

## Возобновляемые источники энергии в архитектуре высотных уникальных зданий

*А.А. Карамышева, А.А. Аракелян, В.О. Коняхин, Н.В. Иванов*  
*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье рассматривается применение возобновляемых источников энергии в строительстве в целом и в высотных уникальных зданиях. Такой подход позволит проектировать и строить здания, в которых, интегрированные ВИЭ можно гармонично вписать во все аспекты строительства. Это особенно актуально для высотных зданий. При реализации энергоэффективных технологий, будет купирован главный недостаток – высокое энергопотребление. В статье анализируются нетрадиционные источники энергии, такие как: энергия ветра, солнца, земли, воды и биомассы. Доказывается актуальность их применения в строительстве и влияние на все аспекты проекта: градостроительные, функциональные, объемно-планировочные, архитектурно-художественные, конструктивные и инженерные.

**Ключевые слова:** возобновляемый источник энергии, высотное здание, биоэнергетика, солнечная энергия, энергия ветра, аэродинамика, энергоэффективная технология, архитектурно-художественный облик, планировочное решение, оптимальная форма здания.

Развитие высотной архитектуры и возобновляемой энергетики шло параллельно на протяжении более чем ста лет, начиная с конца 19 века, когда были изобретены первые ветровые двигатели и солнечные генераторы. В это же время началось строительство первых небоскребов в США. Сегодня эти технологии и архитектура высотных зданий объединены в единую систему, позволяющую обеспечивать энергией само строение и близ лежащие объекты. [1]

Применение ВИЭ в высотном строительстве достаточно широко. Начиная с более привычных и знакомых ветровых генераторов, солнечных батарей и завершая гидроэнергетическими установками, устройствами аккумулирующими энергию земли и биомассы.

Можно выделить ряд примеров существующих высотных зданий, иллюстрирующих актуальность применения нетрадиционных источников энергии в строительстве. [2,3]

Пример 1. Здание «Burj Khalifa».

---

Это строение расположено в ОАЭ и является, на сегодняшний день, самым высоким зданием в мире. Высота составляет 828 м. Башня лишь частично покрывает собственную потребность в энергии, но с учетом объема потребления это огромная экономия. Для достижения этого, в шпиле объекта расположена ветротурбина диаметром 61 м, а так же часть фасада здания облицована солнечными гелиопанелями, площадь которых составляет 15 тыс.кв.м. При этом они способны преобразовать солнечный свет в энергию, сохраняя прозрачность и отражая излишки тепла для уменьшения расхода энергии для охлаждения помещений.

Если мы обратимся к отечественному опыту, то увидим, что в России нет высотных зданий с применением энергоэффективных технологий. Это связано с отсутствием явного дефицита традиционных источников энергии. Сейчас количество энергии, вырабатываемое установками, работающими на ВИЭ, составляет примерно 1% в общем энергобалансе России.

Тем не менее, существуют примеры энергоэффективных многоэтажных зданий: двенадцатиэтажный энергоэффективный жилой дом в микрорайоне Никулино 2 в городе Москва. [4]

Экономия электропотребления составляет половину от среднего потребления традиционных домов. Для достижения этого результата были приняты ряд мероприятий: работа над характеристиками ограждающих конструкций, применение теплонасосной установки, в результате этого использовалось тепло грунта.

Использование энергии земли достаточно редко используется в мировой практике.

Рассматривая историю высотного строительства и постройки современности, хочется «заглянуть в будущее» и, проанализировав проекты высотных зданий, которым только предстоит быть построенными, можно

сделать вывод, что применение ВИЭ становится приоритетным при проектировании высотных зданий.

Пример 1. Офисное здание «Lighthouse».

Планируется размещение в городе Дубае (ОАЭ). Проектная высота – 400 м. энергопотребление сокращено на 65 %. Для этого проектом предусмотрено 3 ветровые турбины особой конструкции диаметром 29 м. Лопастей ветрогенератора приспособляются к ветровым потокам для достижения максимального результата. Фасад здания облицован фотоэлектрическими панелями для использования энергии солнца. Внутри здания планируется размещение атриумов с размещением в их пространстве вертикальных садов, что будет способствовать поддержанию благоприятного микроклимата внутренних помещений естественным путем, сократив электропотребление.

Анализируя применение в строительстве ВИЭ, следует сказать, что различные источники энергии применяются не равномерно. Основную часть занимают солнечная и ветровая энергии, составляя 80 %. Остальные 20 % примерно равномерно между собой делят энергия земли, биомассы и воды. Это обосновывается тем, что не на всех строительных площадках различные источники будут одинаково эффективны. Тем не менее просматривая проекты высотных зданий, которым только будут построены, можно понять, что эти пропорции будут меняться. [5]

Применение нетрадиционных источников энергии при проектировании и строительстве влечет за собой внесение значительных дополнений и особенностей во все аспекты проекта: градостроительные, функциональные, объемно-планировочные, архитектурно-художественные, конструктивные и инженерные. Степень влияния того или иного источника различны.

Из всех доступных источников энергии при проектировании высотных уникальных зданий самыми распространёнными и современными считаются солнечная и ветровая энергии. [6]

Применение энергии солнца подразумевает наличие крупногабаритного оборудования для преобразования солнечного излучения в электрическую энергию. Размещение которого возможно как в самом здании, так и на прилегающей территории. Это напрямую влияет на объемно-планировочное решение объекта. Кроме этого часть фасада облицовывается фотоэлектрическими панелями, это корректирует архитектурно-художественный облик здания. Также для увеличения площади размещения солнечных батарей возможно изменение формы здания:

- поворот этажей относительно условной оси здания,
- ступенчатая конфигурация здания также позволяет размещать на покрытии энергоустановки, варьируя угол наклона в зависимости от климатического района строительства и ориентации по сторонам света.

Для генерации ветровой энергии применяются те же приемы, что и для солнечной: необходимо обеспечить место для размещения оборудования, при размещении здания учитывать климатические особенности района строительства и ориентацию объекта. Но очень важную роль играют аэродинамические свойства здания. Для обеспечения лучших характеристик архитектурно-художественный облик здания приобретает бионические формы.

Ведутся универсальных проектных решений, которые дают возможность использовать как господствующее направление ветра, так и его воздействие от разных направлений. Для определения оптимальной формы здания с использованием ветровой энергии и размещение ветровых турбин необходимо проводить аэродинамические исследования.

На аэродинамические характеристики влияют геометрическая форма и размеры здания, сила набегающего потока ветра, а также окружающая застройка. К наиболее рациональным формам высотных зданий, в которых можно использовать ветровую электрогенераторы, можно отнести:

- высотные здания со сквозными пустотами в фасадах, которые направляют и увеличивают ветровые потоки, ориентируя их на энергетические установки;

- комплекс зданий, имеющих эллиптическую или круглую форму, в виде нескольких башен, между которыми на специальных мостах установлены ветровые турбины;

- здания с консолями, на которых в местах пересечения боковых стен установлены ветровые электрогенераторы.

Использование энергии воды подразумевает, в первую очередь, наличие акватории в зоне строительства, это ограничивает ее использование. Сейчас начинается освоение энергии грунтовых вод, что дает возможность более частого применения гидроэнергетики. [7]

Резюмируя вышеизложенное можно выделить некоторые характерные особенности формирования архитектуры высотных зданий с применением ВИЭ, но, очевидно, что для каждого проекта используется индивидуальное техническое решение. Поэтому энергоэффективное высотное строительство не может быть в полной мере серийно. Каждое здание уникально!

В современном проектировании основной задачей является объединение архитектуры и экологии, формирование понятия «архитектурной энергетики». Такой подход позволит проектировать и строить здания, в которых, интегрированные ВИЭ можно гармонично вписать во все аспекты строения. Ведь внедрение энергоэффективных технологий оказывают характерное влияние на проектирование (объемно-планировочное решение, архитектурно-художественный облик,

---

градостроительные характеристики) и появляется необходимость более детально анализировать природно-климатические характеристики района строительства.

Необходимо отметить влияние функционально-планировочного решения здания в целом или отдельной его части на выбор того или иного источника энергии. Например, в жилых зданиях и помещениях общественного питания применяется энергия солнца и ветра. В офисах, гостиницах и торговых помещениях применяется энергия воды, земли и биомассы.

Так же велико влияние выбора ВИЭ на формообразование объекта. Оно предполагает создание пластического или изрезанного фасада, применение фальшэлементов различной конфигурации, наличие динамических или модульных частей здания для максимально эффективной работе энергоэффективных технологий.

Специфика альтернативного источника заставляет внедрять в объемно-пространственное решение здания элементы, усиливающие выработку каждого вида энергии. Поэтому результатом альянса архитектуры и экологии станет концепция здания с нулевым энергетическим балансом. Это означает что объект может быть полностью энергетически самодостаточен, продавая излишки энергии в общегородскую сеть. Как пишет Марианна Бродач: «Эта цель (создание здания с нулевым энергетическим балансом) может быть достигнута только в результате совместной творческой работы архитектора, инженера, исследователя и самой природы, основанной на оптимизации ориентации и формы здания, использовании дневного освещения, естественной вентиляции, применении тепловых насосов и возобновляемых источников энергии и т.д.» [8].

Данная идея особенно актуальна для высотных зданий. При ее реализации будет купирован главный недостаток – высокое

---

энергопотребление. В настоящее время в мире создано несколько программ, поощряющих строительство зданий с нулевым энергетическим балансом. Существует европейская резолюция до 2019 года и долгосрочные программы в США до 2020-2050-х годов.

Поскольку сейчас в России происходит активное освоение потенциала ВИЭ можно прогнозировать появление подобных стратегий и в нашей стране. Возведение данных зданий способно изменить энергобаланс городов и регионов и способно сформировать у людей положительное отношение к высотному строительству.

### Литература

1. Беляев В.С., Граник Ю.Г., Матросов Ю.А. Энергоэффективность и теплозащита зданий. Москва: АСВ, 2012. С. 5-10.
2. Савин В.К., Савина Н.В. Архитектура и энергоэффективность зданий // Градостроительство. 2013. №23. С. 82-84.
3. Karamysheva A.A., Shumeiko V.I. Rational constructional and planning concepts of high-rise buildings' stabilization // Engineering studies. 2017. Vol. 9. No. 3. pp. 696-702.
4. Shumeiko V.I. The support systems of unique high-rise buildings // MATEC International science conference "Smart city". St. Petersburg: EDP Sciences, 2017. 106 p.
5. Yeang K., Richards I. Eco Skyscrapers. Australia: Images Publishing Group, 2007. 160 p.
6. Васильев Г.П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2 // АВОК. 2002. №4. С. 10-21.

7. Бродач М.М. Здания с нулевым энергетическим балансом // Международная научно-практическая конференция «Наука, образование и экспериментальное проектирование». Москва: МАРХИ, 2011. С. 355-357.
8. Денисенко Г. И. Комплексное использование возобновляемых источников энергии. Киев: Знание, 1984. 33 с.
9. Карамышева А.А., Аракелян А.А., Бинятов Б.П. Несущие системы со стволami жесткости. Перспективы применения при проектировании и строительстве высотных зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4490](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4490).
10. Олейникова Е.В., Колотиенко М.А., Данилейко И.Ю и др. Оценка потенциала ресурсов ЮФО для строительства инновационных солнечных и ветровых электростанций // Инженерный вестник Дона, 2018, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4914](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4914).
11. Шеина С.Г, Миненко Е.Н. Разработка алгоритма выбора энергоэффективных решений в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2012, №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1099](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1099).

### References

1. Belyaev V.S., Granik YU.G., Matrosov YU.A. Energoehffektivnost' i teplozashchita zdaniy [Energy efficiency and thermal protection of buildings]. Moscow: ASV, 2012. pp. 5-10.
  2. Savin V.K., Savina N.V. Gradostroitel'stvo. 2013. №23. pp. 82-84.
  3. Karamysheva A.A., Shumeiko V.I. Engineering studies. 2017. Vol. 9. №. 3. pp. 696-702.
  4. Shumeiko V.I. MATEC International science conference “Smart city”. St. Petersburg: EDP Sciences, 2017. 106 p.
-





5. Yeang K., Richards I. Eco Skyscrapers. Australia: Images Publishing Group, 2007. 160 p.
6. Vasil'ev G.P. Energoehffektivnyj ehksperimental'nyj zhiloy dom v mikrorajone Nikulino-2 [Energy-efficient experimental residential house in the Nikulino-2 microdistrict]. AVOK. 2002. №4. pp. 10-21.
7. Brodach M.M. Zdaniya s nulevym ehnergeticheskim balansom [Buildings with zero energy balance]. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Nauka, obrazovanie i ehksperimental'noe proektirovanie». (International Scientific and Practical Conference "Science, Education and Experimental Design"). Moscow: MARHI, 2011. pp. 355-357.
8. Denisenko G. I. Kompleksnoe ispol'zovanie vozobnovlyaemyh istochnikov ehnergii [Integrated use of renewable energy sources]. Kiev: Znanie, 1984. p 33.
9. Karamysheva A.A., Arakelyan A.A., Binyatov B.P. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4490](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4490).
10. Olejnikova E.V., Kolotienko M.A., Danilejko I.YU. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4914](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4914).
11. Sheina S.G., Minenko E.N. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4.
12. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1099](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1099).