

## Лучшие практики строительства энергоэффективных зданий общеобразовательных учреждений

*Я.О. Александрова, С.Г. Шеина*

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

**Аннотация:** Проведен обзор и анализ мирового опыта строительства энергоэффективных учебных заведений. Рассмотрены основные особенности архитектуры и внедрения энергоэффективных технологий в проекты учебных учреждений.

**Ключевые слова:** строительство, школьный объект, мировой опыт строительства, архитектура, озеленение, зонирование, благоустройство, ландшафт, энергоэффективность, энергоэффективные технологии.

Школьные здания – важная и неотъемлемая часть любого города, так как именно в школе детей обучают физическому, интеллектуальному, нравственному, трудовому и эстетическому воспитанию. Для пространства, в котором будет проводиться обучение, очень важно учитывать комфортность внутреннего размещения функциональных зон и их освещение, экологичность строительных материалов, энергоэффективность объекта, благоустройство здания и уличных зон постройки, общую актуальность проекта в современных архитектурных тенденциях [1]. Строительство учебных заведений постоянно развивается. Изменяются проектные нормы, планы зданий, их внешний вид и внутреннее зонирование пространства.

Реализация национального проекта «Образование» требует новых подходов в проектировании учебных заведений. Чтобы соответствовать актуальным архитектурным тенденциям и современным энергоэффективным технологиям, важно учитывать опыт и практики мирового строительства учебных заведений. В современных архитектурных проектах наблюдается направленность структурированного разделения школы на зоны. Практикуется разделение школьного учреждения на кластеры, которые подлежат определенной возрастной категории. Для строительства используют экологичные материалы, такие, как дерево, бетон, сталь, медь, природный камень. В архитектурных проектах активно внедряют

энергоэффективные технологии: энергоустановки с возобновляемыми энергоносителями – солнечные батареи, ветрогенераторы, тепловые насосы, а также используют энергоэффективные строительные материалы и утеплители для стен зданий [2]. Большинство окон выполняются в панорамном стиле, для увеличения потока естественного освещения и, тем самым, энергоэффективности. Активной тенденцией является благоустройство и озеленение школьных объектов, с внедрением современных технологий ландшафтного дизайна: зеленые газоны на крышах, школьные сады внутри функциональных зон, вертикальное озеленение учебных помещений и фасадов здания [3]. Всё это требует принятия гибких объёмно – планировочных решений.

Современная школа Kathleen Grimm School (рис. 1) находится в Нью-Йорке (США), её площадь составляет около 6400 кв.м.. Данная школа насчитывает всего 2 этажа, а ее вместимость составляет 500 учащихся. Считается, что это первая школа с нулевой энергией в мире, так как объект равнозначно производит и потребляет энергию из возобновляемых источников, и не забирает энергию из городской сети [4]. Интегрированные в объект солнечные панели уменьшают потребление зданием энергии на 50 %. В проект общеобразовательного учреждения встроены панорамные окна, которые расположены на все четыре стороны света, благодаря этому решению во всех учебных помещениях присутствует инсоляция [5]. Для увеличения пропуска в помещения большего потока солнечного света, инженерно – планировочными решениями внедрены световые люки и отражающие потолочные, что также является экономическим аспектом, так как здание сокращает потребность в искусственном освещении [6]. Проектом предусмотрена геотермальная циркуляционная система отопления, которая основывается на энергии альтернативного источника – земли, а поддержание горячей воды в здании обеспечивают экономичные солнечные нагреватели.

---

На южном фасаде объекта находятся окна специального назначения, они служат некими предохранителями помещения от перегрева. Объемно-планировочное, архитектурное, инженерное и конструктивное решения позволяют зданию свободно функционировать без искусственного освещения. Освещение солнечным светом в помещениях достигает в среднем 74 %. В объекте предусмотрена вентиляция с рекуперацией тепла, которая оснащает его только чистым воздухом. Внутренняя температура школы корректируется в зависимости от внешней температуры воздуха на улице. Например: в холодное время года здания внутренняя температура нагревается, а в жаркое время года охлаждается. Благодаря этому, в здании постоянно поддерживается комфортный микроклимат в любое время года и любую погоду.



Рис. 1. – Kathleen Grimm School (Staten Island, United States) [7-8]

На рис. 2 показана уникальная школа Saunalahti School, находящаяся в городе Эспоо, Финляндия. Площадь данного объекта составляет 10500 кв.м. Данная школа проектировалась с участием будущего преподавательского персонала школы, тем самым уже на стадии планирования, были учтены все педагогические потребности и замечания будущих работников. Также это здание является не только образовательным учреждением, но и целым культурным центром, так как в нем располагаются районная библиотека и различные кружки для взрослых, подростков и детей.



Рис. 2. – Saunalahti School (Espoo, Finland) [9]

Школа расположена так, чтобы ее двор был максимально безопасным и комфортным, он разбит на пространства для различных возрастов. Здание образует укрытие от уличного движения и шума. Главные входы находятся как со стороны улицы, так и со стороны двора. Внутреннее разделение школы уникально: столовая совмещена с актовым залом, каждый класс имеет свой холл индивидуального цвета, чтобы дети не могли заблудиться. В

---

отделке общих интерьеров и фасада здания задействованы экологичные, природные материалы: кирпич, дерево, бетон, медь. Здание имеет очень много панорамных, различных по размеру окон для увеличения потока естественного освещения. В объект внедрены актуальные энергоэффективные технологии: эффективное вентилирование с рекуперацией тепла, солнечные батареи и «умное» освещение [10]. По вечерам и выходным школьное здание превращается в настоящий общедоступный, развлекательный и спортивный центр для всего населения.

Современная школа South Harbour School (рис. 3) находится в Копенгагене, её площадь составляет 9500 кв. м. Пространство учебного заведения расположили в несколько секций, разместив основную часть ландшафта прямо на крышах разноуровневых секций здания. Школа частично и комфортно делится на кластеры. Первый уровень здания занимают младшие классы, а на последующих размещены старшие. Каждый кластер имеет свою зону отдыха, актовый и спортивный зал, столовую и учебные аудитории. Также к каждому кластеру подведены отдельные выход и вход. В школьный объект вложены рациональные энергосберегающие решения: высокоэффективная изоляция, солнечные панели, использованы материалы определенной плотности. Фасад здания состоит из сборных прессованных минераловатных панелей, объединённых снаружи мелкими деталями. Безопасность и противопожарный аспект очень важны, поэтому в школьный проект были вложены современные энергоэффективные решения [11]. Школьные пространства изолированы от внешнего шума и вибраций с помощью акустических материалов, выполненных из каменной ваты ROCKWOOL, которая обладает низким коэффициентом теплопроводности и выдерживает до 10000 °С при пожаре. Такие решения обеспечили комфортный диапазон температур и огнестойкость здания. В учебный объект встроены панорамные, шумоподавляющие, автоматически открывающиеся

---

окна, которые контролируют ночное охлаждение. Естественная вентиляция служит отличной экономией энергопотребления [12]. Разместили уличные, благоустроенные зоны – площадки для обучения, развлечения и отдыха. Эти зоны переплетаются между собой по вертикали и по горизонтали и некоторые даже являются городской площадью и парками. Используются несколько экологических вариантов покрытия этих площадок – газон, каменистая посыпка с травой, дощатый настил, искусственное полимерное покрытие. Использование здания во внеурочное время поддерживает социальный аспект. Например, открытые площадки работают и как школьный двор, и как общественный парк. Есть смотровые площадки, с которых открывается панорама города.



Рис. 3. – South Harbour School (Copenhagen, Denmark) [13]



Изучив опыт современного строительства учебных заведений в мире, можно сделать вывод, что для того, чтобы реализовать национальный проект «Образование» требуется:

- учёт высокоэффективных объёмно-планировочных решений: продуманное зонирование внутренних школьных пространств и уличных зон.
- внедрение в проекты энергоэффективных технологий и решений: современные энергоустановки с возобновляемыми энергоносителями, использование строительных материалов с низким коэффициентом теплопроводности или же утеплителей, применение систем «Умный» дом, использование систем рекуперации воздуха, использование панорамных окон для увеличения естественного освещения и многое другое.
- использование при строительстве экологичных, природных материалов.
- Благоустройство и привлекательный внешний вид объекта.

### Литература

1. Шеина С.Г., Гиря М.А., Проблемы энергосбережения в жилищном фонде российских городов // Инженерный вестник Дона, 2018, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5104](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5104).

2. 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).

3. Крылова А.И., Богомолова А.К., Немова Д.В. Энергетическая эффективность здания с применением технологии «зеленая кровля». // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2016, №10, 21–22с.

4. Belussi L., Barozzi B., Bellazzi A., A review of performance of zero energy buildings and energy efficiency solutions // Journal of building engineering, 2019 №25, 29p.

5. Смолина С.И., Киселева О.В. Мировой опыт формирования школьных зданий на основе энергосберегающих технологий // Творчество и современность, 2018, №2(6) с. 43-52.

6. Борискина И.В., Плотников А.А., Захаров А.В., Проектирование современных оконных систем гражданских зданий // Москва: АСУ, 2000, 75с.

7. Instagram, Kathleen Grimm School URL: [instagram.com/p/B\\_N4XhTJnze](https://www.instagram.com/p/B_N4XhTJnze).

8. Instagram, Kathleen Grimm School URL: [instagram.com/p/CQL\\_Kughdwg](https://www.instagram.com/p/CQL_Kughdwg).

9. Instagram, Saunalahti School URL: [instagram.com/p/CEGxexOhDsN](https://www.instagram.com/p/CEGxexOhDsN).

10. Шеина С.Г., Миненко Е.Н., Энергоэффективность и энергосбережение на всех этапах жизненного цикла строительного объекта. // Международная научно-практическая конференция "Строительство-2014: современные проблемы промышленного и гражданского строительства", РГСУ, г. Ростов-на-Дону, 2014. – с.261-262.

11. 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. 34, 50.

12. Табунщиков Ю.А., Наумов А.Л., Миллер Ю.В., Критерии энергоэффективности в экологичном строительстве. // Энергосбережение, 2012, №1 URL: [abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=5134](http://abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5134).

13. Instagram, South Harbour School URL: [instagram.com/p/BGPUb5fK6mT](https://www.instagram.com/p/BGPUb5fK6mT).

### References

1. Sheina S.G. Girja M.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5104](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5104).

2. 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).
  3. Krylova A.I., Bogomolova A.K., Nemova D.V. Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij, 2016, №10, pp. 21–22.
  4. Belussi L., Barozzi B., Bellazzi A. Journal of building engineering, 2019 №25, 29p.
  5. Smolina S.I., Kiseleva O.V. Tvorchestvo i sovremennost', 2018, №2 (6), pp. 43-52.
  6. Boriskina I.V., Plotnikov A.A., Zaharov A.V. Proektirovanie sovremennyh okonnyh sistem grazhdanskikh zdaniy [Design of modern window systems of civil buildings]. Moskva: ASU, 2000, 75p.
  7. Instagram, Kathleen Grimm School URL: [instagram.com/p/B\\_N4XhTJnze](https://www.instagram.com/p/B_N4XhTJnze).
  8. Instagram, Kathleen Grimm School URL: [instagram.com/p/CQL\\_Kughdwg](https://www.instagram.com/p/CQL_Kughdwg).
  9. Instagram, Saunalahti School URL: [instagram.com/p/CEGxexOhDsN](https://www.instagram.com/p/CEGxexOhDsN).
  10. Sheina S.G., Minenko E.N. Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija "Stroitel'stvo-2014: sovremennye problemy promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva", RGSU, g. Rostov-na-Donu, 2014. – pp. 261-262.
  11. Giacomello E., Valagussa M., Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 2015, pp. 34, 50.
  12. Tabunshchikov YU.A., Naumov A.L., Miller YU.V. Energoberezenie, 2012, №1. URL: [abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=5134](http://abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5134).
  13. Instagram, South Harbour School. URL: [instagram.com/p/BGPUb5fK6mT](https://www.instagram.com/p/BGPUb5fK6mT).
-