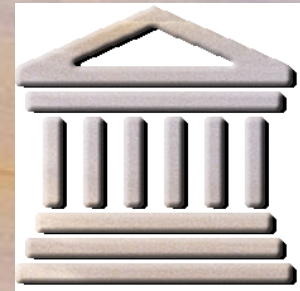


Национальный заповедник «София Киевская»
IX Судакская международная научная конференция
«Причерноморье, Крым, Русь в истории та культуре».



Устройство автоматизированной системы микrokлимата Софийского собора

Киев 2020

Влаштування автоматизованої системи контролю мікроклімату Софійського собору

Молочкова Надія Миколаївна,

канд. техн. наук, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу охорони пам'яток архітектури НЗСК (м. Київ),

Ніщук Лариса Олексіївна,

старший науковий співробітник науково-дослідного відділу охорони пам'яток архітектури НЗСК (м. Київ),

Гірак Павло Олексійович,

директор ТОВ «СОЛІТОН» (м. Київ),

Макуха Юрій Вікторович,

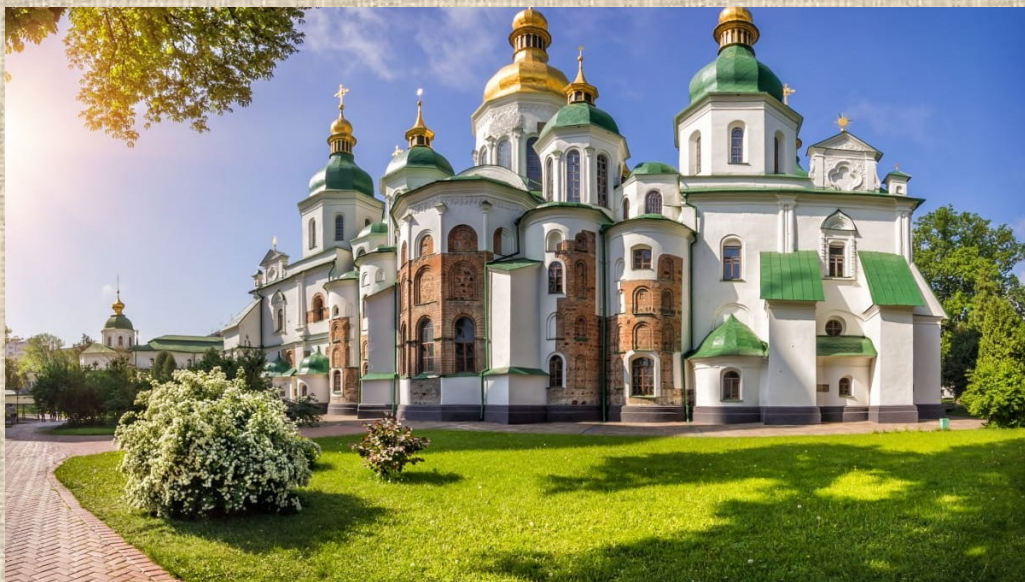
начальник відділу системної інтеграції ТОВ «СОЛІТОН» (м. Київ)

**ІХ СУДАЦЬКА МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ПРИЧОРНОМОР'Я, КРИМ, РУСЬ В ІСТОРІЇ ТА КУЛЬТУРІ»
24–25 вересня 2020 р.**

Національний заповідник «Софія Київська»

София Киевская – памятник архитектуры, истории, монументального искусства XI ст.

В 1990 г. внесен в Список Всемирного Наследия ЮНЕСКО в составе объекта №527 “Киев: Собор Святой Софии и прилегающие монастырские сооружения, Киево-Печерская лавра” – первого от Украины.



UNITED NATIONS EDUCATIONAL,
SCIENTIFIC AND
CULTURAL ORGANIZATION

CONVENTION CONCERNING
THE PROTECTION OF THE WORLD
CULTURAL AND NATURAL
HERITAGE

*The World Heritage Committee
has inscribed*

*Kyiv: St Sophia Cathedral and
related monastic buildings, Kyiv-Pechersk Lavra
on the World Heritage List*

*Inscription on this List confirms the exceptional
and universal value of a cultural or
natural site which requires protection for the benefit
of all humanity*

DATE OF INSCRIPTION

12 December 1990

DIRECTOR-GENERAL
OF UNESCO

Основная задача по охране и сохранению памятников –

обеспечение оптимального микроклимата музейных помещений

Основные параметры микроклимата:

- световая среда;
- температура и влажность воздуха;
- воздушные потоки;
- загрязнение воздуха;
- микробиологическое состояние воздушной среды;
- вибрация и акустика



- **Оптимизация микроклимата** в музеях заключается в мероприятиях по защите экспонатов от разрушительных факторов и созданию благоприятной среды хранения с помощью оптимальных режимов пользования, условий хранения, технического оснащения и т.п.

Софийский собор находится в центре современного мегаполиса и его микроклимат формируется под воздействием ряда внутренних и внешних факторов (природного и техногенного характера)



Внутренние факторы

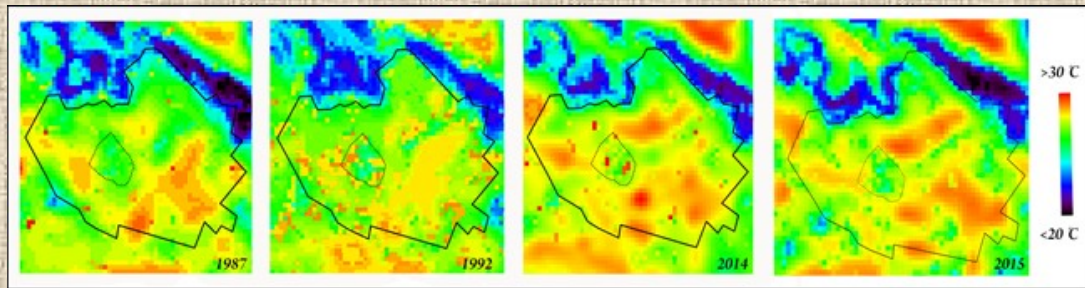
- **Архитектурные и конструктивные особенности** тысячелетнего здания (сложное внутреннее пространство, образованное криволинейными поверхностями, массивность, малые площади оконных и дверных проемов (2-3 % площади ограждающих конструкций), разная толщина (1,2-1,4 м) ограждающих конструкций по высоте здания).
- **Устаревшее оборудование отопления и вентиляции**
- **Проблемы с влажностным состоянием конструкций** (подвалы, северная галерея)



Внешние факторы

Природные факторы

- потепление климата
- подъем уровня грунтовых вод
- повышение солнечной активности



Техногенные факторы

Шумовые нагрузки





Add power 7V
LIGHT METER: 0-20000 LUX
TEMP METER: -20.0C - 75.0C
-4.0F - 140.0F
HUMIDITY METER: 25% - 95% RH
SOUND LEVEL METER: Lo-35 - 100dB
Freq Weighting: A(C) Hi-65 - 130dB

Velmont® DV1401
Environment Meter

99.0
dB
OVER

① MAX
SELECT HOLD
LUX TEMP %RH dB

Во время богослужения песнопения исполняли три хора в количестве около **80** чел., которые находились на II этаже Софийского собора, и священнослужители, в количестве около **100** чел., которые находились в главном нефе I этажа. Применялась звукоусиливающая аппаратура.



Уровень шума во время пения достигал

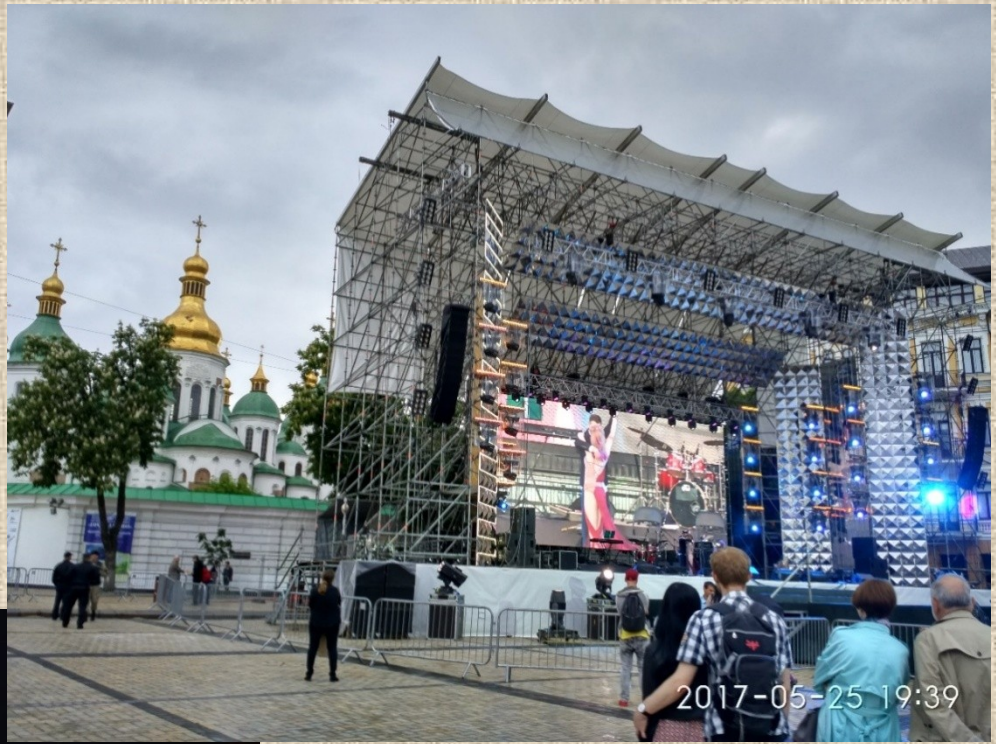
88,4dB - на первом этаже,
99,6dB - на втором этаже.

Во время речей с использованием микрофона уровень шума достигал **81,2dB**

Техногенные факторы

Вибрационные нагрузки





Техногенные факторы

**Парковка автотранспорта:
загазованность воздуха,
нарушение пожарной безопасности**



Техногенные факторы

Нарушение светового и температурно-влажностного режима

(Интронизация митрополита Епифания 3.02.2019)



Конденсирование избыточной влаги



Замокание конструкций



2019-02-03 13:14

Механические повреждения конструкций

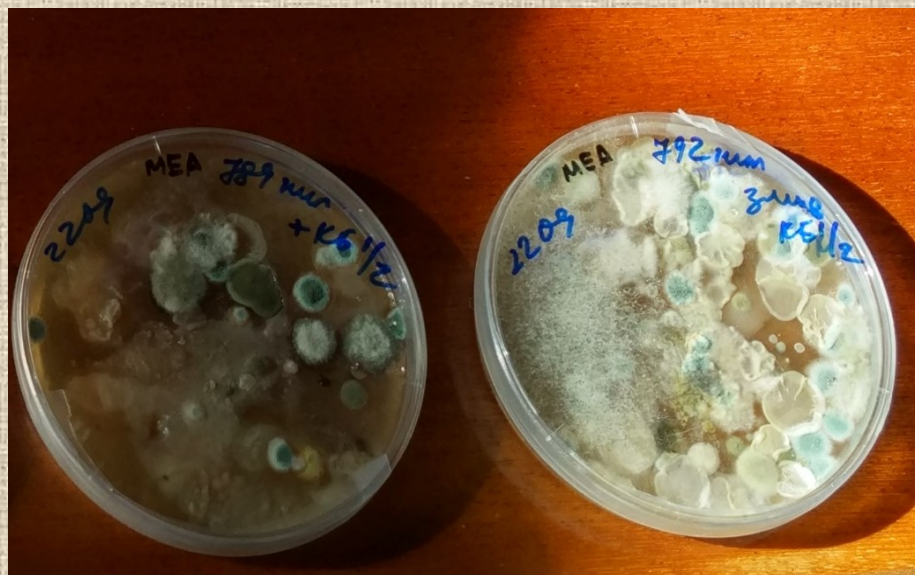


Микробиотические повреждения





Обнаруженные в местах повреждений настенной живописи культивируемые микроорганизмы, в подавляющем большинстве, принадлежат к еврибионтным видам микроскопических грибов и бактерий, характерных для почвы, пыли и воздуха помещений, и по большей части спорообразующих.



Анализ ДНК в местах повреждений фресок показал доминирование ксерофильных грибов, в первую очередь, *Eurotium halophilicum*, который наблюдался как в ассоциации с *Aspergillus vitricola*, так и в монокультуре

Появление копоти от горения свечей

Как известно из реставрационной практики, покрытые копотью участки росписей практически невозможно расчистить без потерь авторской живописи



Реставрационные работы 2018-2020 гг.





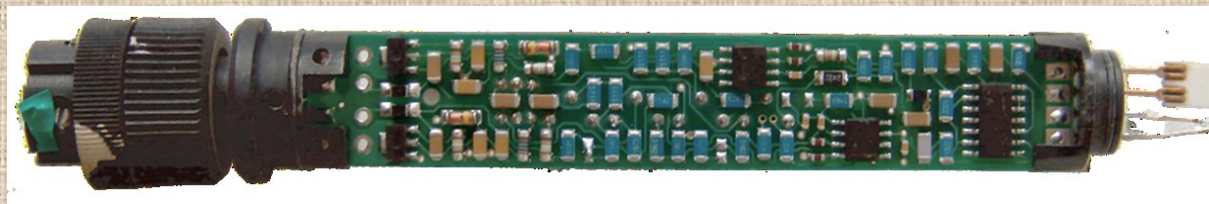
Микроклимат музейных помещений — это состояние внутренней среды, которая непосредственно влияет на музейные предметы

Благодаря финансовой помощи ЮНЕСКО
в октябре 1999 г. – система контроля т-в
режима 10 аналоговых датчиков
температуры и влажности воздуха
внутреннего и наружного, температуры
стены внутри и снаружи, освещенности,
скорости движения воздуха

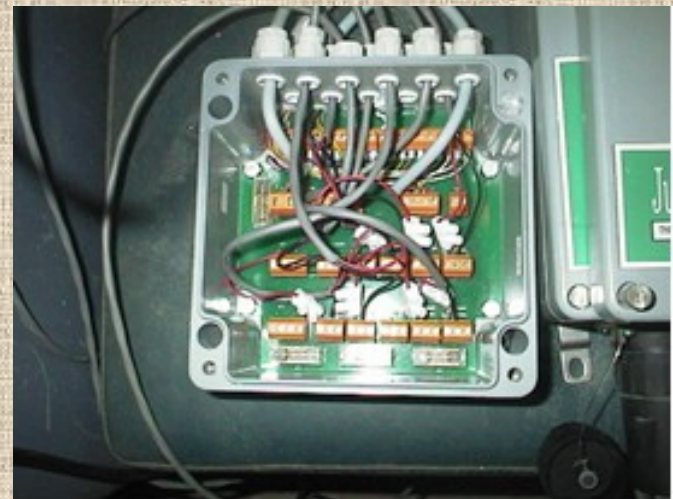
SysCom

Ingenieursbureau SysCom bv
Apeldoornseweg 30A
Postbus 113, 8050 AC Hattem, **Netherlands**
Tel: +31 38 444 50 33 Fax +31 38 444 59 96





Аналоговый датчик температуры - влажности



Записывающее устройство, распределительная коробка

В 2008 г., во время реставрационных работ в центральном барабане и куполе Собора -- модернизация существующей системы контроля микроклимата





- Замена старых кабелей,
- прокладка новых кабелей в центральном барабане и в куполе для установки 5 новых цифровых датчиков



4 датчика температуры и влажности в окнах центрального барабана по сторонам света

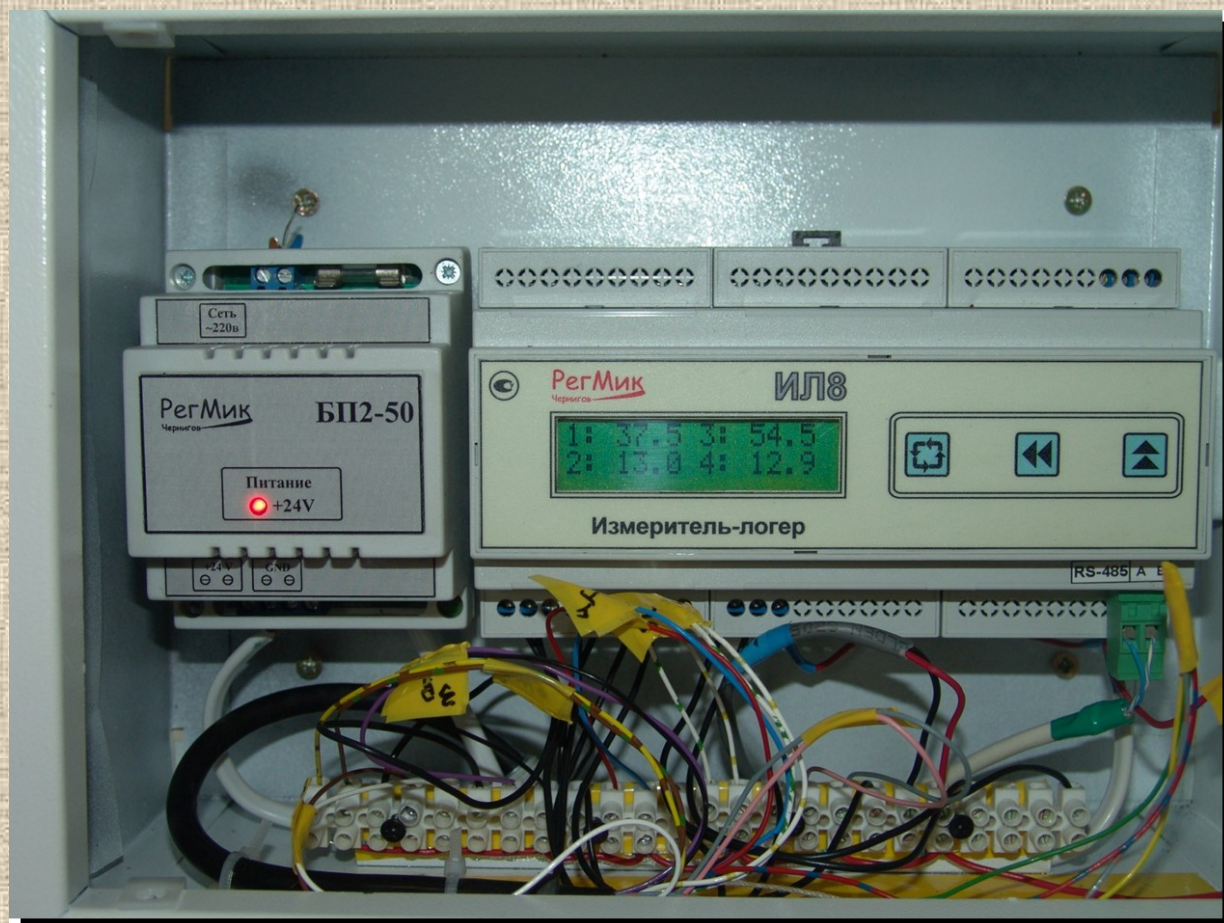




Датчик температуры и влажности в центральном куполе



2k

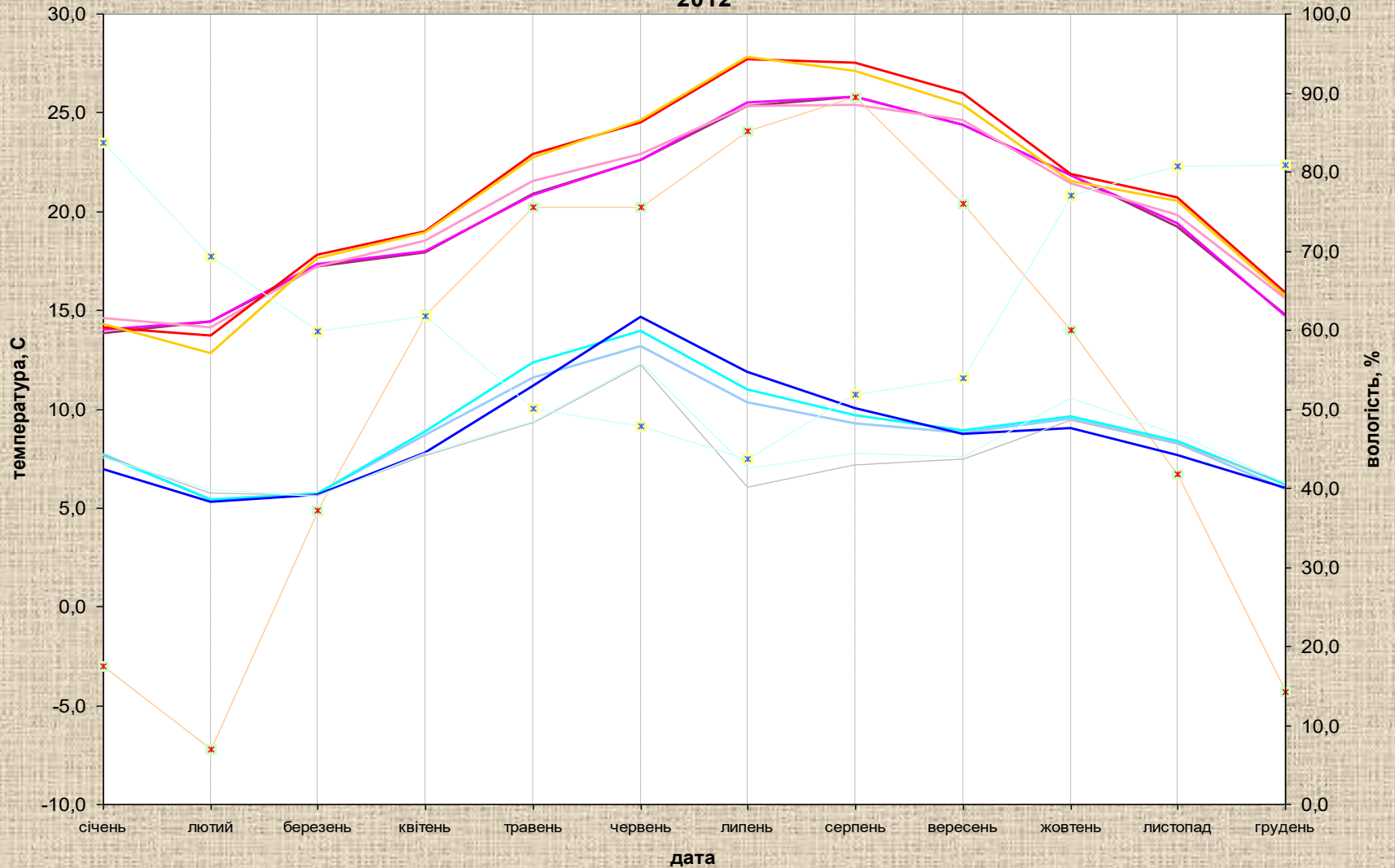


Преобразователь
интерфейса RS-485

Блок питания и Регистратор данных

Софийський собор

Середньомісячні значення температури і вологості 2012



t ВІВТАР t Центр t Нартекс t Хори t Хори Пн -x- вулиця t w ВІВТАР w Центр w Нартекс w Хори w Хори Пн -x- вулиця W

На 2018 год большинство датчиков окончательно вышло из строя из-за морального и физического износа, обработка данных программным обеспечением не производилась.

Контроль температурно-влажностного режима в Соборе осуществлялся в ручном режиме.

Техногенные нагрузки требуют жесткого контроля микроклимата.

О создании современной динамичной автоматизированной системы мониторинга микроклимата велись переговоры с:

- компания Venetian Heritage Cluster, Италия, Директор Rest. Sergio Calò
- **Rotronic**, Швейцария (немецкое представительство)
- ТОВ «СІКСЕНС Україна»
- ПАТ «БАНКОМЗВ'ЯЗОК»
- ТОВ «Спеціальна Науково-реставраційна проектно-будівельно-виробнича майстерня «Україна–Реставрація»

2018 - создана автоматизированная система контроля микроклимата в Соборе

ООО Солитон

<http://soliton.com.ua> > автоматика | программное обеспечение | системы управления

создано в 1993 году, работает на рынке систем управления в двух основных сегментах:

- системы управления инженерным оборудованием зданий;
- системы управления для промышленных предприятий.

Промисловість та енергетика

- Зоря-Машпроект
- Іскра
- Мотор Січ
- Галичфарм
- Фармак
- ЛТІ Україна
- Монделіс Україна
- Лінос
- АрселорМіттал Кривий Ріг
- Укртрансгаз
- Рівненська АЕС
- НДЦ Укренерго
- Київенерго

Бізнес центри та ТРК

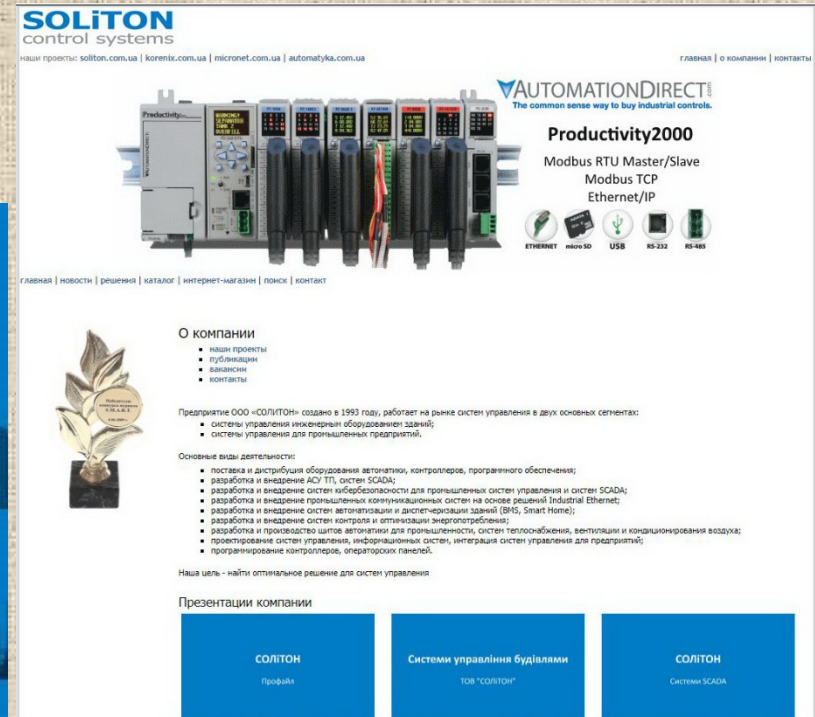
- Караван
- Ocean Plaza
- НСК Олімпійський

Телекомунікаційні компанії

- УТЕЛ
- Укртелеком
- Голден Телеком Україна
- ЦОД Парковий
- Vodafone Ukraine

Фінансові установи

- Перший Український Міжнародний Банк
- Національний Банк України
- УКРЕКСІМБАНК



SOLITON
control systems

наші проекти: soliton.com.ua | korenix.com.ua | micronet.com.ua | automyka.com.ua

главная | о компании | контакты

AutomationDirect
The common sense way to buy industrial controls.

Productivity2000
Modbus RTU Master/Slave
Modbus TCP
Ethernet/IP

главная | новости | решения | каталог | интернет-магазин | поиск | контакт

О компании

- наши проекты
- публикации
- вакансии
- контакты

Предприятие ООО «СОЛИТОН» создано в 1993 году, работает на рынке систем управления в двух основных сегментах:

- системы управления инженерным оборудованием зданий;
- системы управления для промышленных предприятий.

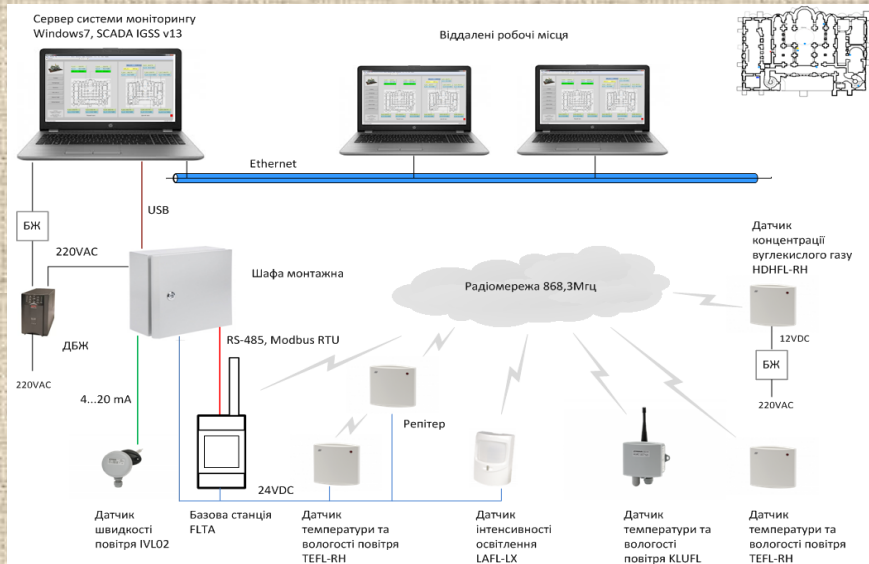
Основные виды деятельности:

- поставка и дистрибуция оборудования автоматизации, контроллеров, программного обеспечения;
- разработка и внедрение АСУ ТП, систем SCADA;
- разработка и внедрение систем кибербезопасности для промышленных систем управления и систем SCADA;
- разработка и внедрение промышленных коммуникационных систем на основе решений Industrial Ethernet;
- разработка и внедрение систем автоматизации и диспетчеризации зданий (BMS, Smart Home);
- разработка и внедрение систем контроля и оптимизации энергопотребления;
- разработка и производство шагов автоматизации для промышленности, систем теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха;
- проектирование систем управления, информационных систем, интеграция систем управления для предприятий;
- программирование контроллеров, операторских панелей.

Наша цель - найти оптимальное решение для систем управления

Презентации компании

- СОЛИТОН**
Проекты
- Системы управления зданиями
ТОВ "СОЛИТОН"
- СОЛИТОН**
Системы SCADA

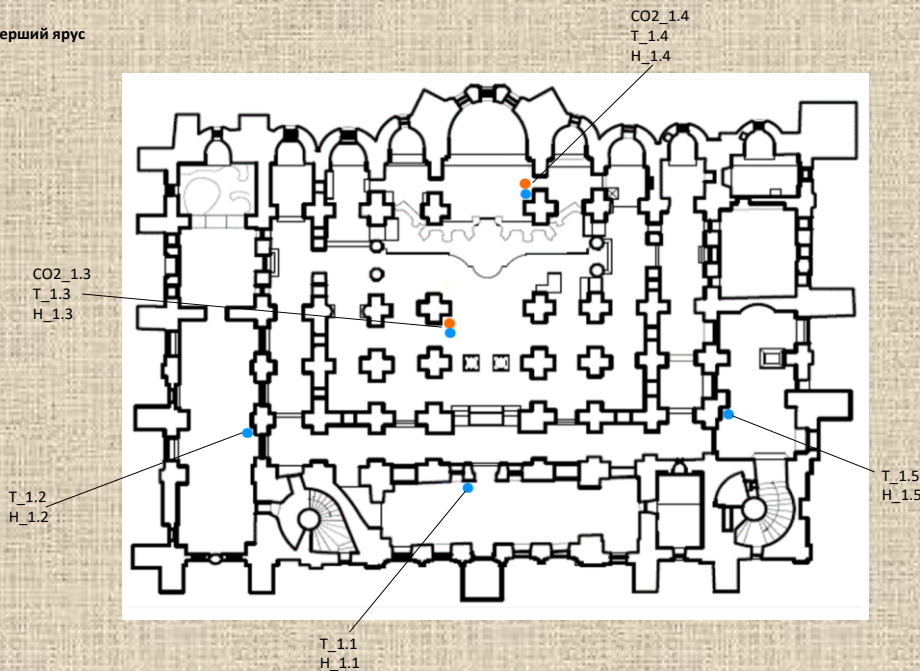


Система контролю мікроклімата (СКМ)

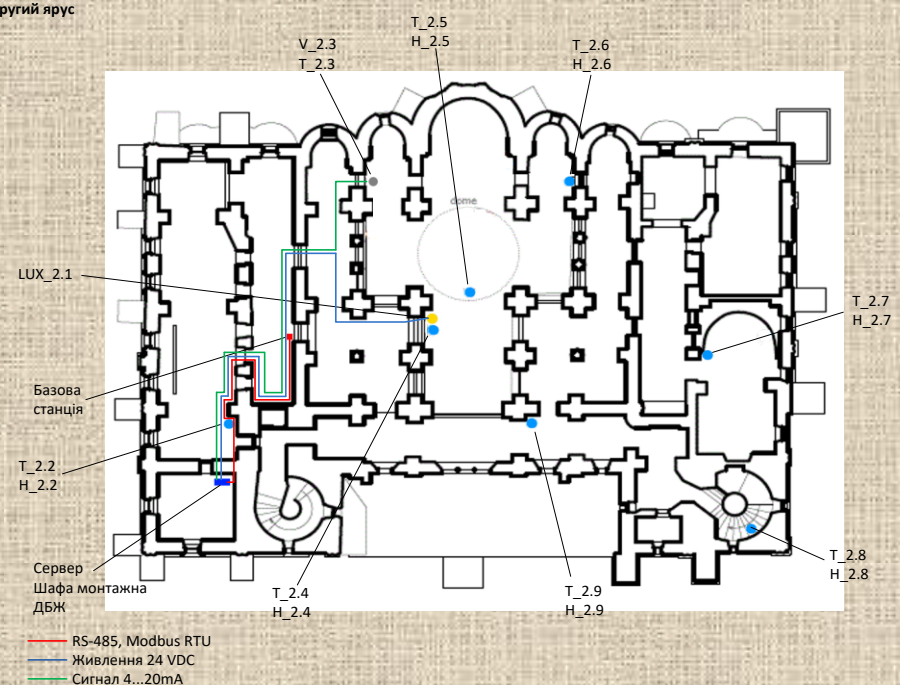
- Непрерывное измерение
- Регистрация
- Визуализация
- Анализ
- Основа для принятия решений

Схема размещения оборудования автоматики

Перший ярус



Другий ярус



Оборудование СКМ

Контрольные параметры

- температура воздуха
- относительная влажность воздуха
- загрязненность воздуха (CO2)
- скорость движения воздуха
- освещенность



Беспроводные multifunctional датчики T,H,CO2,LUX (Produl)



Сервер системы контроля микроклимата (Hewlett Packard), система SCADA IGSS (Schneider Electric), прикладное ПО (СОЛІТОН)

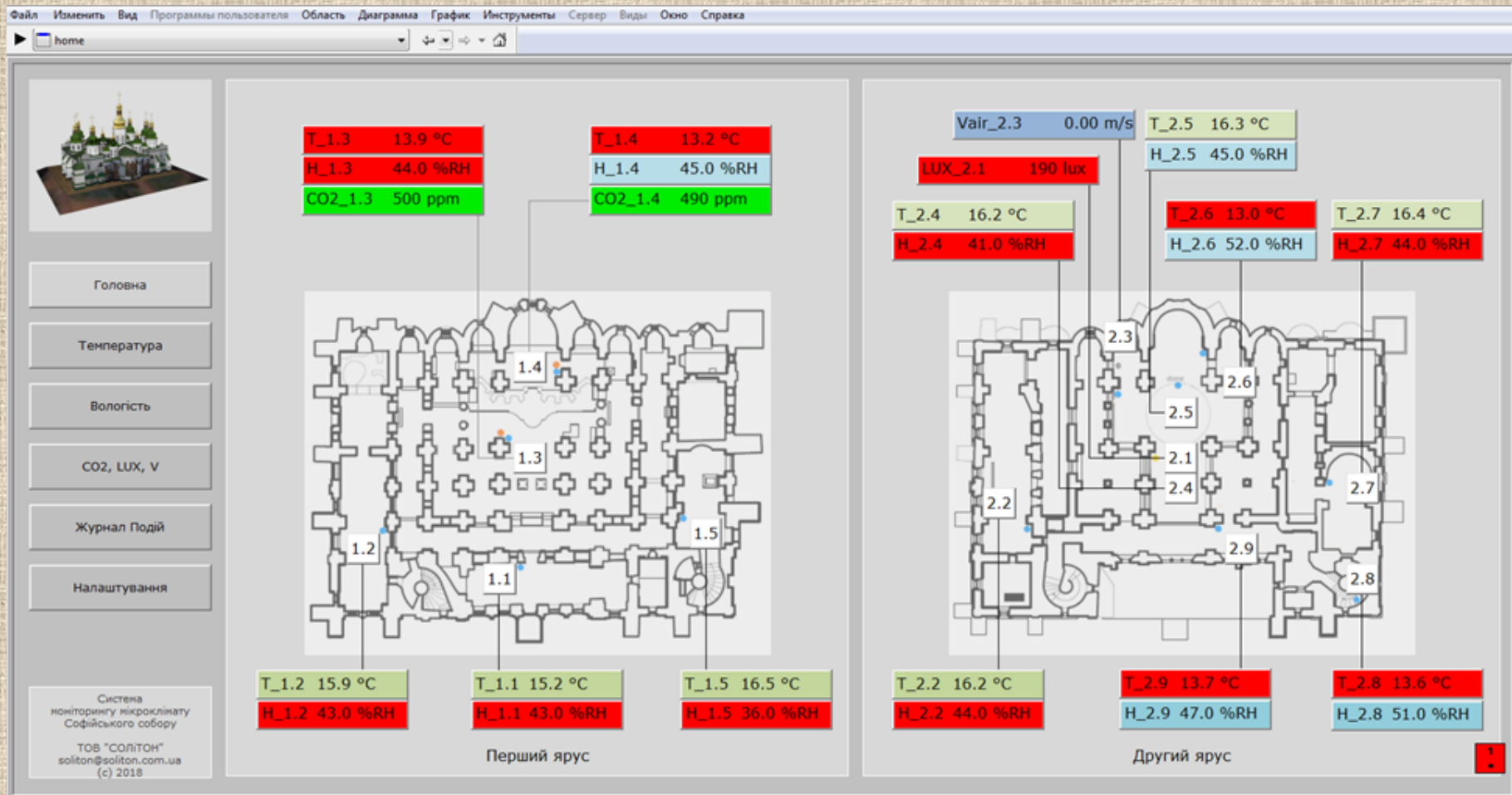


Базовая станция беспроводной сети (Produl)

Размещение беспроводных датчиков



Главное окно программного обеспечения СКМ

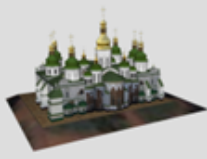


Журнал событий

Supervise

Файл Изменить Вид Программы пользователя Область Диаграмма График Инструменты Сервер Виды Окно Справка

enents



Головна

Температура


Вологість

CO2, LUX, V

Журнал Подій

Налаштування

Система моніторингу мікроклімату Софійського собору
ТОВ "СОЛІТОН"
soliton@soliton.com.ua

Об'єкт	Дата початку	Час початку	Час підтвердження	Час закінчення	Текст тривоги	Значення на початок тривоги	Найгірше значення	
T_2,6	13.03.2019	15:08:42:096	15:11:15:043		Низька температура	13.0 °C	13.0 °C	
T_1,4	13.03.2019	15:08:42:096	15:11:13:414		Низька температура	13.1 °C	13.1 °C	
H_1,5	20.03.2019	19:59:27:737			Низька вологість	44.0 %RH	44.0 %RH	
H_2,5	21.03.2019	13:36:27:776			Висока вологість	56.0 %RH	56.0 %RH	
H_2,6	21.03.2019	13:18:45:797			Висока вологість	56.0 %RH	56.0 %RH	

Датчики

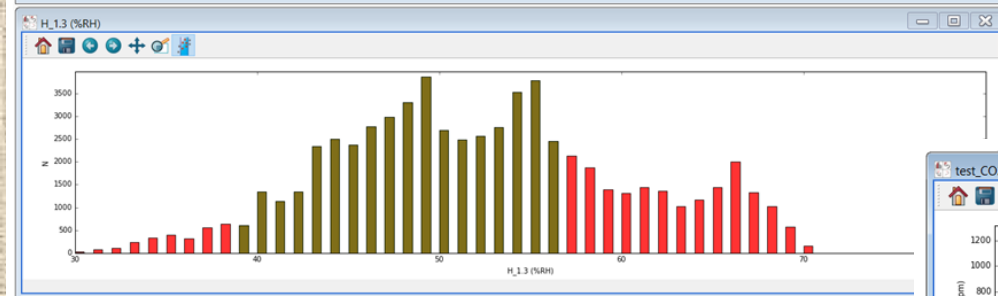
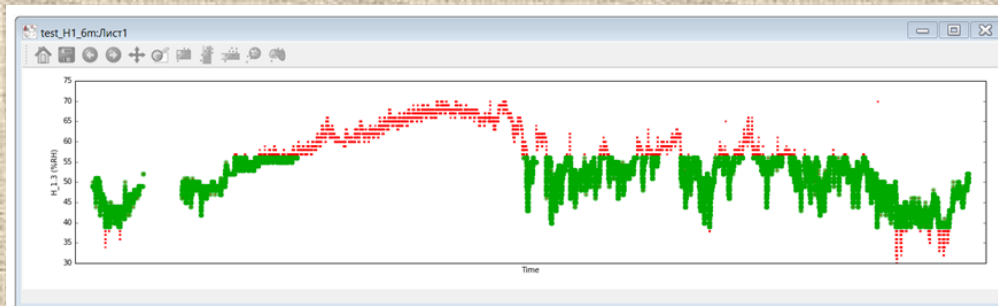
Нажм. F1 для справки

11.04.2019 12:58:25

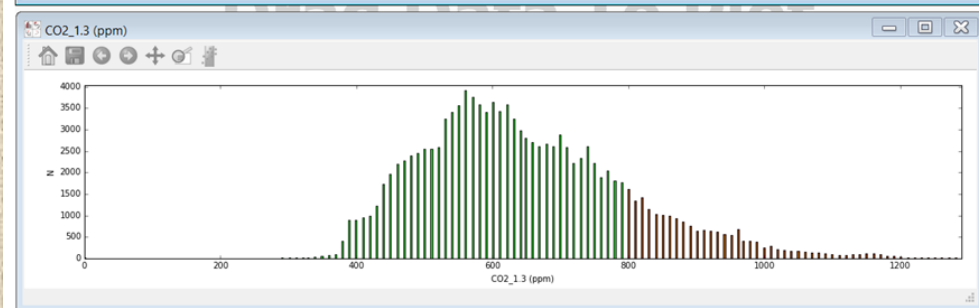
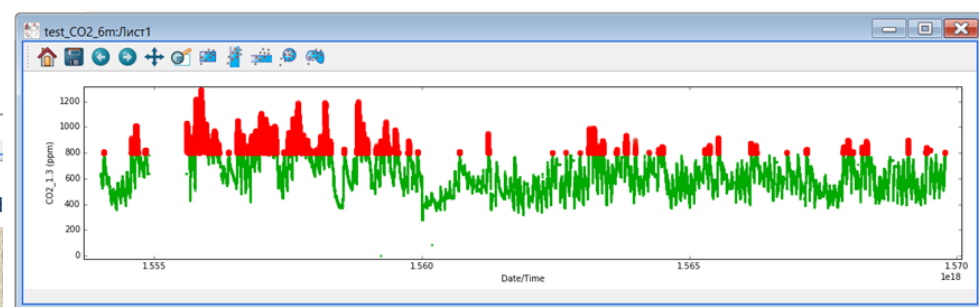
Визуалізація даних на графіках



Анализ и визуализация данных после экспорта из БД СКМ



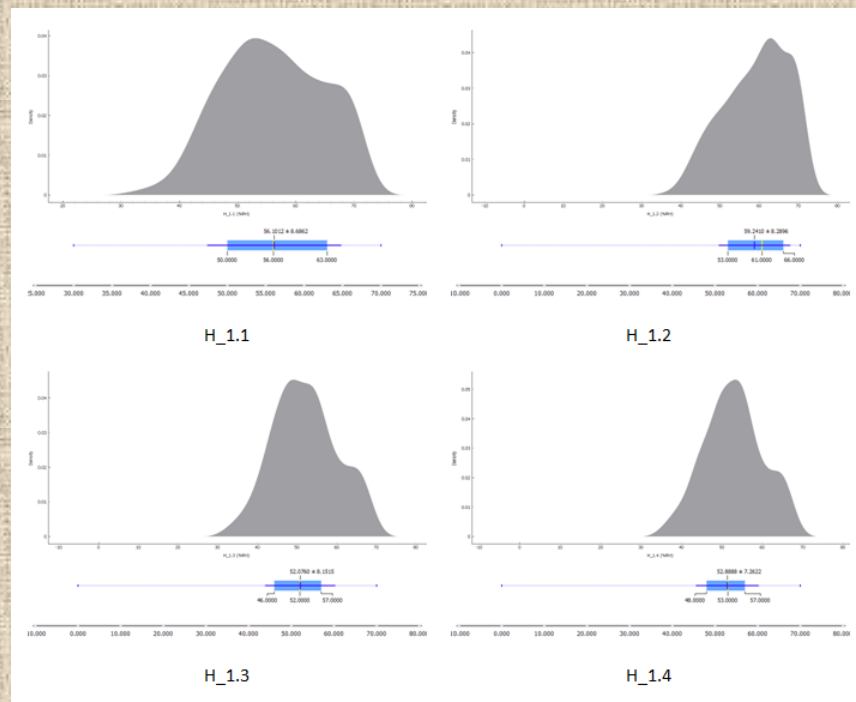
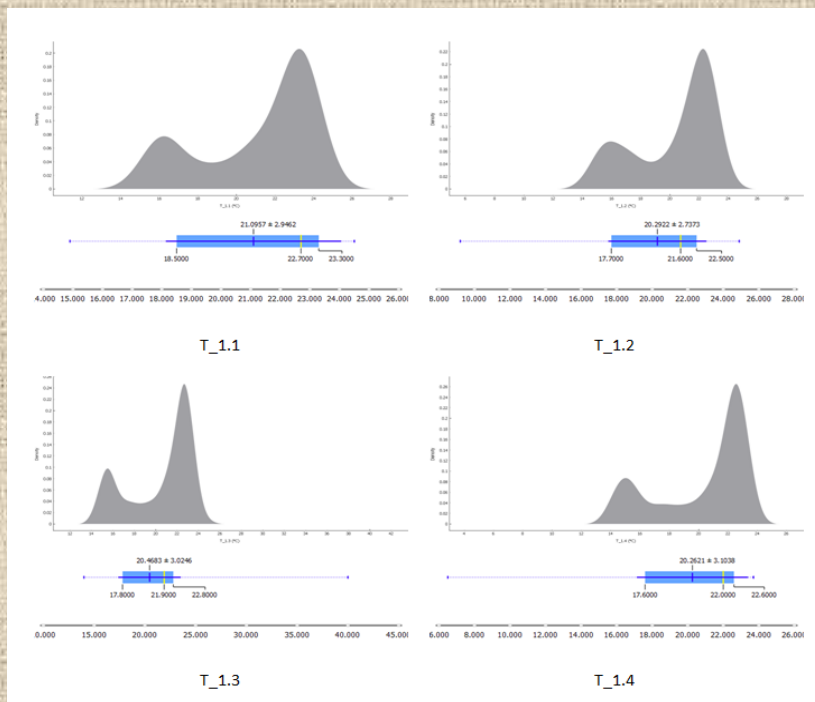
Відносна вологість повітря H_1.3 за період 6 місяців Lo_lim=45%RH, Hi_lim=55%RH



Концентрація вуглекислого газу CO2_1.3 (Hi_lim=800 ppm)

Графики текущих значений и гистограммы относительной влажности воздуха и содержания CO2

Обработка больших объемов данных за длительный период



№ п/п	Параметр	МО, °С	СКВ, °С	МО-СКВ, °С	МО+СКВ, °С
1	T_1.1	21,09	2,94	18,15	24,03
2	T_1.2	20,29	2,73	17,56	23,02
3	T_1.3	20,47	3,02	17,45	23,49
4	T_1.4	20,26	3,10	17,16	23,36
5	T_1.5	20,83	2,96	17,87	23,79
6	T_2.2	21,45	3,78	17,67	25,23
7	T_2.4	23,64	3,60	20,04	27,24
8	T_2.5	24,01	4,62	19,39	28,63
9	T_2.6	21,19	3,74	17,45	24,93
10	T_2.7	22,83	3,84	18,99	26,67
11	T_2.8	22,82	4,10	18,72	26,92
12	T_2.9	21,85	3,82	18,03	25,67

Параметр	МО, %RH	СКВ, %RH	МО-СКВ, %RH	МО+СКВ, %RH
H_1.1	56,10	8,68	47,42	64,78
H_1.2	59,24	8,29	50,95	67,53
H_1.3	52,07	8,15	43,92	60,22
H_1.4	52,88	7,26	45,62	60,14
H_1.5	52,25	10,96	41,29	63,21
H_2.2	56,84	5,40	51,44	62,24
H_2.4	45,94	6,69	39,25	52,63
H_2.5	45,57	6,99	38,58	52,56
H_2.6	55,25	7,50	47,75	62,75
H_2.7	49,00	7,67	41,33	56,67
H_2.8	47,69	8,25	39,44	55,94
H_2.9	51,95	8,45	43,50	60,40

Выводы

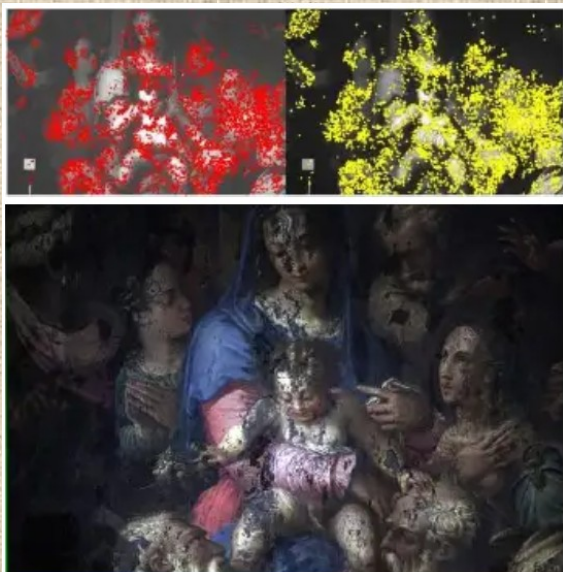
1. На протяжении периода мониторинга параметры микроклимата в помещениях Софийского собора, а именно, температура воздуха и относительная влажность воздуха значительную часть времени превышают установленные пределы;
2. Содержание углекислого газа выходит за установленные пределы при увеличении количества посетителей;
3. Уровень освещения в точке измерения периодически значительно превышает установленный предел в светлое время суток;
4. Уровень скорости воздуха в точке измерения не превышает установленного предела.

Рекомендации

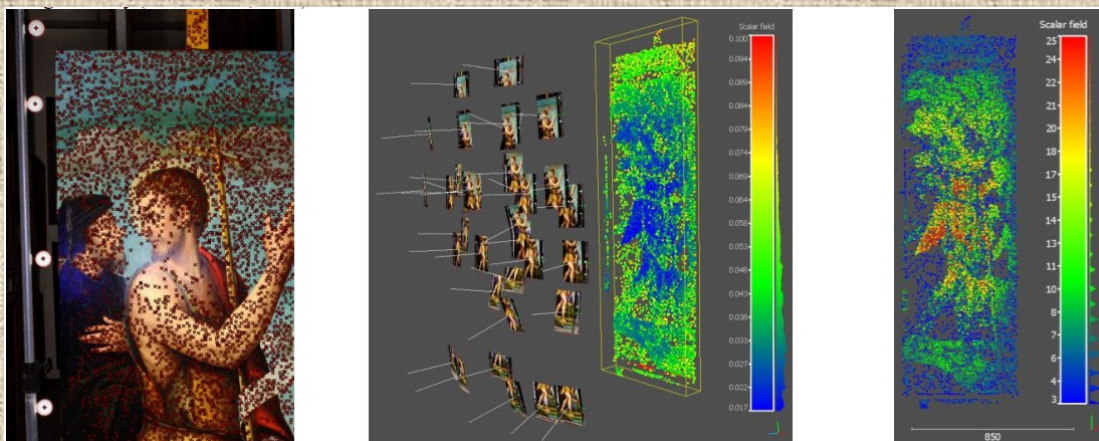
1. Необходима реконструкция системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха Софийского собора с автоматическим регулированием параметров микроклимата в помещениях в соответствии с заданными границами.
2. Для регулирования уровня освещенности возможна установка автоматических систем регулирования освещения с ограничением внешнего светового потока.
3. Для оценки влияния параметров наружного воздуха на параметры микроклимата в помещениях рекомендуется подключить к системе датчики температуры, относительной влажности и скорости наружного воздуха на северной и южной сторонах здания.

Рекомендации

4. Для оценки влияния внутренних параметров воздуха и освещенности на состояние фресок и др.художественных произведений, рекомендуется подключить к системе мониторинга автоматические оптические системы контроля, что позволит выявить корреляции между состоянием ценностей и параметрами микроклимата. Кроме того, возможно построение математической модели и прогнозирования изменений их состояния.



[1]



[2]

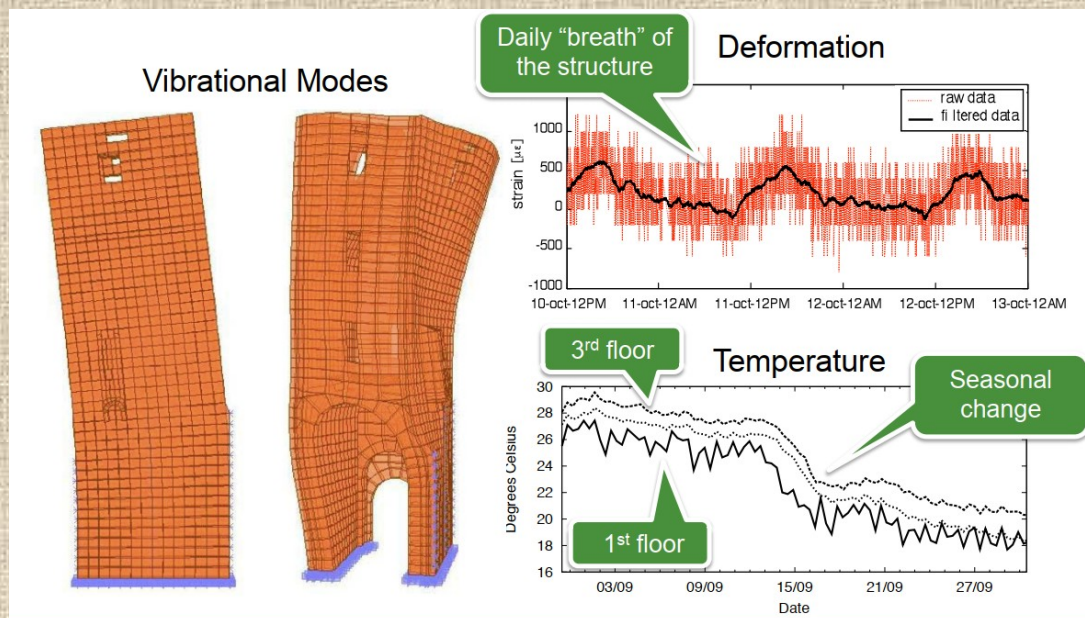
[1] GEOMETRIC AND RADIOMETRIC ANALYSIS OF PAINTINGS. L. Barazzetti, F. Remondino, M. Scaioni, M. Lo Brutto, A. Rizzi, R. Brumana

[2] 3D PAINTING DOCUMENTATION: EVALUATION OF CONSERVATION CONDITIONS WITH 3D IMAGING AND RANGING TECHNIQUES

D. Abate, F. Menna, F. Remondino, M.G. Gattari

Рекомендации

5. Для оценки влияния параметров микроклимата на конструктивные элементы здания рекомендуется подключить к системе мониторинга датчики деформации и датчики вибрации в выбранных точках контроля. Это позволит выявить корреляции между параметрами микроклимата в помещениях собора, параметрами окружающей среды, деформациями и вибрациями элементов здания.



[3]

Рекомендации

6. На основе системы контроля микроклимата Софийского собора создать интегрированную платформу контроля и управления для комплекса зданий Национального заповедника “Софія Київська”

1. Контроль и регистрация:

- параметры микроклимата
- уровень освещенности (видимый спектр и UV диапазон)
- контроль влажности стен
- уровень звукового давления
- уровень вибраций
- деформации

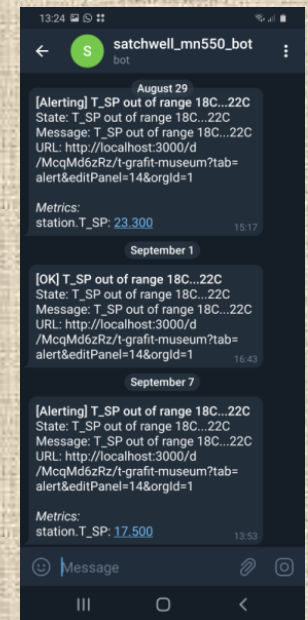
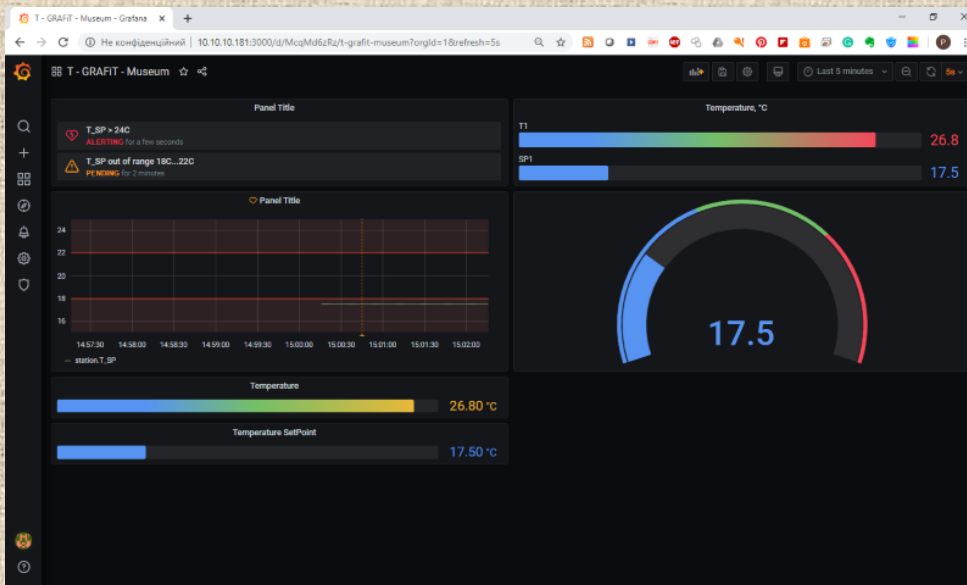
2. Контроль и управление инженерными системами зданий:

- вентиляция и кондиционирование воздуха
- теплоснабжение
- электроснабжение
- дренажные системы
- интеграция с системами безопасности

СКМ – основа новых разработок

Система GRAFiT

- Мультифункциональные беспроводные датчики
- Web сервер
- Интерфейс для мобильных пользователей
- Интеграция с мессенджерами социальных сетей





Спасибо за внимание!

<https://st-sophia.org.ua>

<https://soliton.com.ua>