



## МУЗЕЙ LOUIS VUITTON В ПАРИЖЕ – УНИКАЛЬНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Питер Симмондс (Peter Simmonds)<sup>1</sup>, Ph.D., Fellow and Life Member ASHRAE, FIBPSA

Сегодня при создании комфортной среды обитания очень востребованы идеи, способствующие повышению энергоэффективности и сохранению окружающей среды. Поэтому каждый новый строительный объект, использующий передовые инженерные технологии, следует изучать и анализировать. Предлагаем ознакомиться с уникальными инженерными решениями, позволившими находящемуся в Париже зданию Фонда Louis Vuitton, в котором функционирует музей современного искусства (см. \*)), соответствовать уровню Très Performant («очень эффективный») по французскому зеленому стандарту HQE<sup>2</sup>. Меры, реализованные для получения такого уровня, в системе сертификации LEED эквивалентны «золотому» статусу LEED Gold.

<sup>1</sup> Статья подготовлена на основании выступления автора на Международном вентиляционном конгрессе AirVent, прошедшем 3 февраля 2021 года в рамках 25-й международной выставки Aquatherm Moscow.

<sup>2</sup> Стандарт высокого экологического качества окружающей среды (Haute Qualité Environnementale, HQE) – стандарт зеленого строительства во Франции, основанный на принципах устойчивого развития, впервые принятый в 1992 году на Саммите Земли. Стандарт контролируется Ассоциацией по высокому качеству окружающей среды (Association pour la Haute Qualité Environnementale, ASSOHQE).

Сразу отметим, что при проектировании здания Фонда Louis Vuitton были задействованы современные цифровые инструменты трехмерного моделирования.

### Ограждающие конструкции и их затенение

Чтобы защитить здание от внешних климатических воздействий, ограждающие конструкции здания (стены, крыша и окна) были подобраны с учетом тепловых характеристик и воздухопроницаемости здания. Также от конструкции ограждений здания в большой степени зависит эффективность систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВК). Оболочка музея уникальна; все фасады, выходящие на север, восток, юг и запад, имеют внутренний слой из высокоэффективного двойного стекла. Пиковые значения теплоступлений с солнечной радиацией на вертикальную поверхность в Париже составляют  $683 \text{ Вт/м}^2$  (южный фасад). Поэтому на всех фасадах здания, а также на крыше размещены солнцезащитные устройства – затеняющие экраны, которые практически не мешают любоваться видом окрестностей. Материал, из которого выполнены экраны, имеет высокий коэффициент отражения, то есть максимально предотвращает поглощение теплоты солнечной радиации. Ячейки затеняющего экрана позволяют солнечному свету частично проходить через экран и достигать наружных стен и окон.

Подбор внутренней поверхности затеняющего экрана также очень важная составляющая. Если подобная поверхность имеет слишком высокую отражающую способность, то любое излучение, достигающее стеклянной поверхности здания и отраженное от нее, попав на внутреннюю поверхность затеняющего экрана, отразится обратно в здание. Внутренняя поверхность затеняющего экрана с низкой отражающей способностью будет поглощать солнечное излучение, отражаемое стеклянной поверхностью здания.

Поскольку лишь незначительная доля солнечного излучения достигает окон, теплоступления в помещения

от солнечной радиации существенно снижены. При этом дневной свет, проходящий через затеняющий экран, используется для естественного освещения помещений, повышая комфортность пребывания в здании.

Контролируемый уровень естественного дневного освещения позволяет снизить затраты на кондиционирование воздуха, а также значительно повысить комфорт внутренней среды. Дневное освещение передается вглубь помещений, а не концентрируется вдоль периметра.

### Контроль температуры и влажности в музее

Создание внутреннего микроклимата в помещениях Музея Louis Vuitton определяют два условия. Во-первых, поддерживаемый температурно-влажностный режим должен обеспечивать сохранность произведений искусства, выставляемых или хранящихся в музее. Во-вторых, необходимо поддержание в помещениях музея комфортной среды для посетителей. Установленная система ОВК не только защищает экс-

### \*) ЗДАНИЕ ФОНДА LOUIS VUITTON



Здание Фонда Louis Vuitton было возведено в Париже в октябре 2014 года и выполняет функции музея современного искусства. Здание расположено в парке около искусственного водоема и представляет собой двухэтажное строение из белых бетонных блоков (известное как «айсберг»), которое окутывают 12 так называемых парусов общей площадью  $13,5 \text{ тыс. м}^2$ . Паруса выполнены из отдельных отражающих свет стеклянных панелей, соединенных между собой уникальными конструкциями. Паруса придают зданию Фонда Louis Vuitton прозрачность и динамичность, отражая воду, деревья и парк и постоянно меняя облик в зависимости от естественного освещения.

Конструкция стеклянной крыши позволяет собирать и использовать дождевую воду и повышает энергетические характеристики здания.

Здание имеет общую полезную площадь  $8\,637 \text{ м}^2$ , из которых порядка  $3\,850 \text{ м}^2$  отдано под музей. Вестибюль на первом этаже служит входом в само здание и в парк. Это место, предназначенное для активного социального общения, включает в себя ресторан и книжный магазин. Обширное многофункциональное пространство, прилегающее к вестибюлю, можно использовать как концертный зал на 350 слушателей, разместить там выставочную экспозицию или проводить другие культурные мероприятия. Еще 11 галерей предназначены для демонстрации художественных произведений искусства и проведения передвижных выставок.

Покидая здание, посетители попадают на веранды, где им открывается незабываемый вид на Париж: квартал Ла-Дефанс и окрестности.



панаты, но и решает две ключевые задачи: минимизирует влияние колебаний параметров наружного климата на внутреннее пространство музея и поддерживает в музее на заданном уровне требуемые параметры микроклимата.

В каждую галерею музея подается достаточно воздуха для поддержания температуры в помещении на уровне 22 °С; воздух подается с нижнего уровня с температурой 17 °С. Максимальный расход приточного воздуха был рассчитан для поддержания требуемой температуры в помещении с учетом тепlopоступлений от осветительных приборов в размере 50 Вт/м<sup>2</sup> и тепlopоступлений от людей из расчета 1 человек на 3 м<sup>2</sup>.

В каждом помещении музея установлен датчик температуры. Заданная температура в помещении поддерживается на уровне 21–23 °С посредством изменения температуры приточного воздуха.

Контроль влажности в музее представляет собой более сложную задачу. Уровень влажности в каждом помещении контролируется регуляторами влажности воздуха. Значения влажности в каждом помещении музея передаются в центральный блок управления. Исходя из уровня влажности в помещении регулятор влажности приточного воздуха увеличивает или уменьшает подачу пара.

Влажность приточного воздуха увеличивается посредством введения в его поток пара от электрических пароувлажнителей.

Для снижения уровня влажности приточного воздуха он охлаждается до температуры ниже температуры подаваемого воздуха до требуемого уровня влагосодержания в г/кг. Затем приточный воздух вновь подогревается до температуры, необходимой для поддержания температуры в помещении в диапазоне 21–23 °С.

Уровень влажности в галерее меняется только за счет скрытой теплоты, выделяемой посетителями. Ни в одной галерее нет проемов, выходящих наружу, поэтому любая инфльтрация потенциально влажного наружного воздуха исключена.

### Создание комфортного микроклимата в галереях музея

Отопление и охлаждение галерей обеспечивается лучистыми системами – полами, которые разделены на зоны, обеспечивающие при необходимости дополнительный уровень контроля в отдельных местах.

При работе в режиме охлаждения полы имеют температуру поверхности 19 °С, а для отопления температура поверхности пола не превышает

28 °С. Воздух температурой 17 °С подается в пространство галерей через щелевые воздухораспределители, расположенные в нижней части стен по периметру.

Приточный кондиционированный воздух подается в помещения с таким уровнем влагосодержания в г/кг, чтобы при поглощении влаги, выделяемой посетителями, уровень влажности в помещении поддерживался на уровне 50 ±4%. Для этого приточный воздух либо увлажняется, либо осушается. Увлажнение осуществляется электрическими пароувлажнителями. Для осушения воздух охлаждается до достижения требуемого содержания влаги в г/кг, затем нагревается до 17 °С при помощи калорифера. Считается, что данный способ достижения требуемого уровня влажности в помещении энергозатратен, но это самый традиционный метод осушения.

Воздух, удаляемый из галереи, контролируется по температуре, влагосодержанию и концентрации CO<sub>2</sub>. После того, как в помещении достигнуты требуемые уровни температуры и влажности, расход приточного воздуха можно уменьшить до величины, необходимой для поддержания этих условий. Если концентрация CO<sub>2</sub> в помещении достигает максимального значения 1 000 ppm, подача приточного воздуха увеличивается таким образом, чтобы концентрация CO<sub>2</sub> в помещениях не превышала допустимые пределы.

### Обеспечение комфорта выставочного зала

Для подогрева и охлаждения воздуха в выставочном зале используются излучающие потолки. Потолочные панели перфорированы, и через эти отверстия вентиляционный воздух подается в зал. В зависимости от мероприятия заполнение зала сильно варьируется. При максимальном заполнении поддерживаются следующие условия:

1. Температура воздуха зимой должна быть выше 19 °С, а летом – ниже 25 °С.

2. Вентиляционный воздух подается в помещение с минимальным расходом.



# Оборудование Siemens для музея Louis Vuitton в Париже

Ю. А. Тарасенко, руководитель направления «Энергоэффективность зданий» бизнес-подразделения «Автоматизация и безопасность зданий» ООО «Сименс»



При строительстве здания уникальной архитектуры, описанного в статье, были применены эффективные способы энергосбережения:

- архитектурно-строительные меры, связанные с усилением теплозащитных свойств ограждающих конструкций и с максимальным использованием дневного света;
- инновационные конструктивные решения инженерных систем;
- альтернативные источники энергии;
- моделирование температурного режима здания и анализ энергопотребления;
- полностью автоматизированное управление системами жизнеобеспечения.

Регулирование температуры, воздухообмена и освещения по фактической потребности с учетом присутствия человека соответствует самому высокому классу энергоэффективности по классификации европейского стандарта EN15232.

Такое здание представляет собой пример экоархитектуры и инновационных технологий, основанных на новой системе ценностей, связанной с переосмыслением взаимоотношений человека и окружающей среды. В здании созданы комфортные условия и здоровая среда пребывания. Энергоэффективность достигается в результате низкого потребления энергии от централизованных источников за счет энергоэффективного управления системами жизнеобеспечения здания, использования альтернативных источников энергии и внутренних теплопоступлений. Здание высокоэкологично из-за отсутствия загрязнения окружающей среды и разумного расходования природных ресурсов, включающего сбор и использование дождевой воды.

Директор службы эксплуатации здания Франк Валадо рассказал, что при выборе поставщиков оборудования и решений был проведен анализ, и в результате наиболее эффективными на рынке были признаны системы компании Siemens. В расчет был принят также и опыт специалистов компании в реализации проектов зеленых зданий. Siemens была выбрана поставщиком систем отопления и охлаждения, а также систем автоматизации и пожарной безопасности. В качестве альтернативных источников энергии Siemens использовала геотермальные системы для поддержания необходимой температуры внутри здания за счет использования энергии грунтовых вод. Это позволило минимизировать энергопотребление и добиться соответствия требованиям французского зеленого стандарта HQE. Система автоматизации Siemens осуществляет полностью автоматизированное управление инженерными установками для поддержания температуры, относительной влажности и качества воздуха во всех галереях, залах и местах

социального общения. Она не только обеспечивает комфорт посетителей и сотрудников, но и создает необходимые условия сохранности экспонатов музея.

Siemens установила систему противопожарной защиты для комплексной безопасности людей и имущества. Она использует современные инновационные решения и отвечает высоким стандартам безопасности. Тестирование этой системы показало высокую эффективность этой системы в условиях уникальной архитектуры здания, даже в помещениях с высокими потолками. Противопожарная система интегрируется в общий комплекс с системами жизнеобеспечения здания. Таким образом, на технологии компании Siemens возложена ответственность не только за здоровый микроклимат, но и за сохранность бесценных произведений искусства, застрахованных на несколько сотен миллионов евро. После ввода объекта в эксплуатацию компания Siemens была привлечена к полному сервисному обслуживанию всех систем.

Реализация этого проекта стала важным этапом в совершенствовании зеленого строительства, при котором использованы передовые инженерные технологии для обеспечения комфорта, энергоэффективности и экологичности зданий. ◆



Удаляемый из зала воздух непрерывно контролируется по значению концентрации  $\text{CO}_2$ . Когда концентрация  $\text{CO}_2$  приближается к максимально допустимой величине, выраженной в ppm, подача наружного воздуха увеличивается.

Максимально допустимый уровень параметров приточного воздуха на выходе из приточно-вытяжной установки следующий: температура  $25^\circ\text{C}$ , относительная влажность 60%, что составляет 12 г/кг. Согласно расчетам, максимальное количество влаги, производимое 150 посетителями, составляет 70 г на человека. Эта влага ассимилируется вентиляционным воздухом. Когда приточный воздух требует увлажнения, то впрыскивается пар, получаемый в парувлажнителях. Чтобы осушить наружный воздух, он при подаче охлаждается до требуемой влажности, выраженной в г/кг. Если при данной влажности температура приточного воздуха ниже  $16^\circ\text{C}$ , то приточный воздух подогревается до  $16^\circ\text{C}$  (температура подачи –  $17^\circ\text{C}$ , но приточный воздух нагревается на 1 К теплом от вентилятора).

Кондиционированный воздух подается в зал через перфорированный потолок – это традиционная перемешивающая система. Приточный воздух с переменным расходом подается вертикально вниз; нагреваясь от посетителей, воздух поднимается вверх, ассимилируя теплоту и загрязнения из рабочей зоны посещения. Камера статического давления образуется металлическими потолочными панелями, часть из кото-

рых представляет собой излучающие панели отопления/охлаждения, а часть имеет отверстия, через которые воздух поступает в помещение. Приточный воздух равномерно распределяется в помещении за счет продуманной компоновки перфорированных панелей.

Воздух удаляется из зала через вытяжные решетки, расположенные в верхней части стены над помещением хранилища. Через воздуховоды вытяжной воздух подается обратно в приточно-вытяжную установку.

### Вестибюль – решения для комфорта и энергосбережения

Вестибюль музея был спроектирован так, чтобы добиться минимальных затрат энергии при обеспечении максимального комфорта посетителей. Это стало возможным благодаря тщательному анализу результатов моделирования температурного режима здания и анализу энергопотребления. Данный анализ показал, что во всех зонах вестибюля обеспечивается высокий уровень комфорта посетителей ( $\text{PPD} < 10\%$ ). Для вестибюля были решены основные задачи:

- возможность обеспечения комфортных условий только в используемых зонах вестибюля, если нет необходимости кондиционирования всего объема данной «общественной» зоны;
- обеспечение теплового комфорта при экстремальных сезонных перепадах температуры наружного воздуха благодаря комбинированной венти-

ляции, с вытесняющей вентиляцией в зимний и летний периоды, лучистым отоплением и охлаждением;

- контроль попадания в здание теплопоступлений с солнечной радиацией через обширные застекленные зоны с южной стороны, улавливающие пассивное солнечное теплопоступление в зимний период и предотвращающие перегрев вестибюля летом;
- поддержание качественного естественного дневного освещения вестибюля на протяжении всего года.

Для повышения эффективности кондиционирования воздуха и дополнения стеклянного затенения в вестибюле пол оснащен излучающими панелями отопления/охлаждения. Это помогает уменьшать или увеличивать эквивалентную радиационную температуру в помещении для поддержания комфортных условий. Данная система использует энергию солнечного излучения. Если в помещении преобладает инфильтрация, система регулируется таким образом, чтобы температура поверхности была выше точки росы.

### Воздухораспределительные устройства

В здании установлено несколько воздухораспределительных устройств, подающих кондиционированный воздух в разные зоны музея. Фэнкойлы с минимальным расходом наружного воздуха предназначены для помещений хранилищ, мастерских, ресторана и кухни. Контроллеры приточно-вытяжных установок экономят энергию благодаря двум режимам работы: «Есть посетители» – система работает на полную мощность, «Нет посетителей» – подача приточного воздуха снижается до минимального уровня, поддерживающего параметры микроклимата, необходимые только для сохранности экспонатов, а системы вентиляции и освещения отключаются.

Кроме того, отслеживается концентрация углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), и, если ее значения находятся в заданных пределах, подача наружного воздуха уменьшается. Все экономайзеры оснащены двойными заслонками наружного воздуха и контрольно-

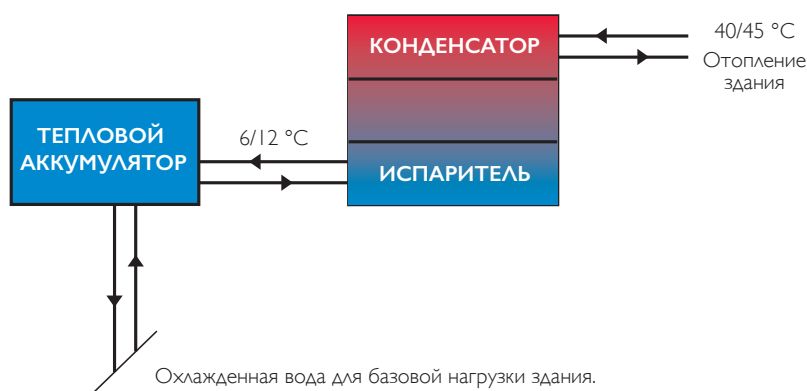


Рис. Центробежный водоохладитель, работающий как тепловой насос с тепловым аккумулятором.



## ВАШ ЭКСПЕРТ В ОБЛАСТИ МУЗЕЙНОГО КЛИМАТА



измерительными датчиками наружного воздуха для повышения эффективности регулировки объемов наружного воздуха и создания подпора в здании.

Для подачи в помещения кондиционированного воздуха с малой скоростью и его последующего удаления предусмотрены воздухораспределительные устройства. Воздухораспределительные устройства располагаются так, чтобы стимулировать эффективное перемешивание воздуха в помещениях музея для обеспечения равномерного температурного градиента. В результате достигается равномерное распределение воздуха по помещениям.

Требуемый уровень влажности в помещениях поддерживается паровыми увлажнителями, установленными внутри воздухораспределительных устройств после змеевиков охлаждения и калориферов. Для увлажнения используется чистый пар, который производится в центральной паровой установке при помощи парового парогенератора.

### Центральная установка

Предварительные расчеты показали, что нагрузка по охлаждению составит порядка 11 МВт, из которых 9 МВт идут на здание (включая резерв на охлаждение 10 Вт/м<sup>2</sup>, запрошенный заказчиком) и 2 МВт составляют резерв для систем водоохлаждения для серверных, а нагрузка по отоплению составит порядка 7 МВт. Стоимость 1 кВт•ч электроэнергии в Париже составляет всего около 0,03 евро, поэтому попытки сэкономить на энергозатратах за счет сложных систем не всегда целесообразны.

Горячая вода для отопления поставляется от сетевого источника через теплообменник. Горячая вода для отопления распределяется по зданию при помощи насосов с регулируемой подачей.

### Система холодоснабжения

Охлаждающая вода производится чиллерами с водяным охлаждением, расположенными в подвале, ледяной

теплоаккумуляционной системой и подключением к централизованной системе холодоснабжения.

Градирни располагаются на крыше здания на отметке 68 м; из-за высоты здания в системе предусматриваются промежуточные теплообменники и насосные установки для выравнивания давления.

Система холодоснабжения оборудована насосами с переменным расходом, при помощи которых охлажденная вода подается в воздухораспределительные устройства. Промежуточные теплообменники и насосные установки предусматриваются для сброса давления, обусловленного высотой здания.

### Тепловой насос

Два чиллера работают как тепловые насосы, обеспечивая подачу охлажденной воды, а также горячей воды для отопления здания.

При работе в зимний период требуется охлажденная вода. Чиллеры способны производить охлажденную



воду температурой 6/12 °С. Температуру на конденсаторе можно увеличить для производства горячей воды с температурой 45 °С для систем отопления здания.

При работе в летнее время чиллер работает как обычная холодильная машина.

#### **Теплоаккумулирующая система**

Зданию всегда необходима энергия на собственные нужды (базовая нагрузка), в том числе на охлаждение таких помещений, как машинное отделение лифтов, электрощитовые, серверные шкафы и кухонные зоны. Базовая охлаждающая нагрузка здания

обеспечивается теплоаккумулирующей установкой.

Чиллер работает как тепловой насос с увеличенной температурой в конденсаторе для производства горячей воды (45 °С) для систем отопления здания. Некоторое количество дополнительного тепла потребует от подключения к централизованной сети отопления.

Для обеспечения 11 МВт нагрузки по охлаждению команда проектировщиков выбрала систему с чиллерами мощностью 7,5 МВт обычной охлажденной воды и ледяную теплоаккумулирующую систему мощностью 3 МВт.

При подборе мощности теплоаккумулирующей системы отказались от более мощной системы, поскольку в этом случае был бы длительный период окупаемости, обусловленный низкой стоимостью электроэнергии в Париже.

#### **Система распределения охлаждающей воды**

Система распределения охлажденной воды в здании разделена на две зоны: для воздухораспределительных установок и фэнкойлов – 6/12 °С; для активных балок и фэнкойлов – 13/17 °С.

Контуры вторичной циркуляции, обслуживающие градирню, развязаны на нескольких уровнях для соответствия номинальному давлению установки на определенном участке системы. Это достигается передачей энергии (при помощи пластинчатых теплообменников) на отдельный контур, который, в свою очередь, обслуживает другую группу уровней в здании.

Система охлаждения сбрасывает большое количество теплоты, которое утилизируется в низкотемпературных контурах отопления. Низкая температура позволяет использовать теплоту повторно в вентиляционных установках.

#### **Теплоноситель в системе отопления**

Горячая вода для системы отопления производится теплообменниками, подключенными к централизованной сети теплоснабжения, расположенной в подвальном этаже здания. Теплообменник подогревает воду из обратного трубопровода с температурой 70 °С до температуры 90 °С для подачи ее в систему отопления. Теплоноситель распределяется по зданию циркуляционными насосами с частотным регулированием через вертикальный стояк, расположенный в центре здания. Предусмотрено два контура теплоносителя для отопления:

- высокотемпературный 90/70 °С для воздухораспределительных устройств;
- низкотемпературный 58/40 °С для систем отопления.



Установка производства теплоносителя для отопления здания включает в себя теплообменники, первичные циркуляционные насосы, вторичные зонные циркуляционные насосы и все средства управления, необходимые для поддержания эффективной работы системы.

Вторичные распределительные контуры, обслуживающие градирни, развязаны на нескольких уровнях для соответствия номинальному давлению установки на определенном участке системы. Это достигается передачей энергии (при помощи пластинчатых теплообменников) на отдельный контур, который, в свою

очередь, обслуживает другую группу уровней в здании.

Для музейных пространств используется система с постоянным расходом и переменной температурой. Система воздухораспределения отделена от системы для некритических зон здания. Таким образом обеспечивается возможность эксплуатации и использования административных, складских, реставрационных и иных вспомогательных зон отдельно от выставочных зон с использованием систем с переменным расходом воздуха для повышения энергоэффективности.

## Литература

1. Fondation Louis Vuitton/Gehry Partners 13 Oct. 2014. ArchDaily. Accessed 20 Jan 2021. <https://www.archdaily.com/555694/fondation-louis-vuitton-gehry-partners>. ISSN 0719–8884.
2. Louis Vuitton Museum, Mechanical Systems Design Options, Preliminary Report. IBE France, February 16, 2008.
3. Fondation Louis Vuitton Forum Analysis. IBE France, November 25, 2008.
4. Fondation Louis Vuitton Gallery Analysis. IBE France, June 18, 2009. ■

*Перевод статьи выполнен  
А. В. Нестеруком.*

СТО НП «АВОК» 7.7-2020




### СТАНДАРТ АВОК

**МУЗЕИ.**  
Отопление,  
вентиляция,  
кондиционирование  
воздуха

ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЙ КОД: 0819710-08207-100-0

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО  
«Инженеры по отоплению, вентиляции,  
кондиционированию воздуха, теплоснабжению  
и строительной теплофизике» (НП «АВОК») [www.abok.ru](http://www.abok.ru)



## АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ РЕДАКЦИЯ СТАНДАРТА СТО НП «АВОК» 7.7–2020 «МУЗЕИ. ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА»

**К**омитетом НП «АВОК» по музейным и историческим зданиям подготовлена актуализированная редакция стандарта СТО НП «АВОК» 7-7-2020 «Музеи. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», дополненная приложением, содержащим рекомендации Государственного Эрмитажа по выбору и обоснованию оптимальных параметров микроклимата для обеспечения сохранности коллекций в зданиях музеев, выставочных галерей, библиотек и архивов, а также рекомендациями по применению в проектировании инженерных систем музейных зданий современных BIM-технологий и рекомендациями по ограничению распространения вирусных инфекций в зданиях музеев.

Практические рекомендации по применению оборудования в первую очередь актуальны для специалистов в области климата музеев, для хранителей музейных коллекций, а также для инженеров-проектировщиков, занимающихся вопросами создания и поддержания музейного климата.

В приложении «Практические рекомендации. Инновационные технологии и оборудование для создания музейного климата» представлены компании: ООО «Фривент Климатехника», ООО «РУСАЛ-КОМ», ООО «Сименс», ООО «Тэсто Рус», ООО «Кондэйр», «Халтон», ООО «Канудос», ООО «НПТ Климатика».

НП «АВОК» рекомендует службам эксплуатации музеев при модернизации своих объектов обращаться именно к компаниям, представленным в приложении, а значит, гарантирующим поставку качественного и инновационного оборудования и технологий, что подтверждается их многолетней и высокопрофессиональной работой.

Приобрести или заказать рекомендации можно на сайте [abokbook.ru](http://abokbook.ru) или по электронной почте [s.mironova@abok.ru](mailto:s.mironova@abok.ru)

Реклама