

ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СИНТЕЗ АРХИТЕКТУРНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ПРИЕМОВ



Г. В. Есаулов, доктор архитектуры, профессор, академик РААСН, главный советник при ректоре по науке Московского архитектурного института (Государственной академии)

Архитектура, сформированная на принципах устойчивого развития, соответствует трем аспектам устойчивой среды: энергоэкологическому, социальному и экономическому¹. Рассмотрим энергоэкологический. По существу, при реализации требований данного аспекта необходим и происходит синтез инструментов и приемов, обеспечивающих взаимодействие архитектурного и инженерного подходов. Инженерный подход [1] включает проектирование активных и пассивных систем обеспечения и поддержки требуемых параметров микроклимата в зданиях. При этом именно построение пассивных систем во многом определяется архитектурными решениями объекта. Прежде всего, оно осуществляется в процессе поиска формы здания на макро- и микроуровне (от общего характера объемов, их ориентации в пространстве до решения элементов наружных ограждений, их конструкций и световых проемов).

¹ ГОСТ Р 1.13.465-1.464.22.

Пассивные системы нацелены на встраивание солнечной радиации, ветра, гравитационного давления и низкопотенциальной теплоты наружного воздуха в тепловой баланс здания. Это достигается архитектурными и инженерными приемами без применения специального оборудования и приборов, контроля их работы.

Поиск возможных приемов и решений начинается с анализа условий проектирования. Местоположению будущего здания в районе предполагаемого строительства соответствуют климатические особенности, характер рельефа местности, гидрогеологические условия, наличие и характеристики существующей и проектируемой застройки.

При разработке общей объемно-планировочной идеи объекта, а затем конкретизации формы здания, его ориентации по странам света с выбором (ориентировочным) решений и материалов ограждающих конструкций, характеристик остекления (расположения и площади, типа освещения), а также солнцезащиты учитываются возможности применения необходимых составляющих инженерного оборудования здания. Процесс разработки ведется параллельно архитекторами и инженерами, отбирающими возможные приемы использования возобновляемых источников энергии (солнечных, геотермальных, ветровых) и способов применения соответствующих элементов пассивных систем. С учетом их влияния на форму и ориентацию здания, решения фасадов и крыши согласно нормам естественного освещения и другим параметрам уточняется объемно-планировочное решение объекта.

На этой стадии закладываются основы синергии архитектурного и инженерного подходов.

На последующих стадиях проектирования, когда исчерпаны возможности применения в данном объекте пассивных систем использования наружного климата, проектируется активная система инженерного оборудования. Обе системы в процессе проектирования интегрируются в единую, управляемую на основе принципов минимизации использования невозобновляемых источников энергии и минимизации потерь энергии, затрачиваемой на обеспечение требуемого микроклимата помещений.

В процессе согласования предлагаемых вариантов на основе различных методов информационного моделирования «поведения» систем здания и оценки их эффективности выбирается окончательный вариант и осуществляются последующие проектные стадии.

На итоговой стадии производится расчет «показателя успешности и оптимальности» избранного объемно-планировочного решения здания [1, с. 163].

Архитектура, созданная с применением подобной технологии проектирования, постепенно обретает характерные черты [2].

Примеры синтеза архитектурных и инженерных решений

Ряд осуществленных построек дает возможность рассмотреть методику проектирования и примеры архитектуры объектов, разработанных на основе принципа раннего синтетического взаимодействия объемно-планировочных решений и систем инженерного оборудования, как активных, так и пассивных.

Здание City Hall

Создатель здания мэрии Лондона архитектор Норман Фостер при проектировании объекта использовал возможности взаимодействия и параллельной работы архитекторов и инженеров, что выразилось в направлениях подготовки проекта и выборе пассивных и активных систем инженерного оборудования:

- форма здания обеспечивает минимальные теплотери в холодный период и минимальные тепlopоступления в теплый период года;
- элементы наружных ограждающих конструкций используются как солнцезащитные устройства для снижения тепlopоступлений с солнечной радиацией в теплый период года;
- широкое применение светопрозрачных наружных ограждающих конструкций позволяет использовать в здании преимущественно естественное освещение;
- предпочтение отдано высокоэффективной теплоизоляции и светопрозрачным ограждающим конструкциям с повышенными теплозащитными характеристиками (сопротивление теплопередаче светопрозрачных элементов наружных ограждающих конструкций составляет $0,83 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, непрозрачных ограждающих конструкций – $5,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$);
- в теплый период года посредством двойных вентилируемых фасадов осуществляется главным образом естественная вентиляция;
- тепло удаляемого воздуха утилизируется для подогрева приточного;





Климатический центр Klimahaus, Бремерхафен

- вместо системы кондиционирования воздуха применяются охлаждающие потолки;
- источником холодоснабжения служат низкотемпературные грунтовые воды;
- для снижения затрат энергии и получения комфортной температуры воздуха в обслуживаемых помещениях в системе водяного отопления применяются насосы с автоматически регулируемой скоростью вращения;
- система автоматизации и управления зданием (Building Management System, BMS) поддерживает комфортные параметры микроклимата в помещениях и обеспечивает энергосбережение [3].

Подчеркнем, что выбор формы здания City Hall, определенной моделированием энергетического воздействия наружного климата на оболочку, позволил наилучшим образом использовать положительное и максимально нейтрализовать отрицательное воздействие наружного климата на энергетический баланс здания.

Решение о строительстве здания мэрии как энергоэффективного было принято на ранней стадии проектирования, что позволило проектировать его как единую энергетическую систему.

При этом изменение формы, размеров и ориентации здания с целью оптимального учета влияния наружного климата в его тепловом балансе не повлияло на его площади и объем – они остались фиксированными. Площадь поверхности наружных ограждающих конструкций при данной форме здания на 25 % меньше, чем у постройки кубической формы того же объема.

В мэрии используется комбинация систем естественной и механической вентиляции. Офисные помещения, расположенные по периметру объекта, могут проветриваться естественным образом через щелевые вентиляционные отверстия, расположенные под окнами. Естественному проветриванию способствует открытая планировка с большими внутренними объемами помещений и целый ряд других решений.

При проектировании был избран вариант с ожидаемым снижением затрат на климатизацию здания на 75 % по сравнению с общественным зданием таких же размеров традиционной формы и конструкции [3].

Здание Klimahaus

Климатический центр Klimahaus (Бремерхафен, Германия) – это научный музей и тематический парк, представляющий различные виды климата Земли. Необходимо было, с одной стороны, создать реалистичное восприятие особенностей различного климата, с другой – обеспечить посетителям настолько комфортные условия, чтобы они не нуждались в особенно теплой одежде без риска возникновения простудных заболеваний. Особое внимание уделялось требованиям энергетической эффективности и минимизации эмиссии CO₂.

Конструктивно здание Klimahaus спроектировано как «здание в здании» и представляет собой железобетонное ядро, покрытое светопрозрачной стеклянной оболочкой, куда встроены фотоэлектрические панели. Оболочка смонтирована на стальном каркасе. Ряд конструктивных решений заимствован из технологий судостроения. Площадь оболочки составляет более 10 тыс. м², при этом она ограничивает



Здание Louis Vuitton, Париж

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРИСПОСОБЛЕНИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ»

объем 160,4 тыс. м². Внутри здания на основе принципа свободной планировки спланированы многоуровневые пространства, галереи, лестницы, пандусы.

В процессе проектирования здание рассматривалось как единая энергетическая система. Расчеты нагрузок для разных периодов времени с учетом заполнения помещений показали, что в годовом цикле потребность в охлаждении будет превышать потребность в обогреве. Это предопределило использование «свободного охлаждения» (free cooling), грунтовых теплообменников, захлаживания бетонных конструкций и т.д. По расчетам, в результате оптимизации удалось снизить нагрузку на систему холодоснабжения на 50 %: большая часть выставочных пространств и фойе может охлаждаться без использования холодильных машин. Концепция климатизации здания основана на максимальном использовании нетрадиционных возобновляемых источников энергии и энергетических ресурсов [4].

Здание Louis Vuitton

В музее Фонда Louis Vuitton в Париже реализованы оригинальные инженерные решения для создания необходимых условий содержания произведений искусства и комфортного пребывания посетителей. Это обеспечило признание здания «очень эффективным» с точки зрения повышения энергоэффективности и сохранения окружающей среды.

Процесс проектирования музея включал использование цифровых технологий моделирования, что дало возможность выбрать оптимальный вариант сочетания архитектурного решения и систем инженерного оборудования.

Защиту здания от внешних климатических воздействий обеспечивают ограждающие конструкции (стены, крыша и окна), подобранные с учетом тепловых характеристик и воздухопроницаемости. Стены всех фасадов имеют внутренний слой из высокоэффективного двойного стекла.

Пиковые значения теплопоступлений с солнечной радиацией на вертикальную поверхность в Париже составляют 683 Вт/м² (южный фасад), поэтому на всех фасадах здания, а также на крыше размещены солнцезащитные устройства – затеняющие экраны. Материал, из которого выполнены экраны, имеет высокий коэффициент отражения и максимально предотвращает поглощение теплоты солнечной радиации. Ячейки затеняющего экрана позволяют солнечному свету частично проходить через экран и достигать наружных стен и окон [5].

«Окутывающие» объем здания 12 «парусов» (площадь 13,5 тыс. м²) выполнены из отдельных отражающих свет стеклянных панелей, соединенных между собой уникальными конструкциями. «Паруса» придают зданию прозрачность и динамичность, отражая воду, деревья и парк и постоянно меняя свой облик в зависимости от естественного освещения. Конструкция стеклянной крыши позволяет собирать и использовать дождевую воду и повышает энергетические характеристики здания [5].

В выставочном зале и вестибюле применены инженерные решения, обеспечивающие не только требуемые характеристики микроклимата, но и дифференцированное кондиционирование тех или иных общественных зон в зависимости от их функционирования.



Реклама

Рекомендации «Проектирование инженерных систем и ограждающих конструкций при приспособлении объектов культурного наследия для современного использования» будут содержать требования к использованию как известных технологий, традиционно применяемых на объектах культурного наследия, так и современных, апробированных специалистами в работах по сохранению памятников и хорошо зарекомендовавших себя, а также будут даны методические указания для выполнения подраздела научно-проектной документации для проведения работ по сохранению объекта культурного наследия «Инженерное оборудование и сети инженерно-технического обеспечения» в части сетей отопления, вентиляции, кондиционирования.

Целью настоящих рекомендаций является обеспечение физической сохранности и сохранение историко-культурной ценности объектов культурного наследия при их приспособлении к современным технологическим и климатическим требованиям, повышении их уровня комфортности и безопасности, привлекательности для потенциальных владельцев и девелоперов.

Плановая дата выхода – IV квартал 2024 года.



Здание MOL Campus, Будапешт

Здание MOL Campus

Небоскреб MOL Campus, открытый в декабре 2022 года в Будапеште и спроектированный Foster and Partners и Finta Studio (Венгрия), – пример экологически ориентированной архитектуры высоких технологий. Здание высотой 143 м спроектировано с учетом максимального использования естественного света, и 90 % площади помещений обеспечены свежим воздухом. Здание отличается нулевым карбоновым выбросом и использованием дождевой воды. На поверхности небоскреба установлено 900 м² солнечных панелей.

Объекты гелиоархитектуры

На начальных этапах использования солнечных панелей в объектах гелиоархитектуры они лишь заменяли те или иные строительные или облицовочные материалы. Постепенно солнечные батареи занимают не только все большую площадь, но и место в облике здания и формировании его образа, оригинальном сочетании формы сооружений и солнечных панелей покрытия.

К традиционной трактовке в качестве облицовки добавляется изменение угла наклона панелей с учетом траектории солнца в разные времена года. Расширяется и типология зданий, в которых используют солнечные панели.

Солнечный фасад гаража, выполненный Soltech Energi (Швеция, 2021 год), становится своего рода новым этапом использования стекла. Фасад обеспечивает электричеством гараж, в котором паркуют автомобили. Модули китайского производителя Advanced Solar Power, их размер 1200×600×6,8 мм, вес 11,8 кг, площадь – 0,72 м². Солнечные панели изготовлены из тонкопленочного теллурида кадмия четырех цветов: красного, синего, оранжевого и зеленого. Прозрачность стекла 40 %, всего установлено 1 096 панелей².

Следует отметить, что нередко традиционные архитектурные элементы выполняются из нетрадиционных материалов. Фирма Soltech Energi предлагает традиционную по форме черепицу из стекла с черной тканевой подкладкой, решая тем самым задачу отопления пространства под крышей дома.

² Сайт Bilding TECH.

Создание экологически ориентированной архитектуры высоких технологий

Создание объектов экологически ориентированной архитектуры высоких технологий на стадии как проектирования, так и строительства и эксплуатации должно отвечать целому ряду требований к энерго-, водо- и ресурсосбережению [6].

Анализ приведенных примеров показывает, что соблюдение этих требований и проектирование дают возможность наметить на начальных стадиях проектирования экологически ориентированных энергоэффективных зданий методику учета эффективных инженерных приемов и решений с использованием высоких технологий, своего рода ранний синтез архитектуры и инженерии. В наиболее полном варианте (алгоритме) применения различных приемов это дает возможность максимально использовать возможности пассивных систем в энергетическом балансе здания и формировании его оптимальных энергетических характеристик. Наряду с этим возможно и использование отдельных приемов.

Таким образом, научное обоснование принципов рассмотрения здания в единстве с наружным климатом на основе взаимодействия объемно-пространственных, конструктивно-материальных и инженерно-технологических решений и приемов реально способствует созданию экологически ориентированной архитектуры высоких технологий. Это отвечает цели обеспечения роста качества жизни людей, экологической безопасности их проживания и повышения тепло- и энергоэффективности зданий.

Применение приведенной методики раннего синтеза архитектуры и инженерии оптимально на стадиях эскизирования, разработки основных образных и принципиальных решений и может оказать позитивное влияние на формирование оригинальных художественно-стилистических решений зданий и сооружений.

В Москве подобные разработки могут войти в состав архитектурно-градостроительного решения (АГР). В АГР целесообразно включить показатель успешности и оптимальности объемно-пространственного решения здания, чему способствует растущее число примеров проектирования и строительства на принципах устойчивого развития и создание и совершенствование соответствующей нормативной базы.

Литература

1. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. М., 2003. С. 160.
2. Есаулов Г. В. Архитектура энергоэффективных технологий // Современная архитектура мира. 2012. № 1. С. 135–148.
3. Шилкин Н. В. Здание высоких технологий // АВОК. 2003. № 7.
4. Шилкин Н. В. Климатический центр Klimahaus в Бремсхафене // АВОК. 2012. № 2.
5. Симманс П. Музей Louis Vuitton в Париже – уникальные инженерные решения для создания устойчивой среды обитания // Энергосбережение. 2021. № 3.
6. Есаулов Г. В. Экологически ориентированная архитектура высоких технологий // АВОК. 2022. № 7. С. 4–9. ■