

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ВЫСОТНЫХ ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ

Е.К. Ляшенко

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина

Аннотация

В статье рассмотрены факторы, влияющие на формирование объемно-планировочных решений энергоэффективных высотных офисных зданий. Определены основные составляющие факторов, которые необходимо учитывать при разработке проектных решений зданий данного типа. Приведены примеры энергоэффективных высотных офисных зданий. Учет рассмотренных факторов при проектировании позволяет повысить качество объемно-планировочных решений, существенно улучшив показатели энергоэффективности.

Ключевые слова: архитектура, высотные офисные здания, энергоэффективность, объемно-планировочные решения

FACTORS AFFECTING ARCHITECTURE FORM AND SPACE PLANNING OF ENERGY EFFICIENT HIGH-RISE OFFICE BUILDING

E. K. Lyashenko

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev, Ukraine

Abstract

The article considers the factors influencing the formation of space-planning decisions of energy-efficient high-rise office buildings. The main components of the factors considered in the development of design solutions of these type buildings. Provides the examples of energy-efficient high-rise office buildings. Accounting for the factors considered in the design to enhance the quality of space-planning decisions, significantly improving energy efficiency.

Keywords: architecture, high-rise office buildings, energy efficiency, space-planning

Проектирование энергоэффективных зданий на сегодняшний день является одной из приоритетных задач, актуальность которой не вызывает сомнения. В первую очередь это связано с постоянно растущим потреблением энергии зданиями, а так же с ростом цен на энергоносители. Необходимость обеспечения энергоэффективности зданий способствует увеличению количества научных разработок, ведущихся в данном направлении. Однако, значительная их часть посвящена инженерной составляющей вопроса.

Существенный вклад в изучение и решение обозначенной проблемы внесли труды Табунщикова Ю.А., Бродач М.М., Шилкина Н.В. [1,2,3,4,5], в которых подробно изложены инженерные аспекты формирования энергоэффективных зданий, а так же обозначена важность архитектурного решения, как составляющей, формирующей энергоэффективность. Инициативы по обеспечению энергоэффективности в строительной отрасли поддерживаются на государственном уровне во многих странах.

Происходит формирование нормативно-правовой базы, регулирующей затраты энергии при возведении и эксплуатации зданий. В частности, в Европейском союзе действует Директива Европейского парламента и Совета 2010/31/ЕС от 19 мая 2010 года об энергосбережении зданий, которая, согласно статье 1 п.1., «...способствует повышению энергетических характеристик зданий на территории Европейского Союза, принимая во внимание особенности климатических зон, местных условий, а также микроклиматические требования для внутренних помещений и экономическую эффективность.» [6].

В Украине, в рамках подобных инициатив, действуют ДБН В.1.2-11-2008. «Основные требования к зданиям и сооружениям. Экономия энергии», согласно которым «строительный объект должен быть спроектирован и построен так, чтобы в течение экономически обоснованного периода нормальной эксплуатации, при выполнении установленных требований к внутреннему микроклимату помещений и другим условиям проживания и (или) деятельности людей, обеспечивалось эффективное и экономное расходование энергетических ресурсов», ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Руководство по разработке и составлению энергетического паспорта домов при новом строительстве и реконструкции», согласно которому «энергетический паспорт должен быть включен как отдельный документ в состав раздела проектной документации, касающейся реализации требований по энергосбережению и оценки энергетической эффективности здания» [7,8].

В свою очередь, перед архитекторами стоит задача обеспечения энергоэффективности зданий за счет архитектурных средств, для чего так же необходим научно-обоснованный подход. Вопросы влияния архитектурного решения на энергоэффективность зданий посвящены работы Кащенко Т.А., Молодкина С.А., Смирновой С.Н. [9,10,11], однако суть работ затрагивает специфику формирования архитектурных решений жилых зданий. Таким образом, вопросы формирования объемно-планировочных решений энергоэффективных высотных офисных зданий остаются не раскрытыми.

Вместе с тем, решение задачи обеспечения энергоэффективности становится особенно актуальным при проектировании высотных офисных зданий, так как высотные офисные здания, будучи неотъемлемой частью большинства крупных городов мира, являются и одними из самых больших потребителей энергии среди объектов гражданского строительства. Кроме того, высотные офисные здания оказывают значительное архитектурно-художественное влияние на городскую среду, что обязывает архитекторов учитывать этот факт при использовании в проекте тех или иных архитектурных средств, способствующих обеспечению энергоэффективности.

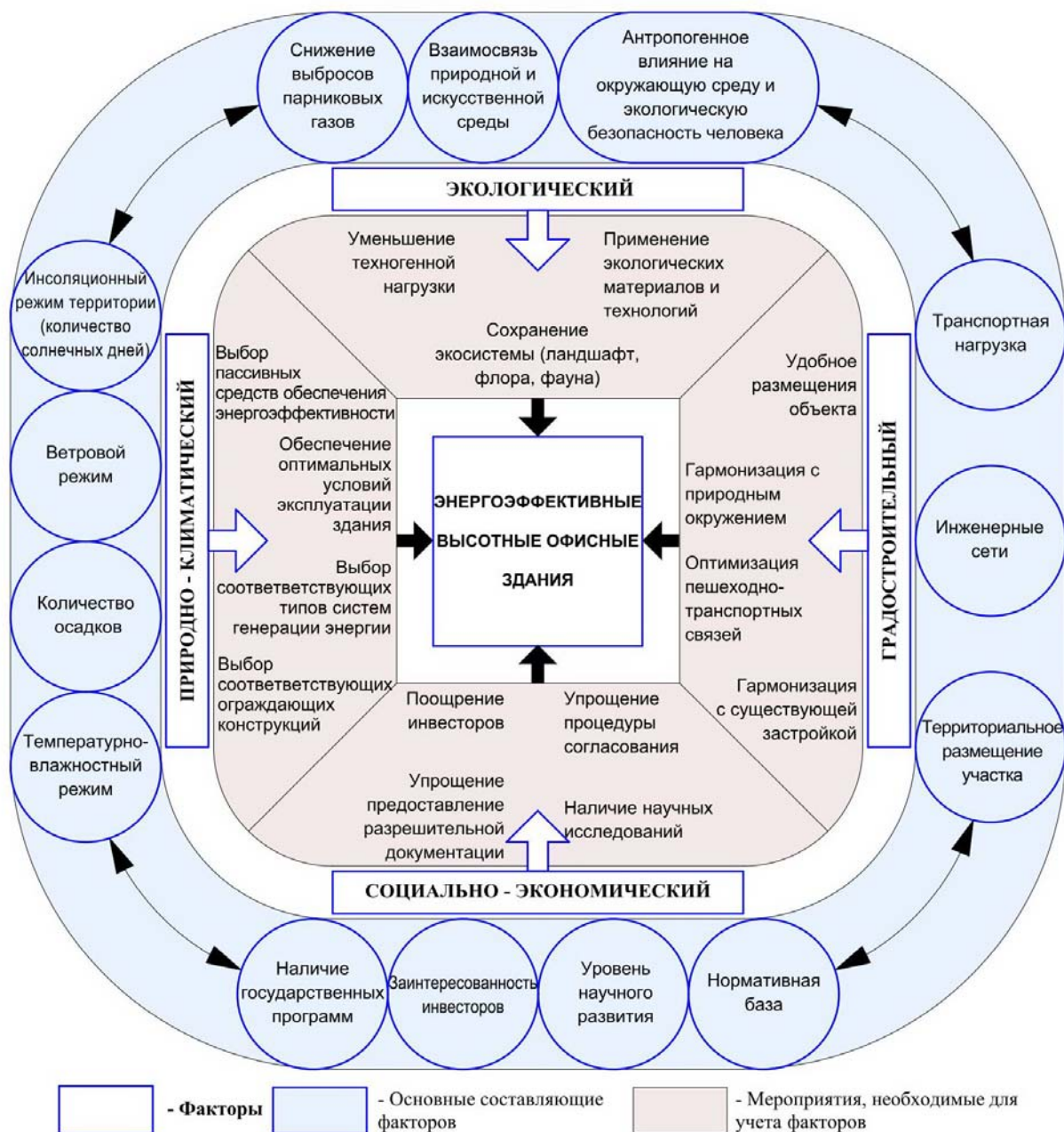
Для более глубокого понимания архитектурных возможностей, которые появляются перед архитекторами, а также четкого понимания задач, которые необходимо решить, возникает необходимость выявления факторов, влияющих на формирование энергоэффективных высотных офисных зданий. Анализ существующих энергоэффективных высотных офисных зданий позволил определить факторы, которые влияют на формирование данного типа зданий. Автором выявлены две основные группы факторов - *внешние* и *внутренние*. К группе внешних факторов относятся: градостроительный, природно-климатический, экологический, социально-экономический (Табл. 1).

Основными составляющими **градостроительного фактора** являются: влияние транспортной нагрузки, инженерных сетей, территориальное размещение участка предполагаемого строительства в структуре города. При выборе участка размещения целесообразно предусмотреть влияние появления здания на сложившуюся территорию и обеспечить возможности для движения, парковки, разворота транспорта, так как размещение крупного объекта на участке городской территории с интенсивным движением может привести к транспортному коллапсу.

Так же необходимо учитывать, что высотные здания оказывают значительные нагрузки на сети инженерного обеспечения. В связи с этим необходимо применять в проектом решении приемы, уменьшающие эту нагрузку (например, организовывать

энергообеспечение с помощью альтернативных источников энергии), что в целом способствует повышению энергоэффективности здания. Если выбор участка для строительства не зависит от проектировщика, то необходимо, чтобы проект здания максимально согласовывался с особенностями предоставленного.

Таблица 1. Основные внешние факторы, влияющие на формирование энергоэффективных высотных офисных зданий



Так размещение в центре города, на периферии или в пригородной зоне подразумевает различные подходы к формированию объемно-планировочной структуры энергоэффективных высотных офисных зданий, а так же к выбору средств обеспечения энергоэффективности. Например, место расположения участка в плотной высотной застройке, характерной для делового района г. Сидней, где находится офисное здание 1 Blich Street, позволяет размещение здания компактной формы.

Такие составляющие обеспечения энергоэффективности, как генераторы энергии, в подобном случае возможно размещать на кровле (Рис. 1(a,b)). В случае же проектирования в условиях свободных территорий, форма здания может варьироваться, у архитектора появляются расширенные возможности включения в структуру объекта дополнительных элементов генерации энергии и моделирования геометрии здания, способствующей повышению КПД инженерных систем.



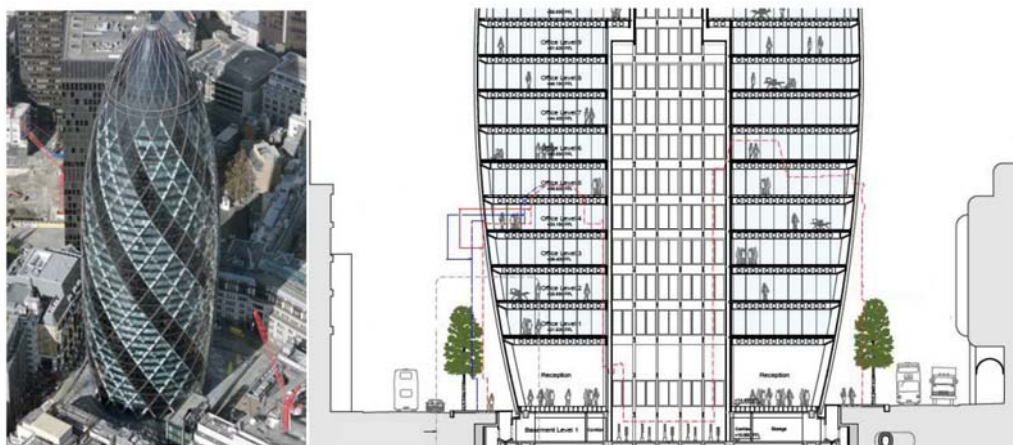
a)

b)

Рис. 1. Здание 1 Bligh Street, Сидней, Новый Южный Уэльс, Австралия, арх. Ingenhoven Architects: a) общий вид; b) вид сверху в структуре окружающей застройки

В целом рост городов и уплотнение застройки обязывают рационально использовать участки городской территории. Увеличение количества транспорта, удлинение протяженности маршрутов, недостаток парковочных мест, требуют от архитекторов переосмысления принципов размещения высотных зданий в городской среде и формирования объемно-планировочных решений с учетом оптимизации движения транспорта и людей, посещающих здание.

С целью решения одной из вышеописанных задач форма здания 30 St Mary Axe в Лондоне, арх. Foster and Partners, запроектирована так, чтобы уменьшить площадь застройки и соответственно увеличить общественную зону возле здания (Рис. 2(a,b)).



a)

b)

Рис. 2. Здание 30 St Mary Axe, Лондон, арх. Foster and Partners: a) общий вид в структуре окружающей застройки; b) фрагмент разреза здания с профилями прилегающих улиц

Уменьшение количества зеленых насаждений и нехватка общественных пространств в больших городах способствуют включению зимних садов, атриумов, и других общественных зон в объемно-планировочную структуру энергоэффективных высотных офисных зданий. Как следствие, ряд высотных офисных зданий использует в своей структуре зеленые общественные зоны, которые, кроме функции очищения воздуха и обеспечения естественной вентиляции, разгружают городскую среду и используются для встреч, общения, отдыха сотрудников и посетителей.

Таким образом, можно говорить о том, что место размещения в городской среде имеет значительное влияние на формирование объемно-пространственной композиции здания и, как следствие, на выбор средств обеспечения энергоэффективности, которые предполагается использовать в проекте.

Природно-климатический фактор так же имеет значительное влияние на формирование объемно-планировочного решения энергоэффективных высотных офисных зданий. Наибольшее влияние природно-климатического фактора формируют такие параметры окружающей среды, как инсоляционный режим территории (количество солнечных дней), ветровой режим, количество осадков, а так же температурно-влажностный режим. В зависимости от вышеописанных параметров окружающей среды, архитектору необходимо проектным решением обеспечить оптимальные условия эксплуатации здания.

При этом необходимо создать возможности для эффективного использования энергии в условиях определенного климата, что представляет собой достаточно интересную задачу с архитектурно-художественной точки зрения, так как природно-климатические условия влияют непосредственно на форму здания, количество, размещение и размер световых проемов, а так же на выбор и формирование других архитектурных элементов. Так, например, в жарком солнечном климате возникает необходимость обеспечения охлаждения воздуха и солнцезащиты, что сказывается на проектом решении за счет включения в объемно-планировочную структуру солнцезащитных устройств (Рис. 3а).

При размещении здания в умеренном теплом климате, для уменьшения перегрева стен возможно применять вертикальное озеленение, что так же препятствует перегреву окружающей территории, свойственному большим городам с плотной высотной застройкой (Рис. 3б). В холодном климате большое значение приходится уделять уменьшению теплопотерь через наружные ограждающие конструкции и минимизации затрат на обогрев помещений, что так же может быть откорректировано за счет объемно-планировочного решения (Рис. 3с).

Кроме того, природно-климатический фактор обуславливает выбор систем генерации энергии, их место размещения в структуре здания. Так, например, ветреный климат дает возможность включать в объем здания ветрогенераторы, учет розы ветров территории позволяет определить их оптимальное местоположение в объемно-планировочной структуре с точки зрения увеличения КПД. В условиях жаркого климата с большим количеством солнечных дней целесообразно использование солнечных батарей. Достаточно часто, актуальной является комбинация нескольких систем генерации энергии и их оптимальное размещение. При большом количестве осадков на территории целесообразно применение систем сбора дождевой воды, что позволяет уменьшить энергозатраты на водоснабжение. Ввиду вышеописанного, можно констатировать значительное влияние природно-климатического фактора на формирование объемно-планировочной структуры, а так же на архитектурно-художественный образ энергоэффективных высотных офисных зданий.

Атриум обеспечивает естественную вентиляцию и повышает теплоизоляционные свойства фасада. Влияние **экологического фактора** тесно связано с природно-климатическим, однако имеет свою явную специфику. Если при рассмотрении природно-климатического фактора перед архитектором стоит задача учесть особенности климата,

то экологический фактор требует учета нагрузки, которую здание оказывает на сложившийся экологический баланс территории. Это включает в себя такие основные составляющие: снижение выбросов парниковых газов, взаимосвязь природной и искусственной среды, антропогенное влияние на окружающую среду и экологическую безопасность человека.



Рис. 3(а-с): а) Al Hamra Firdous Tower, Кувейт, арх. SOM (проникновению тепла в здание с южной стороны препятствует бетонная стена); б) Portland Federal Building, Портленд, штат Орегон, США (арх. SERA Architects. Вертикальное озеленение фасада - "природная" солнцезащитная конструкция); с) Manitoba Hydro Place, Виннипег, Манитоба, Канада (арх. Kuwabara Payne McKenna Blumberg Architects, Smith Carter Architects)

Отсюда следует, что учет экологического фактора подразумевает разработку архитекторами проектного решения энергоэффективного высотного офисного здания, которое минимизирует негативное влияние на все вышеперечисленные составляющие. Учет экологического фактора при проектировании энергоэффективных высотных офисных зданий является достаточно сложной задачей, так как обеспечение энергоэффективности напрямую не связано с решением экологических проблем, возникающих при строительстве таких объектов, прямой задачей можно считать оптимизацию энергетического баланса здания.

Более того, в некоторых случаях включение энергоэффективных мероприятий способно оказывать негативное влияние на экологию окружающей среды. Так использование

некоторых видов ветрогенераторов, может травмировать птиц, создавать вибрации инфразвука - шумовое загрязнение территории. Производство полупроводникового кремния, используемого для работы солнечных батарей, например, методом водородного восстановления из трихлорсилана (являющегося наиболее распространенным способом промышленного производства), также имеет ряд недостатков.

К числу таких недостатков относятся: применение вредных, коррозионных и пожаровзрывоопасных веществ в процессах синтеза трихлорсилана и получения поликремния, значительное количество твердых и газообразных отходов, приводящее к экологической перенапряженности производства, а так же другие недостатки [12. с 30]. Это делает солнечные батареи, произведенные таким или подобным способом, небезопасными для экологии. Положительным моментом, с экологической точки зрения, является минимизация выбросов парниковых газов зданием при уменьшении его энергопотребления и сбалансированности теплообмена ограждающих конструкций.

Для того, чтобы учесть экологический фактор, необходимо закладывать в проектное решение экологические материалы, технологии, учитывать особенности природной среды (ландшафта, флоры, фауны). Недопустимым является разрушение обитания редких видов животных, птиц и растений, вырубки зеленых насаждений без замещения. То есть, проектировщики обязаны принимать все возможные меры по обеспечению сохранения сложившейся природной среды.

Обобщая, необходимо отметить, что при обеспечении энергоэффективности высотных офисных зданий должны быть учтены экологические нагрузки, которые способно оказать здание, а обеспечение энергоэффективности не должно противоречить задачам экологического подхода к проектированию таких объектов. Таким образом, необходимость учитывать экологический фактор ограничивает возможности выбора средств обеспечения энергоэффективности и требует дифференцированного подхода к выбору этих средств.

Влияние **социально-экономического фактора** главным образом состоит в заинтересованности государства и инвесторов в интеграции энергоэффективных технологий в архитектуру и строительство, что выражается в наличии нормативно-правового обеспечения проектирования зданий такого типа, а так же повышении уровня научно-технического развития общества. Наличие государственных программ, датирующих энергоэффективное строительство, увеличивает количество заинтересованных инвесторов, что способствует экономической целесообразности применения энергоэффективных технологий в проектировании высотных офисных зданий.

Внедрение систем сертификации зданий по критерию энергоэффективности, таких как американская система Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) - рейтинговая система для энергоэффективных и экологически чистых зданий и британская система Building Research Establishment (BRE) Environmental Assessment Method (BREEAM) - ведущий в мире метод экологической оценки зданий в сочетании с информированностью общества нацеливают инвесторов на заказ проектов, соответствующих этим, либо подобным стандартам.

Вместе с тем, мировой опыт свидетельствует о том, что при государственной поддержке подобных инициатив энергоэффективные технологии и средства, включенные в объемно-планировочные решения высотных офисных зданий, такие как генераторы энергии, и пассивные средства энергосбережения, принимают рекламный характер, используя тем самым информационный потенциал архитектуры в продвижении идей энергоэффективного строительства. Таким образом, можно говорить о том, что социально-экономический фактор обуславливает вообще саму возможность появления и развития энергоэффективного проектирования высотных офисных зданий.

К группе внутренних факторов относятся: архитектурно-художественный, функционально-планировочный, конструктивный, инженерно-технический (Табл. 2).

В связи со спецификой энергоэффективных высотных офисных зданий одним из наиболее важных факторов, которые влияют на формирование таких объектов, можно считать **инженерно-технический фактор**. Влияние инженерно-технического фактора основывается главным образом на необходимости размещения в структуре здания различных инженерных систем, что вынуждает закладывать в проект дополнительные группы помещений для размещения инженерно-технического оборудования, анализировать взаимосвязи этих помещений с помещениями, присущими высотным офисным зданиям традиционно. О влиянии инженерно-технического решения на формирование высотных зданий пишет В. Шуллер: «Системы энергоснабжения могут быть сконцентрированы в специальных шахтах, органически связанных со стволами жесткости. Иногда для системы инженерного оборудования предусматриваются специальные пространства у наружных стен или технические этажи для размещения сложных систем коммуникаций. Все эти решения оказывают существенное влияние на общий внешний вид здания и выбор экономической конструктивно-планировочной схемы» [13, с.65].

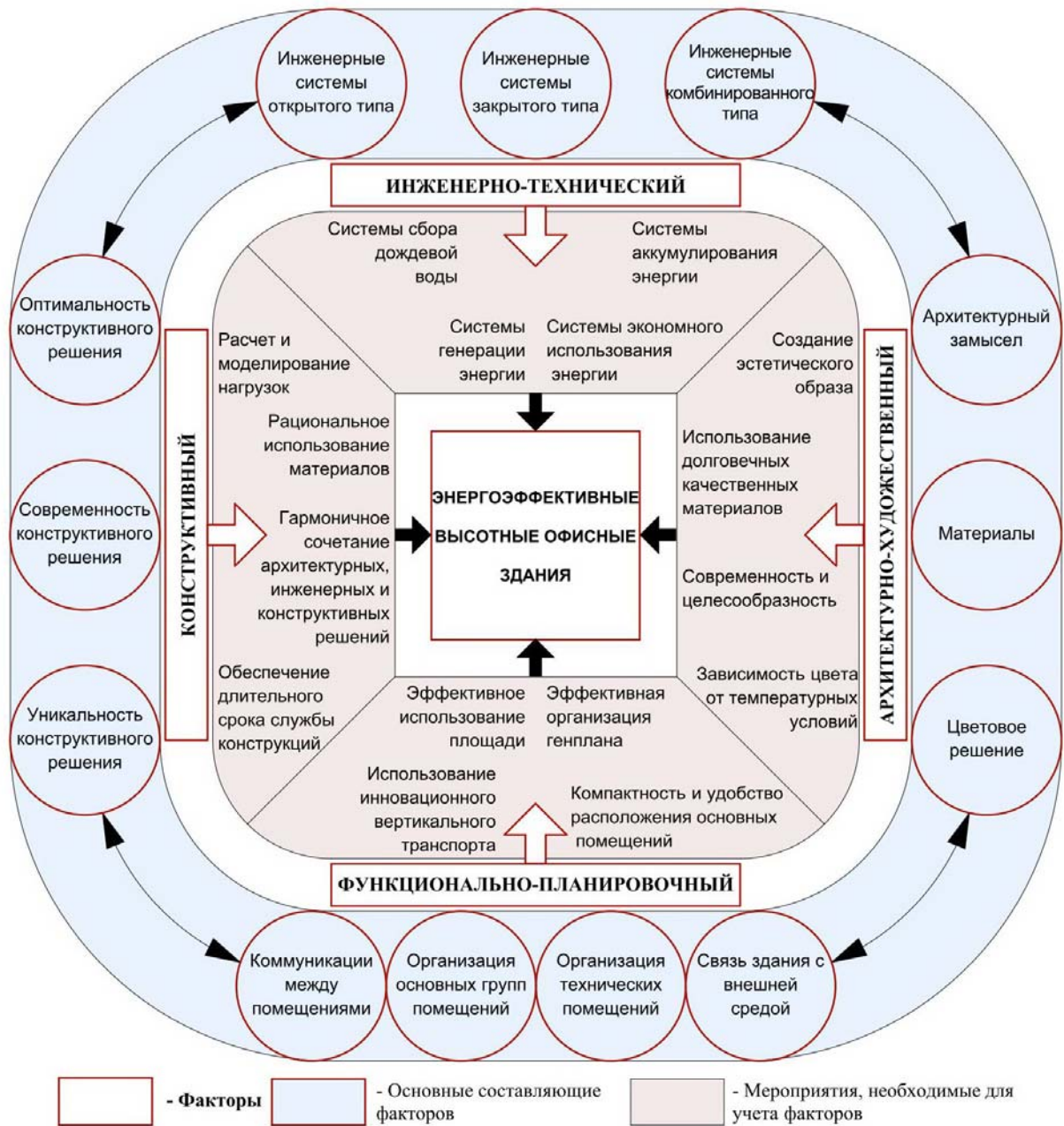
Особую важность так же имеет энергообеспечение высотных зданий. К энергоснабжению высотных зданий предъявляются более высокие требования, чем к энергоснабжению обычных зданий. Прежде всего, это относится к надежности энергоснабжения. Обеспечение тепловой и электрической энергией должно предусматриваться не менее чем от двух независимых друг от друга энергоисточников [4, с.47]. Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование альтернативных источников обеспечения энергией при эксплуатации энергоэффективных высотных офисных зданий является целесообразным, как в качестве дополнительного источника при традиционном энергообеспечении, так и (при комбинации нескольких видов альтернативных источников энергии) в качестве основного.

В результате анализа влияния инженерно-технического фактора автором было выявлено три типа инженерных систем, которые влияют на формирование объемно-планировочного решения энергоэффективных высотных офисных зданий. К ним относятся **инженерные системы открытого типа, инженерные системы закрытого типа**, а так же **инженерные системы комбинированного типа**.

К инженерным системам открытого типа относятся такие системы, которые размещаются с внешней стороны здания, на крышах, фасадах, карнизах и других элементах ограждающих конструкций, это могут быть солнечные батареи, ветрогенераторы, системы сбора дождевой воды и другие подобные системы. К инженерным системам закрытого типа необходимо отнести системы вентканалов, различные системы аккумулирования энергии, системы гелиотермальных лабиринтов, а так же все инженерные системы которые традиционно присутствуют в современных зданиях (отопление, вентиляция т.п.).

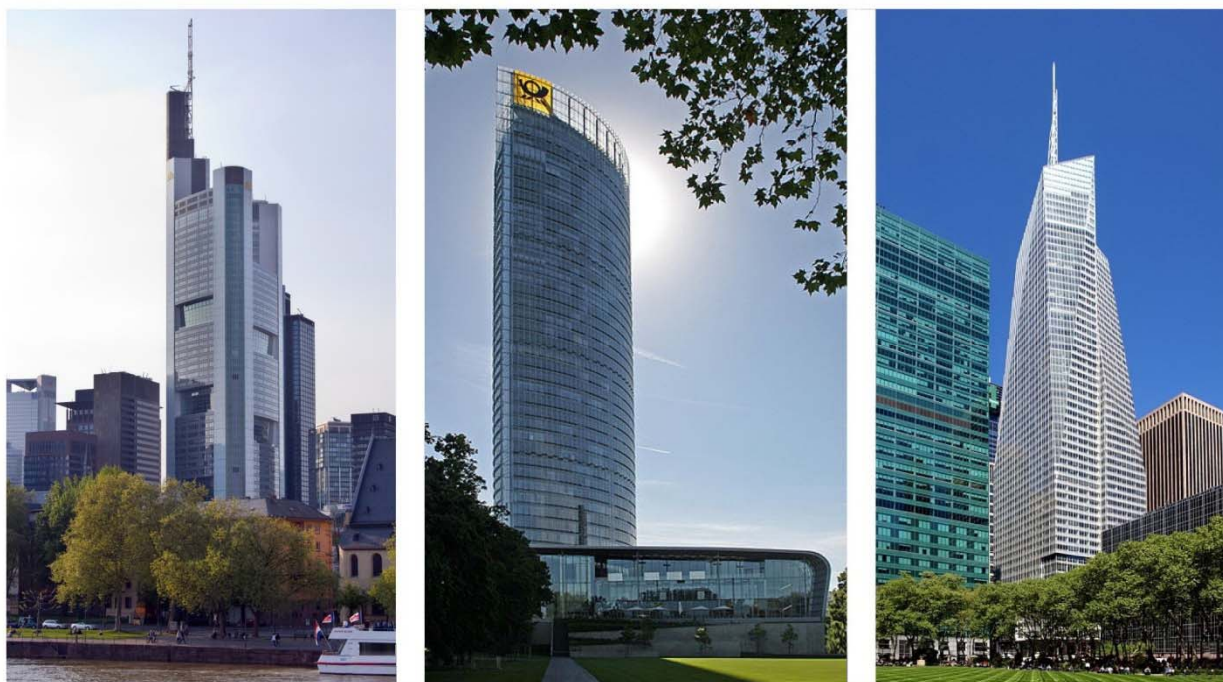
Инженерные системы комбинированного типа – это системы, которым одновременно присущи свойства как систем открытого, так и закрытого типа. Инженерные системы первого типа могут существенно влиять на внешний вид здания, становиться его формообразующим элементом. Так, например, размещенные в структуре объема здания ветрогенераторы или солнечные коллекторы могут служить ключевыми элементами объемно-пространственной композиции здания, что делает их заметными окружающим и позволяет зданию служить символом энергоэффективного строительства в целом. Наличие инженерных систем закрытого типа, напротив менее заметно, но от этого не уменьшается влияние таких систем на формирование объемно-планировочной структуры.

Таблица 2. Основные внутренние факторы, влияющие на формирование энергоэффективных высотных офисных зданий



Яркими примерами энергоэффективных высотных офисных зданий, в которых преимущественно используются энергоэффективные инженерные системы закрытого типа могут служить Commerzbank Tower, Post Tower, Bank of America Tower. В таких зданиях объемно-планировочное решение подчинено задаче энергоэффективности, но архитектурно-художественный образ здания ассоциативно не связан с решением данной задачи (Рис. 4(а-с)).

Использование инженерных систем комбинированного типа требует от архитектора применения двух вышеперечисленных подходов. Таким образом, инженерно-технический фактор может оказывать заметное влияние на формирование объемно-планировочного решения здания. В зависимости от творческого замысла архитектора возможно учесть и выявить это влияние с помощью различных архитектурно-планировочных приемов.



a)

b)

c)

Рис. 4(а-с): а) Commerzbank Tower, Франкфурт, Германия (арх. Foster and Partners); б) Deutsche Post Tower, Бонн, Германия (арх. Helmut Jahn, Murphy/Jahn); с) Bank of America Tower, Нью-Йорк, США (арх. COOKFOX Architects)

Имеющим немаловажное значение является **архитектурно художественный фактор**, влияние которого формируется в первую очередь из архитектурного замысла автора (основной идеи архитектурного проекта), а так же предлагаемых материалов и цветовых решений. Следует отметить, что архитектурным решением в целом закладывается степень влияния всех остальных внутренних факторов. Архитектурно-художественный фактор влияет главным образом на создание художественного образа здания, целесообразность, современность проектного решения, выбор и использование долговечных, практичных, и соответствующих эстетическим требованиям материалов. Цветовое решение, заложенное в отделочных материалах здания, так же влияет на энергетические затраты здания (в связи с физическими особенностями цвета – его способностью поглощать и отталкивать световые лучи).

Перед архитекторами при формировании художественного образа энергоэффективных высотных офисных зданий стоит задача выявить не только особенности офисного здания как места для работы, деловых встреч, общения с клиентами, но и его принадлежность к энергоэффективным зданиям - к зданиям, которые отвечают современным требованиям, и в тоже время самым высоким нормам обеспечения качества условий труда. Появление новых функциональных помещений для размещения и обслуживания энергогенерирующих элементов, обеспечения пассивного энергосбережения, и необходимость учета особенностей формообразования (аэродинамичность, защита от перегрева, обеспечение естественным освещением), требуют применения специфических архитектурно-художественных приемов.

Например, в проекте здания «City Hall», Лондон, 2002 арх. Foster and Partners (Рис. 5(а,б)) обеспечение самозатенения сыграло ключевую роль при формировании архитектурного образа здания. В зданиях The Bahrain World Trade Center Towers (Рис. 6(а,б)) и Pearl River Tower (Рис. 6(с-е)) – форма здания направляет потоки ветра, что способствует более эффективной работе ветрогенераторов. В здании Al Bahr Towers, Абу-Даби, ОАЕ–

архитектурным акцентом является динамичная фасадная система, которая уменьшает проникновение солнечных лучей в помещения, препятствуя перегреву и тем самым уменьшая нагрузку на системы кондиционирования (Рис. 7(а-с)).

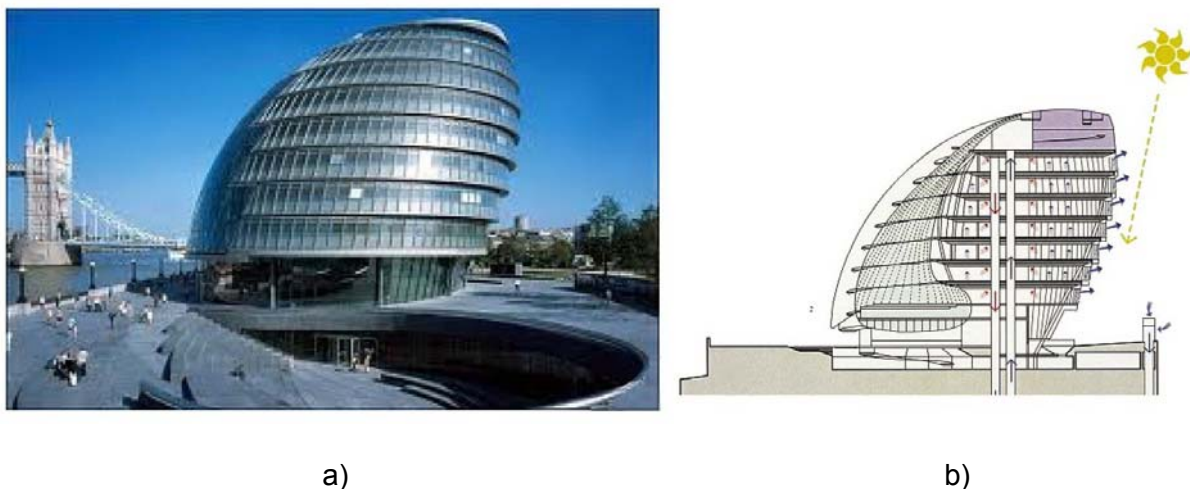


Рис. 5(а,б). City Hall, Лондон, Великобритания (арх. Foster and Partners): а) общий вид; б) разрез

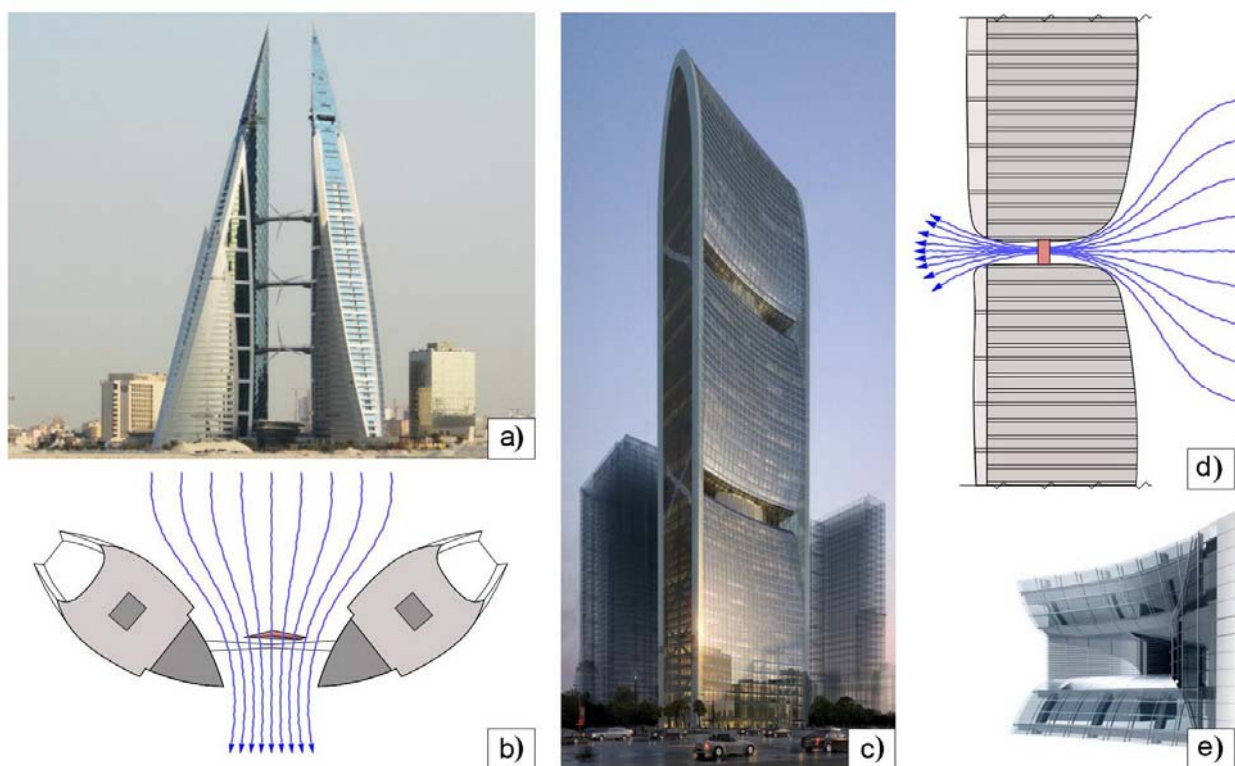


Рис. 6(а-е): а) The Bahrain World Trade Center Towers (общий вид); б) The Bahrain World Trade Center Towers (план-схема движения ветровых потоков); с) Pearl River Tower (общий вид); d) Pearl River Tower (разрез-схема движения ветровых потоков); е) Pearl River Tower (фрагмент фасада, в месте расположения ветрогенератора)

Влияние **функционально-планировочного фактора** обуславливается необходимостью обеспечения и оптимизации всех функциональных процессов, которые предполагаются в здании, а так же появлением дополнительных функций, не присущих высотным офисным

зданиям, в которых задачам энергоэффективности внимание не уделяется. Необходимость учитывать эти функции, а так же иначе формировать связи между функциональными группами помещений, определяют влияние функционально-планировочного фактора.



Рис. 7(а-с). Здание Al Bahar Towers, Абу-Даби, ОАЕ (арх. Aedas Architects Ltd.): а) общий вид; б) общий вид, открытые солнцезащитные устройства; с) фрагмент системы солнцезащитных устройств

Основными составляющими функционально-планировочного фактора являются: организация основных групп помещений, организация технических помещений, коммуникации между помещениями, а так же связь здания с внешней средой. Функционально-планировочный фактор преимущественно влияет на удобство и компактность размещения основных и технических групп помещений, эффективное использование площади, эффективную организацию генплана, расположение вертикальных коммуникаций и использование вертикального транспорта.

Однако, энергоэффективные меры не влияют на производственный процесс в офисах, кроме того свободная планировка, характерная для организации современного офисного пространства, позволяет создавать и поддерживать оптимальный температурный режим, обеспечивает проветривание за счет свободного перемещения воздушных масс. Таким образом, **функционально-планировочная структура в рабочей зоне может оставаться практически без изменений** [15]. В энергоэффективных высотных офисных зданиях одной из наиболее важных задач, которую можно решить за счет функционально-планировочных средств, является обеспечение дневным светом рабочих помещений.

При этом, зачастую, имеется необходимость уменьшить проникновение прямых солнечных лучей в здание в жаркий период года, так как они увеличивают нагрузку на системы охлаждения воздуха. Таким образом, при формировании объемно-планировочных решений энергоэффективных высотных офисных зданий функционально-планировочная организация требует не только обеспечения функциональных связей между процессами, а и оптимизации обеспечения этих процессов энергией.

Так же необходимо учитывать влияние **конструктивного фактора**, основными составляющими которого, влияющими на энергоэффективность высотных офисных зданий, являются: оптимальность, современность и уникальность конструктивной системы здания. Оптимальность конструктивного решения позволяет сократить энергетические и материальные затраты на производство элементов конструкций, а так же сэкономить материалы и время при возведении здания. Уникальность подразумевает учет всех особенностей объекта, возможность выдерживать дополнительные нагрузки, связанные с работой энергоактивного оборудования – гармоничное объединение архитектурных и инженерных решений.

Современность конструктивного решения подразумевает использование последних достижений науки в области разработки конструктивных решений для минимизации энергозатрат на их производство, возведение и эксплуатацию, что позволяет обеспечить долговечность и экономию материалов. В целом, строительство высотных зданий требует применения достаточно сложных конструктивных решений, что связано с их спецификой.

Граник Ю.Г., Магай А.А выделяют следующие особенности высотных зданий: превалирующее значение горизонтальных (в первую очередь, ветровых) нагрузок над вертикальными; очень высокая нагрузка на несущие конструкции, в том числе на основания и фундаменты; повышенная значимость воздействия ряда природных факторов (сеймика, солнечная радиация, аэродинамика) и техногенных (вибрации, шумы, аварии, пожары, диверсионные акты, локальные разрушения) на безопасность эксплуатации; проблемы обеспечения совместной работы в несущих конструкциях таких материалов, как сталь и бетон, а также неодинаково нагруженных элементов конструкций, например, колонн и стен [11]. Учет этих особенностей обязателен так же при обеспечении энергоэффективности высотных офисных зданий.

Характерным примером применения эффективных современных конструкций в энергоэффективном высотном офисном здании можно считать The Hearst Tower, Нью-Йорк, арх. Foster and Partners (Рис. 8(а-с)). Об эффективной конструктивной системе The Hearst Tower пишет ее разработчик Ахмед Рахимиян: "...диагональная сетка предоставила значительные преимущества при выполнении требований устойчивости башни под действием силы тяжести, ветровых и сейсмических нагрузок. В результате была разработана очень эффективная конструктивная система, для которой потребовалось на 20% меньше стали по сравнению с традиционными конструкциями" [14].

Немаловажное значение имеет использование металла, подлежащего повторной переработке, что значительно сокращает энергетические затраты на его производство, удешевляя стоимость строительства и экологическую нагрузку. Правильно подобранные ограждающие конструкции здания так же способны минимизировать затраты энергии на эксплуатацию, а в некоторых случаях даже позволяют решить проблему перегрева территории прилегающих к зданию кварталов.

Примером может служить здание Sony City Osaki, для которого была разработана фасадная система BIO SKIN, препятствующая эффекту повышения температуры, характерному для больших городов (Рис. 9(а,б)). Результаты моделирования и другие исследования, такие как анализ потоков воздуха, подтвердили охлаждающий эффект глиняных решеток, наполненных прохладной водой (элементов фасадной системы BIO SKIN). Математическое моделирование, основанное на данных измерений, показало, что в самый жаркий день лета температура поверхности BIO SKIN может быть на 10 ° C (18°F) ниже температуры окружающей среды, BIO SKIN может помочь снизить температуру в прилегающей территории и входной группы на 2 ° C (3,6 °F).

Температура поверхности фасада, который оснащен BIO SKIN, также снижается на 1-2 ° C (1,8- 3,6 °F) на каждом этаже, что доказывает эффект рационального

использования кондиционирования воздуха в летний период [16, с. 106]. В то же время использование некоторых типов традиционных ограждающих конструкций приводит к перегреву городских территорий, такая ситуация характерна для районов с плотной высотной застройкой как например район Нью-Йорка - Манхеттен (Рис. 9с). Следовательно, можно говорить о том, что конструктивное решение оказывает значительное влияние на энергопотребление здания на всех этапах жизненного цикла от производства материалов и возведения до эксплуатации.

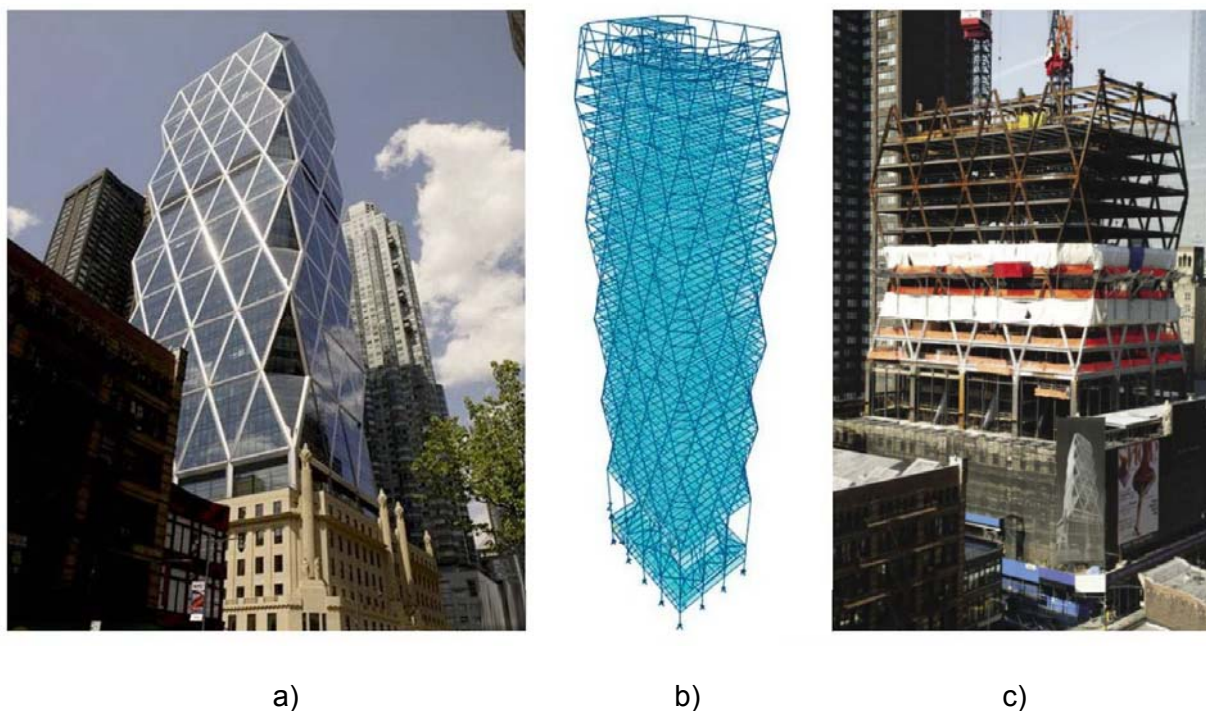


Рис. 8(а-с): The Hearst Tower, Нью-Йорк, арх. Foster and Partners: а) общий вид; б) компьютерная модель конструктивной системы; с) конструктивная система (фото)

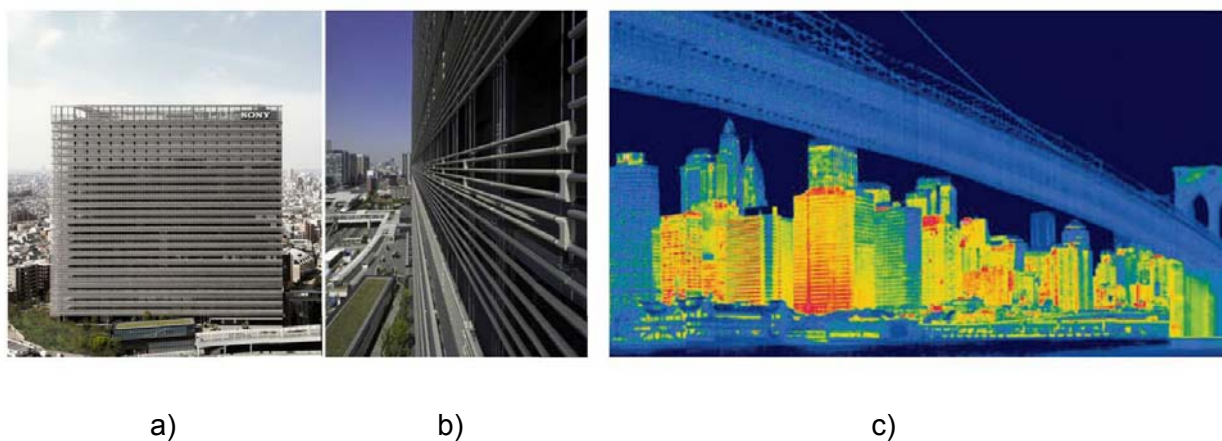


Рис. 9(а-с): а) Sony City Osaki, общий вид; б) Sony City Osaki, элемент фасада; с) Инфракрасная фотография района Манхеттен (Нью-Йорк), (фото Tyrone Turner/National Geographic)

Анализ вышеописанных факторов позволяет сделать следующие выводы. Проектирование энергоэффективных высотных офисных зданий - это достаточно сложная многофакторная задача, для решения которой необходим комплексный подход. Качественные объемно-планировочные решения энергоэффективных высотных офисных зданий - это результат выявления приоритетных проектных задач и выбора оптимальных

методов их решения. Анализ факторов позволяет предложить соответствующие мероприятия по обеспечению энергоэффективности.

При формировании объемно-планировочных решений энергоэффективных высотных офисных зданий необходимо учитывать все особенности местности, как климатические так и градостроительные, что подразумевает индивидуальный подход к проектированию. Поэтому для обеспечения энергоэффективности не целесообразно применять типовые проекты. В каждом конкретном случае действие факторов неравнозначно и в зависимости от конкретной ситуации имеют значение разные составляющие, что требует более детального дальнейшего изучения.

Учет приведенных в статье факторов позволит архитектору-проектировщику глубже понять характер процессов, влияние которых необходимо учитывать, и условий необходимых для обеспечения энергоэффективности высотных офисных зданий. Такой подход дает возможность разрабатывать проектные решения, которые в каждом конкретном случае наилучшим образом отвечают задачам обеспечения энергоэффективности.

Литература

1. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективное здание - симбиоз мастерства архитектора и инженера // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – М., 2002. - №4. - С.22-23.
2. Табунщиков Ю.А., Бродач М. М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 1998. - №1. - С. 5-14.
3. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. - 200 с.
4. Бродач М.М. Инженерное оборудование высотных зданий. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 320 с.
5. DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). Official Journal of the European Union, 18.6.2010, L 153/13.
6. ДБН В.1.2-11: 2008 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії»
7. ДСТУ-Н Б А.2.2-5: 2007 «Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції»
8. Кащенко Т.О. Підвищення енергоефективності житлових будинків на основі оптимізації їх форми: дис. канд. арх. – Київ, 2001. - 189 арк.
9. Смирнова С.Н. Принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий: дис. канд. арх. - Нижний Новгород, 2009. - 216 с.
10. Молодкин С.А. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных жилых зданий: дис. канд. арх. - Москва, 2007. - 142 с.
11. Граник Ю.Г. Архитектурно-конструктивные особенности высотных зданий за рубежом // Информ. сборник «Уникальные и специальные технологии в строительстве». - М.: Архитектурно-строительный центр «Дом на Брестской», 2004. - №1.

12. Иванов В.М., Трубицын Ю.В. Современные тенденции развития промышленности поликристаллического полупроводникового кремния. Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки. Науковий вісник КУЕІТУ, 2009. - № 1 (23).
13. Шулер В. Конструкции высотных зданий: пер. с англ. Л.Ш. Килимника / под ред. Г.А. Казиной. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с. (Перевод изд.: *High-Rise Building Structures* / W. Schueller. – New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 1977).
14. Ahmad Rahimian, Yoram Eilon. New York's Hearst Tower. A Restoration, an Adaptive Reuse and a Modern Steel Tower Rolled Into One // *Structure magazine* 2006. - №02, - p. 25-29.
15. Тимошенко О.К. Особливості формування функціонально-планувальної структури енергоефективних висотних офісних будівель // *Строительство, машиностроение, материаловедение: сборник научных трудов.* – Днепропетровск, 2011. - с.470-477.
16. *Experimental Green Strategies: Redefining Ecological Design Research.* Architectural Design. November / December, 2011. - p. 106.

References

1. Tabunschikov Y.A. *Energoeffektivnoe zdanie - simbioz masterstva arhitekтора i inzhenera // Stroitelnye materialy, oborudovanie, tehnologii XXI veka* [Energy-efficient building - a symbiosis of skill of the architect and engineer. Building materials, equipment, technologies of XXI century]. 2002, no.4, P.22-23.
2. Tabunschikov Y. A., Brodach M. M. *Nauchnye osnovy proektirovaniya energoeffektivnyh zdaniy* [Scientific basis of the design of energy efficient buildings]. Moscow, 1998, no.1, P. 5-14.
3. Y.A.Tabunschikov, M.M.Brodach, N.V.Shilkin, *Energoeffektivnye zdaniya* [Energy Efficient Buildings]. Moscow, 2003, 200 p.
4. Brodach M.M. *Inzhenernoe oborudovanie vysotnyh zdaniy* [Engineering equipment of high-rise buildings]. Moscow, 2007, 320 p.
5. DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). Official Journal of the European Union, 18.6.2010, L 153/13.
6. DBN V.1.2-11: 2008 «*Sistema zabezpechennya nadiynosti ta bezpeki budivelnih ob'ektiv. Osnovni vimogi do budivel i sporud. Ekonomiya energiyi*» [DBN V.1.2-11: 2008 «System reliability and safety of construction projects. Basic requirements for buildings. Save Energy»].
7. DSTU-N B A.2.2-5: 2007 «*Proektuvannya. Nastanova z rozroblennya ta skladannya energetichnogo pasporta budinkiv pri novomu budivnitstvi ta rekonstruktsiyi*» [DSTU-N B A.2.2-5: 2007 «Design. Guidance on developing and making buildings energy passport for new construction and remodeling»].
8. Kashchenko T.O. *Pidvishchennya energoefektivnosti zhitlovih budinkiv na osnovi optimizatsiyi yih formi* [Improving energy efficiency of residential buildings based on optimization of their forms. Dis. Ph.D. Arh.]. Kiyiv, 2001, 189 p.

9. Smirnova S.N. *Printsipy formirovaniya arhitekturnykh resheniy energoeffektivnykh zhilykh zdaniy* [Principles of formation of energy-efficient architectural design of residential buildings. Dis. Ph.D. Arh.]. Nizhniy Novgorod, 2009, 216 p.
10. Molodkin C.A. *Printsipy formirovaniya arhitektury energoeffektivnykh vysoknykh zhilykh zdaniy* [Principles of formation of energy-efficient architecture of high-rise residential buildings]. Moscow, 2007, 142 p.
11. Granik Y.G. *Arhitekturno-konstruktivnye osobennosti vysoknykh zdaniy za rubezhom. Inform. sbornik «Unikal'nye i spetsial'nye tehnologii v stroitel'stve»* [Architectural and design features of high-rise buildings abroad. Inform. collection «Unique and special technology in construction»]. Moscow, 2004, no. 1.
12. Ivanov V.M., Trubitsyn Y.V.. *Sovremennye tendentsii razvitiya promyshlennosti polikristallicheskogo poluprovodnikovogo kremniya. Tehnologiya, obladnannya ta virobnitstvo elektronnoyi tehniki. Naukoviy visnik KUEITU* [Current trends in the semiconductor industry polycrystalline silicon. Technology, equipment and production of electronics. Scientific Bulletin KUEITU]. 2009, no. 1(23).
13. Shuler V. *Konstruksii vysoknykh zdaniy* [Design of tall buildings]. Moscow, 1979, 248 p. (translation publisher: High-Rise Building Structures / W. Schueller. – New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 1977).
14. Ahmad Rahimian, Yoram Eilon. New York's Hearst Tower. A Restoration, an Adaptive Reuse and a Modern Steel Tower Rolled Into One. *Structure magazine*, 2006, no. 02, p. 25-29.
15. Timoshenko O.K. *Osoblivosti formuvannya funktsional'no-planuval'noi strukturi energoefektivnih visotnih ofisnih budivel'. Stroitel'stvo, mashinostroenie, materialovedenie. Sbornik nauchnykh trudov* [Features of functional planning structure energy high-rise office buildings. Construction of, mechanical engineering, material science: collection of scientific papers]. Dnepropetrovsk, 2011, p.470-477.
16. Experimental Green Strategies: Redefining Ecological Design Research. *Architectural Design*. November, December, 2011, p. 106.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Ляшенко Е.К.

Ассистент кафедры «Основ архитектуры и архитектурного проектирования» Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина
e-mail: Elenaliashenko@i.ua

DATA ABOUT THE AUTHOR

Lyashenko E.K.

Assistant to Chair of Architecture and Architectural Design Basics Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev, Ukraine
e-mail: Elenaliashenko@i.ua