность [%] ОВ]	Темп. [°C]
M1	22,5	26,3
CS1	34,6	18,6
HS1	13,7	36,0

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

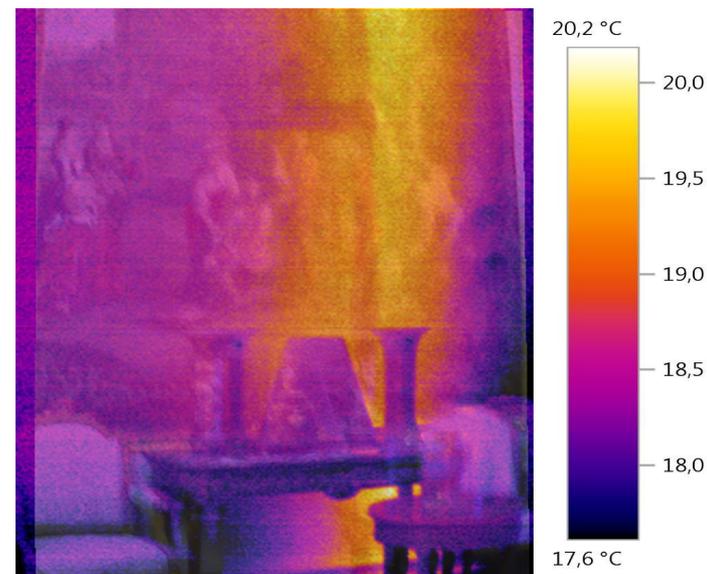


Влияние инженерных коммуникаций (отопительные системы)



№:	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>
-5	92	75
-20	118	109
-25	130	119

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?

