



ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ, ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.4.1>

UDC 631.92:712.423

LBC 43.47



FROM WASTELANDS TO GREEN ZONES: ENVIRONMENTAL AND SOCIAL BENEFITS OF CONTINUOUS LANDSCAPING IN URBAN INFRASTRUCTURE

Ekaterina A. Chernova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Olga V. Zorkina

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Svetlana V. Kolmukidi

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Article is devoted to the analysis of the environmental and social benefits of continuous coverage of urban soils with various types of vegetation and protective coatings. The problems of soil degradation in the conditions of the steppe zone on the example of the city of Volgograd are considered. High summer temperatures, their sharp drop during the day, a shortage of natural precipitation create critical conditions for preserving moisture and preventing erosion of urban land. Various methods of land closure are described - from ground cover plants to mulching, the role of rain gardens in the formation of a favorable microclimate and protection of the soil layer from compaction, cracking and loss of moisture and fertility is indicated. Creating solid green areas helps reduce the urban heat island effect and make summer heat more bearable. Particular attention is paid to the technology of creating rain gardens as an innovative method of storm water management and improving soil structure. The projects of flower beds developed by the authors have been proposed, which can be successfully created and, with proper care, please Volgograd residents with their appearance. The article shows that the integrated landscaping of urban areas goes beyond aesthetic improvement and becomes the most important tool for the ecological rehabilitation of urbanized spaces.

Key words: rain gardens, soil closure, groundcover plants, moisture retention, urban ecology, soil erosion, phytomelioration, steppe zone, water balance, urban microclimate.

Citation. Chernova E.A., Zorkina O.V., Kolmukidi S.V. From Wastelands to Green Zones: Environmental and Social Benefits of Continuous Landscaping in Urban Infrastructure. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2025, vol. 15, no. 4, pp. 5-22. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.4.1>

ОТ ПУСТЫРЕЙ К ЗЕЛЕНЫМ ЗОНАМ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СПЛОШНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ В ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Екатерина Андреевна Чернова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Ольга Владимировна Зорькина

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Светлана Валерьевна Колмукиди

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена анализу экологических и социальных преимуществ сплошного покрытия городских почв различными видами растительности и защитных покрытий. Рассмотрены проблемы деградации почв в условиях степной зоны на примере города Волгограда. Высокие летние температуры, их резкий перепад в течение суток, дефицит естественных осадков создают критические условия для сохранения влаги и предотвращения эрозии городских земель. Описываются различные способы закрытия земли – от почвопокровных растений до мульчирования, указана роль дождевых садов в формировании благоприятного микроклимата и защите почвенного слоя от уплотнения, растрескивания и потери влаги и плодородия. Создание сплошных зеленых зон помогает снизить эффект городского теплового острова и сделать летнюю жару более переносимой. Особое внимание уделено технологии создания дождевых садов как инновационному методу управления ливневыми водами и улучшения структуры почвы. Предложены разработанные авторами проекты клумб, которые могут успешно создаваться и при должном уходе радовать своим видом волгоградцев. В статье показано, что комплексное озеленение городских территорий выходит за рамки эстетического благоустройства и становится важнейшим инструментом экологической реабилитации урбанизированных пространств.

Ключевые слова: дождевые сады, закрытие почвы, почвопокровные растения, удержание влаги, городская экология, эрозия почв, фитомелиорация, степная зона, водный баланс, микроклимат города.

Цитирование. Чернова Е. А., Зорькина О. В., Колмукиди С. В. От пустырей к зеленым зонам: экологические и социальные преимущества сплошного озеленения в городской инфраструктуре // Природные системы и ресурсы. – 2025. – Т. 15, № 4. – С. 5–22. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.4.1>

Введение

Урбанизация XXI века поставила перед городским планированием задачи, выходящие далеко за рамки традиционного благоустройства. Города разрастаются, поглощая природные ландшафты, а на месте живых экосистем появляются асфальтовые пустыни, лишённые естественных механизмов саморегуляции [11; 17; 18]. Почва – этот тонкий живой слой, обеспечивающий связь между атмосферой, водой и биологическими процессами, – в городских условиях подвергается невиданному давлению. Уплотнение грунта тяжелой техникой, изоляция непроницаемыми покрытиями, заг-

рязнение химическими реагентами и отсутствие естественного растительного покрова превращают городские почвы в мертвый субстрат, неспособный выполнять свои экологические функции [6; 7]. Результат этой деградации очевиден: летом города превращаются в раскаленные островки тепла, ливневые воды не впитываются в грунт и создают риск подтопления, а пыльные бури во дворах напоминают о наступлении рукотворной пустыни [5; 16; 34].

Особенно остро эта проблема стоит в регионах со сложными климатическими условиями. Волгоград, расположенный в степной зоне юго-востока России, сталкивается со

всеми характерными для городов засушливого климата проблемами. Летние температуры здесь регулярно превышают $+35...+40^{\circ}\text{C}$, а количество осадков в вегетационный период остается критически низким. Естественная степная растительность тысячелетиями эволюционировала, чтобы выживать в этих условиях, однако городская застройка уничтожила природные механизмы адаптации [11; 15; 18; 21; 23; 35]. Открытые участки земли между зданиями, лишённые растительности, быстро теряют структуру: почва растрескивается от пересыхания, образуя глубокие трещины, через которые испаряются последние остатки влаги [25; 28]. Пыль поднимается при малейшем ветре, а во время редких, но сильных ливней вода не впитывается в спекшийся грунт и стекает потоками, унося с собой плодородный слой [10; 12; 16]. Эрозия становится хронической проблемой, превращая городские территории в безжизненные пространства.

Решение этих проблем невозможно без радикального пересмотра подходов к организации городского пространства [2; 9; 23]. Концепция сплошного озеленения и закрытия почвы различными видами покрытий предлагает выход из тупика урбанистической деградации. Речь идет не просто о посадке деревьев и разбивке клумб – это системный подход к созданию непрерывного защитного слоя над почвой, который одновременно выполняет множество экологических функций [5]. Газоны, почвопокровные растения, мульчирующие материалы, декоративный щебень, дождевые сады – каждый из этих элементов становится частью комплексной стратегии восстановления естественных процессов в искусственной среде [10; 20]. Закрытая почва защищена от прямого солнечного излучения, что снижает испарение и предотвращает образование корки на поверхности [25; 34]. Корневые системы растений создают структуру в почвенном слое, улучшают его воздухо- и водопроницаемость, а отмирающая органика питает почвенную биоту и восстанавливает плодородие [8].

Цель проведенного исследования – показать, что озеленение городских территорий – это не декоративная прихоть, а жизненно необходимая экологическая мера, особенно в условиях степной зоны с ее суровым климатом.

В исследовании рассмотрено, как различные способы покрытия земли влияют на сохранение влаги, структуру почвы и общий микроклимат городской среды. Отдельное внимание уделено инновационной технологии дождевых садов – специально спроектированным ландшафтными элементами, способным не только удерживать и очищать ливневые воды, но и создавать оазисы биоразнообразия в каменных джунглях [1; 10; 20; 34]. Предлагаемые методы и примеры оформления территорий помогут увидеть в озеленении не затратную статью бюджета, а долгосрочную инвестицию в здоровье города и его жителей, способную превратить выжженные пустыри в комфортные зеленые зоны.

Почему важно закрывать землю в городе?

Незащищенная городская почва становится эпицентром множества экологических проблем, которые усугубляются с каждым годом и приводят к эффекту снежного кома в деградации грунта [5–7; 9]. Механизмы этого разрушения хорошо изучены почвоведом, но редко осознаются градостроителями в полной мере. Открытый грунт подвергается воздействию целого комплекса негативных факторов: прямое солнечное излучение разрушает почвенные агрегаты и убивает микроорганизмы в верхнем слое, ветровая эрозия выдувает мелкие частицы, а редкие дожди вместо того, чтобы напитать землю влагой, создают поверхностный сток, смывающий плодородный слой [25; 29]. В степной зоне, где Волгоград находится в эпицентре континентального климата, эти процессы протекают с удвоенной интенсивностью [3; 4; 21; 27]. Температура поверхности открытого грунта в июле может достигать $+60...+65^{\circ}\text{C}$, что превращает почву практически в стерильную среду. Органическое вещество, которое должно питать почвенную флору и фауну, минерализуется за считанные недели, не успевая встроиться в гумусовый комплекс [25; 27].

Закрытие почвы растительным покровом или мульчирующими материалами кардинально меняет ситуацию, запуская процессы восстановления вместо деградации [5; 25]. Улучшение качества почвы начинается с защиты

от эрозии и уплотнения – двух главных врагов городских земель [9; 25]. Растительный покров, будь то газон, почвопокровные растения или декоративные злаки, создает физический барьер между почвой и внешними воздействиями. Листья и стебли смягчают силу падающих капель дождя, не позволяя им выбивать частицы почвы и образовывать корку на поверхности. Корневая система растений, проникая в грунт, формирует своеобразный каркас, который препятствует уплотнению почвы и создает поры для циркуляции воздуха и воды. Особенно ценно то, что растения работают как живые насосы: их корни постоянно выделяют органические кислоты и полисахариды, которые склеивают минеральные частицы в устойчивые агрегаты. Такая структура почвы критически важна для ее здоровья – она обеспечивает баланс между водоудерживающей способностью и дренажем, между плотностью и аэрацией.

Накопление органики за счет корневой системы растений представляет собой долгосрочный процесс восстановления плодородия, который в городских условиях часто оказывается единственным способом реабилитации деградировавших земель [12–14; 25; 28]. Каждый год корни многолетних растений частично отмирают и обновляются, оставляя в почве органический материал, который постепенно превращается в гумус. Этот процесс идет медленно, но непрерывно, и через 3–5 лет на месте мертвого субстрата формируется живая почва с активным микробным сообществом. Особенно эффективны в этом отношении бобовые почвопокровные растения – клевер (*Trifolium* spp.), люцерна (*Medicago* spp.), донник (*Melilotus* spp.), – которые не только создают плотный покров, защищающий поверхность, но и фиксируют атмосферный азот в корневых клубеньках, обогащая почву этим важнейшим элементом питания. В условиях Волгограда, где естественное содержание органики в степных почвах невелико, а городская деятельность еще больше обедняет грунт, такое биологическое обогащение становится незаменимым.

Водный баланс городских территорий – пожалуй, самый острый вопрос в степной зоне, где каждый миллиметр осадков на вес золота, а испарение в несколько раз превышает

количество выпадающей влаги [10; 24]. Открытая почва в таких условиях работает как испаритель: влага, попавшая в грунт, быстро поднимается к поверхности под действием капиллярных сил и испаряется в раскаленном воздухе. Этот процесс настолько интенсивен, что после дождя почва может полностью высохнуть в верхнем слое за 1–2 дня, несмотря на то, что на глубине 20–30 см еще сохраняется некоторый запас влаги. Растительный покров значительно снижает испарение влаги, создавая над почвой защитный слой, который затеняет поверхность и повышает влажность воздуха в приземном слое [5; 19; 22; 25]. Например, газон может снизить температуру почвы на 10–15 °С по сравнению с открытым грунтом, что соответственно уменьшает скорость испарения [5]. Мульчирующие материалы – кора, щепа, гравий – действуют как изолирующее покрытие, прерывая капиллярные токи и удерживая влагу в корнеобитаемом слое.

Удержание дождевой воды становится особенно важным в связи с изменением характера осадков, которое наблюдается в последние десятилетия [10; 24]. Волгоград, как и многие степные города, сталкивается с парадоксальной ситуацией: общее количество осадков за год может оставаться в пределах нормы или даже увеличиваться, но их распределение становится крайне неравномерным. Летом месяцами может не выпасть ни капли дождя, а потом за один ливень выпадает месячная норма. На открытой спекшейся почве такой дождь не приносит пользы – вода стекает по поверхности, образуя эрозионные промоины и лужи, и не успевает впитаться. Растительный покров и правильная организация рельефа позволяют перехватывать эту воду, замедлять ее движение и давать ей время проникать в почву [1; 10]. Это предотвращает как пересыхание в засушливые периоды, так и заболачивание в низинах, создавая более стабильный и предсказуемый водный режим.

Влияние озелененных территорий на микроклимат выходит за рамки локальных эффектов и формирует общую экологическую обстановку в городе. Снижение температуры поверхности на 3–5 °С, которое обеспечивает растительный покров, может показаться

незначительным, но в масштабах города этот эффект суммируется и создает существенную разницу в комфорте проживания. Асфальт и бетон днем накапливают огромное количество тепла, а ночью отдают его в атмосферу, не давая городу остыть даже в темное время суток. Озелененные участки, напротив, работают как кондиционеры: растения активно испаряют влагу через листья (транспирация), на что затрачивается энергия и, соответственно, охлаждается воздух. Один квадратный метр здорового газона может испарять до 5 литров воды в жаркий день, что эквивалентно мощности охлаждения небольшого кондиционера. Массовое применение этого принципа – создание непрерывных зеленых зон – способно снизить эффект городского теплового острова и сделать летнюю жару более переносимой [5; 21; 34].

Дождевой сад – это специально спроектированный ландшафтный элемент, который объединяет эстетические, экологические и инженерные функции в единую систему управления поверхностными водами. По сути, это неглубокая впадина, созданная на пути стока ливневых вод, которая засажена влаголюбивыми растениями и оборудована дренажной системой. Во время дождя вода с прилегающих территорий – крыш, дорожек, газонов – стекает в эту ложбинку, где временно накапливается и постепенно просачивается через почвенный слой, попадая в грунтовые воды или дренажную систему. Важно понимать, что дождевой сад – это не водоем и не болото; в сухую погоду он выглядит как обычная озелененная клумба, возможно, чуть ниже окружающего уровня. Это временный резервуар, который наполняется только во время дождя и сразу после него, а в остальное время остается сухим или слегка влажным, в зависимости от условий [1; 10; 20; 29].

Роль дождевых садов в городской экосистеме многогранна и выходит далеко за рамки простого отвода воды. Первая и наиболее очевидная функция – очистка воды от загрязнений, которые неизбежно накапливаются на городских поверхностях. Ливневые стоки с дорог несут в себе нефтепродукты, частицы резины от автомобильных шин, тяжелые металлы; с газонов смываются удобрения и пестициды; с крыш попадают продукты кор-

розии кровельных материалов [26]. Традиционная ливневая канализация просто транспортирует все эти загрязнения в водоемы, где они наносят ущерб водным экосистемам. Дождевой сад работает как биологический фильтр: растения и почвенные микроорганизмы активно поглощают растворенные вещества, а механические примеси оседают в почвенном слое. Исследования показывают, что правильно спроектированный дождевой сад может удалять из ливневых стоков до 90 % взвешенных частиц, до 80 % фосфора и до 70 % азотных соединений [1; 10; 20; 28].

Пополнение грунтовых вод – вторая критически важная функция, особенно актуальная для степной зоны, где водные ресурсы ограничены. В обычном городе большая часть дождевой воды уходит в канализацию и, в конечном счете, сбрасывается в реки, минуя естественный процесс инфильтрации в грунт. Это нарушает гидрологический цикл и приводит к снижению уровня грунтовых вод, от которых зависит водоснабжение города и существование естественной растительности. Дождевые сады возвращают воду в землю, позволяя ей медленно просачиваться вниз и пополнять подземные горизонты [10; 20; 24; 28]. В Волгограде, где летний дефицит влаги является нормой, каждый кубометр воды, сохраненный в почве вместо того, чтобы быть сброшенным в Волгу, представляет собой ценный ресурс для поддержания зеленых насаждений и стабилизации микроклимата.

Создание микросреды для растений и насекомых превращает дождевые сады в миниатюрные оазисы биоразнообразия среди однообразного городского ландшафта [25; 29]. Влажная среда, которая формируется в этих углублениях, привлекает виды, обычно редкие или вовсе отсутствующие в засушливых степных городах. Стрекозы откладывают яйца во влажную почву, бабочки садятся на цветущие влаголюбивые растения, а птицы прилетают на водопой в те периоды, когда сад наполнен водой. Разнообразие растительности в дождевом саду – от влаголюбивых ирисов и осок до засухоустойчивых видов на склонах углубления – создает градиент условий, который может поддерживать гораздо более богатое сообщество живых организмов, чем обычный газон или клумба [20]. Для городских

жителей, особенно детей, это возможность наблюдать за природными процессами и изучать разнообразие жизни, не выезжая за пределы своего района.

Методы закрытия земли с экологической пользой

Выбор метода покрытия почвы в городских условиях должен основываться на комплексном понимании местных климатических особенностей, функционального назначения территории и долгосрочных целей благоустройства. Для степной зоны, где Волгоград представляет собой типичный пример резко континентального климата, ключевыми критериями становятся засухоустойчивость, способность сохранять влагу и минимальные требования к уходу. Каждый из существующих методов имеет свои преимущества и ограничения, но все они объединены общей целью – создать сплошной защитный слой над почвой, который будет способствовать улучшению ее качества и формированию благоприятного микроклимата [5; 25].

Почвопокровные растения представляют собой, пожалуй, наиболее естественное и экологически обоснованное решение для создания защитного слоя над почвой. В отличие от традиционного газона, требующего регулярного полива, стрижки и подкормки, почвопокровные растения образуют плотный самоподдерживающийся ковер, который после укоренения практически не нуждается в уходе. Почвопокровные растения эффективно защищают почву от эрозии, подавляют рост сорняков, сохраняют влагу, обогащают грунт органическими ве-

ществами и создают благоприятную среду для полезных почвенных микроорганизмов. Их корневая система улучшает структуру почвы, создавая поры и каналы для циркуляции воздуха и воды, а отмирающие части растений образуют естественную мульчу, которая дополнительно защищает поверхность от пересыхания [25].

В условиях Волгограда для создания устойчивых почвопокровных композиций можно использовать разные виды растений, адаптированных к засушливому климату степной зоны (рис. 1).

Клевер белый (*Trifolium repens* L.) – многолетнее почвопокровное растение высотой 10–20 см (рис. 1, а), образующее плотный ковер из ползучих побегов. Обладает уникальной способностью фиксировать атмосферный азот в симбиозе с клубеньковыми бактериями, обогащая почву доступными формами этого элемента [10]. Зимостойкость до –30 °С, засухоустойчив, медонос. Подходит для газонов с умеренной рекреационной нагрузкой.

Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) – многолетнее растение высотой 20–50 см с розово-красными головчатыми соцветиями (рис. 1, б). Глубокая корневая система (до 1 м) позволяет добывать влагу из нижних горизонтов почвы, обеспечивая высокую засухоустойчивость [10]. Зимостойкость до –35 °С. Эффективный азотфиксатор и медонос.

Тимьян ползучий (*Thymus serpyllum* L.) – многолетний ароматический полукустарник высотой 5–10 см, образующий плотные подушковидные заросли (рис. 1, в). Исключительно засухоустойчив и зимостоек (до –40 °С), хорошо переносит вытаптывание [10]. Цветет в июне-июле розово-фиолетовыми цветками,



Рис. 1. Почвопокровные растения:

а – клевер белый; б – клевер луговой; в – тимьян ползучий (чабрец); г – барвинок малый

привлекая пчел и шмелей. Подходит для создания ароматных газонов и альпийских горок. Тимьян ползучий, или чабрец, демонстрирует превосходную устойчивость к засухе и вытаптыванию, что делает его идеальным выбором для зон с умеренной рекреационной нагрузкой. Этот ароматный многолетник образует плотные подушки высотой 5–10 см, которые в период цветения покрываются розово-фиолетовым ковром, привлекающим пчел и других опылителей. Корневая система тимьяна проникает на глубину до 30 см, что позволяет растению добывать влагу из нижних горизонтов почвы и переживать длительные засушливые периоды без полива.

Барвинок малый (*Vinca minor* L.), вечно-зеленый почвопокровник с кожистыми листьями и синими цветками (рис. 1, з), хорошо себя чувствует в полутени и формирует настолько плотный покров, что под ним не могут прорасти даже самые агрессивные сорняки.

Эти растения не просто закрывают почву – они создают живой, дышащий слой, который поддерживает почвенную микрофлору, обеспечивает укрытие для мелких беспозвоночных и создает более комфортный микроклимат у поверхности земли.

Дождевые сады, как уже отмечалось, представляют собой специализированный метод благоустройства территории, направленный на управление ливневыми стоками. Конструкция дождевого сада многослойная и тщательно продуманная для обеспечения эффективной фильтрации воды. В основании создается дренажный слой из крупного гравия или щебня толщиной 20–30 см, который обеспечивает быстрый отвод избытка воды и предотвращает ее застой. Поверх дренажа укладывается слой крупнозернистого песка толщиной 10–15 см, который выполняет функцию фильтра и переходной зоны между дренажем и верхним слоем почвы. Плодородный грунт, составляющий верхний слой толщиной 30–40 см, должен обладать хорошей водопроницаемостью и одновременно способностью удерживать влагу. Обычно это смесь садовой земли, компоста и песка в пропорции 2:1:1 [1; 10; 20; 28]. Именно в этом слое развиваются корни растений и протекают основные процессы биологической очистки воды (рис. 2).

Подбор растений для дождевых садов требует понимания специфических условий, которые там складываются – периодическое затопление чередуется с полным высыханием.

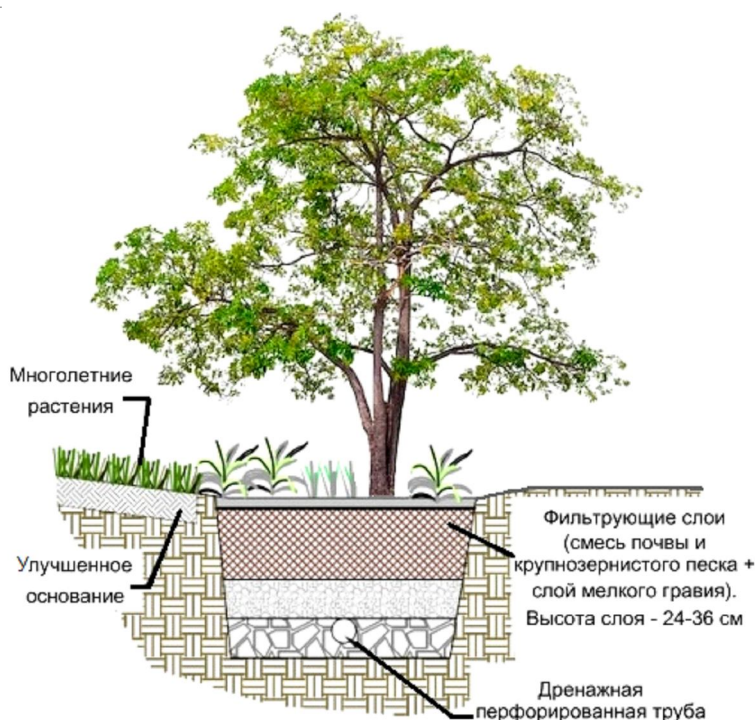


Рис. 2. Схема строения дождевого сада: дренажный слой, фильтрующий слой и плодородный грунт с многолетними растениями (источник: URL: <https://www.biocycle.net>)

Ирисы сибирские (*Iris sibirica* L.) и болотные (*Iris pseudacorus* L.) прекрасно переносят временное затопление и при этом способны выживать в засушливые периоды благодаря мощному корневищу, запасующему влагу и питательные вещества. Осоки (*Carex* L.) различных видов образуют привлекательные дернины с изящными листьями и создают вертикальную структуру в композиции дождевого сада. Рогоз узколистый (*Typha angustifolia* L.), хотя и ассоциируется с постоянными водоемами, может расти в условиях временного увлажнения и своими мощными корневищами активно очищает воду от загрязнений. Вербейник монетный (*Lysimachia nummularia* L.) стелется по поверхности почвы, создавая дополнительный защитный слой и украшая сад яркими желтыми цветками. Важно создавать многоярусные композиции, где высокие растения располагаются в центре, где дольше стоит вода, а по краям высаживаются более низкие и засухоустойчивые виды.

Мульчирование как метод укрытия почвы получает все большее признание в городском озеленении благодаря простоте применения и быстрому эффекту. Органическая мульча из коры хвойных пород, древесной щепы или опавших листьев выполняет двойную функцию: защищает почву от высыхания и одновременно служит источником питательных веществ по мере разложения. Слой мульчи толщиной 5–8 см снижает испарение влаги на 50–70 %, что в условиях Волгоградского лета может означать разницу между выживанием и гибелью растений. Постепенное разложение органической мульчи обогащает почву гумусом, улучшает ее структуру и стимулирует развитие полезной почвенной микрофлоры [20; 25]. Неорганическая мульча из декоративного гравия, гальки или щебня фракции 20–40 мм не питает почву, но обеспечивает долговременную защиту от перегрева и создает привлекательный декоративный эффект. Камень аккумулирует тепло днем и постепенно отдает его ночью, сглаживая температурные колебания, а также препятствует росту сорняков, которые не могут пробиться сквозь плотный слой гравия.

Георешетки с травой представляют собой инновационное решение для территорий, где необходимо совместить озеленение с функ-

циональной нагрузкой: парковок, пожарных проездов, пешеходных зон с интенсивным движением. Георешетка – это пластиковая или бетонная ячеистая конструкция, которая укладывается на подготовленное основание и заполняется плодородным грунтом с последующим засевом травой. Ячейки распределяют нагрузку от транспорта или пешеходов на большую площадь, предотвращая уплотнение почвы в корнеобитаемом слое и защищая корни растений от механических повреждений. Травы, растущая в ячейках, получает достаточно света и воздуха для нормального развития, а корневая система свободно проникает через дренажные отверстия в подстилающий грунт. Такое решение позволяет создавать «зеленые» парковки, которые визуально воспринимаются как газон, но при этом способны выдерживать вес легковых автомобилей без образования колеи и разрушения дернины [9; 35].

Примеры оформления зон с закрытием земли

Практическая реализация идей сплошного озеленения требует не только понимания экологических принципов, но и конкретных примеров их воплощения в различных городских ситуациях. Каждый тип территории – парки, дворы, приствольные круги деревьев, вертикальные поверхности – требует своего подхода, учитывающего функциональные особенности пространства и эстетические ожидания горожан (см. рис. 3).

Дождевой сад в парковой зоне может стать не только функциональным элементом управления ливневыми водами, но и привлекательной достопримечательностью, демонстрирующей принципы экологического дизайна. Для создания такого сада выбирается естественное понижение рельефа или искусственно создается неглубокая впадина площадью 20–50 квадратных метров с плавными склонами. Основа конструкции – многослойная система, обеспечивающая эффективную фильтрацию. На дно укладывается дренажная подушка из щебня фракции 40–70 мм толщиной 25 см, которая может быть соединена с дренажной трубой для отвода избыточной воды. Поверх дренажа насыпается слой крупного

речного песка толщиной 15 см, выполняющий роль фильтрующего барьера. Верхний слой – плодородная почва глубиной 35–40 см, обогащенная компостом для лучшего развития растений [1; 26].

В центральной, самой глубокой части сада высаживаются влаголюбивые многолетники – ирисы болотные (*Iris pseudacorus*) с их мечевидными листьями и яркими желтыми цветками, лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria*), создающий ажурные кремовые облака соцветий, осока повислая (*Carex pendula*), образующая изящные дернины [1; 24]. По склонам рас-

полагаются растения, переносящие периодическое увлажнение – вербейник монетчатый (*Lysimachia nummularia*), дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*) с его пурпурными свечами соцветий, купальница европейская (*Trollius europaeus*) [24]. На бортах впадины, где почва остается более сухой, размещаются засухоустойчивые виды – очитки (*Sedum* spp.), молодило (*Sempervivum* spp.), тимьян ползучий (*Thymus serpyllum*) [1; 25]. Визуализация системы может включать информационные таблички, объясняющие принцип работы дождевого сада и его роль в очистке городских стоков (рис. 4).



Рис. 3. Комплексное озеленение городской территории: непрерывный зеленый каркас из газонов, деревьев и почвопокровных растений (источник: URL:<https://i.pinimg.com/>)



Рис. 4. Дождевой сад – пример интеграции системы управления ливневыми водами в ландшафтный дизайн

Почвопокровные растения во дворах жилых комплексов представляют собой альтернативу традиционному газону, требующему постоянного ухода и обильного полива. Газон из клевера отличается высокой устойчивостью к вытаптыванию, что крайне важно для детских площадок и зон отдыха [35]. После посева белого (*Trifolium repens*) или красного (*Trifolium pratense*) клевера формируется плотный ковер высотой 10–15 см, который практически не требует стрижки и сохраняет свежий зеленый цвет даже в разгар летней жары без дополнительного полива. Клевер обладает медоносными свойствами и привлекает пчел и бабочек, создавая оживленную атмосферу и способствуя опылению декоративных растений в округе.

Разноцветные композиции из тимьяна ползучего (*Thymus serpyllum*), очитков различных видов (*Sedum acre*, *S. album*, *S. spurium*) и камнеломок (*Saxifraga* spp.) создают живописные ковры, которые в период цветения превращаются в настоящие произведения ландшафтного искусства. Сочетание тимьяна с розово-фиолетовыми цветками, очитка едкого (*S. acre*) с желтыми звездочками и очитка белого (*S. album*) создает трехцветную мозаику, которая сохраняет декоративность с мая по август.

Мульчирование приствольных кругов вокруг деревьев решает важную задачу защиты от уплотнения почвы, которое является одной из основных причин угнетения городских деревьев. Слой декоративной щепы толщиной 6–8 см, уложенный в радиусе 1–1,5 метра от ствола, предотвращает вытаптывание, сохраняет влагу и постепенно обогащает почву органикой. Использование щепы разных цветов – натуральной древесной, окрашенной в красно-коричневые или темные тона – позволяет создавать контрастные узоры и геометрические композиции, превращающие приствольные круги в элементы городского дизайна. Сочетание мульчи с крупными камнями, высаженными по периметру луковичными растениями или почвопокровными культурами, создает завершенную композицию, которая выглядит ухоженной круглый год [25].

Предлагаем проекты клумб, как пример, которые могут быть использованы для создания цветников в условиях г. Волгограда, так

как для посадки предложены растения, приспособленные к условиям обитания в нашем регионе и успешно противостоят лимитирующим факторам.

Проект 1. Проект клумбы с участием почвопокровных растений.

Общая концепция. Клумба рассчитана на экстремальные условия волгоградского лета (температура до +40 °С, низкая влажность, сильные ветры, бедные песчано-каменистые почвы). Композиция строится на контрасте фактур и оттенков листвы с периодическими всплесками цветения. Клумба ассиметричной формы, но вписывается в овал размером 2,5 × 1,8 м. располагается на открытом солнечном участке, для дренажа обязательно использование слоя щебня 10–15 см под посадочным слоем.

Схема посадки (с севера на юг)

Задний план (высота до 40/см):

Армерия приморская (*Armeria maritima* (Mill.) Willd.) – 3 куста. Это плотные подушковидные кустики с узкими темно-зелеными листьями. В мае – июле выбрасывает цветоносы высотой 25–30 см с шаровидными розовыми соцветиями. Засухоустойчива, солевынослива, не боится ветра.

Очиток ложный “Dragon’s Blood” (*Sedum spurium* (M.Bieb.) ‘t Hart, ‘Dragon’s Blood’) – 4 куста. Растение имеет мясистые листья бронзово-красного оттенка, летом – розовые зонтичные соцветия. Растет на самых бедных почвах, не требует полива после укоренения.

Средний план (высота 15–25 см):

Тимьян ползучий (*Thymus serpyllum* L.) – 6 кустов. У растения серо-зеленые мелкие листья, в июне-июле лиловые маленькие цветки. Ароматное, привлекает пчел, образует плотный ковер и выдерживает вытаптывание.

Вероника армянская (*Veronica armena* Boiss. & A.Huet) – 4 куста. Это вечнозеленая подушка с узкими листьями. Ранней весной (март-апрель) покрывается синими цветками; может повторно цвести в августе-сентябре. Не выгорает на солнце.

Передний план (высота 5–15 см):

Мшанка шиловидная (*Sagina subulata* (Sw.) C.Presl) – 8–10 кустов. Имеет крошечные ярко-зеленые листочки, в июле-августе – мельчайшие белые цветки. Образует упругий ковер, устойчивый к засухе и морозам.

Молодило кровельное (*Sempervivum tectorum* L.) – 5 розеток. У молодило суккулентные листья, собранные в розетки диаметром 5–10 см, цвет от зеленого до красно-коричневого. Цветет редко (розовые звездочки), зато прекрасно держит форму и не требует ухода.

Клумба создает многослойную композицию с постоянной декоративностью: контрастные текстуры (мясистые суккуленты, узкие листья, подушковидные формы); игра оттенков (темно-зеленый, серо-зеленый, бронзово-красный, ярко-зеленый); периодические вспышки цвета (розовые, лиловые, синие, белые соцветия) на фоне устойчивой зелени.

Посадка и агротехника. Подготовка почвы осуществляется с конца сентября – начала октября: снять верхний слой (20 см); уложить дренаж из щебня (10–15 см); заполнить смесью: садовый грунт (50 %), песок (30 %), мелкий гравий (20 %); добавить 100 г комплексного минерального удобрения без азота на квадратный метр. При посадке соблюдать расстояние между растениями в 20–30 см (с учетом разрастания), корневую шейку растений не стоит заглублять, полить 0,5 л воды под куст, замульчировать гравием 5 мм.

Уход. В первый год полив производить 1 раз в 2 недели по 0,3 л на куст утром или вечером. Со второго года полив проводят только при длительной засухе (раз в 4–6 недель), необходимо проводить обрезку отцветших соцветий и сухих побегов весной. Подкормку проводить 1 раз в 2 года весной комплексным минеральным удобрением в расчете 30 г на 1 квадратный метр. Растения такой клумбы укрывать на зиму не требуется, так как предложенные виды морозостойки. Для лучшего приживания посадку рекомендуется проводить в конце сентября – начале октября. В первый сезон необходимо мульчирование гравием фракцией 5–10 мм для сохранения влаги и подавления сорняков.

Визуальная динамика по сезонам выглядит следующим образом: весна (апрель – май) – ярко-зеленая мшанка, бронзовые розетки молодила, розовые шары армерии; лето (июнь – август) – лиловые пятна тимьяна, синие кисти вероники, красно-зеленый ковер очитка; осень (сентябрь – октябрь) – насыщенные оттенки молодила и очитка, повтор-

ное цветение вероники; зима – вечнозеленые подушки мшанки, тимьяна и вероники, скульптурные розетки молодила.

К преимуществам проекта такой клумбы можно отнести минимальную водозатрату – после укоренения растения живут за счет атмосферных осадков; устойчивость почвы к эрозии, так как плотная корневая система растений хорошо связывает почву; уход за растениями с минимальными затратами: не требуется стрижка, прополка, частые подкормки; экологичность: привлекает полезных насекомых, не нуждается в пестицидах.

Проект 2. Проект клумбы с участием декоративно-цветущих и декоративно-лиственных растений.

Общая концепция. Проект объединяет декоративно-цветущие и декоративно-лиственные растения, устойчивые к Волгоградскому климату, к колебаниям температуры, которые сохраняют декоративность до поздней осени. Композиция рассчитана на длительное сезонное цветение (июнь – октябрь) и контрастную игру текстур и оттенков. Параметры клумбы – форма клумбы имеет вытянутый овал 3 × 1,5 м; экспозиция – полное солнце (6–8 ч прямого света); для дренажа предлагается слой щебня 10–15 см под посадочным слоем.

Схема посадки (с севера на юг)

Задний план (высота 40–60 см).

Хризантема садовая (*Chrysanthemum × morifolium* Ramat.) – крупные желтые соцветия, растения располагаются расположенные ближе к бордюру. Это одно из самых популярных осенних растений для Волгоградской области, цветущее с конца августа до заморозков. Хризантемы переносят кратковременные понижения температуры и придают клумбе яркий сезонный акцент. 3 куста, расстояние 60 см.

Сальвия блестящая (*Salvia splendens* Sellow ex Schult.) – растения с ярко-красными колосовидными соцветиями. Здесь используется как акцентное растение. Цветет до октября, в теплую осень может сохранять декоративность до начала ноября. Предпочитает солнечные места и рыхлые почвы. 2 куста между хризантемами, расстояние 40 см.

Средний план (высота 25–40 см).

Бархатцы отклоненные (*Tagetes patula* L.) – растения с мелкими оранжево-

желтыми цветками, расположили ближе к центру клумбы. Бархатцы устойчивы к засухе и легким заморозкам, цветут обильно до поздней осени, сохраняя аккуратную форму кустов (6 кустов, расстояние 30 см).

Колеус Блюме (*Coleus blumei* Benth.) – низкие растения с зелено-желтой листвой, высаживаются ближе к краю клумбы. Этот вид в Волгограде выращивается как однолетник. Осенью сохраняет яркий цвет листьев до первых заморозков. 4 куста между бархатцами, расстояние 35 см.

Цинерария приморская (*Jacobaea maritima* (L.) Pels & Meijden) – низкорослое серебристое растение, располагается в центре, как декоративно-лиственная культура, придает композиции контраст и завершенность. Хорошо переносит осенние похолодания и при легком укрытии зимует в Волгограде. 8 кустов, расстояние 25 см.

Самшит вечнозеленый (*Buxus sempervirens* L.) – два шаровидных куста на заднем плане. Это вечнозеленый кустарник, который используется для структурирования клумбы. Хорошо переносит обрезку и умеренные зимы Волгоградской области, особенно в защищенных местах. 4 куста по углам и центру передней линии, расстояние 40 см.

Посадка и агротехника. Подготовка почвы осуществляется в конце апреля – начало мая и заключается в следующем: необходимо снять верхний слой почвы (20 см), затем уложить дренаж из щебня (10–15 см), заполнить смесью: садовый грунт (50 %), песок (30 %), перегной (20 %), добавить 150 г комплексного удобрения на 1 квадратный метр. При посадке надо соблюдать расстояние между растениями согласно схеме, корневую шейку не заглублять, полить 0,5 л воды под куст и замульчировать гравием (5 мм).

Уход в первый месяц после посадки – полив 2 раза в неделю по 0,3 л на куст (утром/вечером), далее – полив 1 раз в 7–10 дней при засухе, обрезка отцветших соцветий хризантем и бархатцев; подкормка: 1 раз в месяц (май – сентябрь) комплексным минеральным удобрением (20 г/м²); стрижка самшита 2 раза за сезон (июнь, август); укрытие хризантем на зиму: мульча (5 см) + лапник.

Для защиты колеуса от выгорания следует размещать его в легкой полутени (напри-

мер, за сальвией). В экстремальную жару (выше +35 °C) мульчирование прикорневую зону гравием (1–2 см). Для продления цветения хризантем необходимо удалять отцветшие соцветия и подкармливайте калийно-фосфорными удобрениями (сентябрь).

Визуальная динамика по сезонам: май–июнь – серебристая цинерария, пестрые листья колеуса, зеленые самшиты; первые цветки бархатцев и сальвии; июль–август – пик цветения сальвии и бархатцев; вступление хризантем; сентябрь–октябрь – доминирование хризантем, повторное цветение сальвии и бархатцев; с ноября по апрель – структурный каркас из самшита и цинерарии (в бесснежные периоды).

К **преимуществам** проекта можно отнести длительное цветение с июня по октябрь, контрастность – сочетание серебристых, пестрых и ярких тонов, устойчивость к засухе и минимальные затраты на уход – редкие поливы, одна подкормка в месяц, экологичность – сальвия и бархатцы привлекают полезных насекомых.

Вертикальное озеленение стен зданий – это способ закрыть не почву, а другие городские поверхности, которые также нуждаются в защите от перегрева и визуальном улучшении [5]. Лианы, такие как плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.) или девичий виноград пятилисточковый (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), создают живую завесу на фасадах, которая снижает температуру стен на 5–7 °C и улучшает теплоизоляцию здания. Корни лиан располагаются в почве у основания стены, где их можно замульчировать для сохранения влаги, а побеги поднимаются по опорам или прикрепляются присосками непосредственно к стене. Вертикальное озеленение не только улучшает микроклимат, но и очищает воздух, поглощая пыль и углекислый газ, создает среду обитания для птиц и насекомых, а осенью, в случае с девичьим виноградом, дарит городу феерию багряных красок.

Заключение

Переход от фрагментарного озеленения к концепции сплошного закрытия городских почв представляет собой не просто изменение подходов к благоустройству, а фундамен-

тальный пересмотр отношений между городом и природой [13; 30–33]. Опыт показывает, что незащищенная почва в условиях интенсивной урбанизации обречена на деградацию, особенно в степных регионах, где климатические условия усугубляют процессы эрозии, уплотнения и потери плодородия. Волгоград, как типичный представитель городов засушливой зоны, остро нуждается в системном подходе к сохранению и восстановлению почвенного покрова, который является основой устойчивого развития города и комфорта проживания.

Методы закрытия земли, рассмотренные в данной статье, демонстрируют широкий спектр возможностей – от простых и экономичных решений с использованием почвопокровных растений до сложных инженерно-экологических систем, таких как дождевые сады. Каждый из этих подходов вносит вклад в решение комплекса экологических проблем: сохранение влаги в условиях дефицита осадков, предотвращение растрескивания и эрозии почв, снижение температуры городской среды, очистка ливневых стоков и создание условий для биоразнообразия. Особенно важно, что эти методы не требуют революционных технологий или недоступных ресурсов – они основаны на понимании природных процессов и грамотном использовании адаптированных к местным условиям растений.

Экологические преимущества сплошного озеленения неразрывно связаны с социальными эффектами. Зеленые зоны улучшают психологическое состояние горожан, создают пространства для отдыха и общения, повышают привлекательность районов и стоимость недвижимости. Для детей озелененные дворы и парки становятся местом знакомства с природой и формирования экологического сознания. Пожилые люди получают доступ к пешеходным маршрутам в комфортной прохладе зеленых аллей вместо раскаленных асфальтовых пустырей.

Призыв к муниципальным администрациям и застройщикам очевиден: необходимо включить принципы сплошного озеленения в градостроительные нормы и проекты благоустройства на всех уровнях – от крупных парков до придомовых территорий. Важная роль отводится и жителям городов: инициативы по

созданию дождевых садов во дворах, замене традиционных газонов почвопокровными растениями, мульчированию приствольных кругов могут быть реализованы силами сообществ и активных граждан. Только совместными усилиями мы сможем превратить концепцию «живых» ландшафтов из теории в повседневную практику, создав города, в которых бетон и асфальт уступают место зелени, а каждый квадратный метр почвы выполняет свою экологическую функцию, способствуя оздоровлению городской среды и благополучию ее обитателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтунин, Г. В. Дождевые сады как часть инженерной системы города / Г. В. Алтунин // Вестник Калужского университета. – 2025. – № 1 (66). – С. 62–65.
2. Баранова, О. Ю. Уточнение терминологической основы планирования городского озеленения / О. Ю. Баранова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2025. – № 1 (64). – С. 34–38.
3. Водолазко, А. Н. Плодородие каштановых и светло-каштановых почв сухостепной почвенной зоны Волгоградской области / А. Н. Водолазко, Д. А. Ясинский, Е. А. Иванцова // Актуальные вопросы развития аграрной науки в современных экономических условиях: материалы IV международной научно-практической конференции молодых ученых. – Соленое Займище, 2015. – С. 147–150.
4. Водолазко, А. Н. Эколого-токсикологическая характеристика почв сухостепной зоны Волгоградской области / А. Н. Водолазко, Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2015. – С. 141–147.
5. Гарадурдыева, Д. Зеленая инфраструктура: как озеленение городов влияет на жизнь жителей / Д. Гарадурдыева, С. Сейитов, А. Довлетгелдиев // Вестник науки. – 2024. – Т. 2, № 10(79). – С. 602–605.
6. Гордиенко, О. А. Картографирование и оценка степени запечатанности почв города Волгограда / О. А. Гордиенко, И. В. Манаенков, А. В. Холоденко, Е. А. Иванцова // Почвоведение. – 2019. – № 11. – С. 1383–1392.
7. Гордиенко, О. А. Определение запечатанности почвенного покрова урболандшафтов по космическим снимкам (на примере г. Волгограда) / О. А. Гордиенко, Е. А. Иванцова // Материалы

научной сессии. Т. 1. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2020. – С. 258–262.

8. Дзидзава, Э. Т. Дождевой сад / Э. Т. Дзидзава, А. И. Кузнецова // Вестник магистратуры. – 2023. – № 12-4 (147). – С. 19–20.

9. Дробот, Е. В. К вопросу о разработке концептуальной модели зеленой инфраструктуры / Е. В. Дробот, И. Н. Макаров // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 6. – С. 3845–3862.

10. Зайкова, Е. Ю. Зеленая инфраструктура как инструмент управления ливневыми стоками / Е. Ю. Зайкова, С. С. Феофанова // Вестник МГСУ. – 2022. – Т. 17, № 11. – С. 1478–1489.

11. Иванцова, Е. А. Аридные экосистемы в условиях техногенного прессинга / Е. А. Иванцова, В. В. Новочадов, Н. В. Онистратенко // Академический вестник ЕЛПИТ. – 2018. – Т. 3, № 4 (6). – С. 22–28.

12. Иванцова, Е. А. Защита почв от эрозии и воспроизводство плодородия почвенного покрова в Нижневолжском регионе / Е. А. Иванцова // Современные тенденции развития аграрного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Солёное Займище, 2016. – С. 356–359.

13. Иванцова, Е. А. Исторические аспекты изучения функционирования зеленых насаждений в условиях урбанизированной среды / Е. А. Иванцова, Р. В. Овсянкин // Научно-производственное обеспечение социально-экономической и экологической деятельности в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – М. : Вестник РАСХН, 2014. – С. 199–203.

14. Иванцова, Е. А. Мероприятия по повышению плодородия светло-каштановых почв Волгоградской области / Е. А. Иванцова, А. А. Данилов, В. В. Нестеров // Антропогенная трансформация геопространства: природа, хозяйство, общество : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2019. – С. 252–256.

15. Иванцова, Е. А. Основные направления рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности на территории Волгоградской области / Е. А. Иванцова // Современные тенденции развития аграрного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Солёное Займище, 2016. – С. 22–25.

16. Иванцова, Е. А. Противозерозийные мероприятия и воспроизводство плодородия почвенного покрова в Нижневолжском регионе / Е. А. Иванцова // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2016. – № 67. – С. 161–164.

17. Иванцова, Е. А. Характер взаимодействия компонентов антропогенно-трансформированных экосистем юга России / Е. А. Иванцова, В. В. Новочадов // Известия Нижневолжского агро-

университетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 79–86.

18. Иванцова, Е. А. Экологическая оценка городских агломераций на основе индикаторов устойчивого развития / Е. А. Иванцова, М. В. Постнова, В. А. Сагалаев, А. А. Матвеева, А. В. Холоденко // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 143–156. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>

19. Иванцова, Е. А. Экологическая оценка и оптимизация состояния зеленых насаждений г. Волгограда / Е. А. Иванцова, К. В. Миронова // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году экологии в России. – Солёное Займище, 2017. – С. 124–129.

20. Кузьмина, С. В. Дождевые сады как элемент сохранения биоразнообразия города Новосибирска / С. В. Кузьмина // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 2 (83). – С. 811–816.

21. Морозова, Г. Ю. Зеленая инфраструктура как фактор обеспечения устойчивого развития Хабаровска / Г. Ю. Морозова, И. Д. Дебелая // Экономика региона. – 2018. – Т. 14, № 2. – С. 562–574.

22. Овсянкин, Р. В. Воздействие антропогенной нагрузки на насаждения в функциональных зонах урбанизированной среды г. Волгограда / Р. В. Овсянкин, Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 350–356.

23. Половинкина, Ю. С. Экологические аспекты оптимизации городской среды (на примере г. Волгограда) / Ю. С. Половинкина, Е. А. Иванцова // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2014. – С. 134–138.

24. Рамих, М. А. Развитие водно-зеленой инфраструктуры в Вологде / М. А. Рамих, В. А. Топорина, А. А. Саянов // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. – 2024. – № 1 (53). – С. 87–101.

25. Экологические подходы решения проблемных территорий / М. А. Козырева, Е. В. Распутина, М. А. Гранстрем, О. В. Кефала // Системные технологии. – 2023. – № 4 (49). – С. 181–191.

26. Якобсон, Б. Б. Дождевые сады как элемент ландшафтной композиции / Б. Б. Якобсон // Наука и технологии: перспективы развития и применения : сб. ст. VII Междунар. науч.-практ. конф., Петрозаводск, 5 сент. 2024 г. – Петрозаводск : Международ-

ный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. – С. 90–95.

27. Ясинский, Д. А. Агроэкологический мониторинг каштановых и светло-каштановых почв сухостепной зоны Волгоградской области / Д. А. Ясинский, Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 218–224.

28. Bortolini, L. Low impact development techniques for urban sustainable design: a rain garden case study. / L. Bortolini, P. Semenzato // «Acta Horti» – II International Conference on Landscape and Urban Horticulture. 881_45. – 2010 – P. 327–330.

29. Chen, Ch.-F. Rain gardens can be combined with urban planning strategies to increase urban resilience / Ch.-F. Chen, Y. W. Chen, J. Y. Lin // Landscape and Ecological Engineering. – 2025. – Vol. 21. – P. 813–827.

30. Environmental evaluation of the system of protective forest plantations in urban landscapes Volgograd agglomeration using GIS-technologies / E. A. Ivantsova, A. A. Matveeva, N. V. Onistratenko, R. V. Ovsyankin // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 224. – 012036. – DOI 10.1088/1755-1315/224/1/012036

31. Influence of ecological and anthropogenic factors on soil transformation in recreational areas of Volgograd / O. Gordienko, R. Balkushkin, A. Kholodenko, E. Ivantsova // Catena. – 2022. – Vol. 28. – P. 105773

32. Heavy metals in suburban ecosystems of industrial centres and ways of their reduction / N. B. Onistratenko, E. A. Ivantsova, A. A. Denysov, D. A. Solodovnicov // Ekologia (Bratislava). – 2016. – Vol. 35, № 3. – P. 205–212.

33. Mapping and assessment of sealing rate of soils in the city of Volgograd / O. A. Gordienko, I. V. Manaenkov, A. V. Kholodenko, E. A. Ivantsova // Eurasian Soil Science. – 2019. – Vol. 52, № 11. – P. 1439–1446.

34. Nature-Based Management of Lawns-Enhancing Biodiversity in Urban Green Infrastructure / J. Winkler, G. Pasternak, W. Sas, E. Hurajová, E. Koda, M.D. Vavrková // Applied Sciences. – 2024. – Vol. 14, 1705. – 16 p.

35. Viola, P. Turfgrass Through Time: Historical Uses, Cultural Values, and Sustainability Transitions / P. Viola, M. Olivadese, A. Minelli // Agronomy. – Vol. 15(5): 1095. – 35 p.

REFERENCES

1. Altunin G.V. Dozhdevye sady kak chast inzhenernoj sistemy goroda [Rain Gardens as Part of the City's Engineering System]. *Vestnik Kaluzhskogo*

universiteta [Bulletin of Kaluga University], 2025, no. 1 (66), pp. 62–65.

2. Baranova O.Yu. Utochneniye terminologicheskoy osnovy planirovaniya gorodskogo ozeleneniya [Clarification of the Terminology Basis for Urban Landscaping Planning]. *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN* [Academic Bulletin UralNIiproekt RAASN], 2025, no. 1 (64), pp. 34–38.

3. Vodolazko A.N., Yasinskiy D.A., Ivantsova E.A. Plodorodiye kashtanovyh i svetlo-kashtanovyh pochv suhostepnoy pochvennoy zony Volgogradskoy oblasti [Fertility of Chestnut and Light Chestnut Soils in the Dry Steppe Zone of the Volgograd Region]. *Aktualnye voprosy razvitiya agrarnoy nauki v sovremennyh ekonomicheskikh usloviyah: materialy IV Mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchennyh* [Current Issues in the Development of Agricultural Science in Modern Economic Conditions: Materials of the 4th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists]. Solenoe Zajmishche, 2015, pp. 147–500.

4. Vodolazko A.N., Ivantsova E.A. Ekologo-toksikologicheskaya harakteristika pochv suhostepnoy zony Volgogradskoy oblasti [Ecological and Toxicological Characteristics of Soils in the Dry Steppe Zone of the Volgograd Region]. *Ekologicheskaya bezopasnost i ohrana okruzhayushchey sredy v regionah Rossii: teoriya i praktika: materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Environmental Safety and Environmental Protection in Russian Regions: Theory and Practice. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2015, pp. 141–147.

5. Garadurdyeva D., Sejotov S., Dovletgeldiev A. Zelenaya infrastruktura: kak ozeleneniye gorodov vliyaet na zhizn zhitelej [Green Infrastructure: How Urban Greening Impacts Residents' Lives]. *Vestnik nauki* [Science Herald], 2024, vol. 2, no. 10 (79), pp. 602–605.

6. Gordienko O.A., Manaenkov I.V., Kholodenko A.V., Ivantsova E.A. Kartografirovaniye i ocenka stepeni zapechatannosti pochv goroda Volgograda [Mapping and Assessment of the Degree of Sealing of the Soils of the City of Volgograd]. *Pochvovedenie* [Soil Science], 2019, no. 11, pp. 1383–1392.

7. Gordienko O.A., Ivantsova E.A. Opredeleniye zapechatannosti pochvennogo pokrova urbolandshaftov po kosmicheskim snimkam (na primere g. Volgograda) [Determination of the Sealing of Urban Landscapes' Soil Cover Using Space Images (Using the Example of Volgograd)]. *Materialy nauchnoy sessii. T. 1* [Materials of the Scientific Session. Vol. 1]. Volgograd, 2020, pp. 258–262.

8. Dzidzava E.T., Kuznecova A.I. Dozhdevoj sad [Rain Garden]. *Vestnik magistratury* [Bulletin of the Magistracy], 2023, no. 12-4 (147), pp. 19–20.

9. Drobot E.V., Makarov I.N. K voprosu o razrabotke konceptualnoj modeli zelenoy infrastruktury

[On the Development of a Conceptual Model of Green Infrastructure]. *Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 2025, vol. 15, no. 6, pp. 3845-3862.

10. Zajkova E.Yu., Feofanova S.S. Zelyonaya infrastruktura kak instrument upravleniya livnevymi stokami [Green Infrastructure as a Tool for Stormwater Management]. *Vestnik MGSU* [MGSU Bulletin], 2022, vol. 17, no. 11, pp. 1478-1489. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.11.1478-1489

11. Ivantsova E.A., Novochadov V.V., Onistratenko N.V. Aridnie ekosistemy v usloviyah tehnogenogo pressinga [Arid Ecosystems Under Technogenic Pressure]. *Akademicheskii vestnik ELPIT*, 2018, vol. 3, no. 4 (6), pp. 22-28.

12. Ivantsova E.A. Zashchita pochv ot erozii i vosproizvodstvo plodorodiya pochvennogo pokrova v Nijnevoljskom regione [Soil Protection from Erosion and Soil Fertility Restoration in the Lower Volga Region]. *Sovremennye tendencii razvitiya agrarnogo kompleksa: materialy mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Modern Trends in the Development of the Agricultural Complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Solenoe Zajmishche, 2016, pp. 356-359.

13. Ivantsova E.A., Ovsyankin R.V. Istoricheskiye aspekty izucheniya funkcionirovaniya zelenyh nasajdeniy v usloviyah urbanizirovannoy sredy [Historical Aspects of Studying the Functioning of Green Spaces in Urban Environments]. *Nauchno-proizvodstvennoe obespechenie socialno-ekonomicheskoy i ekologicheskoy deyatel'nosti v APK: materialy mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Scientific and Industrial Support for Socio-Economic and Environmental Activities in the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Moscow, 2014, pp. 199-203.

14. Ivantsova E.A., Danilov A.A., Nesterov V.V. Meropriyatiya po povysheniyu plodorodiya svetlo-kashtanovykh pochv Volgogradskoy oblasti [Measures to Improve the Fertility of Light Chestnut Soils in the Volgograd Region]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: priroda, hozyaystvo, obshchestvo: materialy V Mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Anthropogenic Transformation of Geospace: Nature, Economy, and Society: Proceedings of the Fifth International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2019, pp. 252-256.

15. Ivantsova E.A. Osnovnye napravleniya racionalnogo prirodnopolzovaniya i obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti na territorii Volgogradskoy oblasti [Main Directions of Rational Nature Management and Environmental Safety in the Volgograd Region]. *Sovremennye tendencii razvitiya agrarnogo kompleksa: materialy mejdunarodnoy*

nauchno-prakticheskoy konferencii [Modern Trends in the Development of the Agricultural Complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Solenoe Zajmishche, 2016, pp. 22-25.

16. Ivantsova E.A. Protivoerozionnyye meropriyatiya i vosproizvodstvo plodorodiya pochvennogo pokrova v Nijnevoljskom regione [Anti-Erosion Measures and Soil Fertility Restoration in the Lower Volga Region]. *Trudy dagestanskogo nauchnogo centra RAN* [Proceedings of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2016, no. 67, pp. 161-164.

17. Ivantsova E.A., Novochadov V.V. Harakter vzaimodeystviya komponentov antropogennotransformirovannykh ecosystem uga Rossii [The Nature of Interaction Between Components of Anthropogenically Transformed Ecosystems in Southern Russia]. *Izvestiya Nijnevoljskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professionalnoye obrazovaniye* [Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education], 2019, no. 3 (55), pp. 79-86.

18. Ivantsova E.A., Postnova M.V., Sagalaev V.A., Matveeva A.A., Holodenko A.V. Ekologicheskaya ocenka gorodskih aglomeratsiy na osnove indikatorov ustojchivogo razvitiya [Ecological Assessment of Urban Agglomerations Based on Indicators of Sustainable Development]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3. Ekonomika. Ekologiya* [Journal of Volgograd State University. Economics], 2019, vol. 21, no. 2, pp. 143-156. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>

19. Ivantsova E.A., Mironova K.V. Ekologicheskaya ocenka i optimizatsiya sostoyaniya zelenyh nasajdeniy g. Volgograda [Environmental Assessment and Optimization of Volgograd's Green Spaces]. *Nauchno-prakticheskie puti povysheniya ekologicheskoy ustoychevosti i socialno-ekonomicheskoye obespecheniye selskohozyaystvennogo proizvodstva: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoy godu ekologii v Rossii* [Scientific and Practical Ways to Improve Environmental Sustainability and Socioeconomic Support for Agricultural Production: Materials of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the Year of Ecology in Russia]. Solenoe Zajmishche, 2017, pp. 124-129.

20. Kuzmina S.V. Dozhdevye sady kak element sohraneniya bioraznoobraziya goroda Novosibirsk. [Rain Gardens as an Element of Biodiversity Conservation in Novosibirsk]. *Vestnik nauki* [Science Herald], 2025, vol. 1, no. 2 (83), pp. 811-816.

21. Morozova G.Yu., Debelaya I.D. Zelenaya infrastruktura kak faktor obespecheniya ustojchivogo

razvitiya Habarovska [Green Infrastructure as a Factor in Ensuring Sustainable Development of Khabarovsk]. *Ekonomika regiona* [Regional Economy], 2018, vol. 14, no. 2, pp. 562-574.

22. Ovsyankin R.V., Ivantsova E.A. Vozdeystviye antropogennoy nagruzki na nasajdeniya v funkcionalnykh zonah urbanizirovannoy sredy g. Volgograda [The Impact of Anthropogenic Load on Plantings in the Functional Zones of the Urbanized Environment of Volgograd]. *Ecologicheskaya bezopasnost i ohrana okrujaushchey sredy v regionah Rossii: teoriya i praktika: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Environmental Safety and Environmental Protection in the Regions of Russia: Theory and Practice: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2015, pp. 350-356.

23. Polovinkina U.S., Ivantsova E.A. Ecologicheskie aspekty optimizatsii gorodskoy sredy [Environmental Aspects of Urban Environment Optimization (Based on the Example of Volgograd)]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Anthropogenic Transformation of Geospatial Space: History and Modernity: Mat. All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2014, pp. 134-138.

24. Ramih M.A., Toporina V.A., Sayanov A.A. Razvitie vodno-zelenoy infrastruktury v Vologde [Development of Water and Green Infrastructure in Vologda]. *Vestnik MGPU. Seriya: Estestvennye nauki*. [Moscow State Pedagogical Univ. Series: Natural Sciences], 2024, no. 1 (53), pp. 87-101. DOI: 10.25688/2076-9091.2024.53.1.07

25. Kozyreva M.A., Rasputina E.V., Granstrem M.A., Kefala O.V. Ekologicheskiye podhody resheniya problemnykh territorij [Ecological Approaches to Solving Problem Areas]. *Sistemnye tehnologii* [Systems Technologies], 2023, no. 4 (49), pp. 181-191.

26. Yakobson B.B. Dozhdevye sady kak element landshaftnoy kompozitsii [Rain Gardens as an Element of Landscape Composition]. *Nauka i tehnologii: perspektivy razvitiya i primeneniya: sb. st. VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Petrozavodsk, 5 sentyabrya 2024 g.* [Science and Technology: Development and Application Prospects: Collection of Articles from the 7th International Scientific and Practical Conference, Petrozavodsk, September 5, 2024]. Petrozavodsk, International Center for Scientific Partnership "New Science" (IP Ivanovskaya I.I.), 2024, pp. 90-95.

27. Yasinskiy D.A., Ivantsova E.A. Agroecologicheskii monitoring kashtanovykh i svetlo-kashtanovykh pochv suhostepnoy zony Volgogradskoy oblasti [Agroecological Monitoring of Chestnut and Light Chestnut Soils in the Dry Steppe Zone of the Volgograd Region]. *Ecologicheskaya bezopasnost i ohrana okrujaushchey sredy v regionah Rossii: teoriya i praktika: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Environmental Safety and Environmental Protection in Russian Regions: Theory and Practice: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2015, pp. 218-224.

28. Bortolini L., Semenzato P. Low Impact Development Techniques for Urban Sustainable Design: A Rain Garden Case Study. *"Acta Horti" – II International Conference on Landscape and Urban Horticulture*. 881_45., 2010, pp. 327-330.

29. Chen Ch.-F., Chen Y.W., Lin J.Y. Rain Gardens Can Be Combined with Urban Planning Strategies to Increase Urban Resilience. *Landscape and Ecological Engineering*, 2025, vol. 21, pp. 813-827.

30. Ivantsova E.A., Matveeva A.A., Onistratenko N.V., Ovsyankin R.V. Environmental Evaluation of the System of Protective Forest Plantations in Urban Landscapes Volgograd Agglomeration Using GIS-Technologies. *I IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 224, 012036. DOI 10.1088/1755-1315/224/1/012036

31. Gordienko O., Balkushkin R., Kholodenko A., Ivantsova E. Influence of Ecological and Anthropogenic Factors on Soil Transformation in Recreational Areas of Volgograd. *Catena*, 2022, vol. 28, p. 105773

32. Onistratenko N.B., Ivantsova E.A., Denysov A.A., Solodovnicov D.A. Heavy Metals in Suburban Ecosystems of Industrial Centres and Ways of Their Reduction. *Ekologia (Bratislava)*, 2016, vol. 35, no. 3, pp. 205-212.

33. Gordienko O.A., Manaenkov I.V., Kholodenko A.V., Ivantsova E.A. Mapping and Assessment of Sealing Rate of Soils in the City of Volgograd. *Eurasian Soil Science*, 2019, vol. 52, no. 11, pp. 1439-1446.

34. Winkler J., Pasternak G., Sas W., Hurajová E., Koda E., Vaverková M.D. Nature-Based Management of Lawns-Enhancing Biodiversity in Urban Green Infrastructure. *Applied Sciences*, 2024, vol. 14, 1705. 16 p.

35. Viola P., Olivadese M., Minelli A. Turfgrass Through Time: Historical Uses, Cultural Values, and Sustainability Transitions. *Agronomy*, vol. 15 (5):1095. 35 p.

Information About the Authors

Ekaterina A. Chernova, Student, Volgograd State University, Prosp.Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, LDb-241_225351@volsu.ru

Olga V. Zorkina, Candidate Sciences (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp.Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ov.zorkina@volsu.ru

Svetlana V. Kolmukidi, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp.Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, kolmukidi@volsu.ru

Информация об авторах

Екатерина Андреевна Чернова, студент, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, LDb-241_225351@volsu.ru

Ольга Владимировна Зорькина, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ov.zorkina@volsu.ru

Светлана Валерьевна Колмукиди, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, kolmukidi@volsu.ru