

## Использование энергоэффективных технологий при строительстве «здоровых» офисных зданий

*Е. В. Грибок, С. Г. Шеина*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** Статья направлена на анализ энергоэффективных современных технологий, применяемых в архитектуре и строительстве «здоровых» офисных зданий, их воздействия на сокращение углеродного следа и эксплуатационных затрат; также в статье будут рассмотрены такие ключевые аспекты, как применение возобновляемых источников энергии, энергоэффективных строительных материалов, умных систем управления.

**Ключевые слова:** строительство, архитектура, «здоровые» офисные здания, энергоэффективные технологии, возобновляемые источники энергии, энергоэффективные строительные материалы, умные системы управления.

Большую часть жизни человек проводит в помещениях, а плохо спроектированные, построенные и эксплуатируемые здания отрицательно сказываются на здоровье и качестве жизни.

Согласно расчётам, при графике с 7-дневной неделей рабочее время (40 часов) занимает 23,8% от общего количества времени (168 часов), а время, проведённое дома (25 часов в будни и 28 часов в выходные) — 31,6% [1].

В 1998 году Всемирная организации здоровья ввела понятие синдром «больного здания» и описывает его как заболевание, при котором у людей в здании проявляются симптомы болезни и плохое самочувствие без видимых причин. При этом, симптомы имеют тенденцию усиливаться по мере того, как люди проводят больше времени в здании, но уменьшаются или даже исчезают после того, как люди это здание покидают.

Синдром «больного здания» широко распространен и может возникать в жилых зданиях, детских дошкольных учреждениях, школах и офисных помещениях.

На данный момент Всемирная организация здоровья оценивает долю «больных зданий» в 30 % от новых, реконструированных или отремонтированных зданий. Помимо проблем со здоровьем, синдром

«больного здания» приводит к существенному снижению производительности труда и увеличению количества прогулов.

В 1990-е годы внимание к проблеме «больных зданий» привело к тому, что появилось новое направление, которое стало результатом прямого противопоставления «больным зданиям» – «здоровое здание».

Принцип такого здания заключается в том, что архитектурный объект спроектирован и эксплуатируется таким образом, чтобы обеспечивать оптимальные условия для физического и психологического благополучия людей, находящихся внутри.

К основным характеристикам проектирования «здоровых зданий» относится следующее:

- независимо от климата, в котором проектируется здание, оно должно быть солнечно ориентировано;
- иметь натуральное (естественное) отопление и охлаждение;
- естественное освещение;
- естественную вентиляцию;
- должно быть сделано из натуральных, возобновляемых, с учетом утилизации материалов.

Глобальное изменение климата и растущее потребление энергии – это как раз те вопросы, которые оказывают значительное влияние на указанные характеристики «здоровых зданий», и которые приобретают особую актуальность в понятиях об энергоэффективности офисных зданий в строительстве и архитектуре [2]. Кроме того, данные вопросы имеют особую значимость и для экономики, способствуя развитию бизнеса, а также обеспечивая новые рабочие места [3].

Так, внедрения современных технологий, как значительного потребителя энергии, требуют «здоровые» офисные здания, способствующие сокращению отрицательного воздействия на окружающую среду и снижению энергетических затрат. Также, с каждым годом численность населения и рост

городов постепенно увеличиваются, что ведет к повышению потребления энергии, а в конечном итоге – приводит к необходимости для повышения энергетической эффективности поиска новых решений [4].

Одним из решающих факторов внедрения энергоэффективных технологий является не только сокращение затрат на эксплуатацию зданий, но и оптимальное улучшение экологической обстановки [5]. Поэтому, данная статья рассматривает преимущества при строительстве «здоровых» офисных зданий применения этих технологий, основные подходы к их применению и успешные примеры реализации.

До начала проведения исследований по данной теме, необходимо понять, что именно означает термин энергетическая эффективность:

- энергоэффективность — это использование меньшего количества энергии для достижения тех же результатов.

То есть, в контексте «здоровых» офисных зданий, энергоэффективность означает оптимизацию потребления энергии для освещения, охлаждения, отопления и прочих нужд.

Основные показатели энергетической эффективности включают:

- уровень потребления энергии на квадратный метр;
- энергетический класс здания;
- долю возобновляемых источников энергии в общем потреблении.

Получается, что в борьбе с климатическими изменениями энергоэффективность играет ключевую роль, способствуя уменьшению выбросов парниковых газов и сокращению потребления ресурсов [6].

Создание продуктивной, здоровой среды, увеличение пользовательского комфорта и сокращение для владельцев зданий эксплуатационных затрат – всё это также относится к энергетической эффективности, подтверждая в очередной раз необходимость для современного строительства использования данных технологий в условиях сосредоточения внимания на экологии и устойчивом развитии [7].

Для детального анализа, рассмотрим основные аспекты понятия энергоэффективность (табл. 1).

Таблица 1. Основные аспекты, которые включает в себя понятие энергоэффективности [8].

|    |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Возобновляемые источники энергии | - уменьшить углеродный след, а также сократить зависимость от традиционных источников энергии помогут интеграция ветрогенераторов, солнечных панелей и прочих возобновляемых источников энергии                                                            |
| 2. | Сертификация и стандарты         | - LEED, BREEAM и другие международные стандарты, подтверждающие по устойчивому строительству соответствие строительных объектов современным требованиям (подходят для энергоэффективных зданий)                                                            |
| 3. | Энергоэффективные материалы      | - энергосберегающие стеклопакеты или утеплители относятся к строительным материалам, обладающим повышенными теплоизоляционными свойствами, а их применение способно сократить потребление энергии для охлаждения или отопления, и понизить тепловые потери |
| 4. | Оптимизация процессов            | - оптимизация энергетической эффективности достигается улучшением процессов и технологий (автоматическая регулировка температуры современной отопительной системой)                                                                                        |
| 5. | Умные технологии                 | - рациональному использованию энергии способствует внедрение и применение в здании умных систем управления, автоматизируя такие процессы в нем, как вентиляция, отопление или освещение                                                                    |

Преимущества использования энергоэффективных технологий [9].

#### 1. Поддержание устойчивого развития.

Для настоящего и будущих поколений важны поддержание принципов устойчивого развития и рациональное применение ресурсов, что как раз характерно при использовании энергетически эффективных технологий;

#### 2. Повышение стоимости недвижимости.

Арендаторы, а также покупатели зачастую обращают свое внимание, как на важный фактор при выборе недвижимости – энергоэффективность, а здания, прошедшие сертификацию по данным стандартам, как правило, имеют рыночную стоимость выше;

3. Снижение эксплуатационных затрат.

Экономия средств на коммунальных услугах, за счет внедрения и применения современных систем кондиционирования и отопления, позволяющих уменьшить потребление энергии;

4. Повышение качества жизни и комфорта.

Приятную атмосферу для отдыха и работы создают умные системы управления климатом, которые способны обеспечить в помещениях комфортные и стабильные условия;

5. Соответствие стандартам и нормативам.

Во многих странах мира стабильно вводится множество требований и норм, связанных с энергоэффективностью, а соответствовать данным стандартам позволит применение современных технологий;

6. Долговечность и надежность.

Уменьшить необходимость в частом ремонте поможет использование качественных энергоэффективных технологий и материалов, ведь их применение способно увеличить срок службы зданий и их компонентов;

7. Улучшение здоровья и благополучия людей.

Для учебных заведений и офисов важно наличие улучшенной вентиляции, которая способна оказать положительное влияние на здоровье людей, находящихся там;

8. Уменьшение углеродного следа.

Для борьбы с изменениями климата важно уменьшение потребления энергии, а более экологичному образу жизни как раз способствуют энергетически эффективные здания.

Далее, рассмотрим основные технологии и подходы при использовании

энергоэффективных технологий в «здоровых» офисных зданиях (табл. 2).

Таблица 2. Основные технологии и подходы [10].

| Источник:                           | Технология:                                                         | Пояснение:                                                                                                                                                             | Визуализация:                                                                         |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Энергетический аудит и сертификация | Сертификация по международным стандартам (LEED или BREEAM) [11]     | Выявление в эксплуатации здания неэффективных зон и определение путей их оптимизации                                                                                   |    |
| Энергоэффективные материалы         | Наноматериалы с улучшенными теплоизоляционными свойствами           | Сокращение потерь тепла, снижение потребности в отоплении                                                                                                              |   |
|                                     | Панели теплоизоляционные                                            |                                                                                                                                                                        |                                                                                       |
|                                     | Стеклопакеты энергоэффективные [12]                                 |                                                                                                                                                                        |                                                                                       |
| Умные системы управления            | Датчики движения для автоматического включения/выключения освещения | Building Management Systems или умные системы управления зданием (BMS) – системы, позволяющие контролировать кондиционирование, вентиляцию, освещение и отопление [13] |  |
|                                     | Регуляторы температуры, адаптирующиеся к числу людей в помещении    |                                                                                                                                                                        |                                                                                       |
|                                     | Интеллектуальные системы управления вентиляцией                     |                                                                                                                                                                        |                                                                                       |
| Возобновляемые источники энергии    | Солнечные панели для выработки электрической энергии [14]           | Снижение зависимости от традиционных источников энергии                                                                                                                |  |
|                                     | Системы солнечного нагрева для горячего водоснабжения               |                                                                                                                                                                        |                                                                                       |
|                                     | Геотермальные системы для охлаждения и отопления                    |                                                                                                                                                                        |                                                                                       |

Существует множество и других социальных, экологических и экономических преимуществ в примерах реализаций при строительстве офисных зданий с использованием энергоэффективных технологий (табл. 3).

Эти примеры показывают, как именно интеграция в проектирование и строительство современных решений способна значительно повысить комфорт и устойчивость.

Таблица 3. Примеры успешных реализаций использования энергоэффективных технологий при строительстве «здоровых» офисных зданий в мире [15].

| Внешний облик                                                                       | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Местоположение                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                                                                                   |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- энергетически эффективные стеклопакеты: сокращение потребления энергии на охлаждение и отопление;</li> <li>- умная система управления климатом: оптимизация использования энергии;</li> <li>- солнечные панели: выработка электрической энергии</li> </ul>                                                                    | <p>Барселона, Испания</p> <p>Небоскреб «Torre Glòries (ранее Torre Agbar)» [16]</p> |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- высококачественная теплоизоляция: сокращение потребления энергии для охлаждения и отопления;</li> <li>- солнечные панели, системы умного управления: оптимизация потребления энергии;</li> <li>- система инновационного освещения: автоматическая регуляция в зависимости от освещения естественного происхождения</li> </ul> | <p>Амстердам, Нидерланды</p> <p>Офисный комплекс «The Edge» [17]</p>                |

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- система сбора дождевой воды: применяется при поливе, в туалетах;</li> <li>- энергетически эффективные окна, утепленные стены: минимизация потребления энергии для охлаждения и отопления;</li> <li>- солнечные панели: обеспечение здания всей необходимой электрической энергией</li> </ul> | <p>Сиэтл, США</p> <p>Офисное здание «Bullitt Center» [18]</p>                                |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- местные переработанные материалы: строительство;</li> <li>- системы управления отоплением и освещением: регулирование в зависимости от присутствия;</li> <li>- энергетически эффективные стены и окна: уменьшение потребления энергии</li> </ul>                                             | <p>США, Каскадный Центр</p> <p>Учебный и офисный комплекс «Oregon State University» [19]</p> |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- энергоэффективные системы охлаждения и отопления: уменьшение эксплуатационных расходов;</li> <li>- вертикальные сады, зелёные крыши: уменьшение температуры, улучшение качество воздуха;</li> <li>- системы сбора дождевой воды, солнечные панели</li> </ul>                                 | <p>Сидней, Австралия</p> <p>Два жилых и офисных здания «One Central Park» [20]</p>           |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- энергоэффективные технологии: солнечные панели, системы сбора дождевой воды;</li> <li>- вертикальные сады: обеспечение естественной изоляции и улучшение качество воздуха</li> </ul>                                                                                                         | <p>Милан, Италия</p> <p>Жилой комплекс «Bosco Verticale» [21]</p>                            |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

Как и во всём мире, в нашей стране также происходит активное внедрение при строительстве «здоровых» офисных зданий энергетически эффективных технологий, ведь они влияют не только на снижение эксплуатационных затрат, но и на улучшение экологической ситуации. Рассмотрим подробнее ряд успешных примеров реализации в России (табл. 4).

Таблица 4. Примеры успешных реализаций использования энергоэффективных технологий при строительстве «здоровых» офисных зданий в России [22].

| Внешний облик                                                                       | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Местоположение                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3                                                  |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- экологически чистые технологии и материалы: сокращение углеродного следа;</li> <li>- современные системы кондиционирования и вентиляции: обеспечение при низком потреблении энергии высокого уровня комфорта;</li> <li>- солнечные панели: частичное обеспечение потребностей в электрической энергии</li> </ul> | Москва<br>Офисный центр «Авиапарк» [23]            |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- энергетически эффективные технологии охлаждения и отопления: уменьшение углеродного следа;</li> <li>- солнечные панели: выработка электрической энергии;</li> <li>- умные системы управления: автоматическое регулирование климата и освещения в зависимости от присутствия людей и времени суток</li> </ul>     | Москва<br>Офисный комплекс «Крылатские Холмы» [24] |
|                                                                                     | - энергоэффективные фасады и окна:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                    |

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|    | <p>минимизация потери тепла;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системы управления климатом и освещением: адаптирование к условиям окружающей среды;</li> <li>- зеленые технологии: улучшение качества воздуха, создание комфортной рабочей среды</li> </ul>                                                                     | <p>Москва</p> <p>Бизнес-центр «Грин Парк» [25]</p>        |
| 1                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3                                                         |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- системы автоматизированного управления климатом: регулирование охлаждения и отопления в зависимости от загрузки помещений и внешних условий;</li> <li>- технологии для переработки и сбора дождевой воды;</li> <li>- высокоэффективные стеклопакеты: обеспечение хорошей теплоизоляции</li> </ul> | <p>Москва</p> <p>Офисный центр «Башня Федерация» [26]</p> |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- системы автоматизации: контролирование в реальном времени потребления энергии;</li> <li>- зелёные фасады и крыши: снижение температуры в летний период, улучшение качества воздуха;</li> <li>- энергосберегающие технологии и материалы для охлаждения и отопления</li> </ul>                     | <p>Екатеринбург</p> <p>Бизнес-центр «Сити Парк» [27]</p>  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные изоляционные материалы для окон и стен;</li> <li>- система «умный дом»: оптимизация расходов энергии на климат-контроль и освещение;</li> <li>- энергоэффективные системы отопления и вентиляции: сокращение эксплуатационных расходов</li> </ul>                                     | <p>Санкт-Петербург</p> <p>Бизнес-центр «Сенатор» [28]</p> |

Важным шагом для достижения социальной ответственности и

экологической устойчивости является внедрение в строительство и архитектуру устойчивых практик, а примеры успешных проектов, как за рубежом, так и в России, подтверждают положительное влияние и эффективность этих решений на их рабочую среду и качество жизни. Так, данная статья продемонстрировала, что возобновляемые источники энергии, умные системы управления и энергоэффективные строительные материалы способны не только сократить эксплуатационные расходы, но также и значительно уменьшить углеродный след зданий. Будущее строительной отрасли – это способность для создания более комфортных и безопасных пространств адаптироваться к новым вызовам и использовать инновационные подходы, ведь создание комфортных условий для пользователей способствует удовлетворенности сотрудников и увеличению производительности их труда.

Таким образом, новые горизонты для экономического развития и роста ставят акцент на энергоэффективных технологиях, а залог ответственного и успешного будущего для строительной отрасли заключается в активном внедрении от инженеров, застройщиков и архитекторов устойчивых решений.

### Литература

1. Brodach M. M., N. V. Shilkin. Sozдание bezopasnoj sredy obitaniya cheloveka. Zdaniya bol'nye i zdaniya zdorovye. URL: [abok.ru/for\\_spec/articles/38/7725/7725.pdf?ysclid=m9stm8afj546931663](http://abok.ru/for_spec/articles/38/7725/7725.pdf?ysclid=m9stm8afj546931663).
2. Чубарова К.В., Тальников Д.М. Использование BIM-технологий при эксплуатации зданий и сооружений // Международная научно-практическая конференция «Строительство и архитектура – 2021». Ростов н / Д. 2021. С. 89-90.
3. Giacomello E., Valagussa M., Vertical Greenery. Evaluating the High-Rise Vegetation of the Bosco Verticale, Milan. Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 2015, pp. 32-48.

4. Григорян М.Н., Сайбель А.В. Архитектурная экология. Энергоэффективное строительство. Инженерный вестник Дона. 2012, № 4 (часть 2). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1374/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1374/).
5. Georgiadis M.C., Kikkinides E.S., Pistikopoulo E.N., Energy Systems Engineering WILEY-VCH, Weinheim-2008. 337p.
6. Chen J., Huang L., Su, L. Toward a more compact and sustainable city—the use of underground space for Chinese mainland cities, Green Building, Environment, Energy and Civil Engineering. 2017. pp. 341-344.
7. Смородин С.Н., Белорусов В.Н., Лакомкин В.Ю. Методы энергосбережения в энергетических, технологических установках и строительстве. Санкт-Петербург, 2014. 99 с.
8. Динамический. Упругий. Утвержденный. URL: [wellcertified.com/certification/v2/](http://wellcertified.com/certification/v2/).
9. Girya L.V., Sheina S.G., Fedyayeva P.V. The procedure of substantiation of selection of the energy-efficient design solutions for residential buildings International Journal of Applied Engineering Research. 2015. V. 10. № 8. pp. 19263-19276.
10. Шеина С.Г., Грачев К.С. Лучшие европейские практики для внедрения возобновляемых источников энергии в РФ // Инженерный вестник Дона. 2019. №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993).
11. «Соответствие стандартам». Фото. URL: [aecom.com/cornerstone-issue-05-ru/sustaining-standards-ru/](http://aecom.com/cornerstone-issue-05-ru/sustaining-standards-ru/).
12. «Энергосберегающие стеклопакеты». Фото. URL: [oknafdo.ru/plastic\\_windows/standard/?utm\\_source=direct&utm\\_medium=cpc&utm\\_term=окна%20пвх&utm\\_content=17178446241&utm\\_campaign=701891808&yclid=2269196332772360191](http://oknafdo.ru/plastic_windows/standard/?utm_source=direct&utm_medium=cpc&utm_term=окна%20пвх&utm_content=17178446241&utm_campaign=701891808&yclid=2269196332772360191).
13. «Понимание системы управления зданием (BMS) в HVAC». Фото. URL: [qnextech.com/ru/blog/understanding-building-management-systembms-in-hvac/](http://qnextech.com/ru/blog/understanding-building-management-systembms-in-hvac/).
14. [«5 вопросов о солнечной энергетике. Как устроены солнечные батареи и](#)

- будут ли работать в дождь». Фото. URL: [bcs-express.ru/novosti-i-analitika/5-voprosov-o-solnechnoi-energetike-kak-ustroeny-solnechnye-batarei-i-budut-li-rabotat-v-dozhd](https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/5-voprosov-o-solnechnoi-energetike-kak-ustroeny-solnechnye-batarei-i-budut-li-rabotat-v-dozhd).
15. Карабут Т.Н. FitWel & WELL: в чем схожи и различны два стандарта «здорового» строительства. URL: [radidomapro.ru/ryedktzij/green/green/fitwel--well--v-tchyom-schozhi-i-razlitchnydva-s-67573.php](https://radidomapro.ru/ryedktzij/green/green/fitwel--well--v-tchyom-schozhi-i-razlitchnydva-s-67573.php).
16. «Torre Glòries (ранее Torre Agbar), Барселона, Испания: Разработка стадию КМД». Фото. URL: [ickmd.ru/torre-glories-ranee-torre-agbar-barselona-ispaniya-razrabotka-stadii-kmd](https://ickmd.ru/torre-glories-ranee-torre-agbar-barselona-ispaniya-razrabotka-stadii-kmd).
17. «The Edge – штаб-квартира компании Deloitte в Амстердаме по проекту бюро PLP Architecture». Фото. URL: [archi.ru/world/70121/ofis-zavtrashnegodnya](https://archi.ru/world/70121/ofis-zavtrashnegodnya).
18. «The 'World's Greenest Commercial' Building Opens in Seattle Today». Фото. URL: [archdaily.com/363007/the-world-s-greenest-commercial-building-opens-in-seattle-today](https://archdaily.com/363007/the-world-s-greenest-commercial-building-opens-in-seattle-today).
19. «Oregon State University». Фото. URL: [oregonstate.edu/](https://oregonstate.edu/).
20. «One Central Park». Фото. URL: [jeannouvel.com/](https://jeannouvel.com/).
21. «Bosco Verticale / Boeri Studio». Фото. URL: [archdaily.com/](https://archdaily.com/).
22. Sheina S.G., Minenko E.N. Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija "Stroitel'stvo-2014: sovremennye problem promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva", RGSU, g. Rostov-naDonu, 2014. pp. 261-262.
23. «Авиапарк». Фото. URL: [aviapark.com/](https://aviapark.com/).
24. «Бизнес-центр Крылатские Холмы». Фото. URL: [brightrich.moscow/biznescentry/krylatskie-holmy/](https://brightrich.moscow/biznescentry/krylatskie-holmy/).
25. «Бизнес Центр «Грин Парк». Фото. URL: [ardexpert.ru/](https://ardexpert.ru/).
26. «МФК Башня Федерация (Federation Tower)». Фото. URL: [moscow-city.guide/towers/mfk-bashnya-federatsiya/](https://moscow-city.guide/towers/mfk-bashnya-federatsiya/).
27. «ООО ФК «Сити-Парк». Фото. URL: [companies.rbc.ru/id/1036602680245-](https://companies.rbc.ru/id/1036602680245-)

ooo-finansovaya-kompaniya-siti-park/.

28. «Что за фасадом». Фото. URL: [project322622.tilda.ws/longreads/72658418](https://project322622.tilda.ws/longreads/72658418).

### References

1. Brodach M. M., N. V. Shilkin. Sozдание bezopasnoj sredy obitaniya cheloveka. Zdaniya bol'nye i zdaniya zdorovye [Creating a safe human habitat. Sick buildings and healthy buildings]. URL: [abok.ru/for\\_spec/articles/38/7725/7725.pdf?ysclid=m9stm8afj546931663](https://abok.ru/for_spec/articles/38/7725/7725.pdf?ysclid=m9stm8afj546931663).
2. Chubarova K.V., Tal'nikov D.M. Ispol'zovanie BIM-tehnologij pri ekspluatatsii zdaniy i sooruzhenij Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Stroitel'stvo i arhitektura – 2021». Rostov- na- Donu. 2021. pp. 89-90.
3. Giacomello E., Valagussa M., Vertical Greenery. Evaluating the High-Rise Vegetation of the Bosco Verticale, Milan. Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 2015, pp. 32-48.
4. Grigoryan M.N., Sajbel' A.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012, № 4 (chast' 2). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1374/](https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1374/).
5. Georgiadis M.C., Kikkinides E.S., Pistikopoulo E.N., Energy Systems Engineering WILEY-VCH, Weinheim-2008. 337p.
6. Chen J., Huang L., Su, L. Toward a more compact and sustainable city—the use of underground space for Chinese mainland cities, Green Building, Environment, Energy and Civil Engineering. 2017. pp. 341-344.
7. Smorodin S.N., Belorусov V.N., Lakomkin V.Yu. Metody energosberezheniya v energeticheskikh, tekhnologicheskikh ustanovkakh i stroitel'stve [Energy saving methods in power plants, technological installations, and construction]. Sankt-Peterburg, 2014. 99 p.
8. Dinamicheskij. Uprugij. Utverzhdenyj [Dynamic. Elastic. Approved]. URL: [wellcertified.com/certification/v2/](https://wellcertified.com/certification/v2/).
9. Giryа L.V., Sheina S.G., Fedyaeva P.V. International Journal of Applied

Engineering Research. 2015. V. 10. № 8. pp. 19263-19276.

10. Sheina S.G., Grachev K.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993).

11. «Sootvetstvie standartam» ["Compliance with Standards"]. Foto. URL: [aecom.com/cornerstone-issue-05-rus/sustaining-standards-ru](http://aecom.com/cornerstone-issue-05-rus/sustaining-standards-ru).

12. «Energosberegayushchie steklopakety» ["Energy-saving double-glazed windows"]. Foto. URL: [okna-fdo.ru/plastic-windows/standard/?utm\\_source=direct&utm\\_medium=cpc&utm\\_term=okna%20pvh&utm\\_content=17178446241&utm\\_campaign=701891808&yclid=2269196332772360191](http://okna-fdo.ru/plastic-windows/standard/?utm_source=direct&utm_medium=cpc&utm_term=okna%20pvh&utm_content=17178446241&utm_campaign=701891808&yclid=2269196332772360191).

13. «Ponimanie sistemy upravleniya zdaniem (BMS) v HVAC» ["Understanding Building Management Systems (BMS) in HVAC"]. Foto. URL: [qnextech.com/ru/blog/understanding-building-management-system-bms-in-hvac/](http://qnextech.com/ru/blog/understanding-building-management-system-bms-in-hvac/).

14. «5 voprosov o solnechnoj energetike. Kak ustroeny solnechnye batarei i budut li rabotat' v dozhd'» ["5 questions about solar energy. How do solar panels work, and will they work in the rain?"]. Foto. URL: [bcs-express.runovosti-i-analitika/5-voprosov-o-solnechnoi-energetike-kak-ustroeny-solnechnye-batarei-i-budut-li-rabotat-v-dozhd](http://bcs-express.runovosti-i-analitika/5-voprosov-o-solnechnoi-energetike-kak-ustroeny-solnechnye-batarei-i-budut-li-rabotat-v-dozhd).

15. Karabut T.N. FitWel & WELL: v chem skhozhi i razlichny dva standarta «zdorovogo» stroitel'stva [FitWel & WELL: what is the difference between us and the two different categories of "healthy" people?]. URL: [radidomapro.ruredktz/jgreengreenfitwel--well--v-tchyom-schozhi-i-razlitchnydva-s-67573.php](http://radidomapro.ruredktz/jgreengreenfitwel--well--v-tchyom-schozhi-i-razlitchnydva-s-67573.php).

16. «Torre Glòries (ranee Torre Agbar), Barselona, Ispaniya: Razrabotka stadii KMD» ["Torre Glòries (formerly Torre Agbar), Barcelona, Spain: Development of the CMM stage"]. Foto. URL: [ickmd.rutorre-glories-ranee-torre-agbar-barselona-ispaniya-razrabotka-stadii-kmd](http://ickmd.rutorre-glories-ranee-torre-agbar-barselona-ispaniya-razrabotka-stadii-kmd).

17. «The Edge – shtab-kvartira kompanii Deloitte v Amsterdame po proektu byuro PLP Architecture» ["The Edge is the headquarters of Deloitte in Amsterdam, [byuro-plp-architecture](http://byuro-plp-architecture)"]

designed by PLP Architecture."]. Foto. URL: [archi.ru/world70121ofis-zavtrashnegodnya](http://archi.ru/world70121ofis-zavtrashnegodnya).

18. «The 'World's Greenest Commercial' Building Opens in Seattle Today». Foto. URL: [archdaily.com/363007the-world-s-greenest-commercial-building-opens-in-seattle-today](http://archdaily.com/363007/the-world-s-greenest-commercial-building-opens-in-seattle-today).

19. «Oregon State University». Foto. URL: [oregonstate.edu](http://oregonstate.edu).

20. «One Central Park». Foto. URL: [jeannouvel.com](http://jeannouvel.com).

21. «Bosco Verticale Boeri Studio». Foto. URL: [archdaily.com](http://archdaily.com).

22. Sheina S.G., Minenko E.N. Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija "Stroitel'stvo-2014: sovremennye problem promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva", RGSU, g. Rostov-na-Donu, 2014. pp. 261-262.

23. «Aviapark» ["Aviapark"]. Foto. URL: [aviapark.com](http://aviapark.com).

24. «Biznes-centr Krylatskie Holmy» ["Krylatsky Hills Business Center"]. Foto. URL: [brightrich.moscow/biznes-centry/krylatskie-holmy/](http://brightrich.moscow/biznes-centry/krylatskie-holmy/).

25. «Biznes Centr «Grin Park» ["Green Park Business Center"]. Foto. URL: [ardexpert.ru](http://ardexpert.ru).

26. «MFK Bashnya Federaciya (Federation Tower)» ["IFC Federation Tower"]. Foto. URL: [moscow-city.guide/towers/mfk-bashnya-federatsiya/](http://moscow-city.guide/towers/mfk-bashnya-federatsiya/).

27. «ООО FK «Siti-Park» [FC City Park LLC]. Foto. URL: [companies.rbc.ru/id1036602680245-ooo-finansovaya-kompaniya-siti-park](http://companies.rbc.ru/id1036602680245-ooo-finansovaya-kompaniya-siti-park).

28. «Chto za fasadom» ["What's behind the facade"]. Foto. URL: [project322622.tilda.ws/longreads/72658418](http://project322622.tilda.ws/longreads/72658418).

**Дата поступления: 7.09.2025**

**Дата публикации: 25.10.2025**