УДК 635.925 DOI: 10.34736/FNC.2026.133.2.010.88-96

Методические аспекты подбора древесных видов для насаждений зеленой инфраструктуры

Хужахметова А. Ш.✉**, Сапронова Д. В.**
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград, Россия

Аннотация. Утрата разнообразия таксонов в зеленых насаждениях урболандшафтов снижает эффективность выполнения экосистемных функций, качество и комфортность городской среды. Выявлены актуальные направления исследований, связанные с разработкой оптимального алгоритма кластеризации деревьев и кустарников по параметрам декоративности с целью подбора биоразнообразия для насаждений зеленой инфраструктуры. Цель – усовершенствовать методику подбора ассортимента древесных видов для формирования насаждений зеленой инфраструктуры. При разработке методики классифицирования объектов в качестве репрезентативной выборки был взят реестр таксонов деревьев, кустарников с оценкой их декоративных качеств (9 показателей) в дендрологических коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН (Волгоградская обл.). Процедура разработки кластерного решения включала несколько этапов: подготовку данных (варианты: 1 – данные без обработки; 2 – данные с обработкой); выбор способа измерения расстояния, выбор и реализацию алгоритма, визуализацию и интерпретацию результатов; оценку качества кластеризации в программе Statistica 12. Дана сравнительная оценка результатов при реализации нескольких алгоритмов ранжирования древесных растений по параметрам декоративности; качество кластеризации (статистически значимые различия кластеров). При использовании разных методов расчета расстояний между объектами рекомендован метод Уорда. Приведена характеристика и таксономическая структура кластера, который максимально соответствует целевой установке (включает таксон – эталон). Разработанное кластерное решение позволяет повысить адаптивность кластеров к заданным параметрам (цель, требования проекта, стилевое решение, тип объектов и посадок, содержание и эксплуатация объекта), а также вариативность в способах подбора и в обосновании ассортимента древесных видов.

Ключевые слова. Кластерный анализ; алгоритм; подбор; ассортимент; декоративные признаки; деревья; кустарники; зеленые насаждения.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН: «Научные основы, принципы и методология моделирования и формирования систем полифункциональных дендрологических кластеров антропогенных экосистем в контексте устойчивого развития для оптимизации природопользования, борьбы с засухой и опустыниванием в малолесных регионах России» (FNFE-2025-0008), Министерство науки и высшего образования РФ.

Цитирование. Хужахметова А. Ш., Сапронова Д. В. Методические аспекты подбора древесных видов для насаждений зеленой инфраструктуры // Научно-агрономический журнал. 2026;2(133):88-96. DOI: 10.34736/FNC.2026.133.2.010.88-96.

Поступила в редакцию: 07.05.2026 Принята к печати: 29.05.2026

UDC 635.925 DOI: 10.34736/FNC.2026.133.2.010.88-96

Methodological aspects of selecting woody species for green infrastructure plantings

Khuzhakmetova A. Sh., Sapronova D. V.
Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences", Volgograd, Russia

✉ – Для контактов/Corresponding author

Abstract. The loss of taxonomic diversity in urban green spaces reduces the efficiency of ecosystem functions as well as the quality and comfort of the urban environment. The study identifies current research directions related to the development of optimal algorithms for clustering trees and shrubs according to their ornamental characteristics in order to enhance biodiversity in green infrastructure plantings. The aim of the study is to improve the methodology for selecting woody species for green infrastructure plantings. The methodology was developed using a representative sample consisting of a register of tree and shrub taxa evaluated according to nine ornamental indicators in the dendrological collections of the Federal Scientific Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences (Volgograd Region). The development of the clustering solution included several stages: data preparation (unprocessed and processed datasets), selection of a distance measurement method, selection and implementation of a clustering algorithm, visualization and interpretation of results, and assessment of clustering quality using Statistica 12. The paper provides a comparative assessment of several algorithms used for ranking woody plants according to ornamental characteristics and evaluates clustering quality based on statistically significant differences between clusters. Among the tested distance calculation methods, Ward's method is recommended. The characteristics and taxonomic structure of the cluster that best matches the study objectives (including the reference taxon) are described. The proposed clustering approach increases the adaptability of clusters to specified parameters such as project goals, design concept, planting type, and maintenance requirements, while also improving flexibility in species selection and justification of woody plant assortments.

Keywords. Cluster analysis; algorithm; selection; assortment; ornamental features; trees; shrubs; green spaces.

Funding. The work was supported by within the framework of the state assignment of the Federal Scientific Centre for Agroecology, Complex Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences: "Scientific foundations, principles, and methodology for modeling and forming systems of multifunctional dendrological clusters of anthropogenic ecosystems in the context of sustainable development for optimizing environmental management, combating drought, and desertification in Russia's sparsely forested regions" (№ FNFE-2025-0008), Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

For citation. Khuzhakmetova A. Sh., Sapronova D. V. Methodological aspects of selecting woody species for green infrastructure plantings // Scientific Agronomy Journal. 2026;2(133):88-96. DOI: 10.34736/FNC.2026.133.2.010.88-96.

Received: 07.05.2026 Accepted: 29.05.2026

Введение. Проблемы и недостатки, связанные с фрагментарным характером пространственного размещения древесно-кустарниковых насаждений (Хужахметова, 2022), их составом, состоянием (Иванова, Подковыров, 2020), утратой биоразнообразия, показывают необходимость увеличения площади озелененных объектов доступных для отдыха населения (Семенютина и др., 2022) в соответствии с современными требованиями и нормативами. Самойловой и др. (2022) рассмотрены несколько сценариев (регрессивный, рекреационный, инновационный, перспективный) развития зеленого каркаса г. Волгограда. Сохранность и состояние зеленых насаждений в будущем зависит от стратегии градостроительного роста, однако в основе каждого из сценария рассматривается «...факт неизбежности поглощения зеленого пояса городской инфраструктурой». Темпы строительства и ввода в эксплуатацию жилых комплексов влияют на экологическое функционирование зеленых насаждений, способствуют фрагментации среды обитания. Белицкая и др. (2022) установили, что повышение техногенного и рекреационного воздействия на фоне уменьшения таксономического состава древесных и травянистых растений сопровождается существенным обеднением относительного видового богатства энтомосообществ. Таксономический состав насекомых ландшафтных композиций г. Волгограда представлен 345 видами, относящимися к 33 родам и 75 семействам (Белицкая и др. 2022).

Ряд исследователей (Grimbacher et al., 2018; Sharmin et al., 2024) отмечают, что динамика и разнообразие беспозвоночных зависит от сезона, жизненной формы и фенологического развития растений, температурно-влажностного режима городской территории и стадии жизненного цикла самих беспозвоночных. Утрата разнообразия таксонов беспозвоночных и функцио-

нальных групп в насаждениях урболандшафтов затрудняет возможности по планированию городов, где будут эффективно выполняться экосистемные функции.

Для развития зеленой инфраструктуры населенных пунктов в Волгоградской обл., актуальны направления исследований, связанные с подбором деревьев и кустарников и повышением их биоразнообразия, как элементов искусственных насаждений.

Кластерный анализ широко применяется в разных сферах, где необходимо сравнить объекты по параметрам, не отвечающие нормальному распределению (Гитис, 2003). В эколого-биологических исследованиях много примеров кластерного метода анализа данных, которые, как правило, проводят для сравнительной оценки объектов. Преимущества и недостатки при кластеризации данных выявляются индивидуально – в каждом случае выбор метрики определяет результаты кластеризации и необходимость включения дополнительных этапов обработки данных. Использование некоторых алгоритмов (ближайшего соседа, дивизивные алгоритмы, k-means) при обработке большого массива данных отличаются вычислительной сложностью.

Цель – усовершенствовать методику подбора ассортимента древесных видов для формирования насаждений зеленой инфраструктуры.

Материалы и методы. При разработке методики классифицирования объектов в качестве репрезентативной выборки был взят реестр таксонов деревьев, кустарников с оценкой их декоративных качеств (табл. 1) из «База данных по группе признаков таксонов полиморфных родовых комплексов для повышения ландшафтно-эстетической привлекательности агро- и урболандшафтов» (Свидетельство о регистрации базы данных RU № 2025624567). Формирование выборки данных проводилось с 2023 по 2025 гг. для разработки кластерного решения, которая включала следующие этапы: подготовку данных (2 варианта: 1 – данные без обработки; 2 – данные с обработкой); выбор способа измерения расстояния, выбор и реализацию алгоритма, интерпретацию результатов и оценку качества кластеризации в программе Statistica 12.

Результаты. При кластерном анализе выбор способа измерения расстояния влияет на результат и точность группировки объектов (рис. 1, 2). При использовании разных методов расчета расстояний между объектами, визуализация результатов показала, что при иерархической кластеризации для нашей задачи приемлем метод Уорда (см. рис. 1).

В исходных данных были нулевые (минимальные) значения по отдельным признакам. Наличие нулевых значений некоторые алгоритмы могут рассматривать как пропуски, что приводит к сложностям при вычислении расстояний между объектами-таксонами. Поэтому признакам (III-IX), имеющим нулевое значение, была дана размерность 0,1 (вариант 2). На следующем этапе в репрезентативную выборку был дополнительно введен тестовый объект (эталон) с заданными признаками (в баллах): I – 6, II – 1, III – 1, IV – 0,1, V – 1, VI – 2, VII – 1, VIII – 4, IX – 3 (табл. 2).

Анализ последовательности объединения таксонов и объекта – эталона в группу с разным количеством показателей, показал эффективность выбранного алгоритма кластеризации данного типа данных.

В качестве объекта может выступать как растение, так и группа/насаждение, которому задаются требуемые признаки (в соответствии с целью, задачей). При применении кластерного анализа нужно сформировать группу растений, максимально соответствующих объекту – эталону.

Обсуждение. Совершенствование и разработка единых стандартов (СП 42.13330.2016) в области градостроительства направлены на развитие природно-ресурсного потенциала территории, ее безопасности и качества в условиях конкретной климатической зоны, т. е . климатической адаптации.

Вопрос влияния параметров зеленых зон (расположение, площадь, тип пространственного размещения, обеспечивающих циркуляцию воздуха) – на снижение теплового эффекта городской застройки подробно изучается учеными разных стран. По данным Шинкаренко и др. (2020), «… Максимальная температура в дневное время наблюдается на территории муниципальных образований, которые на 80-90 % состоят из богарных сельскохозяйственных земель, пастбищ и пустырей. В наиболее застроенных районах Волгограда городской остров тепла особенно интенсивно проявляется в ночное время. Для среднемноголетней среднесуточной температуры установлена сильная отрицательная связь с площадью озеленения (r = –0,81), средняя положительная – с площадью пустырей (r = 0,61) и средняя отрицательная связь – с площадью водоемов (r = –0,43)». Одним из важных факторов в формировании микроклимата выступает структура и высота насаждения (Khuzhakhmetova et al., 2023). В кластерах таксоны 7 родовых комплексов, представленные лиственными породами с ажурной формой кроны (виды

Таблица 1

Шкалы оценки таксонов по группе признаков

Значение признака по шкале, балл	Шифр признака								
	I Размер, жизненная форма	II Форма кроны	III Окраска коры ствола и побегов	IV Окраска листвы (вегетация)	V Цветение, сроки	VI Цветение, продолжительность	VII Цветение, окраска цветков	VIII Плодоношение, окраска плодов	IX Осенняя окраска листьев
min	1	1	0	0	0	0	0	0	0
max	6	7	1	5	5	5	5	7	4
0	-	-	Не декоративная	Зеленая, (обычная)	Не декоративное	Не декоративное	Не декоративное	Плоды не декоративные	Не декоративная
1	Деревце, высокий кустарник, более 2,5 м	Раскидистая, часто ажурная	Оригинальная (белая, серебристо-серая, светло-зеленая, желтая, красная, бронзовая, пурпурная)	Сизо-зеленая	Ранне-весеннее (IV – начало V)	Непродолжительное (до 10 дней)	Белая	Черная	Преобладают желтые и оранжевые тона
2	Кустарник средней величины, до 2,5 м	Компактная	-	Серебристо-серая	Весеннее (V)	Средняя (до 3 недель)	Желтая, бледно-желтая	Белая	Преобладают красные тона
3	Кустарник низкий, стелющийся, полукустарник	Колонновидная	-	Пестрая, белая и зеленая	Весенне-летнее (конец V – VI)	Довольно продолжительное (до 40 дней)	Розовая, интенсивно-розовая	Соломенно-желтая, желтая, оранжевая	Преобладают пурпурные и красные тона
4	Деревья первой величины, от 20 м	Пирамидальная	-	Пестрая, желтая и зеленая, оранжевая	Летнее (конец VI – VII-VIII)	Длительное (41-70 дней)	Розовая, красная	Розовая, красная	Вечнозеленая
5	Деревья второй величины, от 10 до 20 м	Шаровидная	-	Пурпурная	Летне-осеннее (заканчивается в IX)	Значительная часть вегетационного периода (более 70 дней)	Пурпурная, вишневая	Пурпурная, вишневая	-
6	Деревья третьей величины, от 5 до 10 м	Плакучая	-	-	-	-	Синяя	Синяя	-
7	-	Распростертая, прижатая к земле	-	-	-	-	Коричневая	Коричневая	-

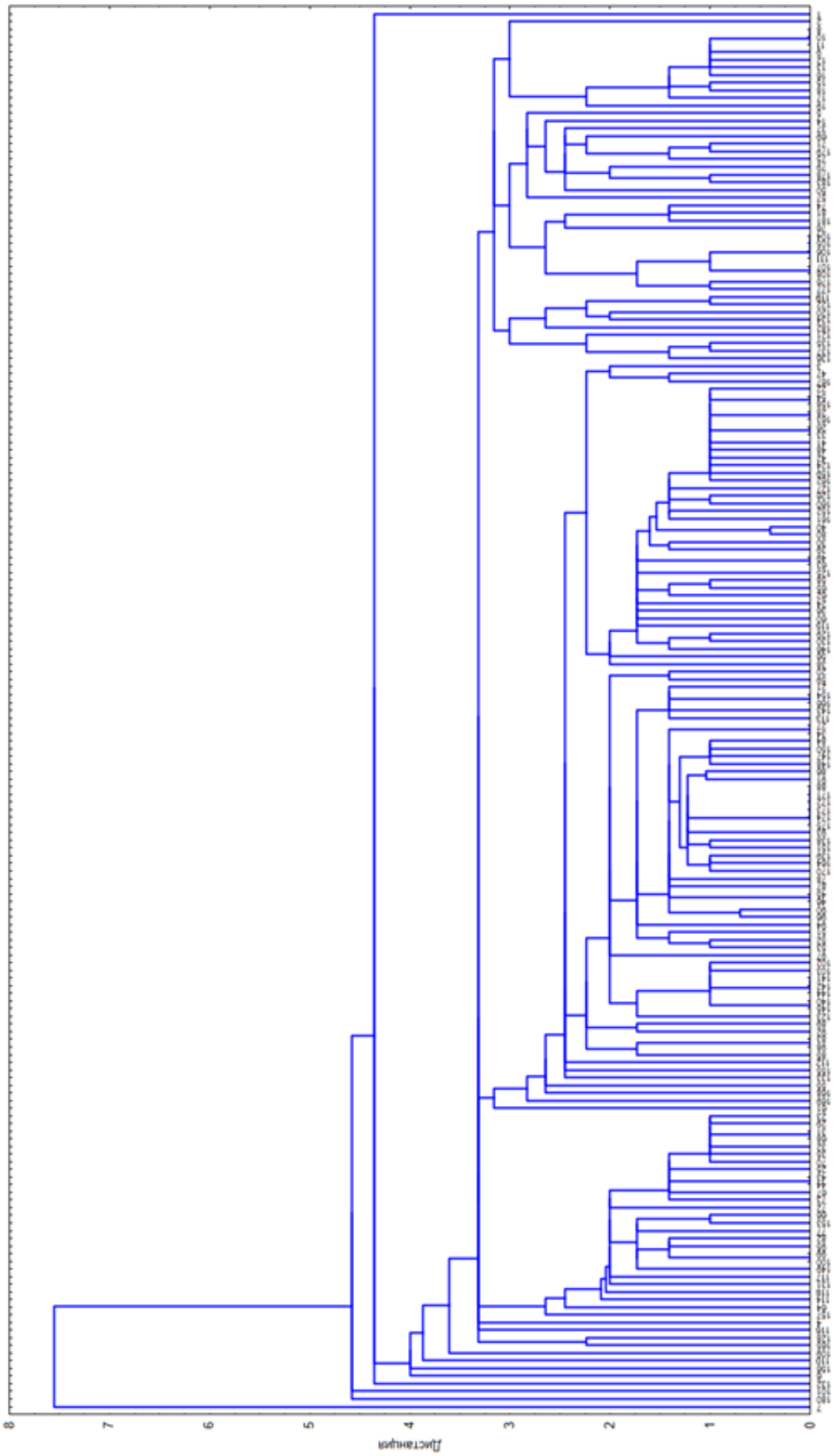

Рис. 1. Визуализация результатов кластерного анализа с для определения расстояний между таксонами с помощью метода одиночной связи, где по оси X – номер таксонов

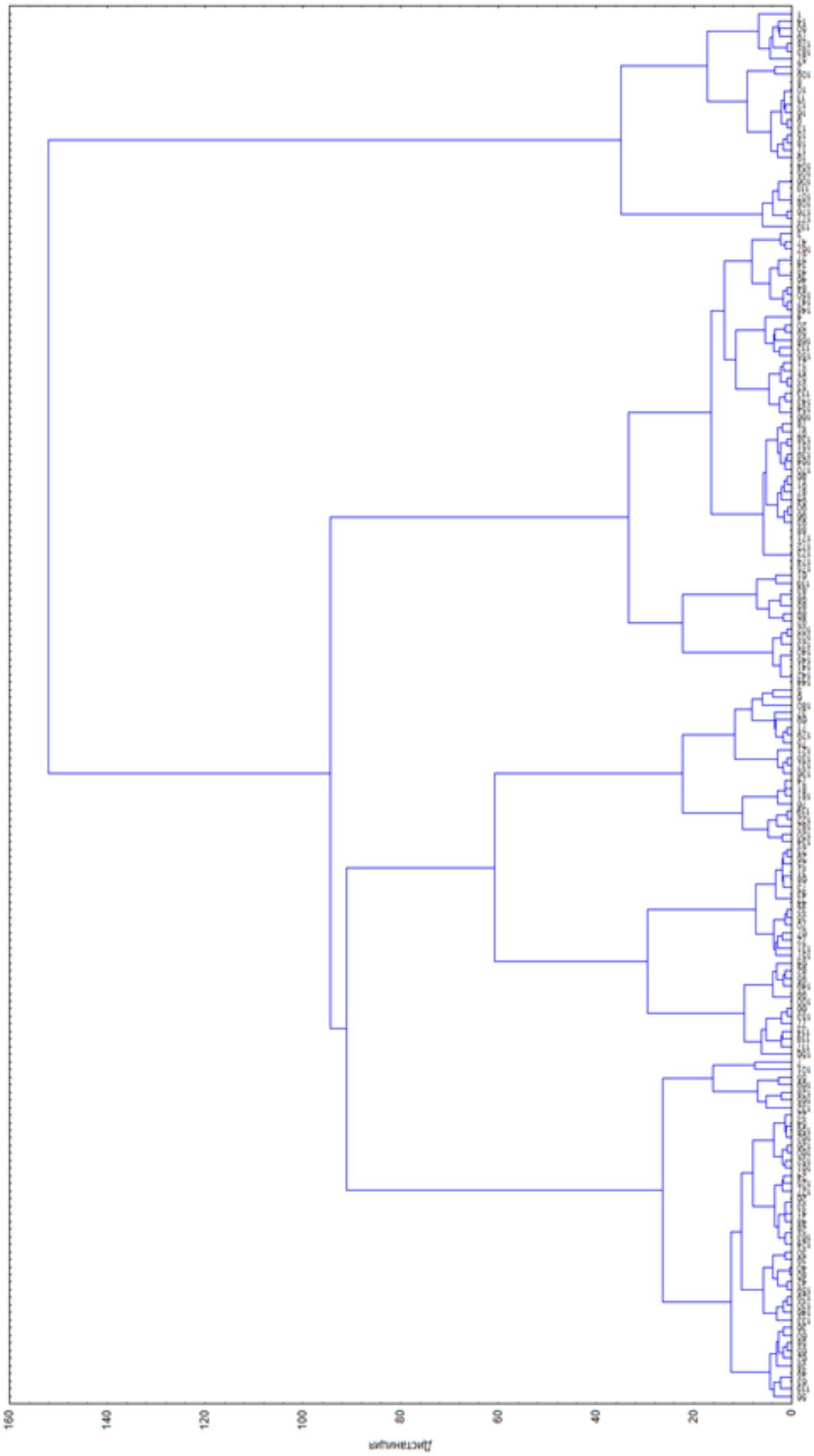

Рис. 2. Визуализация результатов кластерного анализа с для определения расстояний между таксонами с помощью метода Уорда, где по оси X – номер таксонов

Таблица 2

Расстояние между таксонами, объединенные в группы с таксоном – эталон

Расстояния между соответствующими кластерами	Количество таксонов, шт.	Сходство по количеству признаков в группе	Таксоны в составе кластера
Подбор по 9 признакам			
2,794638	1	4	*Sorbus sibirica* Hedl.
3,331102	4	4-6	*Sorbus aucuparia* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Acer semenovii* Regel, *Sorbus sibirica* Hedl.
11,37335	9	3-6	*Sorbus aucuparia* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Acer semenovii* Regel, *Sorbus sibirica* Hedl., *Robinia viscosa* Vent., *Robinia luxurians* (Dieck) S.K. Schneid., *Acer saccharinum* L., *Robinia pseudoacacia* L. f. unifoliola (Talou) Rehd., *Betula papyrifera* March.
22,91616	21	1-6	*Thuja occidentalis* L., *Thuja occidentalis* L.f.aurea Nels., *Acer pseudoplatanus* L., *Pyrus salicifolia* Pall. *Sorbus torminalis* (L.) Crantz., *Sorbus domestica* L. *Acer ginnala* Maxim., *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. *Robinia pseudoacacia* L. F.pyramidalis (Pepin) Rehd. *Betula borysthenica* Klok., *Betula pubescens* Ehrh. *Betula pendula* Roth., *Sorbus aucuparia* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Aesculus hippocastanum* L., *Sorbus sibirica* Hedl., *Robinia viscosa* Vent., *Robinia luxurians* (Dieck) S.K. Schneid., *Acer saccharinum* L., *Robinia pseudoacacia* L. F. Unifoliola (Talou) Rehd., *Betula papyrifera* March.
Подбор по 4 признакам			
0,00000	1	4	*Betula papyrifera* March.
1,20000	2	4	*Gleditsia texana* Sarg., *Betula papyrifera* March.
2,248056	5	1-4	*Juniperus virginiana* L., *Sorbus aucuparia* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Gleditsia texana* Sarg., *Betula papyrifera* March.
4,678779	9	1-4	*Juniperus virginiana* L., *Sorbus aucuparia* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Gleditsia texana* Sarg., *Betula papyrifera* March., *Sorbus sibirica* Hedl., *Robinia viscosa* Vent., *Robinia pseudoacacia* L. f. unifoliola (Talou) Rehd., *Acer semenovii* Regel.
11,08748	14	1-4	*Juniperus virginiana* L., *Sorbus aucuparia* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Gleditsia texana* Sarg., *Betula papyrifera* March., *Sorbus sibirica* Hedl., *Robinia viscosa* Vent., *Robinia pseudoacacia* L. f. unifoliola (Talou) Rehd., *Acer semenovii* Regel., *Gleditsia aquatica* Marsh., *Gleditsia caspica* Desf., *Gleditsia sinensis* Lam., *Gleditsia heterophylla* Bunge, *Gleditsia texana* Sarg.

родов *Gleditsia, Robinia, Betula, Acer saccharinum, Sorbus aucuparia* и др.), которые могут использоваться в рядовых посадках, солитерах, группах (чистых, смешанных) для формирования зеленой инфраструктуры с соблюдением оптимального баланса размещения насаждений.

Заключение. Таким образом, разработанная методика подбора древесных растений на основе применения кластерного подхода анализа значительного массива данных (1656 значений с предварительной подготовкой) с использованием метода Уорда для расчета расстояний между объектами обеспечивает:

- развитие вариативности в способах подбора и в обосновании ассортимента древесных видов;

- формирование группы объектов по приоритетным показателям, которые могут иметь иерархическую структуру, в связи с требованиями (технические, нормативные, эколого-биологические и т. д.) разного уровня;

- повышение адаптивности кластеров в соответствии с заданными параметрами. Параметры задаются с учетом целевой установки, требований проекта, стилевого решения (регулярное, пейзажное), типов объектов и посадок, условий их эксплуатации и содержания;

- проверку соответствия кластерного решения условиям проекта, а именно, выполнение основной цели (например, декоративность в определенный сезон; цветовое и стилевое решение групповой посадки и т. п.); соответствие функции и свойств для достижения цели; количественные или качественные критерии для оценки соответствия элементов кластера заданным целям и функциям.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

Андреева Д. А. Климатический фактор лесорастительных условий города Волгоград. *Грани познания*. 2025;1(96):45-50. [Andreeva D. A. The climatic factor of the forest-growing conditions in the city of Volgograd. *Grani poznaniya = The boundaries of knowledge*. 2025;1(96):45-50].

Белицкая М. Н., Грибуст И. Р., Алферова Г. А., Бакрадзе Н. Ю., Прилипко Н. И. Особенности видового разнообразия насекомых в насаждениях нарушенных антропогенным воздействием. *Вестник Нижневартовского государственного университета*. 2022;1(57):55-64. DOI: https://doi.org/10.36906/2311-4444/22-1/06[Belitskaya M. N., Gribust I. R., Alferova G. A., Bakradze N. Yu., Prilipko N. I. Features of Insect Species Diversity in the Forest Plantings Disturbed by Anthropogenic Impact. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Nizhnevartovsk State University*. 2022;1(57):55-64. DOI: https://doi.org/10.36906/2311-4444/22-1/06].

Гитис Л. Х. Статистическая классификация и кластерный анализ. М., 2003. [Gitis L. Kh. Statistical classification and cluster analysis. Moscow, 2003].

Иванова Н. В., Подковыров И. Ю. Разработка модели ландшафтно-экологической реконструкции зеленого кольца вокруг города на примере Волгограда. *Инженерно-строительный вестник Прикаспия*. 2020;1(31):64-69. [Ivanova N. V., Podkovirov I. Yu. Development of a model for landscape and ecological reconstruction of the green ring around the city on the example of Volgograd. *Inzhenerno-stroitel`ny`j vestnik Prikaspiya = Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region*. 2020;1(31):64-69.]

Самойлова Н. В., Кошелева О. Ю., Казанова Н. В. Проблемы и сценарные стратегии градостроительного роста Волгограда в аспекте устойчивого экологического развития. *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова*. 2022;3:61-70. DOI: https://doi.org/10.34031/2071-7318-2021-7-3-61-70 [Samoilova N. V., Kosheleva O. Yu., Kazanova N. V. Problems and Scenario Strategies of Urban Planning Growth in Volgograd in the Aspect of Sustainable Environmental Development. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo texnologicheskogo universiteta im. V. G. Shuxova = Bulletin of Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov*. 2022;3:61-70. DOI: https://doi.org/10.34031/2071-7318-2021-7-3-61-70].

Семенютина А. В., Хужахметова А. Ш., Семенютина В. А., Долгих А. А., Сапронова Д. В., Лазарев С. Е. Научные основы и этапы формирования полифункциональных кластерных дендрологических экспозиций коллекций ФНЦ агроэкологии РАН. Волгоград, 2022. [Semenyutina A. V., Khuzhakhmetova A. Sh., Semenyutina V. A., Dolgih A. A., Sapronova D. V., Lazarev S. E. Scientific bases and stages of formation of multifunctional cluster dendrological expositions of the FSC of agroecology RAS collections. Volgograd, 2022].

Серебряков О. В., Яковенко Н. В. Влияние современных климатических тенденций на фенологию древесных пород: последствия для устойчивого лесовосстановления в Центральном Черноземье. *Научно-агрономический журнал*. 2025;4(131):5-17. DOI: https://doi.org/10.34736/FNC.2025.131.4.001.05-17 [Serebryakov O. V., Yakovenko N. V. The impact of modern climatic trends on the phenology of tree species: consequences for sustainable reforestation in the Central Black Soil Region. *Scientific Agronomy Journal*. 2025;4(131):05-17. DOI: https://doi.org/10.34736/FNC.2025.131.4.001.05-17].

Хужахметова А. Ш., Воронина В. П., Лазарев С. Е. Оценка пространственной структуры древесно-кустарниковых насаждений города Волгограда по данным мультиспектральных космиче-

ских снимков. *Известия НВ АУК*. 2022;3(67):218-232. DOI: https://doi.org/10.32786/2071- 9485-2022-03-26 [Khuzhakhmetova A. Sh., Voronina V. P., Lazarev S. E. Evaluation of the spatial structure of tree plantations of the city of Volgograd according to multispectral satellite images. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2022;3(67):218-232. DOI: https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-03-26].

Шинкаренко С. С., Кошелева О. Ю., Гордиенко О. А., Дубачева А. А. Анализ влияния запечатанности почвенного покрова и озеленения на поле температур Волгоградской агломерации по данным Modis. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2020;17,5:125-141. DOI: https://doi.org/10.21046/2070-7401-2020-17-5-125-141 [Shinkarenko S.S., Kosheleva O. Yu., Gordienko O. A., Dubacheva A. A. Analysis of the Influence of Soil Cover Sealing and Landscaping on the Temperature Field of the Volgograd Agglomeration Based on Modis Data. Sovremenny`e problemy` distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = *Modern Problems of Earth Remote Sensing from Space*. 2020;17,5:125-141. DOI: https://doi.org/10.21046/2070-7401-2020-17-5-125-141].

Grimbacher P. S., Edwards W., Liddell M. J., Nelson P. N., Nichols C. Wardhaugh C. W., Stork N. E. Temporal variation in abundance of leaf litter beetles and ants in an Australian lowland tropical rainforest is driven by climate and litter fall. Biodiversity and conservation. 2018;27:2625-2640.

Khuzhakhmetova A., Sapronova D., Melnik K., Peredrienko A. Evaluating trees and shrubs for multifunctional plantations to enhance agro and urban landscape greening in arid zone environments. *Research on crops.* 2025;26,3:513-519. DOI: https://doi.org/10.31830/2348-7542.2025.ROC-1228.

Khuzhakhmetova A., Sapronova D., Belyaev A., Lazarev S. Study on selection of woody plants to create sustainable green spaces in sparsely forested rural areas. *Research on crops*. 2023; 24,3:584-592. DOI: https://doi.org/10.31830/2348-7542.2023.ROC-994.

Sharmin M., Tjoelker M. G., Esperon-Rodriguez M. et al. Urban greening with shrubs can supercharge invertebrate abundance and diversity. *Sci Rep.* 2024;14:8735. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-58909-8.

Информация об авторах

Хужахметова Алия Шамильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97), e-mail: avfanc@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-5127-8844.

Сапронова Дарья Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97), e-mail: sapronova.darya@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3559-3745.

Information about the authors

Khuzhakhmetova Aliya Shamilievna, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, 400062, Volgograd, 97 Universitetsky Ave., Russian Federation, e-mail: avfanc@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-5127-8844.

Sapronova Darya Vladimirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, 400062, Volgograd, 97 Universitetsky Ave., Russian Federation, e-mail: sapronova.darya@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3559-3745.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.