

## Технологии зеленых фасадов и зеленых кровель при строительстве школ

*Е.А. Пасько, С.Г. Шеина*

*Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** статья поднимает вопросы развития благоприятной атмосферы и среды для обучающихся на примере использования зелёных кровель и фасадов при строительстве школ.

**Ключевые слова:** зелёные кровли, зелёный фасад, экологическое строительство, зелёные стандарты, окружающая среда, материалы, зелёные технологии, зелёные школы.

На сегодняшний день разработка проектов устройства «зелёных» крыш и фасадов зданий становится трендом экологического строительства во многих странах мира. В Европе экологическое строительство считается нормой жизни, в то время, как российские строители и проектировщики до сегодняшнего дня были лишены государственной поддержки для разработки и реализации таких проектов. Зелёное строительство должно благоприятно сказаться на экологии городской среды обитания, ведь оно способствует росту количества зелёных насаждений, созданию новых зон отдыха и досуга, заботе о животных, что ведёт к повышению комфорта городской среды. Растения на крыше также позволяют повысить процент озеленения плотно застроенных территорий, где нет места для садов и парков (рис. 1). Начальным этапом становления данного направления является развитие системы зелёных стандартов. Они способствуют определению критериев экологичности зданий и формирования условия их проектирования, строительства, эксплуатации и ремонта. К самым востребованным системам зелёных стандартов в мире относятся системы рейтинговых оценок устойчивости зданий и среды обитания американский LEED, по которому сертифицировано свыше 104 тысяч зданий и сооружений, и британский BREEAM, сертификация которого насчитывает примерно 1,5 тысяч объектов, (рис. 2).

<p>Торговый центр Швейцария, г. Базель</p>  <p>Цель использования: Создание дополнительного слоя изоляции, сокращение расхода энергии на отопление и охлаждение здания</p>	<p>Комплекс Потсдамской площади Германия, г. Берлин</p>  <p>Цель использования: Аккумуляция осадков, защита окружающей среды, вторичное использование воды</p>
<p>Центр танца Лабама Великобритания, г. Лондон</p>  <p>Цель использования: Забота о животных, создание зон отдыха</p>	<p>Жилой комплекс Австралия, г. Сидней</p>  <p>Цель использования: Сокращение загрязнения, фильтрация пыли и грязи, снижение уровня шума</p>
<p>Жилой комплекс Италия г. Милан</p>  <p>Цель использования: Создание экосистемы, которая значительно сокращает загрязнение воздуха</p>	<p>Спа-отель Вьетнам, г. Дананг</p>  <p>Цель использования: Использование естественной вентиляции, которая сохраняет прохладу внутри здания</p>

Рисунок 1. Примеры использования зелёных крыш и фасадов зданий в мировой практике [1].

Критерии LEED	Критерии BREEAM
Процесс интеграции технологий в объект	Энергия
Расположение и транспортировка к объекту	Здоровье и благополучие
Устойчивость строительной площадки	Инновации
Водозэффективность	Землепользование
Используемые материалы и ресурсы	Материалы
Экологичность энергоресурсов	Управление
Состояние внутренней среды	Загрязнение окружающей среды
Интегрируемые инновации	Транспорт
Региональный приоритет	Утилизация отходов

Рисунок 2. Критерии, учитываемые в системе сертификации LEED и BREEAM [2].

В Российской Федерации для реализации зелёных проектов разработан национальный стандарт ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» ([URL: docs.cntd.ru/document/1200095015](https://docs.cntd.ru/document/1200095015)), который содержит основные характеристики для разных типов озеленения крыш зданий и сооружений различного назначения, а также СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания» ([dokipedia.ru/document/5279460](https://dokipedia.ru/document/5279460)), содержащий оценку устойчивости жилых и общественных зданий. Также с 1 июня 2020 года своё действие начал первый нормативный российский документ о зелёных крышах - ГОСТ Р 58875-2020 «Зеленые стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования» ([docs.cntd.ru/document/1200173462](https://docs.cntd.ru/document/1200173462)), способствующий обеспечению безопасности населения путём соблюдения экологических и технических требований.

Технологии зелёных кровель и фасадов в настоящее время обращают на себя внимание за счёт своих тепловых преимуществ. Вследствие

использования энергоэффективных решений и материалов [3], наружное покрытие здания учебного заведения позволяет снизить тепловые потери благодаря повышению теплозащитных свойств ограждающих конструкций. Таким образом, использование зелёных кровель и фасадов несёт в себе множество значительных преимуществ (рис. 3):

Преимущество:	Фактор:
Повышение состояния экологической обстановки	Зелёные растения способствуют очистке воздуха, задерживая около 20% вредных веществ
Повышение срока службы кровель и фасадов зданий и сооружений	Защита растениями от подтоплений и снежных мешков
Повышение шумоизоляции	Растения благоприятно сказываются на регуляции процессов теплообмена и шумоизоляции зданий с внешней средой
Повышение теплоизоляции	
Эстетический вид	Озеленение является оригинальным оформлением кровель и фасадов

Рисунок 3. Преимущества зелёных кровель и фасадов [4].

Наряду с преимуществами, существуют и значительные недостатки данной сферы строительства:

- денежные расходы, связанные с требовательным уходом насаждений);
- обеспечение правил безопасности, путём их соблюдения;
- повышение свойств устройства озеленения и несущих конструкций.

Растения, независимо от того, находятся они на крыше, фасаде или на поверхности земли, всегда нуждаются в тщательном уходе, поэтому для них важно подобрать наиболее подходящую поливочную систему и удобрения. И, принимая во внимание тот факт, что опыта для внедрения кровель и

фасадом с озеленением в нашей стране не так много, отметим их особенности. Например, озеленённая крыша, готовая вступающая в эксплуатационный цикл, содержит следующие основные слои (рис. 4, 5):

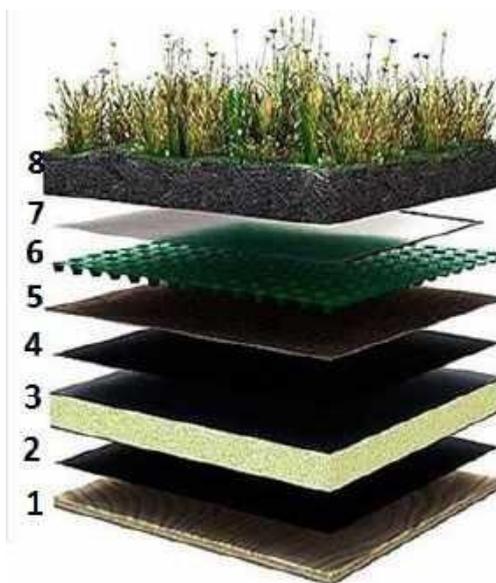


Рисунок 4. Строение зелёной крыши по слоям [5].

1.	Основание	Представляет собой несущую конструкцию кровли
2.	Гидроизоляционный слой	Применяется для защиты несущих конструкций крыши, отделяя почвенный слой
3.	Теплоизоляция	Выполняется из пробковых плит
4.	Барьер для корней	Защищает крышу от повреждений, которые могут нанести глубоко проросшие корни
5.	Дренажный слой	Задерживает количество воды необходимое для жизни растений
6.	Фильтрационный слой	Задерживает избыточное количество осадков
7.	Плодородный грунт	Используется на крыше
8.	Растения	

Рисунок 5. Основные характеристики строения зелёной крыши [6].

Процесс внедрения зелёных кровель также зависит и от экономического фактора. Наименее затратным вариантом таких кровель являются совмещенные покрытия. Совмещённые покрытия представляют собой такой вид кровли, который составляет одну общую часть кровли и чердачного помещения. Востребованность использования таких кровель заключается в их низкой стоимости, однако следует учесть, что несмотря на данный фактор, совмещенные покрытия обладают и рядом существенных недостатков:

- во время уборки насаждений кровля испытывает механические и химические деформации, что может привести к разрушению защитных слоев и протечки воды;
- осложнён процесс проведения ремонтных работ, так как все слои совмещены и отсутствует возможность отдельного снятия одного из них;
- использование органических удобрений и химической защиты растений способствует их распространению по воздуху во внутреннее помещение здания;
- необходимо построение специального помещения для хранения садового инвентаря.

Несмотря на то, что зелёные кровли имеют достаточно сложное строение и множество требований по уходу за содержанием растений, они получили широкое распространение (рис. 6). Стоит обратить внимание, что, в отличие от зелёных кровель, в практике намного реже встречаются зелёные фасады. Для многих жителей зелёный фасад является просто стеной, заросшей вьющимися растениями, но важно понимание того, что они представляют собой «живой фасад», содержащий в себе не только корма для роста растений, но также и систему для их автоматического полива (рис. 7). Зелёный фасад классического типа состоит в основном из

вьющихся растений, способных образовывать лианы длиной в несколько метров из одного ствола. Кроме того, он имеет низкие финансовые расходы и не требует какой-либо подструктуры.

<p>Сады на крыше</p>  <p>Крыши зданий, на которых, кроме газона расположены небольшие сады с тропинками, деревьями и кустарниками</p>	<p>Экстенсивное озеленение</p>  <p>Высадка неприхотливых растений, при этом толщина грунта составляет около 15 см, а дополнительно усиление кровли не устанавливается</p>
<p>Плоское озеленение</p>  <p>Предусматривается на плоских крышах, при этом озеленение может быть любого вида</p>	<p>Озелененные крыши</p>  <p>Крыши зданий, на которых обустроено лишь газонное покрытие, допущенные к эксплуатации</p>
<p>Интенсивное озеленение</p>  <p>Вид сада, который обустроивается дорожками, местами для отдыха, беседками, фонтанами и небольшими водоёмами</p>	<p>Скатное озеленение</p>  <p>Предусматривается на скатных крышах, обычно газонное</p>

Рисунок 6. Виды оформления кровель с помощью растений [7].

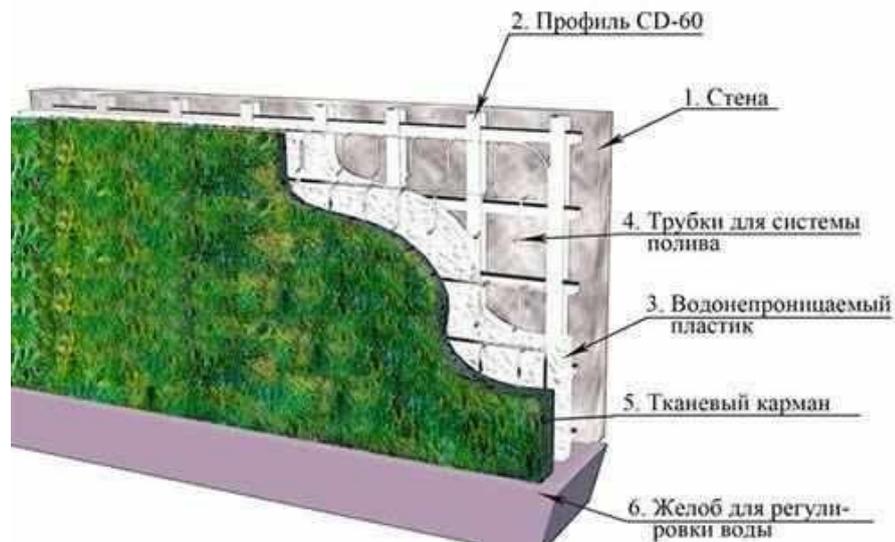


Рисунок 7. Устройство зелёного фасада [8].

Здания, взаимодействующие с природными элементами, являются включениями в учебные процессы и школьную архитектуру, что в совокупности на сегодняшний день предполагает актуальное направление в строительстве. Это направление на примере школ реализуется зелёными технологиями, которые создают устойчивую среду школьных зданий и комплексов, сохраняющих и положительно влияющих на природную среду. Также стоит обратить отдельное внимание на проектирование и строительство школ, в которых были учтены многие особенности зелёного ландшафта и растительности, присущие определённой территории (рис. 8). Для детальности, рассмотрим более подробно один из наглядных примеров создания зелёной начальной школы и её эксплуатации в Париже (рис. 9). Это здание строилось в одном из парижских районов под названием Булонь-Бийанкур. Данный проект был разработан в связи с инновационной программой, и опираясь на проектирование пространства, он отлично себя реализовал. Внутренняя и наружная структура здания представляет собой живую среду, а его крыша является висячим садом. Важно отметить, что здание состоит из трехуровневой растительной системы: прерий мезофильных растений, кустарников и лесного острова.



Рисунок 8. Примеры школ мира с зелёным фасадом и кровлями [9].

Кроме уникальной живой крыши, школа также удивляет и наличием живого фасада. Состоит она из бетонных блоков, представляющих собой одну видимую гладкую, отражающую свет сторону, и незаметную на первый взгляд ребристую сторону, собирающую всю дождевую воду и

содержащую растительность. На сегодняшнее время учебное заведение представляет собой достопримечательность с внутрирастительной средой, защита которой была организована людьми. Здесь дети начальных классов в полной мере смогли почувствовать связь и единение с природой во время учебного процесса, а местные жители - проникнуться инновационными решениями.



Рисунок 9. Начальная школа, Франция, Париж [10].

Главным фактором развития зелёных технологий школ, как правило, является поддержка государства, и эта поддержка важна как на местном уровне, так и на федеральном (рис. 10). Любая страна, включая нашу, упирается в сложность распространения зелёных технологий при строительстве школ. Существует много тому причин, но главная из них – это отсутствие опыта работы с проектами данного рода.

Таким образом, внедрение зелёных технологий при строительстве зданий школьных заведений, в частности зелёных кровель и фасадов, служит не только для создания внешнего вида, но также является и частью учебной программы экологически развитых школ, которые фокусируются на изучении и сохранении природы и экологической устойчивости.

Финансы
Государственные субсидии и гранты
Косвенные финансы
Снижение налога
Строительные требования
Закрепление создания зелёных кровель и фасадов в обязательном порядке
Просвещение
Осведомление жителей о научных исследованиях, образовательных программах и публикаций СМИ

Рисунок 10. Инструменты, используемые для внедрения зелёного строительства школ при государственной поддержке [11].

### Литература

1. Сочалин О. В. Топ 10 зданий с вертикальным озеленением, Architime.ru, 2022. URL: [architime.ru/specarch/top\\_10\\_green\\_houses/green\\_houses.htm](http://architime.ru/specarch/top_10_green_houses/green_houses.htm).
2. Шеина С. Г., Зильберова И. Ю., Гиря Л. В. и др. Устойчивое развитие городских территорий. Технологии информационного моделирования в строительстве. Энергосбережение: моногр. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2020. – 151 с. ISBN 978-5-7890-1725-8.
3. Girya L.V., Sheina S.G., Fedyaeva 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.
4. Крылова А.И., Богомолова А.К., Немова Д.В. Энергетическая эффективность здания с применением технологии «зеленая кровля». Строительство уникальных зданий и сооружений, 2016, №10, с. 21–22.
5. «Зелёные крыши: виды и особенности установки». Фото. URL: [dominant-wood.com.ua/ru/stati/537-zelyonye-kryshi-vidy-i-osobennosti-](http://dominant-wood.com.ua/ru/stati/537-zelyonye-kryshi-vidy-i-osobennosti-)

ustanovki.

6. Александрова Я.О., Шеина С.Г. «Лучшие практики строительства энергоэффективных зданий общеобразовательных учреждений» Инженерный вестник Дона. 2021, № 8. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2021/7159](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2021/7159).
7. Смолина С.И., Киселева О.В. Мировой опыт формирования школьных зданий на основе энергосберегающих технологий, Творчество и современность, 2018, №2(6) с. 43-52.
8. «Вертикальные зеленые фасады». Фото. URL: [russad.ru/include/image/stati/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B8%CC%86%20%D0%B4%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B8%CC%86%D0%BD%20%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%84%D0%B0%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%B0.jpg](http://russad.ru/include/image/stati/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B8%CC%86%20%D0%B4%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B8%CC%86%D0%BD%20%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%84%D0%B0%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%B0.jpg).
9. Топ 10 самых зеленых школ в мире, [ecobureau.ru](http://ecobureau.ru). URL: [ecobureau.ru/greenschoolsintheworld](http://ecobureau.ru/greenschoolsintheworld).
10. 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.
11. Загускин Н. Н. «Зеленое» строительство — основное направление трансформационных изменений инвестиционно-строительной сферы, Общество с ограниченной ответственностью «РОСТ», 2019. № 4 (48). p.314-319. URL: [cyberleninka.ru/article/n/zelenoe-stroitelstvo-osnovnoe-napravlenie-transformatsionnyh-izmeneniy-investitsionno-stroitelnoy-sfery](http://cyberleninka.ru/article/n/zelenoe-stroitelstvo-osnovnoe-napravlenie-transformatsionnyh-izmeneniy-investitsionno-stroitelnoy-sfery).

### References

1. Sochalin O. V. Top 10 zdaniy s vertikal`ny`m ozeleneniem, [Top 10 buildings with vertical landscaping]. 2022. URL:

- 
- architime.ru/specarch/top\_10\_green\_houses/green\_houses.htm.
2. Sheina S. G., Zilberova I. U., Girya L. V. i dr. Ustojchivoe razvitie gorodskix territorij. Texnologii informacionnogo modelirovaniya v stroitel`stve. E`nergoberezhenie: monographia. [Sustainable development of urban areas. Information modeling technologies in construction. Energy saving]. Rostov-na-Donu: DGTU, 2020. 151 p.
  3. Girya L.V., Sheina S.G., Fedyaeva P.V. 2015. V. 10. № 8. pp. 19263-19276.
  4. Krylova A.I., Bogomolova A.K., Nemova D.V. 2016, №10, p. 21–22.
  5. «Zelyony`e kry`shi: vidy` i osobennosti ustanovki» [Green roofs: types and features of installation]. URL: [dominant-wood.com.ua/ru/stati/537-zelyonye-kryshi-vidy-i-osobennosti-ustanovki](http://dominant-wood.com.ua/ru/stati/537-zelyonye-kryshi-vidy-i-osobennosti-ustanovki).
  6. Aleksandrova Ya.O., Sheina S.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, № 8.  
URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2021/7159](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2021/7159).
  7. Smolina S.I., Kiseleva O.V., 2018, №2 (6) p. 43-52.
  8. «Vertikal`ny`e zeleny`e fasady`» [Vertical green facades].  
Foto URL:  
[russad.ru/include/image/stati/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B8%CC%86%20%D0%B4%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B8%CC%86%D0%BD%20%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%84%D0%B0%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%B0](http://russad.ru/include/image/stati/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B8%CC%86%20%D0%B4%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B8%CC%86%D0%BD%20%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%84%D0%B0%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%B0).
  9. Top 10 samy`x zeleny`x shkol v mire [Top 10 greenest schools in the world]. URL: [ecobureau.ru/greenschoolsintheworld](http://ecobureau.ru/greenschoolsintheworld).
  10. 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.



11. Zaguskin N. N., 2019 № 4 (48) p.314-319. URL:  
cyberleninka.ru/article/n/zelenoe-stroitelstvo-osnovnoe-napravlenie-  
transformatsionnyh-izmeneniy-investitsionnostroitelnoy-sfery.