

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА НА ПРИМЕРЕ ПРЕИМУЩЕСТВ ОЗЕЛЕНЯЕМЫХ КРЫШ

С. В. Корниенко, Т. О. Цитман, П. В. Синькевич

Корниенко Сергей Валерьевич, доктор технических наук, доцент кафедры «Архитектура зданий и сооружений», Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация, тел.: + 7 (988) 491-24- 59; e-mail: skorn73@mail.ru;

Цитман Татьяна Оретосовна, член Союза архитекторов России, декан архитектурного университета, доцент кафедры архитектуры и градостроительства, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (917) 090-37-00; e-mail: taortsi@gmail.com;

Синькевич Полина Валерьевна, старший преподаватель кафедры «Архитектура зданий и сооружений», Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация, тел.: + 7 (927) 554-26-16; e-mail: polina_anikin@mail.ru

Рассмотрены типологические, архитектурно-конструктивные и климатические особенности озеленяемых крыш, раскрыты их преимущества и недостатки. Проведенные исследования показали новые возможности урбо-экологического подхода к проектированию зеленых крыш.

Ключевые слова: зеленая архитектура, озелененная крыша, экологическая безопасность, энергосбережение, энергоэффективность.

ECOLOGICAL ARCHITECTURE ON THE EXAMPLE OF THE ADVANTAGES OF GREEN ROOFS

S. V. Korniyenko, T. O. Tsitman, P. V. Sinkevich

Korniyenko Sergey Valeryevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Architecture and Structures, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: + 7 (988) 491-24-59; e-mail: skorn73@mail.ru;

Tsitman Tatyana Oretosovna, Member of the Union of Architects of Russia, Dean of the Architectural University, Associate Professor of the Department of Architecture and Urban Planning, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (917) 090-37-00; e-mail: taortsi@gmail.com;

Sinkevich Polina Valeryevna, Senior Lecturer of the Department of Architecture of Buildings and Structures, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: + 7 (927) 554-26-16; e-mail: polina_anikin@mail.ru

Typological, architectural, structural and climatic features of greened roofs are considered, their advantages and disadvantages are revealed. The conducted research has shown new possibilities of urban-ecological approach to the design of green roofs.

Keywords: green architecture, green roof, environmental safety, energy saving, energy efficiency.

Статья посвящена решению задач повышения энергоэффективности, безопасности и экологичности устройства «зеленой кровли» на покрытиях зданий и сооружений современных мегаполисов.

Проблемы экологии имеют огромное значение во всех сферах жизни человека, архитектура не исключение. В современном мире появляются новые термины и понятия, в архитектуре которые раскрывают направление экологии по-новому. Повышение экологической безопасности — актуальная проблема современных мегаполисов [1]. Урбоэкология рассматривает процесс урбанизации как повышение качества городских биогеоценозов. Зеленая архитектура — мегатренд современного общества. Озеленение фасадов и крыш снижает негативные воздействия зданий на окружающую среду, повышает энергосбережение кварталов, способствует созданию комфортной обстановки в помещениях [2—5].

Представлены сравнение типологических особенностей «зеленых крыш». Показана целесообразность применения технологии «зеленой

кровли» в городах для сохранения климата города и здоровья горожан.

Для принятия решений по преимуществу зеленой кровли, были проведены исследования и сравнительный анализ исторического развития зеленых крыш. Искусство выращивания садов на горизонтальных поверхностях зданий – террасах и крышах – насчитывает не одно тысячелетие. В Античном мире, в Древней Греции и Древнем Риме существовал обычай украшать террасы растениями в цветочных горшках. При раскопках Помпеи и Геркуланума, погребенных под слоем пепла после извержения Везувия, были обнаружены остатки сада на крыше аркады, окружавшей с трех сторон виллу Мистериа в Геркулануме.

Одним из ярких примеров садов древности являются Сады Вавилона или Сады Семирамиды – террасные сады, которые были воздвигнуты около 600 лет до н. э. К сожалению, они не сохранились до наших дней, но по праву считаются одним из Чудес Света (рис. 1).



Рис. 1. Сады Семирамиды. Вавилон

Первые упоминания об устройстве цветников и садов на крышах в России относятся к XVII веку. В кремле Ростова Великого был устроен висячий сад Митрополитом Ионой. Сад располагался на втором этаже между корпусами дворца и поддерживался сводами. Задача архитектора – максимально приблизить сад к жилищу. Опорными конструкциями висячего сада являлись массивные своды и перекрытия, которые были покрыты водонепроницаемыми свинцовыми плитами. Подобные сады устраивались в боярских усадьбах и объектах высшего духовенства; за красоту и оригинальность они назывались «красными».

Более известны сады Афанасия Ордын-Нащекина и В. В. Голицына в Москве. В конце XIX века в России садами в основном украшали крыши зданий доходных и купеческих домов. Одним из первых был доходный дом Зайцевой на Фурштадской улице в Санкт-Петербурге, построенный в 1877 г. (рис. 2).



Рис. 2. Дом Зайцевой на Фурштадской улице в Санкт-Петербурге. 1877 г.

История развития озелененных крыш наглядно показала возможность успешного решения современных урбоэкологических задач на основе принципов зеленого строительства.

Зеленые стандарты

Существует три основных задачи зеленого строительства: повышение комфортности зданий, энергосбережение и повышение энергоэффективности зданий, снижение негативного влияния зданий на окружающую среду [6].

Для сертификации зеленых зданий были разработаны различные рейтинговые системы [7–9].

LEED (The Leadership in Energy & Environmental Design) – наиболее известная рейтинговая система для энергоэффективных, экологически чистых и устойчивых зданий. Система

LEED была разработана в США как стандарт изменения проектов для осуществления перехода строительной индустрии к проектированию, строительству и эксплуатации зеленых зданий.

BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) – международный зеленый стандарт оценки эффективности зданий, разработанный в Англии. Объектом сертификации может быть проектируемое, реконструируемое и эксплуатируемое здание различного функционального назначения, а также часть здания.

РУСО – российский зеленый стандарт в строительстве. Создан в соответствии с международными принципами обеспечения устойчивости среды обитания.

С 1 июня 2020 года в России вступил в силу Национальный стандарт ГОСТ Р 58875–2020 «Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования». В стандарте определены основные положения и общие требования в области строительства озеленяемых и эксплуатируемых крыш зданий и сооружений, представлена типология зеленых крыш, указаны технические и экологические требования при их проектировании, строительстве и эксплуатации [9].

Однако отсутствие нормативных требований и методик теплотехнического проектирования зеленых крыш затрудняет работу проектировщика-теплотехника и замедляет внедрение новых конструктивных решений в практику строительства биопозитивных зданий [11].

Типологические особенности озеленяемых крыш

Различают экстенсивное и интенсивное озеленение крыш (табл. 1).

Наиболее простым решением является экстенсивное озеленение крыш. В этом случае применяют растения с небольшой корневой системой, например, седум, мох, газонную траву. Эти растения устойчивы к перепадам температур и дефициту влаги. Крыши с экстенсивным озеленением не требуют систематического обслуживания и полива растений. Экстенсивное озеленение используют как для скатных, так и плоских крыш. Для предупреждения сползания субстрата в скатных крышах используют георешетку с небольшими ячейками. Толщина слоя грунта небольшая, поэтому дополнительная нагрузка на основание крыши увеличивается незначительно. Крыши с экстенсивным озеленением имеют относительно невысокую стоимость строительно-монтажных работ и эксплуатационных расходов.







Более сложным решением является интенсивное озеленение крыш. При таком типе озеленения на крыше возможно размещение лужаек, массивных кустарников и деревьев, многолетних растений, являющихся активными элементами формирования городского ландшафта. Более раз-

витая корневая система растений требует регулярного ухода и полива растений. Вследствие увеличения толщины субстрата возрастает дополнительная нагрузка на основание крыши, что усложняет конструкцию. Интенсивное озеленение

используют только для плоских и малоуклонных скатных крыш. На поверхности плоской крыши можно создать зону релаксации, а также огород, сад, оранжерею. Стоимость крыш с интенсивным озеленением выше, чем экстенсивно озелененных.

Таблица 1

Типы озеленения крыш

Факторы	Экстенсивное озеленение	Интенсивное озеленение
Обслуживание	Редко	Требуется постоянный уход за растениями
Полив	Нет	Регулярно (с учетом погодных условий)
Растительный слой	 <p>Седум</p>  <p>Мох</p>  <p>Газонная трава</p>	 <p>Лукайки</p>  <p>Кустарники и деревья</p>  <p>Многолетние растения</p>
Толщина слоя грунта	60–200 мм	400–1000 мм
Дополнительная нагрузка	60–150 кг/м ²	180–500 кг/м ²
Относительная стоимость	Низкая	Высокая

Архитектурно-конструктивные особенности озеленяемых крыш

Архитектурно-конструктивные особенности озеленяемых крыш вытекают из их типологических особенностей [12]. Зеленая крыша – многослойная ограждающая конструкция, каждый слой которой выполняет определенную функцию (табл. 2).

Как показало исследование, главным аргументом в пользу устройства зеленых крыш является

их высокая функциональность по сравнению с традиционными типами крыш.

Расположение слоев в составе конструкции, указанных в таблице 2, зависит от типа озеленения крыши (рис. 3–5).

Наиболее сложными элементами теплозащитной оболочки зданий являются узлы сопряжения зеленых крыш, поэтому вопросам их проектирования следует уделять особое внимание (рис. 6).

Назначение слоев озеленяемой крыши

Теплоизоляция	Гидроизоляция	Дренаж
Применяют теплоизоляционные плиты из пеностекла, экструдированного пенополистирола, базальтовой ваты. Материал теплоизоляционного слоя должен обеспечивать минимальные теплотери, был негигроскопичным, а также выдерживать давление корней растений	Применяют специальную гидроизоляционную мембрану на битумном или синтетическом основании. Она необходима как для защиты конструкции от воздействия влаги, так и для создания благоприятных условий для жизнедеятельности растений. Вместе с гидроизоляционной мембраной может использоваться противокорневая пленка, усиливающая защиту от механического воздействия корней растений, а также алюминиевая или медная фольга, обеспечивающая дополнительную защиту несущих конструкций от сырости и лучистого теплообмена	Применяют прочные рулонные материалы из перфорированного полиэтилена или полистирола повышенного давления. Дренажный слой сохраняет для растений необходимый уровень влажности
Фильтрация	Почвенный субстрат	Растительный слой
Используют геотекстиль или специальный термосклепанный материал. Его главная задача – не допускать, чтобы дренажный слой засорялся кусочками почвы, а также препятствовать вымыванию из нее питательных веществ, необходимых растительности для здорового роста и развития	Почвенный субстрат – это основа жизнедеятельности растительного слоя. Современные технологии позволяют создавать субстраты, насыщенные питательными веществами и способные поддерживать функционирование зеленой кровли на протяжении многих лет	Растительный слой непосредственно представлен растениями, цветами, кустарниками и даже деревьями. Основное требование, предъявляемое к растительному слою – климатоустойчивость. В последнее время популярными становятся даже настоящие огороды, размещенные на крышах

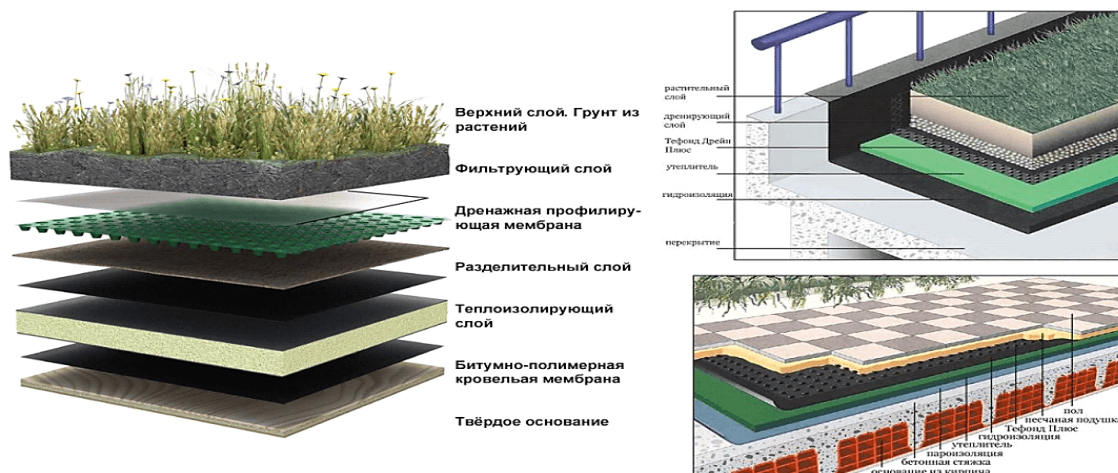


Рис. 3. Схемы архитектурно-конструктивных решений озеленяемых крыш

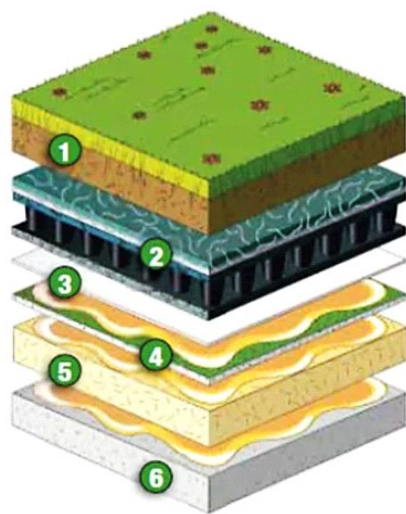


Рис. 4. Экстенсивное озеленение крыши:
1 – растительный слой; 2 – дренажная профилированная мембрана; 3 – полностью проклеиваемая мембрана ТПО, ЭПДМ, ПВХ; 4 – основание под гидроизоляцию; 5 – утеплитель; 6 – основание

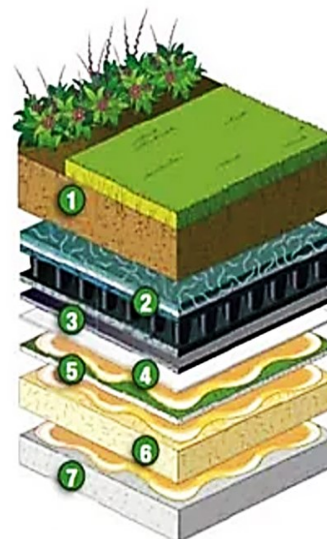
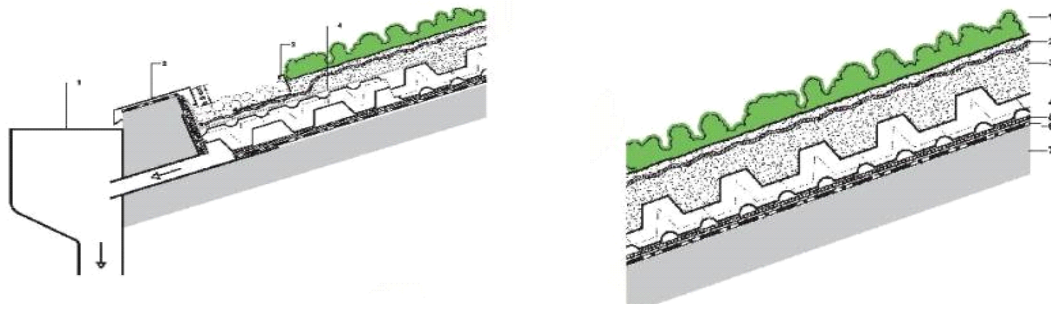


Рис. 5. Интенсивное озеленение крыши:
1 – растительный слой; 2 – дренажная профилированная мембрана; 3 – противокорневая защита; 4 – полностью проклеиваемая мембрана ТПО, ЭПДМ, ПВХ; 5 – основание под гидроизоляцию; 6 – утеплитель; 7 – основание



а
Рис. 6. Карнизный узел (а) и плоский элемент озеленяемой крыши (б)

Учет климатических особенностей является одним из основных аспектов при проектировании озеленяемых крыш. Выбор конструктивного решения зеленых крыш осуществляется в зависимости от климатических условий пункта. Зеленые и эксплуатируемые крыши защищают помещения верхних этажей зданий от воздействия экстремальных температур, обеспечивая пассивное регулирование микроклимата в помещениях. За счет высоких теплоизоляционных свойств они способствуют сохранению теплоты внутри помещений в холодный период, а в жаркие дни препятствуют сильному нагреванию воздуха в них. Это позволяет уменьшить затраты тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий в зимний период, а также сократить потребление электрической энергии на кондиционирование помещений в летний период.

Преобладающие температуры, а также колебания температур в каждом конкретном регионе определяют ассортимент растений, которые могут быть применены для озеленения крыш.

В пунктах, где преобладают высокие температуры наружного воздуха (в сочетании с низкой

влажностью воздуха), следует применять засухоустойчивые виды растений. В пунктах с преобладанием низких температур наружного воздуха целесообразно использовать морозоустойчивые виды растений. Снежный покров обеспечивает дополнительный теплоизоляционный эффект зеленых крыш.

Большое влияние на ассортимент растений оказывает интенсивность и периодичность солнечного излучения. В пунктах, где большую часть года солнце закрыто облаками, рекомендуется применять растения, менее зависимые от солнечного света. В пунктах с преобладанием ясной погоды необходимо использовать растения, стойкие к длительному воздействию солнечного излучения либо применять для озеленения участки крыш, имеющих солнцезащиту, например, с помощью близлежащих зданий и сооружений.

Преимущества и недостатки зеленых крыш неоспоримы. На основе анализа и обобщения архитектурно-конструктивных и типологических особенностей озеленяемых крыш выявлены их преимущества и недостатки (рис. 7).

Инженерные и экономические преимущества

- повышение эксплуатационного срока конструкции;
- обеспечение естественной защиты от резких перепадов температур;
- теплосбережение;
- водосбережение;
- звукоизоляция;
- получение дополнительной зоны отдыха;
- во время пожара исключает вероятность быстрого распространения пламени по кровельной поверхности;
- появляется возможность размещать разные типы коммуникаций (водоснабжения, электричества, вентиляции, автополив) во время монтажа и после него;
- отличается простотой проведения монтажных работ;
- создает локальную доступность к гидроизоляции;
- предупреждает сползание слоя грунта;
- создает противокорневую воздушную прослойку для защиты гидроизоляции от проникновения корней.

Экологические преимущества

- дополнительный источник кислорода;
- нейтрализация вредных газов и пыли в окружающей среде посредством их абсорбции;
- регулировка уровня влажности воздуха;
- позволяет создать естественную зеленую зону;
- накапливает дождевую воду;
- дает возможность получения новых жизненных пространств для флоры и фауны

Недостатки

- большой вес опорного каркаса;
- стоимость конструктивных элементов;
- сложность обнаружения протечек;
- трудоемкость ремонта в водоизоляционном слое;
- высокая стоимость интенсивного озеленения крыш;
- в ряде случаев трудно обеспечить гипсоаллергенность растительного слоя;
- сложность технического обслуживания интенсивно озелененных крыш;
- отсутствие систематических наблюдений за эксплуатационными параметрами зеленых крыш в различных климатических условиях.

Рис. 7. Преимущества и недостатки зеленых крыш (схема)

Проведенные исследования позволяют раскрыть новые возможности урбоэкологического подхода к проектированию озеленяемых крыш. Экологический подход в проектировании зеленых крыш делают жизнь в мегаполисах более комфортной и безопасной. Они помогают бороться с затоплениями, участвуют в регулировании микроклимата, снижают затраты на коммунальные услуги. Анализ потребительских качеств

зеленых крыш позволяет обоснованно подойти к их проектированию. С помощью зеленых крыш можно создать миниобщественные пространства для отдыха и занятий спортом [12]. Повышаются теплозащитные и звукоизоляционные свойства крыш. Озеленение и благоустройство крыш расширяют функциональные возможности как вновь строящихся, так и реконструированных зданий, и сооружений.

Список литературы

1. Табунщиков Ю.А. Умные безуглеродные города и здания с нулевым энергопотреблением // АВОК. 2016. № 8. С. 4–8.
2. Антюфеев А.В., Корниенко С.В. Инновационный энергоэффективный квартал «Волжские дворики»: к 30-летию юбилею РААСН // Academia. Архитектура и строительство. 2022. № 4. С. 115–122.
3. Бродач М.М., Шилкин Н.В. Глобальные цели устойчивого развития и экологические требования к объектам недвижимости // Энергосбережение. 2022. № 6. С. 4–8.
4. Borodinecs A., Prozumens A., Zajacs A., Zemitis J. Retrofitting of fire stations in cold climate regions // Magazine of Civil Engineering. 2019. No 90(6). Pp. 85–92.
5. Baranova D., Sovetnikov D., Borodinecs A. The extensive analysis of building energy performance across the Baltic Sea region // Science and Technology for the Built Environment. 2018. 24(9). Pp. 982–993.
6. Корниенко С.В. Зеленое строительство — комплексное решение задач энергоэффективности, экологии и экономики // Энергосбережение. 2017. № 3. С. 22–27.
7. Теличенко В.И., Слесарев М.Ю. «Зеленая» стандартизация будущего — фактор экологической безопасности среды жизнедеятельности // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 8. С. 90–97.
8. Шилкин Н.В. Сертификация футбольного стадиона «Казань Арена» по стандартам зеленого строительства. Обязательные требования. Часть 1 // АВОК. 2017. № 5. С. 70–74.
9. ГОСТ Р 58875-2020 «Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования»
10. Шилкин Н.В. Сертификация футбольного стадиона «Казань Арена» по стандартам зеленого строительства. Обязательные требования. Часть 2 // АВОК. 2017. № 7. С. 44–48.
11. Корниенко С.В. Теплозащита зеленых крыш: ГОСТ введен — проблемы остаются // Энергосбережение. 2020. № 6. С. 52–57.
12. Лукинов, В.А., Дьяков И.Г. Рейтинговая оценка энергосберегающих проектов с использованием технологий "зеленого строительства" // Недвижимость: экономика, управление. – 2015. – № 2. – С. 26–29.
13. Теодоронский, В. С. Озеленение населённых мест. Градостроительные основы. М.: Академия, 2010. — 256 с.
14. Korniyenko S.V. Advantages, limitations and current trends in green roofs development. A review // AlfaBuild. 2021. No 5 (20). Pp. 2002.
15. Цитман Т.О., Прошунина К.А. Концепция формирования модели архитектурно-экологического пространства // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. № 4(30). С. 59–66.

© С. В. Корниенко, Т. О. Цитман, П. В. Синькевич

Ссылка для цитирования:

Корниенко С. В., Цитман Т. О., Синькевич П. В. Экологическая архитектура на примере преимуществ озеленяемых крыш // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2023. № 3 (45). С. 48–54.

УДК 72

DOI 10.52684/2312-3702-2023-45-3-54-61

РЕВИТАЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ СРЕДЫ

В. В. Безроднова

Безроднова Виктория Владимировна, член Союза архитекторов Российской Федерации, доцент кафедры архитектуры и градостроительства, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: bezrodnovavv86@mail.ru

В статье выявлена проблема деиндустриализации объектов промышленных предприятий в России и пути решения этой проблемы, с помощью такого метода как ревитализация, а также рассматривается формирование промышленных территорий в структуре города и необходимости их оживления в современных условиях на основе комплексного подхода. Приведены его цели и основные задачи по активизации деятельности. Научная новизна состоит в про-