

ЗЕЛЕННЫЕ КРЫШИ КАК ПРИРОДОПОДОБНЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА И ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

М. А. Корытина¹, А. А. Саянов²

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

² Гильдия ландшафтных инженеров (ЛАИН), Москва, Россия

e-mail: miss.korytina@yandex.ru

GREEN ROOFS AS NATURAL-LIKE PLANT COMMUNITIES AND THEIR FUNCTIONING IN URBAN CONDITIONS

М. А. Korytina, A. A. Sayanov

Аннотация. В статье рассматривается концепция зеленых крыш как искусственных растительных сообществ, которые могут быть созданы на крышах зданий в городской среде. Авторы статьи исследуют особенности функционирования зеленых крыш в условиях Москвы, их влияние на экологическую обстановку города и возможности использования зеленых крыш как местообитания насекомых.

Ключевые слова: «Зеленые» крыши, водно-зеленая инфраструктура города, природоподобные сообщества

Abstract. The article presents the concept of green roofs as artificial plant communities that can be created on the roofs of buildings in an urban environment. The authors of the article examine the features of green roof development in Moscow, their impact on the ecological situation of the city and the possibilities of using green roofs as a habitat for insects.

Keywords: Green roofs, urban water-green infrastructure, nature-like communities

В современном мире, где города становятся густонаселенными и урбанизированными, вопросы экологии и устойчивого развития приобретают особую актуальность. Одним из способов решения этих проблем является внедрение природоподобных технологий в городскую среду. Одной из таких технологий являются «зеленые» крыши — искусственные растительные сообщества, которые могут быть созданы на крышах зданий.

Зеленые крыши представляют собой экосистему, которая включает в себя различные виды растений, а также специализирован-

ный субстрат и дренажно–накопительные элементы, необходимые для поддержания жизни растений (рис. 1).

Несмотря на то, что вопросам экономических преимуществ «зеленых» крыш посвящено немало исследований (Lerczyk et al., 2017), все еще существует недостаток знаний о том, как «зеленые» крыши могут способствовать сохранению биоразнообразия в городской среде (Williams, Lundholm, MacIvor, 2014).

В ходе изучения «зеленых» крыш были обнаружены многочисленные виды проживающих там животных (Lerczyk et al., 2017). Одна-



Рис. 1. Устройство природной «зеленой» кровли

ко лишь некоторые исследования рассматривали, как сложность ландшафта и связь «зеленых» крыш с другими городскими зелеными зонами влияют на формирование видового разнообразия.

Размер, высота и конструкция (например, субстрат, посадка, орошение и обслуживание) влияют на типы и количество видов, посещающих «зеленые» крыши, поэтому стоит уделить особое внимание изучению «зеленых» крыш как природоподобных сообществ.

«Зеленые» кровли можно подразделить на несколько типов: экстенсивная кровля, полуинтенсивная (природная) и интенсивная кровля (ГОСТ Р 58875–2020). Одним из наиболее устойчивых вариантов озеленения кровель является применение системы природной «зеленой» крыши с использованием нативных видов растений. Таким образом, можно воссоздать природный экотоп на крыше здания и разместить там местные виды насекомых и птиц. Однако стоит учитывать особенности создания таких зон и трудности в их обслуживании.

Так, исследования показали, что для высокоомобильных насекомых, таких как пчелы, увеличение количества «зеленых» крыш в определенном районе повышает связанность этих пространств как общей городской среды обитания (Lepczyk et al., 2017). Однако для видов, способных добраться до крыши здания, спуск может быть затруднительным. Более того, на крышах высоких зданий зеленые насаждения сильнее подвержены воздействию ветра и солнечной радиации, что еще больше снижает их ценность как среды обитания.

Например, было установлено, что летучие мыши используют «зеленые» крыши в Лондоне в качестве места добычи пищи, отдавая предпочтение невысоким зданиям с разнообразными насаждениями (Lepczyk et al., 2017).

Таким образом, небольшие и изолированные от земли зеленые крыши могут привести к появлению городских зеленых зон без биоразнообразия или даже стать экологическими ловушками. Поэтому стоит учитывать высотность здания при проектировании природной «зеленой» кровли.

В 2022 г. было инициировано исследование функционирования природной кровли в рамках создания открытой лаборатории на крыше офисного здания в Москве. Природная «зеленая» кровля расположена на уровне третьего этажа, что не препятствует миграции насекомых, кроме того, стена здания с одной стороны и посадки деревьев с другой создают дополнительную защиту от сильных ветров.

Исследование проводилось на двух объектах (рис. 2):

1. Макет Открытой лаборатории OL2–OL3. Конструкции собраны из оцинкованных боксов, с уложенными материалами для создания природной «зеленой» кровли и специализированным субстратом. В макет установлены датчики влажности и температуры почвы. В рамках данной лаборатории ведется мониторинг климатических условиях с помощью стационарной метеостанции, а также снимаются показания эмиссии CO₂ и оцениваются водно-физические свойства субстрата. Макеты отличаются между собой по составу растительности: OL2 — с природным сообществом, OL3 — с очитковым сообществом.

2. Участок природной «зеленой» кровли (12 м²) в рамках озеленения всей крыши здания.

Так, при создании кровли в качестве нативных видов для посадки были выбраны: ежа сборная (*Dactylis glomerata*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), вейник (*Calamagrostis*), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla*), кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.).

В качестве субстратов использованы 2 смеси на основе кокосового волокна и пеностекла в разных пропорциях с добавлением песка и органо-минеральной смеси на основе осадка сточных вод.

Так, по наблюдению за растительным покровом за период 2022–2024 г. на примере OL2 можно отследить следующие тенденции:

1. Ромашка аптечная стала доминирующим видом в макете «зеленой» кровли, вытеснив остальные виды.



Рис. 2. Состояние растительности в макете OL2 и OL3

2. Выявлено преимущество природного сообщества для озеленения кровли для северных регионов. После сильных зимних заморозков отитки в конструкции OL3 погибли, тогда как природное сообщество успешно восстановилось.

3. По данным температурных датчиков было установлено, что в конструкциях с нативной растительностью при мощности субстрата 15 см безморозный период больше на 46 дней, чем по данным метеостанции ВДНХ для Москвы за 2023 г. (для OL2 — 202 дня за 2023 г., ВДНХ — 156 дней) (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ МАКЕТОВ OL2 И OL3

	minT, °C	maxT, °C	7 января 2023, °C	6 августа 2023, °C	Амплитуда T (годовая), °C	Период вегетации, дни
OL2	−22,7	+33,7	−22,4	+33,7	56,4	202
OL3	−22,7	+32,9	−22,5	+32,3	55,6	205
Приповерхностный слой	−25,1	+51,5	−25,1	+37,2	76,6	155
Метеостанция ВДНХ	−23,4	+31,1	−23,4	+31,1	54,5	156

За двухлетний период наблюдения за состоянием природной «зеленой» кровли также были отмечены следующие явления:

1. На участке размером 12 м² были обнаружены занесенные виды: донник белый (*Melilotus albus*), кипрей узколистый (*Epilobium angustifolium*), пижма обыкновенная (*Tanacetum officinale*).

2. Разнообразие видов привлекает насекомых: были замечены жук майский, шмели и другие виды.



Рис. 3. Мониторинг общего состояния «природной» кровли

3. Такое растительное сообщество легче переносит засушливые периоды без полива, а также раньше, чем очитковое сообщество, начинает развиваться после зимы.

Таким образом, мониторинг состояния «природной зеленой» кровли показал ее преимущества, как природоподобного сообщества по сравнению с экстенсивной кровлей за счет ее способности к самовосстановлению и поддержанию видового разнообразия (рис. 3).

Результаты исследования могут быть использованы при проектировании и строительстве зданий с зелеными крышами в городской среде, что будет способствовать устойчивому развитию городов и улучшению качества жизни людей.

ЛИТЕРАТУРА

ГОСТ Р 58875-2020 «Зеленые» стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования» от 01.06.2020.

Christopher A. Lepczyk, Myla F. J. Aronson, Karl L. Evans, Mark A. Goddard, Susannah B. Lerman, J. Scott MacIvor. Biodiversity in the City: Fundamental Questions for Understanding the Ecology of Urban Green Spaces for Biodiversity Conservation. *BioScience*. Vol. 67. Iss. 9. 10.1093/biosci/bix079. 2017.

Nicholas S. G. Williams, Jeremy Lundholm, J. Scott MacIvor. Can green roofs support biodiversity conservation goals? *Journal of Applied Ecology* 51: 1643–1649. 2014.