

ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ДАРЬЯ ДЕНИСИХИНА, МИХАИЛ САМОЛЕТОВ, АНАТОЛИЙ ХРАМОВ

Строительство современных уникальных объектов задает новую планку качеству и уровню проектирования. Повышенные требования к микроклимату, энергоэффективности инженерных систем, экологичности объектов приводят к необходимости относиться к проектированию и строительству здания как к созданию многофакторного живого организма. Привлечение современных методов ВІМ, математического моделирования микроклимата и энергетического моделирования расширяет возможности проектирования, позволяет добиться итогового качественного продукта для сложного многофункционального объекта.



овый аэровокзальный комплекс в Симферополе строится рядом с существующим аэровокзалом. Помимо реконструируемой действующей взлетно-посадочной полосы должна будет заработать новая. Здание аэровокзала, парковка и прилегающие здания займут территорию в 46 га.

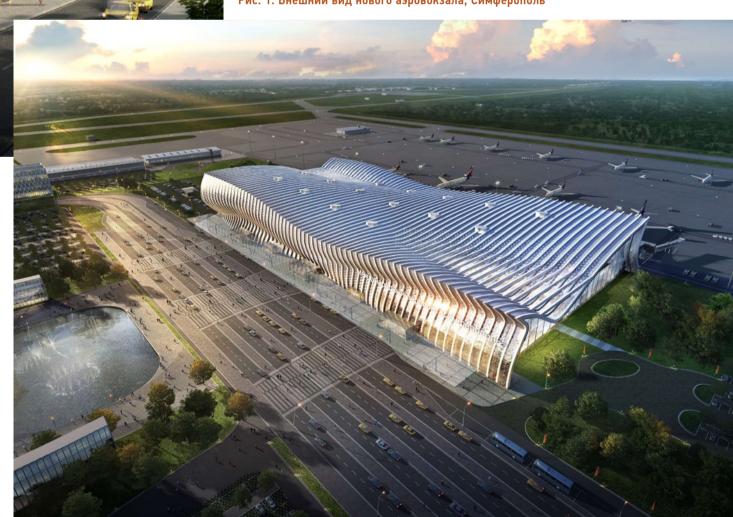
Новый аэровокзал (площадь около 100 тыс. м²) рассчитан на пассажиропоток 4 510 чел/ч (около 8,3 млн чел./год), который предполагается достичь к 2035 году. Планируемый к 2025 году пассажиропоток составляет 3 650 чел./ч (6,5 млн чел./год). Для сравнения пассажиропоток функционирующе-

го сегодня аэровокзала в Симферополе – 2 092 чел./ч.

Здание аэровокзала (рис. 1) строится по дизайн-проекту южнокорейской компании Samoo Architects & Engineers, размеры периметра составляют 126 х 252 м. Главный фасад представляет собой сплошной витраж, посредине которого располагается входная зона. Со стороны перрона к зданию примыкает посадочная галерея с пешеходными мостами, ведущими к телетрапам.

Новое здание аэропорта будет современнейшим аэровокзальным комплексом с продуманной логистикой, комфортным микроклиматом, обширными внутренними пространствами, удобными зонами отдыха.

Рис. 1. Внешний вид нового аэровокзала, Симферополь



Качество внутреннего воздуха и энергоэффективность

В системах вентиляции и кондиционирования используется комбинированная подача приточного воздуха в верхнюю и нижнюю зоны помещений. Большая площадь остекления, южные широты и высокий пассажиропоток существенно повышают нагрузку на систему вентиляции и кондиционирования воздуха. Проектное значение расхода наружного воздуха составило 1 200 000 м³/ч. Нагрузка на систему охлаждения достигает 11,6 МВт.

Чем больше энергоёмкость объекта, тем больший эффект будет от разработки и внедрения решений по повышению энергоэффективности здания. При этом системы вентиляции и кондиционирования являют-

ся самой энергоемкой частью в гражданском строительстве.

В рамках разработки проектной документации аэровокзального комплекса было произведено:

- математическое моделирование микроклимата большинства помещений, в которых присутствуют люди:
- моделирование опасности перетекания выбросного воздуха на приточную воздухозаборную решетку при обтекании здания ветром с различных сторон;
- энергетическое моделирование здания.

То есть при проектировании нового аэровокзального комплекса преследовались цели и по обеспечению высокого качества внутреннего воздуха,

и по обеспечению высокой энергетической эффективности объекта. Задача не простая. Как правило, данные задачи предпочитают решать отдельно: либо экономим энергоресурсы, либо добиваемся высокого качества микроклимата.

Следует добавить, что особое внимание было уделено вопросам экологичности аэровокзального комплекса и его прилегающей территории. При этом разработка экологичных решений проводилась не ради получения иностранной бумаги о сертификации, а сама по себе. Напомним, республика Крым находится под санкциями, поэтому процедуры зарубежной сертификации, такие как LEED, BREEAM, неприменимы для данного объекта.





Энергетическое моделирование

Подходы энергетического моделирования здания позволяют рассчитывать экономию в годовом потреблении энергоресурсов при внедрении различных энергоэффективных мероприятий. Программы энергомоделирования — это сложный нестационарный трехмерный аппарат, который учитывает:

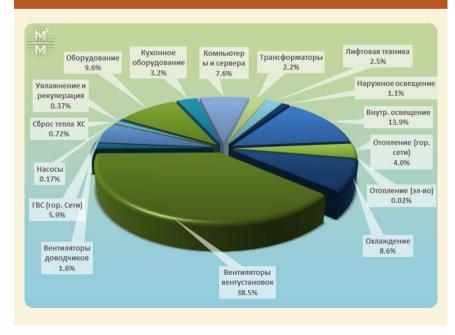
- сложную трехмерную геометрию объекта. Затенение другими объектами и самозатенение;
- инерционность ограждающих конструкций;
- географическое расположение объекта и ориентацию по сторонам света;
- погодные особенности местности расположения объекта;
- тип и параметры всех инженерных систем, предусмотренных в здании;
- работу автоматики всех инженерных систем при изменении погодных условий;
- график работы здания и систем в нем с учетом непостоянной загруженности в течение дня, недели, месяца, года;
- нелинейную связь элементов инженерных систем зданий.

Энергомоделирование для здания нового аэровокзала было выполнено в программном обеспечении IES Virtual Environment.

Полученное в результате моделирования процентное распределение расходов на энергоресурсы по отдельным потребителям приведено на диаграмме (рис. 2), которая позвония пового выповонителя по выповонителя вы выповонителя вы выповонителя выповонителя вы вы выповонителя вы выповонителя вы вычность вы вычность вы вывытеля вы вывытеля вы вычность вы вы вычность вы вы вычность вы вы вычность вы вы вы вы вы вы

ляет выявить в здании самых «прожорливых» потребителей. На основе этого создается стратегия снижения энергопотребления. Анализируя диаграмму можно сделать вывод, что энергоэффективные решения должны быть направлены, в первую очередь, на вентиляторы вентустановок, внутреннее освещение и охлаждение.

РИС. 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВЫХ ЗАТРАТ НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ (ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ТЕПЛОВУЮ ЭНЕРГИЮ) ПО ОТДЕЛЬНЫМ ПОТРЕБИТЕЛЯМ





Как видно из диаграммы (рис. 2), основное потребление энергии приходится на вентиляторные установки. Отметим, такая картина характерна для большинства современных общественных зданий, в которых предполагается большая плотность людей.

Отопление здания

Затраты на отопление здания аэровокзала занимают в общем объеме энергопотребления лишь около 4 %. Это связано с тем, что для объекта применены ограждающие конструкции с термическим сопротивлением, превышающим требования СП на 10—

35 %, здание расположено в относительно теплых климатических широтах, а фактические теплопоступления в объеме аэровокзала в течение всего года достаточно велики. К таким источникам теплопоступлений, относятся круглосуточные теплопоступления от освещения, людей и оборудования.

ТАБЛ. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНЕРГОМОДЕЛИРОВАНИЯ (ЭФФЕКТ ОТ ПРОЕКТНЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ)

Название мероприятия	Эффект по энергопотреблению		Эффект по стоимости	
	Экономия за год, МВт•ч	Эффектив- ность, %	Экономия за год	Эффектив- ность, %
Фрикулинг на системе холодоснабжения доводчиков	214	0,74	1 047 251	0,92
Установка рекуператоров	8 593	23,3	14 042 392	11,3
Установка стеклопакетов с низким пропусканием солнечной энергии SHGC = 0,19 – 0,34 (вместо 0,5)	103	0,36	1 083 744	1,0
Управление освещением в технических коридорах и на лестницах по датчикам присутствия	114	0,40	632 738	0,57
Управление освещением по датчику освещенности в зонах общественного пользования	249	0,88	1 331 481	1,2
Управление производительностью вентиляторов по датчикам ${\rm CO_2}$	5 585	17,1	28 219 310	20,3

Отметим, что при определении требуемой мощности системы отопления расчет проводится при отсутствии данных теплопритоков. Однако в процессе эксплуатации аэровокзала данные теплопоступления будут иметь место, следовательно, и для оценки реальной работы инженерных систем в течение года их следует учитывать. Это напрямую влияет на точность оценки реального энергопотребления зданием. При этом в модель следует закладывать максимально приближенные к реальности профили теплопоступлений. Под профилями понимаем изменения количества теплопоступлений и нагрузок в течение времени (например изменение количества пассажиров в течение суток). Это очень важно, иначе выводы об энергоэффективности тех или иных энергосберегающих решений могут быть не только количественно, но и качественно неправильными.

Системы внутреннего освещения

Существенным потребителем энергии в течение года являются системы внутреннего освещения (рис. 2). Очевидно, что практически все общественные зоны аэровокзального комплекса требуют постоянного круглосуточного освещения. В то же время, высокая доля остекления фасадов (более 70 %) приводит к тому, что для значительного периода времени в течение года будет достаточно естественного освещения для обеспечения требуемого уровня освещенности помещений. Соответственно, энергоэффективной мерой в данном случае является управление освещением по датчикам освещенности с возможностью диммирования (уменьшения) мощности освещения.

РИС. 3. СТОИМОСТЬ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ПО МЕСЯЦАМ

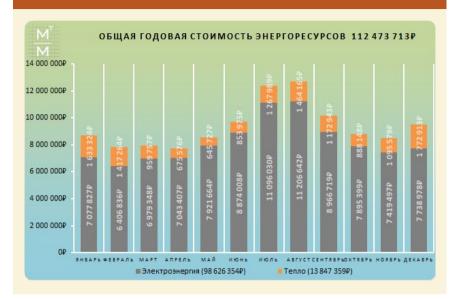
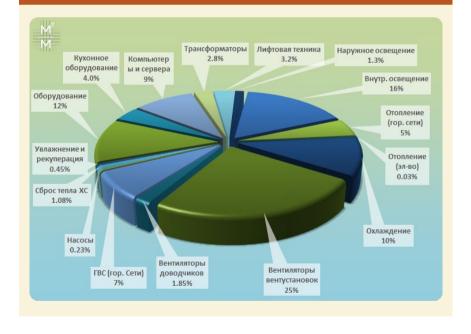


РИС. 4. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВЫХ ЗАТРАТ НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ПОТРЕБИТЕЛЯМ



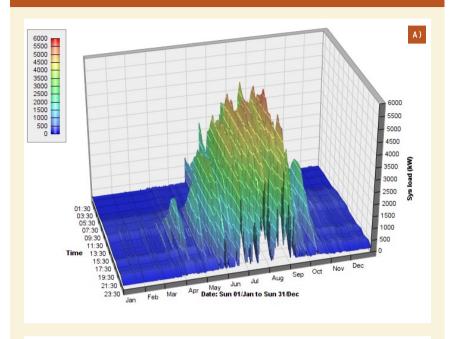
Возможности экономии

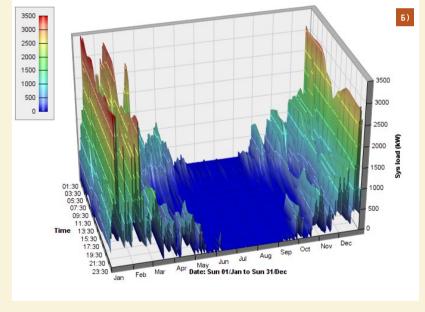
Значения экономии от применения различных энергоэффективных мероприятий, полученных с помощью энергетического моделирования представлены в таблице 1.

• Как и предполагалось, основную экономию дает применение управ-

ления расходом наружного воздуха по датчикам CO₂, позволяющее сэкономить более 25 млн руб. за год. Суть решения заключается в уменьшении расхода наружного воздуха, когда в помещении снижается потребность в вентиляции. Критерием оценки необходимого

РИС. 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ В ТЕЧЕНИЕ ГОДА НА СИСТЕМЫ: А) ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ И Б) ОТОПЛЕНИЯ





цию и будут реализованы в ходе строительства аэровокзального комплекса.

Здание, построенное по такому проекту, будет иметь ежегодные затраты на энергоресурсы согласно рисунку 3. Провалы в весенние и осенние месяцы объясняются снижением пассажиропотоков и сезонными снижениями потребности в отоплении и охлаждении здания.

Распределение годовых затрат на энергоресурсы по отдельным потребителям можно видеть на рисунке 4. При сравнении диаграмм (рис. 2 и 4) очевидно существенное уменьшение сектора, отражающего расходы на работу вентиляционных установок. На фоне уменьшения этого сектора пропорции остальных потребителей в общем объеме энергопотребления здания увеличились. Так, несмотря на снижение энергопотребления на нужды освещения за счет диммирования на 7 %, доля внутреннего освещения повысилась с 14 до 16 %.

Использование современных подходов к проектированию позволяет построить здание аэровокзального комплекса, отвечающего мировым стандартам энергоэффективности, комфорта и экологичности. ●

количества наружного воздуха является показания датчика CO₂. Когда снижается расход, снижается энергопотребление вентиляторов, затраты на подогрев или охлаждение уличного воздуха.

 Управление освещением по датчикам освещенности позволяет сэкономить 1,3 млн руб. • Установка рекуператоров системы вентиляции дает экономию в 14 млн руб., но это очевидная мера, которая и так по умолчанию практически всегда закладывается проект. Все энергоэффективные решения, представленные в таблице 1, вошли в проектную документа-

ОБ АВТОРАХ

Дарья Михайловна Денисихина — зам. генерального директора 000 «ММ-Технологии», канд.физ.-мат. наук, LEED AP BD+C. Михаил Владимирович Самолетов — исполнительный директор 000 «ММ-Технологии». Анатолий Валерьевич Храмов — ведущий менеджер по инженерным системам 000 «Ди Би Си Консультантс».