

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ЭРМИТАЖ

*Татьяна Рейтер, журналист*

*К началу 2021 года Государственный Эрмитаж подвел итоги программы энергосберегающих мероприятий в зданиях музея. За десять лет он снизил потребление тепла на 40%, а электричества — на 20%. Ежегодная экономия составляет не менее 30 миллионов рублей. Заниматься вопросами энергосбережения музей начинал еще в 1980-х годах и с тех пор периодически разрабатывает новые планы повышения энергоэффективности на основе энергетических исследований. Когда получение энергопаспортов стало обязательным, Эрмитаж получил его самым первым из российских музеев и тринадцатым в стране.*

### **Из истории инженерного обеспечения Эрмитажа**

В 2019 году музей представил уникальную 800-страничную книгу «История отопления и электроснабжения зданий Эрмитажа», которая охватывает период с 1837 по 2016 год и включает подробные описания основных этапов создания и реконструкции инженерных систем исторических зданий. Ее автор Евгений Федорович Визнер, главный энергетик Эрмитажа в 1976–1994 гг., работал над книгой более десяти лет, собирая документы из архивов и служб музея и опираясь на личные воспоминания.

Зимний дворец был не просто резиденцией российских императоров, но и объектом применения новейшего для своего времени инженерного оборудования. Именно в Зимнем дворце появился первый лифт, первый механический, а затем и электрический телеграф, передовое воздушное отопление и даже первый климат-контроль, хотя регулировать температуру в помещениях дворца приходилось вручную. В 1886 году в одном из внутренних дворов Нового Эрмитажа была построена крупнейшая в Европе электростанция постоянного тока мощностью 445 лошадиных сил (327,5 кВт) производства российского завода «Сименс и Гальске» — вскоре она стала освещать не только помещения Зимнего дворца, но и Дворцовую площадь.

Сегодня благодаря специалистам технических служб в исторических зданиях музея поддерживаются необходимые для сбережения ценных экспонатов условия, а сами здания насыщаются уже новым, более энергосберегающим и экологическим оборудованием.

### **Экономить ресурсы сложно, но можно**

Главный музейный комплекс Государственного Эрмитажа состоит из шести связанных между собой зданий общей площадью 230 000 кв. метров, в которых размещаются выставочные залы, реставрационные мастерские, театр, лаборатории, административные, технические и вспомогательные помещения. Все они различаются по требуемым параметрам воздуха, расположению относительно сторон света, кратностью воздухообмена, энергопотреблению. Микроклимат — одна из самых значимых составляющих в организации и хранении коллекций современного музея, и для

организации временных выставок и деятельности реставраторов требуется особо тщательный контроль за состоянием температуры и влажности воздуха в помещениях.

На поддержание жизнедеятельности музея направлены усилия более 400 специалистов из одиннадцати подразделений, которые обслуживают несколько котельных, теплоцентров, ИТП, почти 700 вентиляционных установок, более 900 систем кондиционирования, лифтовое хозяйство, слаботочные и другие инженерные системы.

Сейчас Государственный Эрмитаж реализует энергосберегающие мероприятия согласно утвержденной «Программе энергосбережения и повышения энергетической эффективности на период 2019–2023 гг.». Бюджет программы составляет 2,9 млн евро, и значительная часть этих средств приходится на спонсорские контракты с известными компаниями. Так, с 2018 года партнером Эрмитажа по программе энергосбережения стала компания HEINEKEN, с помощью которой было приобретено и смонтировано энергосберегающее оборудование для Малого Эрмитажа (активные фильтры для трансформаторной подстанции) и Главного штаба. В Главном штабе были установлены роллетные ворота и десять частотных преобразователей для вентиляционных систем, что позволило снизить их энергопотребление на 20–25%.

Средства программы планируется направить на оснащение основного комплекса зданий музея новым энергосберегающим оборудованием, внедрение и развитие систем автоматизации и диспетчеризации работы инженерного оборудования, оптимизацию системы электроснабжения музея, повышение КПД действующих энергоустановок и другие мероприятия.

Однако первые шаги по энергосбережению были предприняты намного раньше, в конце прошлого столетия, когда совместно с датскими специалистами был проведен энергетический аудит зданий Эрмитажа. Эти исследования помогли выявить наиболее энергозатратные системы в тепло- и электроснабжении и наметить приоритетные направления по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

*«Как показали результаты проведенных исследований, максимальные потери ресурсов приходились на теплоснабжение — примерно 60% всего энергопотребления, — рассказывает заместитель генерального директора Государственного Эрмитажа, кандидат технических наук Алексей Богданов. — Поэтому первые усилия по энергосбережению были направлены на повышение теплоизоляции ограждающих конструкций зданий — утепление чердаков и замену кровли. Сейчас подкровельные чердачные помещения в зданиях Эрмитажа проветриваются, там обычно поддерживается температура на градус выше уличной, чтобы избежать выпадения конденсата. На эту работу ушло примерно десять лет, но она позволила сократить потери на теплоснабжение как минимум на 10%».*

Второй по объемам энергозатрат оказалась система кондиционирования и вентиляции. Здесь применяются основные методы сокращения энергопотребления: рекуперация воздуха и рециркуляция. Сейчас вентиляционные установки в помещениях музея возвращают в воздухооборот 80% отработанного воздуха и только 20% наружного воздуха поступает в помещения, предварительно пройдя подготовку, затраты на которую частично снижают рекуператоры.

Следующим шагом стало оснащение всех приводов в системах вентиляции устройствами частотного регулирования и внедрение статических и динамических систем компенсации реактивной мощности.

Переход на энергосберегающее освещение — тоже одна из важнейших составляющих принятой программы. Примерно половина из почти 79 тысяч ламп в светильниках Эрмитажа уже заменена на светодиодные источники. Практика замены традиционного освещения на светодиодное продолжается, а благодаря инициативе музея эта работа заложила основу по созданию принципиально новой нормативной документации по применению светодиодного освещения в российских музеях.

Энергосберегающие мероприятия в исторических зданиях в статусе памятников федерального значения имеют свои особенности, которые осложняют, а порой делают практически невозможной быструю и более эффективную реализацию этих мероприятий. Например, требования к внешнему виду зданий Эрмитажа на Дворцовой набережной исключают применение стеклопакетов даже в аутентичных рамах, поскольку современное стекло меняет архитектурный облик фасада. Поэтому сокращение теплопотерь через светопрозрачные конструкции для музея — это долгий путь реставрации деревянных рам и оконной арматуры. То же можно сказать о наружных блоках климатического оборудования, которые приходится устанавливать в подвалах и внутренних дворах. Габариты и конфигурация внутренних блоков также вынужденно подбираются под помещения, ранее не приспособленные под эту технику. Не менее хлопотным оказался подбор светодиодных источников света — под исторические светильники пришлось разрабатывать особые конструкции радиаторов. Кроме того, старые здания музея находятся в центре города, подключены к городским системам тепло- и водоснабжения и зависят от параметров носителя, который поставляет ресурсоснабжающая организация.

Тем не менее Государственный Эрмитаж сумел добиться значительных успехов в энергосбережении.

### **Фондохранилище как сумма технологий**

Начать разговор об одном из крупнейших в России музейных комплексов хотелось бы с Реставрационно-хранительского центра (РХЦ) «Старая Деревня», строительство которого началось в 1989 году. В этом многофункциональном комплексе на севере Санкт-Петербурга общей площадью более 58 000 кв. метров реализованы самые современные инженерные технологии: собственная газовая котельная, система полной автоматизации и диспетчеризации инженерных систем, вентустановки с рекуперацией, в том числе локальные установки с дополнительной обработкой поступающего воздуха для реставрационных лабораторий и помещений хранения экспонатов, холодильные машины для эффективного кондиционирования, умная система светодиодного освещения и другие преимущества, предусматривающие экономное энергопотребление.

Проект Фондохранилища связан с необходимостью перемещения запасников и мастерских из исторических зданий музея в помещения, отвечающие современным требованиям хранения музейных экспонатов. РХЦ «Старая Деревня» стал первым хранилищем такого высокого уровня, построенным в России по проекту финских специалистов. Первая очередь строительства (1989–2003 гг.) фондохранилища включает фондохранилище, административный и инженерный корпуса, котельную, вторая очередь (2004–2012 гг.) комплекса включает реставрационно-хранительский, выставочно-лекционный, технический корпуса, круглый сад и корпус лаборатории биоконтроля. В процессе реализации с 2013 года находится проект третьей очереди строительства РХЦ «Старая Деревня», который включает в себя комплекс зданий общей площадью более 55 000 кв. метров.

Помимо современных инженерных систем фондохранилище, в отличие от исторических зданий, имеет большие возможности по применению альтернативной генерации: в рамках программы повышения энергоэффективности во внутреннем дворе РХЦ в 2014 году было установлен 97 солнечных панелей общей мощностью 20 кВт. В планах музея — дальнейшее развитие альтернативной энергетики.

Информация о работе всех инженерных систем РХЦ сведена в диспетчерскую. Вся система автоматического управления инженерным обеспечением управляется дистанционно с компьютера диспетчерской в зависимости от уровня доступа персонала, а также существует возможность локального управления со шкафов отдельными установками по месту их установки. С основного монитора сервера системы можно отслеживать работу котельной, где происходит подготовка горячей воды для всех нужд фондохранилища, наблюдать и регулировать температуру, влажность и воздухообмен в разных помещениях, параметры работы всех вентустановок и холодильного оборудования, управлять освещением, программировать работу климатического оборудования и др.

Несмотря на заложенные в проект фондохранилища принципы энергосбережения, масштабный многофункциональный комплекс зданий остается достаточно энергоемким: на освещение и работу оборудования ежемесячно тратится до 500 тыс. кВтч электроэнергии. Большая часть энергозатрат приходится на системы вентиляции и кондиционирования: несколько десятков вентустановок способны перерабатывать, то есть нагревать, охлаждать, осушать или увлажнять и раздавать по помещениям, более 800 тыс. кубометров воздуха в час. Каждая из основных вентустановок содержит камеру шумоглушения, многоступенчатый фильтр, гликолевый рекуператор, калорифер с теплоносителем горячей водой от собственной котельной, секции увлажнения адиабатического типа и осушения.

Охлаждение в общей системе вентиляции и кондиционирования воздуха осуществляется с помощью трех холодильных машин, вынесенных вместе с расширительным баком в отдельный одноэтажный корпус, и четырех крышных конденсаторов. Общая мощность чиллеров составляет около 1 МВт без учета офисных сплит-систем и прецизионных кондиционеров в серверной. В рамках работ по капитальному ремонту РХЦ «Старая Деревня» производится установка дополнительно двух новых холодильных машин холодопроизводительностью свыше 300 кВт.

Системы ОВК в фондохранилище дают возможность в широком диапазоне регулировать параметры микроклимата во всех помещениях комплекса, где находятся экспонаты, а также акклиматизировать экспонаты в специальной 200-метровой камере в течение нескольких дней и даже месяцев в зависимости от рекомендаций экспертов-климатологов. Для этого программно в системе автоматики устанавливается режим плавного изменения параметров микроклимата (безопасного для красочного слоя, дерева и других материалов) от текущих значений температуры и влажности, в которых пребывает экспонат, до требуемых в том помещении хранения (или выставочного зала), куда предмет перемещается. В камеру воздух поступает после дополнительной подготовки, а для изменений его параметров внутри установлены приборы по осушению и увлажнению воздуха с более тонкой доводкой. Вторичная обработка поступающего воздуха предусмотрена также для реставрационных мастерских и лабораторий.

## Музейный комплекс Эрмитажа — поиск оптимальных решений

Основной музейный фонд (более 3 млн экспонатов) находится в зданиях Эрмитажа на Дворцовой набережной. При всех ограничениях, связанных с необходимостью сохранять исторические фасады и интерьеры, эти здания имеют значительный потенциал для энергосбережения.

По словам заместителя главного энергетика **Олега Таргонского**, энергоэффективные преобразования в инженерных системах Эрмитажа начались еще в прошлом веке. В 1999 году впервые при реконструкции теплоцентра воздушного отопления в вентустановках были установлены электродвигатели с частотными преобразователями и узлы смещения, которые автоматически поддерживают параметры теплоносителя в зависимости от требований температуры в помещении или температуры подаваемого воздуха.

В 2000–2015 гг. были реконструированы 22 теплоцентра воздушного отопления здания Зимнего дворца с установкой устройств частотного регулирования, автоматическими узлами смещения и функциями диспетчеризации. То есть температуру и влажность в залах стало возможно отслеживать на центральном диспетчерском пульте по датчикам в помещениях и в вытяжных воздуховодах. В вентустановках были смонтированы сотовые увлажнители, которые требуют меньшего расхода электроэнергии, чем паровые увлажнители.

Высокие требования по энергоэффективности предъявляются к многоступенчатым системам фильтрации входящего воздуха, которые гарантируют защиту от пыли и от городского смога и обеспечивают требуемые параметра воздуха в залах для посетителей и для сохранности экспонатов, но при этом должны иметь небольшое сопротивление и не увеличивать нагрузки на электродвигатели вентиляторов. Асбестоцементную изоляцию теплотрасс заменили на минераловатную с металлическим покрытием, чтобы уберечь ее от повреждения эрмитажными котами. С конца 1990-х гг. в санузлах применяются водоразборные устройства с инфракрасными датчиками

Более двадцати лет назад на кровле была смонтирована и успешно эксплуатируется кабельная электрическая система антиобледенения, которая предназначена для беспрепятственного отвода талой воды с кровли, водосточных лотков, водосточных труб с целью защиты элементов здания, крыши, водосточных лотков и труб от повреждения льдом.

*«Всего в зданиях Эрмитажа на Дворцовой набережной находятся 25 теплоцентров воздушного отопления и 150 систем вентиляции и кондиционирования, которые обслуживают выставочные залы, реставрационные лаборатории и офисные помещения, — поясняет Олег Таргонский. — В здании Зимнего дворца, Большого и Малого Эрмитажа установлено вентиляционное оборудование с рециркуляцией воздуха и частичной подачей наружного воздуха, а там, где установлены приточно-вытяжные устройства, применена система рекуперации. Эти устройства установлены в технических подвальных помещениях, есть небольшие по размерам с роторным теплообменником в коридорах или подвесные, как в здании лабораторно-реставрационного комплекса».*

С середины XIX века Зимний дворец отапливался с помощью так называемого амосовского отопления: нагретый воздух от печей в подвалах подавался в помещения по внутрстенным каналам. Сейчас эти многочисленные каналы восстановлены и используются для воздушного теплоснабжения и вентиляции.

Большую роль в энергосбережении играет автоматизация всех процессов инженерных систем. Например, она позволяет регулировать освещенность в залах в зависимости от времени суток и от освещенности на улице — на 25, 50, 75 или 100%. Первое оборудование для диспетчеризации систем вентиляции и кондиционирования воздуха, включая серверы и датчики, было установлено в 1987–1989 гг. в рамках реконструкции здания Эрмитажного театра, затем диспетчеризировали среднюю часть Большого Эрмитажа. Сегодня диспетчерская сеть управляет всеми инженерными системами музейных зданий: электроснабжением, отоплением, кондиционированием, вентиляцией, освещением, водоснабжением и канализацией. С пульта диспетчера можно задавать любые параметры оборудования, отслеживать аварийные сигналы, архивировать информацию по техническому обслуживанию, задавать различные временные уставки режимов оборудования и освещения для работы экспозиции, торжественных мероприятий, уборки помещений, дежурного ночного режима, технических осмотров.

С 2018 года в Малом Эрмитаже начались работы по модернизации системы электроснабжения на основе результатов измерений и анализа параметров качества электроэнергии, проведенных совместно со специалистами АО «Шнайдер Электрик». По его результатам был сделан проект оснащения системы электроснабжения Эрмитажа активными фильтрами подавления гармоник. Фильтры помогают бороться с искажениями синусоиды, которые вносят электроустановки с реактивной мощностью, в том числе частотные преобразователи и энергосберегающее освещение. В главном распределительном щите одной из восьми трансформаторных подстанций в 2020 году были установлены активные фильтры гармоник, которые позволяют в значительной степени снизить содержание высших гармоник в токе сети и, как следствие, сократить их тепловое воздействие на оборудование, а также уменьшить искажения напряжения. Предварительные результаты пилотного проекта показали, что активные фильтры снижают коэффициент искажений с 14 до 2,5% и повышают коэффициент мощности до 1 даже без дополнительных компенсаторов реактивной мощности. А это еще 1–2% к сокращению энергозатрат.

### **Врезка:**

#### **Современное инженерное обеспечение зданий Государственного Эрмитажа:**

- Максимально потребляемая мощность — 78,6 МВт
- Электрическая от города — 12,8 АВт
- Тепловая от города — 39,0 МВт
- От собственных котельных — 26,8 МВт
- Водоснабжение — 56 000 кубометров в год
- Источников бесперебойного питания — 15 штук
- Вентиляционных установок — 695 штук
- Кондиционеров — 919 штук
- Ламп освещения — 78 774 штук
- Точек управления автоматизации — 31 754 штук
- Лифтов — 36 штук
- Датчиков слаботоковых систем — более 30 000 штук
- Все это эксплуатируют — 11 подразделений, 422 сотрудника

## Литература

1. Визнер Е. Ф. История отопления и электроснабжения зданий Эрмитажа. Как это было. — 2019, 722 стр. [https://rusneb.ru/catalog/000200\\_000018\\_RU\\_NLR\\_BIBL\\_A\\_012206836/](https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_BIBL_A_012206836/). Электронная копия документа недоступна.
2. Егорова А. Ф., Богданов А. В. Технологии интеллектуального музея // Транспорт России: проблемы и перспективы — 2018. Материалы международной-научно-практической конференции. — 2018. — С. 299–307. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37239833>.
3. Тамбовцев К. С. Сохранение шедевров: инженерные системы, проверенные временем // Музейная климатология — основа сохранения объектов культурного наследия: материалы научно-практической конференции. — 2014. — С. 172–182. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42503917&pff=1>.
4. СТО НП «АВОК» 7-7-2020 «МУЗЕИ. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха» в ред. 2020 г. Актуализированная редакция стандарта СТО НП «АВОК» 7-7-2020 «МУЗЕИ. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха» дополнена 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 ВМ-технологий и рекомендациями по ограничению распространения вирусных инфекций в зданиях музеев. <http://www.abokbook.ru/normdoc/741/>.

## Подписи к фотографиям

Фото 1 - Заместитель генерального директора Алексей Богданов показывает один из примеров использования императорских инноваций: первая ручная телефонная станция «Сименс» в главной царской резиденции до 1950-х годов служила диспетчерским пультом управления инженерными системами Эрмитажа

Фото 2 - Заместитель главного энергетика Олег Таргонский: «Благодаря системе автоматизации и диспетчеризации мы пришли к общим и локальным инженерным решениям, которые позволяют эффективно поддерживать необходимые параметры климата в музее»

Фото 3 - Начальник сектора СКВ и КИПиА Кирилл Тамбовцев: «Наша задача — обеспечить для всех экспонатов максимально стабильные и оптимальные параметры микроклимата»

Фото 4 - Главный энергетик Эрмитажа в 1976—1994 гг. Евгений Визнер работал над книгой более десяти лет, представив документы из архивов и служб музея и личные воспоминания

Фото 5 - Одна из крупнейших вентустановок Эрмитажа на 30 тысяч кубометров с трудом помещается в подвальном техническом помещении

Фото 6 - Установки для частотного регулирования двигателей вентиляционных систем значительно снижают энергозатраты на воздухообмен

Фото 7 - Доводчики в музейных залах позволяют снизить скорость подаваемого по каналу из подвала воздуха до нормируемых требований

Фото 8 - Мощные вентиляционные установки фондохранилища рассчитаны на переработку 800 тысяч кубометров воздуха в час

Фото 9 - Для реставрационной лаборатории темперной живописи, где особенно важен температурно-влажностный режим, за потолочной панелью установлены основная и резервная вентустановки с пароувлажнением и роторным рекуператором

Фото 10 - 97 солнечных панелей общей мощностью 20 кВт могут обеспечить освещение административного корпуса

Фото 11 - Охлаждающее оборудование (чиллеры) фондохранилища дает возможность максимально бережно провести акклиматизацию экспонатов

Фото 12 - Устройство динамической компенсации реактивной мощности снижает суммарный коэффициент гармонических искажений с 14 до 2,5%

Фото 13 - Для исторических светильников на Советской лестнице пришлось разработать специальные конструкции радиаторов светодиодных ламп