Краткое сообщение
УДК 630.27
DOI: 10.37482/0536-1036-2026-5-205-216

Интродукция *Pinus sibirica* Du Tour в озеленении г. Санкт-Петербурга

А.И. Данилин, аспирант; ORCID: https://orcid.org/0009-0007-2417-3968
М.Е. Коновалова*✉*, канд. биол. наук; ResearcherID: AAN-2637-2021, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8883-0540
Д.М. Данилина, канд. биол. наук; ResearcherID: HTQ-0882-2023, ORCID: https://orcid.org/0009-0006-8631-2049
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ, г. Красноярск, Россия; seobox@mail.ru, markonovalova@mail.ru✉, dismailova@mail.ru

Поступила в редакцию 28.05.25 / Одобрена после рецензирования 27.08.25 / Принята к печати 28.08.25

Аннотация. Для озеленения г. Санкт-Петербурга существенными негативными факторами выступают специфика климатических условий, формирующихся под влиянием поступления влажного морского воздуха, нарушение и загрязнение почв, световое, шумовое, вибрационное и другие виды загрязнений. Поэтому актуальным является введение в культуру новых, устойчивых к условиям городской среды видов. Целью исследования стала оценка роста, развития и декоративности посадок сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) при озеленении г. Санкт-Петербурга. В 2018, 2020 и 2022 гг. в Приморском и Невском районах города были высажены саженцы сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой, выращенные в г. Красноярске. В 2024 г. обследованы 30 интродуцированных деревьев. Оценка морфологических показателей подтвердила хорошие темпы роста, декоративность, здоровое санитарное состояние и успешную адаптацию интродуцентов. Полученные результаты свидетельствуют, что при достаточном уходе сосна кедровая сибирская может не только адаптироваться к условиям центральной части г. Санкт-Петербурга, но и опережать в росте и декоративности посадки на питомнике в границах естественного ареала. Начатые в ходе исследования мониторинговые исследования необходимо продолжить. В случае успешного завершения эксперимента (после достижения посадками генеративной стадии развития) опыт может быть распространен на другие районы г. Санкт-Петербурга и его муниципальные округа со сходными природно-климатическими условиями. В случае успешного продолжения и масштабирования эксперимента сосну кедровую сибирскую следует рекомендовать к более активному использованию в озеленении объектов общего пользования.

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, интродукция, диаметр ствола, высота ствола, длина хвои, приросты побегов, количество боковых побегов, Санкт-Петербург, городское озеленение

Финансирование: Работа выполнена в рамках госзадания по базовому проекту ИЛ СО РАН при финансовой поддержке проекта «Биоразнообразие лесов Сибири: эколого-динамический, генетико-селекционный, физико-химический и ресурснотехнологический аспекты» FWES-2024-0028.

© Данилин А.И., Коновалова М.Е., Данилина Д.М., 2026
Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

Для цитирования: Данилин А.И., Коновалова М.Е., Данилина Д.М. Интродукция *Pinus sibirica* Du Tour в озеленении г. Санкт-Петербурга // Изв. вузов. Лесн. журн. 2026. № 5. С. 205–216. https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-5-205-216

Brief report

Introduction of Pinus sibirica Du Tour in Landscaping of Saint Petersburg

Artem I. Danilin, *Postgraduate Student;* ORCID: https://orcid.org/0009-0007-2417-3968
Maria E. Konovalova ✉, *Candidate of Biology;* ResearcherID: AAN-2637-2021, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8883-0540
Dilshad M. Danilina, *Candidate of Biology;* ResearcherID: HTQ-0882-2023, ORCID: https://orcid.org/0009-0006-8631-2049
Sukachev Institute of Forest SB RAS – Federal Research Center "Krasnoyrsk Science Center SB RAS", Krasnoyarsk, Russia; seobox@mail.ru, markonovalova@mail.ru ✉, dismailova@mail.ru

Received on May 28, 2025 / Approved after reviewing on August 27, 2025 / Accepted on August 28, 2025

Abstract. Urban landscaping in Saint Petersburg faces significant challenges due to specific climatic conditions shaped by the influx of moist marine air, as well as soil disturbance and contamination, and various forms of pollution, including light, noise, and vibration. Consequently, a matter of current importance is introduction of new plant species resilient to the urban environment. The research aimed at assessment of the growth, development, and ornamental quality of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) plantings used for landscaping in Saint Petersburg. Seedlings with closed root systems, cultivated in Krasnoyarsk, were planted in the city's Primorsky and Nevsky districts in 2018, 2020, and 2022. In 2024, thirty of those introduced trees were assessed. Assessment of morphological parameters confirmed good growth rates, high ornamental value, a healthy sanitary condition, and successful adaptation. The results show that, with adequate care, Siberian stone pine can not only adapt to conditions in central Saint Petersburg but also surpass the growth and ornamental quality of trees grown in nurseries within the species' natural habitat. The monitoring initiated during this study should be continued. Upon successful completion of the experiment (once the trees reach the reproductive stage) this practice could be extended to other districts and municipal areas of Saint Petersburg with similar natural and climatic conditions. If the experiment continues successfully and is scaled up, Siberian stone pine should be recommended for more widespread use in public landscaping projects.

Keywords: Siberian pine, introduction, stem diameter, stem height, needle length, shoot increment, lateral shoots number, Saint Petersburg, urban landscaping

Funding: The research was carried out within the framework of the state assignment related to the base project of the Sukachev Institute of Forest SB RAS and financially supported by the project "Biodiversity of Siberian Forests: Ecological and Dynamic, Genetic and Breeding, Physical and Chemical, and Resource and Technological Aspects" FWES-2024-0028.

For citation: Danilin A.I., Konovalova M.E., Danilina D.M. Introduction of *Pinus sibirica* Du Tour in Landscaping of Saint Petersburg. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal. 2026, no. 5, pp. 205–216. (In Russ.). https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-5-205-216

This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license

Введение

Озеленение городской среды актуально не только с точки зрения повышения эстетики восприятия, оно также формирует особые микроклиматические условия, регулирует газовый состав воздуха, выполняя в целом экосистемную, рекреационную и эстетическую функции [31, 32, 34, 37]. Хвойные растения играют важную роль в озеленении урбанизированных территорий, прежде всего в связи с тем, что они обладают круглогодичной высокой декоративностью, бальнеологическими свойствами фитонцидов, эффективно регулируют микроклимат, создавая «острова прохлады» [36]. В городской среде происходит ускорение начала и удлинение вегетационного периода у деревьев [28, 29], как следствие, увеличивается чистая первичная продуктивность городской растительности [30].

Одним из основных путей сохранения декоративного и видового разнообразия озеленения в умеренно континентальном климате является пополнение существующих насаждений морозоустойчивыми видами [33]. Особо важно при этом производить их тщательный отбор для повышения устойчивости посадок [35]. В г. Санкт-Петербурге таксономический состав культивируемых хвойных достигает 65 видов [5, 25]. Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) (далее кедр) до конца XX в. единично использовалась в озеленении города в наименее загрязненных участках, таких как Ботанический сад Петра Великого, парк Лесотехнической академии, Петергоф, Шувалово, парк Сосновка и др. На начало XXI в. применение кедра оставалось ограниченным: Новосибирский сквер, Шапки и др. Кедр высажен и в окрестностях городов Пушкин, Ломоносов, Петродворец, Выборг, Гатчина, усадьбе Щеглово, парках поселков Ефимовский, Стрельна и др.

При озеленении г. Санкт-Петербурга следует учитывать сильную влажность, связанную с поступлением морского воздуха, сильные, почти постоянные ветра, дефицит света (в среднем за год бывает 62 солнечных дня). Загрязнение атмосферы в дневное время уменьшает солнечную радиацию, а в ночное время замедляет охлаждение поверхности сильно нагревающихся за день каменных зданий и покрытий дорог [26]. Кроме того, загрязнение почвы токсикантами (сера, хлор и соли соляной кислоты, бензопирен и др.), отходами строительных материалов (содержащих углекислый кальций), натрием (из противогололедных смесей) ухудшает физико-химические и биологические свойства почвы. Также влияет световое, шумовое, вибрационное и другие виды загрязнений [14, 23].

В связи с перечисленным для условий северного мегаполиса особый интерес представляет интродукция кедра, требующего повышенного атмосферного увлажнения и устойчивого к низким температурам, поздним весенним заморозкам и недостатку освещенности, не страдающего от низкого почвенного плодородия, обладающего сильными фитонцидными свойствами и особой декоративностью кроны, долговечного [20, 22]. В России накоплен многовековой опыт успешного выращивания припоселковых кедровников, в т. ч. и за пределами их естественного ареала [8, 9, 11, 21]. Однако существует мнение о низкой газоустойчивости кедра [10, 17]. Работы по оценке успешности интродукции на урбанизированных территориях зачастую носят описательный характер и не дают количественных оценок перспективности использования вида за границами его естественного ареала.

Целью исследования стала оценка роста, развития и декоративности посадок сосны кедровой (*Pinus sibirica* Du Tour) при озеленении г. Санкт-Петербурга. Нами осуществлен эксперимент по интродукции кедра, дана количественная оценка морфологических показателей надземной части деревьев на первом этапе адаптации, что позволило определить состояние посадок, оценить их декоративные качества, экологическую устойчивость, адаптацию и перспективность для дальнейшего наблюдения с целью практического применения полученного опыта.

Объекты и методы исследования

Объектами изучения послужили посадки кедра вдоль жилых построек Приморского и Невского районов г. Санкт-Петербурга. Территория расположена в зоне бореальных лесов южной подзоны тайги Восточной Европы. Согласно ландшафтной классификации [12] район относится к Приневскому ландшафту низменных морских и озерных равнин. Климат переходный от умеренно континентального к умеренно морскому с теплым летом и умеренной зимой формируется под влиянием Финского залива, проявляющемся в увлажняющей бризовой циркуляции. Отепляющее воздействие залива и урболандшафта увеличивает продолжительность безморозного периода до 150 дней и до 10 °С повышает температуру в центральной части города в сравнении с окраинами и ближайшими пригородами [1]. Среднегодовая температура воздуха составляет 6,3 °С, среднегодовая сумма осадков – около 662 мм. [13]. Центральная часть города имеет наиболее плотную застройку. Доминируют дерновые связнопесчаные слабооглеенные антропогенно-трансформированные почвы нередко со вторым гумусовым (погребенным) горизонтом [14].

Посадочный материал был выращен из сеянцев 3–4 лет в границах естественного ареала кедра сибирского на опытной плантации на севере Красноярской городской агломерации. В работе учтен опыт выращивания кедра в границах Красноярского края [16].

Для интродукции отбирались растения размером 130–180 см, диаметром стволика у шейки корня 3–4 см, возрастом 12–15 лет с закрытой корневой системой. Критериями для отбора были: один ровный стволик, хорошо развитая, густая и низко опущенная крона, отсутствие повреждений насекомыми и болезнями. Упаковка корневой системы посадочного материала выполнена в пластиковые контейнеры диаметром 50 см и высотой 35 см.

Деревья кедра высаживались поэтапно в 2018, 2020 и 2022 гг. вдоль жилых построек, стоящих по направлению к Невской губе Финского залива, а также внутри придомовых территорий. Высадка саженцев была проведена в посадочные ямы, диаметр и глубина которых составляли 130 % от объема корневого кома саженца. Расстояние между посадочными местами составляло 3–4 м. Такое расстояние между деревьями кедра часто наблюдается при восстановлении кедровников в зоне его естественного произрастания [4]. Растения размещались в посадочных ямах так, что корневая шейка оставалась открыта. Отсыпка проводилась заранее подготовленным плодородным грунтом. При засыпке каждое посадочное место обильно поливалось для исключения образования воздушных карманов. В дальнейшем в прикорневую зону ежегодно вносились комплексные минеральные удобрения и проводился полив.

Натурные исследования проведены весной 2024 г. в г. Санкт-Петербурге в Приморском районе (ул. Туристская, ул. Савушкина) и Невском районе (микрорайон Кудрово, ул. Дыбенко). У 30 интродуцированных в городскую среду деревьев кедра измерены диаметр ствола на высоте 1,3 м, высота ствола, протяженность живой кроны, средняя длина и продолжительность жизни хвои, среднее количество боковых побегов в мутовках, средние приросты боковых и верхушечных побегов за последние 6 лет, оценено санитарное состояние. При оценке санитарного состояния деревьев использовалась шкала В.А. Алексеева [2]. Также проведена рекогносцировочная оценка деревьев кедра, растущих без дополнительного ухода на территории парка Сосновка (Выборгский район г. Санкт-Петербурга) в условиях, приближенных к естественному лесу.

Статистическую обработку собранного материала проводили в среде программы Excel при помощи инструментов надстройки AtteStat 13 [6]. Коэффициент вариации интерпретирован согласно С.А. Мамаеву [15].

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе натурного обследования выявлена 100%-я приживаемость посадок. Санитарное состояние всех деревьев на участках оценено как здоровое (1-я категория санитарного состояния). Признаков ослабления, обмерзания почек, побегов и хвои, поражения вредителями и болезнями не обнаружено.

В 2024 г. деревья кедра, высаженные в 2018 г., достигли диаметра ствола на высоте 1,3 м в среднем 9,0±0,4 см, высаженные в 2020 г. – 4,0±0,4, высаженные в 2022 г. – 3,0±0,1. Вариабельность диаметров высокая: коэффициент изменчивости составил 9, 33 и 14 % соответственно. Средняя высота деревьев 1-го этапа высадки превысила среднюю высоту использованного посадочного материала на 2 м (рис. 1), достигнув 3,60±0,09 м. Высота деревьев 2-го этапа посадки в среднем составила 2,50±0,11 м, 3-го – 2,10±0,09 м. Наблюдается средняя изменчивость высот деревьев первого этапа высадки (коэффициент изменчивости 5 %) и высокая – последующих (коэффициент изменчивости 16 % в обоих случаях).

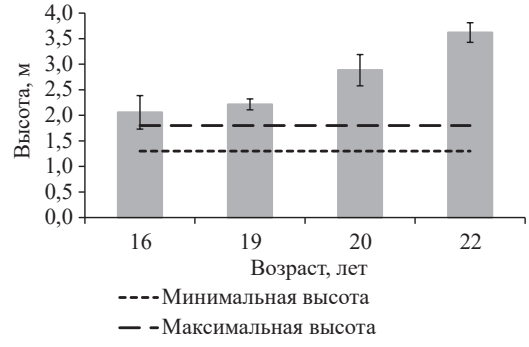


Рис. 1. Высота деревьев в посадках в зависимости от возраста

Fig. 1. Tree height in plantings by age

После окончания периода укоренения и адаптации (2–3 года) отмечено экспоненциальное увеличение прироста посадок по высоте (рис. 2). При этом высота начала кроны остается на постоянном уровне (0,30±0,07 м), что свидетельствует о достаточной освещенности посадок и отсутствии усыхания нижних ветвей. Протяженность кроны у посадок 1-го этапа в среднем составляет около 92 % от высоты ствола (3,3±0,09 м), у 2-го – 86 % (2,2±0,12 м), у 3-го –

84 % (1,7±0,09 м) и имеет низкую и среднюю вариабельность (коэффициент изменчивости равен 1, 4 и 6 % соответственно).

В норме для деревьев с моноподиальным типом ветвления приросты верхушечных побегов превышают приросты боковых, что и наблюдается у всех интродуцированных деревьев. Таким образом, деревья в посадках сохраняют естественный габитус. При этом отмечается увеличение приростов верхушечного побега, превысившее средние приросты до интродукции, уже на 3–4 год после посадки. Приросты побегов регулярны. Все верхушечные и боковые побеги ежегодно одревеснеют и не имеют признаков обмерзания, у почек и хвои обмерзания также не наблюдается. Это свидетельствует о хорошей зимостойкости посадок, отсутствии угнетения и успешной адаптации растений.

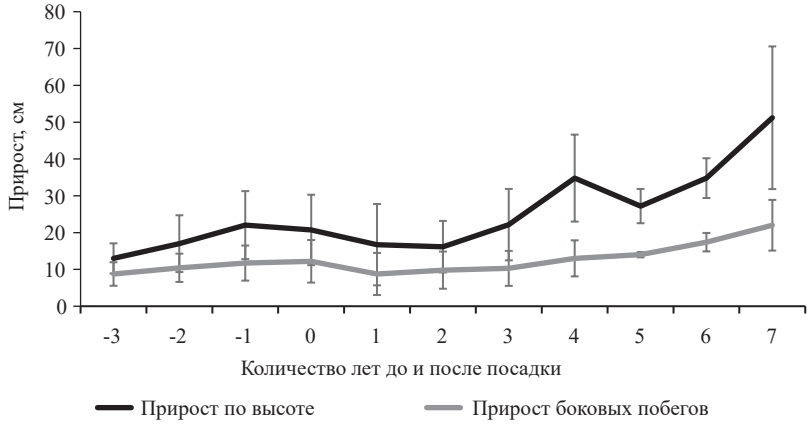


Рис. 2. Средние приросты верхушечных и боковых побегов относительно времени посадки за год

Fig. 2. Average increment of terminal and lateral shoots relative to the planting time

В каждой мутовке в среднем образуется 7,0±0,3 шт. боковых побегов (до 11 шт.), но данный признак имеет высокую изменчивость (коэффициент изменчивости – 27 %). При сравнении побегообразовательной способности в мутовке интродуцированных деревьев с растениями того же возраста, произрастающими на Красноярском питомнике – 8,0±0,5 шт. (до 13 шт.), заметно незначительное снижение данного показателя.

Особый интерес представляет задержка опадения хвои с момента интродукции деревьев кедра. Средняя продолжительность жизни хвои у саженцев, высаженных в г. Санкт-Петербурге за 7 лет до обследования, составляет 6,40±0,24 года (с варьированием от 6 до 7 лет), за 5 лет – 5,60±0,53 года (с варьированием от 4 до 9 лет), за 3 года – 4,20±0,17 года (с варьированием от 3 до 5 лет). Изменчивость этого признака у деревьев 1-го этапа высадки средняя (коэффициент изменчивости – 9 %), а у последующих – высокая (коэффициент изменчивости – 34 и 14 % соответственно).

Продолжительность жизни хвои в значительной мере отражает влияние внешних условий на состояние деревьев и служит чувствительным индикатором их адаптационной способности, особенно в условиях урбосреды и промышленного загрязнения [3, 18]. Так, в г. Уфе у растений кедра хвоя живет от 2 до 6 лет [21]. В изучаемых посадках жизнедеятельность хвои продолжается до 7–9 лет, что превышает данный показатель для питомника в г. Красноярске [8], где продолжительность жизни хвои стабильна и составляет 4 года. В то же

время при отсутствии дополнительного ухода за деревьями кедра (регулярный полив, внесение минеральных удобрений) и фонарного освещения на территории парка Сосновка в условиях, приближенных к естественному лесу, продолжительность жизни хвои кедра составляет 4 года.

Средняя длина хвои первых пересаженных растений равняется 98±3,7 мм, вторых – 103±5,5 мм, третьих – 106±3,1 мм и характеризуется средней и высокой изменчивостью (коэффициент изменчивости составил 9, 19 и 10 % соответственно). Для питомника в г. Красноярске средняя длина хвои деревьев того же возраста меньше – 94,0±2,0 мм. Увеличение продолжительности жизни и длины хвои приводит к увеличению коэффициента поглощения фотосинтетически активной радиации. Повышение охвоенности побегов может проявляться как реакция на стресс [27] и, вероятно, способствует улучшению устойчивости хвойных растений.

Признаком успешной адаптации, а также гарантией успешного роста и развития служат общие показатели развития кроны: ее протяженность, развитие боковых побегов и т. д. [21]. В проведенном эксперименте сохранение значительной протяженности кроны (боле 80 % высоты), увеличение продолжительности жизни хвои (до 7–9 лет) и ее длины (90–119 мм, до 160 мм), образование большого количества боковых побегов в мутовках (до 11 шт.) в комплексе обеспечивают не только успешную адаптацию растений, но и высокую декоративность посадок. Деревья круглогодично имеют зеленую, плотную, низко опущенную крону симметричной яйцевидной формы.

В целом расположение обследованных посадок вдоль направления бризовых потоков влажного воздуха, зачастую переходящих в сильный ветер, усугубляет влияние негативных факторов, таких как высокая влажность, сильные ветра и непостоянство климата, характерных для г. Санкт-Петербурга [26]. При этом отличное состояние обследованных посадок кедра свидетельствует, что этот вид может не только выживать в условиях центральной части г. Санкт-Петербурга, но и превзойти при этом в росте и декоративности посадки на питомнике в границах естественного ареала.

Первый этап акклиматизации кедра в условия южной подзоны тайги Восточной Европы и плотной застройки в центральной части г. Санкт-Петербурга показал хорошие результаты. Однако опыт выращивания кедра в аналогичных зонально-климатических условиях выявил, что после 20-летнего возраста деревья становятся более чувствительны к изменению условий произрастания. В географических культурах, заложенных в Ленинградской области в 1984 г., первые 5–6 лет наблюдалась приживаемость саженцев в пределах 80–95 % в зависимости от климатипа, но при отсутствии уходов к 34-летнему возрасту сохранность не превышала 9 % [19]. В более суровых условиях Архангельской области в лесных культурах кедра на вырубке к 29-летнему возрасту сохранность составила 32 % [24]. Таким образом, успешность выживания деревьев кедра при интродукции сильно зависит от технологии посадки и последующих уходов. В нашем эксперименте часть интродуцированных деревьев уже достигла критического возраста 20 лет, другая близка к нему. 100%-я приживаемость, отличные показатели санитарного состояния, роста и развития свидетельствуют о надежности использованного способа посадки и выращивания. Принимая во внимание, что в условиях Заполярья, в коллекции Полярно-альпийского ботанического сада-института

8 деревьев кедра достигли генеративного состояния и являются здоровыми или ослабленными [7], можно ожидать начала семеношения и от деревьев, высаженных в центральной части г. Санкт-Петербурга. Данный вопрос требует продолжения наблюдений за посадками.

Заключение

Успешно апробирована технология посадки и выращивания кедра в центральной части г. Санкт-Петербурга. Она включает высадку качественного крупномерного посадочного материала с закрытой корневой системой в правильно подготовленные посадочные ямы и своевременные уходы за посадками (полив и ежегодные подкормки). При соблюдении этих условий растения сохраняют декоративные качества вне зависимости от стадии адаптации. Климатические условия подзоны южно-таежных лесов Восточной Европы с отепляющим и увлажняющим влиянием Финского залива, несмотря на негативное влияние урбанизированной среды, обеспечили хорошую приживаемость, адаптацию и высокую декоративность посадок. Деревья кедра благодаря эколого-биологическим особенностям (устойчивость к низким температурам и весенним заморозкам, общая морозостойкость, требовательность к уровню атмосферного увлажнения, многолетняя охвоенность побегов, долговечность и др.) и экологической пластичности успешно адаптировались к новым условиям и имеют высокую устойчивость в центральной части мегаполиса. По результатам проведенного эксперимента сосну кедровую можно предварительно рекомендовать для озеленения города. Начатые мониторинговые исследования следует продолжить с целью оценки адаптивной способности и перспективности интродукции кедра (после достижения им генеративной стадии развития) для озеленения г. Санкт-Петербурга и его окрестностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Агроклиматические ресурсы Ленинградской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 120 с.

Agro-Climatic Resources of the Leningrad Region. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1971. 120 p. (In Russ.).

2. *Алексеев В.А.* Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.

Alekseev V.A. Diagnostics of Tree Vitality and Stand Condition. *Lesovedenie* = Russian Journal of Forest Science, 1989, no. 4, pp. 51–57. (In Russ.).

3. *Антипов В.Г.* Устойчивость древесных растений к промышленным газам. Минск: Наука и техника, 1979. 216 с.

Antipov V.G. *Woody Plants Resistance to Industrial Gases*. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1979. 216 p. (In Russ.).

4. *Бех И.А., Данченко А.М., Кибиш И.В.* Сосна кедровая сибирская. Томск: Томс. гос. ун-т, 2004. 158 с.

Bekh I.A., Danchenko A.M., Kibish I.V. *Siberian Pine*. Tomsk, TSU Publ., 2004. 158 p. (In Russ.).

5. *Булыгин Н.Е., Фирсов Г.А.* Итоги интродукции голосеменных растений в Санкт-Петербург // Растит. ресурсы. 2002. Т. 38, вып. 3. С. 30–44.

Bulygin N.E., Firsov G.A. The Results of the Gymnosperms Introduction to Saint Petersburg. *Rastitelnye Resursy*, 2002, vol. 38, iss. 3, pp. 30–44. (In Russ.).

6. *Гайдышев И.П.* Моделирование стохастических и детерминированных систем: Руководство пользователя программы AtteStat. Курган, 2015. 484 с.

Gaidyshev I.P. *Modeling Stochastic and Deterministic Systems*: AtteStat User's Guide. Kurgan, 2015. 484 p. (In Russ.).

7. *Гончарова О.А., Зотова О.Е. Pinus sibirica* Du Tour в условиях интродукции на примере Полярно-альпийского ботанического сада-института // Изв. вузов. Лесн. журн. 2024. № 2. С. 178–188.

Goncharova O.A., Zotova O.E. *Pinus sibirica* Du Tour in the Conditions of Introduction by the Example of the Botanical Garden-Institute. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2024, no. 2, pp. 178–188. (In Russ.). https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-2-178-188

8. *Данилин А.И., Коновалова М.Е.* Выращивание сосны кедровой сибирской из 11-летнего посадочного материала в границах естественного ареала // Актуальные проблемы урболесоведения: сб. науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 95-летию со дня рождения чл.-кор. РАН Л.П. Рысина. М.: ГБС им. Н.В. Цицина РАН, 2024. С. 69–73.

Danilin A.I., Konovalova M.E. Cultivation of Siberian Pine from 11-Year-Old Planting Material within the Boundaries of Its Natural Area. *Current Issues of Urban Forest Studies: Collection of Academic Papers of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation Dedicated to the 95th Anniversary of Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences L.P. Rysin*. Moscow, N.V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS, 2024, pp. 69–73. (In Russ.). https://doi.org/10.35102/cbg.2024.32.23.014

9. *Дебков Н.М.* Припоселковые кедровники юга Западно-Сибирской равнины: История и современное состояние, рекомендации по устойчивому управлению (на примере Томской области). М.: Всемирн. фонд дикой природы (WWF), 2014. 52 с.

Debkov N.M. *Near-Village Siberian Pine Forests of the South of the West Siberian Plain: History and Current State, Recommendations for Sustainable Management (Case Study of the Tomsk Region)*. Moscow, WWF Publ., 2014. 52 p. (In Russ.).

10. *Зикрин Е.Р., Паркина О.В.* Использование сосны сибирской (кедра) в ландшафтном озеленении // Современные проблемы озеленения городской среды: материалы Нац. (Всерос.) науч.-практ. студ. конф. Новосибирск: Золотой колос, 2019. С. 77–80.

Zikrin E.R., Parkina O.V. The Use of Siberian Pine (Cedar) in Landscape Gardening. *Current Issues of Urban Landscaping: Proceedings of the National (All-Russian) Scientific and Practical Student Conference*. Novosibirsk, Zolotoy Kolos Publ., 2019, pp. 77–80. (In Russ.).

11. *Игнатенко М.М.* Сибирский кедр (биология, интродукция, культура). М.: Наука, 1988. 161 с.

Ignatenko M.M. *Siberian Pine (Biology, Introduction, and Crop)*. Moscow, Nauka Publ., 1988. 161 p. (In Russ.).

12. *Исаченко Г.А., Резников А.И.* Ландшафты Санкт-Петербурга: эволюция, динамика, разнообразие // Биосфера. 2014. Т. 6, № 3. С. 231–249.

Isachenko G.A., Reznikov A.I. Saint Petersburg Landscapes: Their Evolution, Dynamics, Diversity. *Biosfera*, 2014, vol. 6, no. 3, pp. 231–249. (In Russ.). https://doi.org/10.24855/biosfera.v6i3.220

13. Климат Ленинграда / выполн. Е.В. Алтыкисом, И.М. Белявской, В.Г. Бодриной и др.; под ред. Ц.А. Швер и др. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. 252 с.

Climate of Leningrad. Prep. by E.V. Altykis, I.M. Belyavskaya, V.G. Bodrina. Ed. by Ts.A. Shver et al. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1982. 252 p. (In Russ.).

14. *Ковязин В.Ф., Мартынов А.Н.* Состояние почв в урбоэкосистемах Санкт-Петербурга // Аграрн. науч. журн. 2014. № 9. С. 17–22.

Kovyazin V.F., Martynov A.N. Soil Conditions of Saint-Petersburg Urban Ecosystems. *The Agrarian Scientific Journal*, 2014, no. 9, pp. 17–22. (In Russ.).

15. *Мамаев С.А.* Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.

Mamaev S.A. *Forms of Intraspecific Variability of Woody Plants (Case Study of the Pinaceae Family in the Urals)*. Moscow, Nauka Publ., 1973. 284 p. (In Russ.).

16. *Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф.* Исследования по выращиванию сосны кедровой сибирской за многолетний период // Хвойные бореал. зоны. 2022. Т. 40, № 5. С. 374–380.

Matveeva R.N., Butorova O.F. Research on the Cultivation of Siberian Cedar Pine for a Long Period. *Hvojnye boreal'noj zony* = Conifers of the boreal area, 2022, vol. 40, no. 5, pp. 374–380. (In Russ.).

17. *Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Братилова Н.П.* Биоразнообразие, отбор и размножение кедровых сосен в плантационных культурах зеленой зоны Красноярска // Хвойные бореал. зоны. 2007. Т. 24, № 2–3. С. 243–247.

Matveeva R.N., Butorova O.F., Bratilova N.P. Biodiversity, Selection and Propagation of Siberian Pine in Plantation Crops of the Krasnoyarsk Green Zone. *Hvojnye boreal'noj zony* = Conifers of the boreal area, 2007, vol. 24, no. 2-3, pp. 243–247. (In Russ.).

18. *Нестерович Н.Д., Дерюгина Т.Ф., Лучков А.И.* Структурные особенности листьев хвойных. Минск: Наука и техника, 1986. 96 с.

Nesterovich N.D., Deryugina T.F., Luchkov A.I. *Structural Features of Coniferous Leaves*. Moscow, Nauka Publ., 1986. 96 p. (In Russ.).

19. *Николаева М.А., Варенцова Е.Ю., Межина К.М.* Оценка сохранности и состояния *Pinus sibirica* Du Tour в географических культурах Ленинградской области // Хвойные бореал. зоны. 2022. Т. 40, № 5. С. 381–388.

Nikolaeva M.A., Varentsova E.Yu., Mezhina K.M. Assessment of the Preservation and Condition of *Pinus sibirica* Du Tour in Provenance Trials of Leningrad Region. *Hvojnye boreal'noj zony* = Conifers of the boreal area, 2022, vol. 40, no. 5, pp. 381–388. (In Russ.).

20. *Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И.* Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. 226 с.

Polikarpov N.P., Chebakova N.M., Nazimova D.I. *Climate and Mountain Forests of Southern Siberia*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1986. 226 p. (In Russ.).

21. *Путенихин В.П., Путенихина К.В., Шигапов З.Х.* Кедр сибирский в Башкирском Предуралье и на Южном Урале: биологические и лесоводственные особенности при интродукции: моногр. Уфа: Башк. энцикл., 2017. 248 с.

Putenikhin V.P., Putenikhina K.V., Shigapov Z.H. *Siberian Pine in the Bashkir Urals and the Southern Urals: Biological and Forestry Features during Introduction*. Ufa, Bashkir encyclopedia Publ., 2017. 248 p. (In Russ.).

22. *Семечкин И.В., Поликарпов Н.П., Ирошников А.И., Бабинцева Р.М., Воробьев В.Н., Дашко Н.В., Иванов В.В., Кондаков Ю.П., Коротков И.А., Мурина Т.К., Назимова Д.И., Попов В.Е., Попова Ю.М., Соколов Г.А., Софронов М.А., Смагин В.Н., Спиридонов Б.С., Чебакова Н.М., Чередникова Ю.С.* Кедровые леса Сибири: моногр. Новосибирск: Наука, 1985. 258 с.

Semechkin I.V., Polikarpov N.P., Iroshnikov A.I., Babintseva R.M., Vorobyov V.N., Dashko N.V., Ivanov V.V., Kondakov Yu.P., Korotkov I.A., Murina T.K., Nazimova D.I., Popov V.E., Popova Yu.M., Sokolov G.A., Sofronov M.A., Smagin V.N., Spiridonov B.S., Chebakova N.M., Cherednikova Yu.S. Bioecological Properties and Variability of Siberian Pine. *Siberian Pine Forests of Siberia*: Monograph. Novosibirsk, Nauka Publ., 1985. 258 p. (In Russ.).

23. *Стеблянко В.Д.* Проблемы озеленения районов Санкт-Петербурга // Право и правосудие в современном мире: актуальные проблемы публичного и частного права: сб. науч. ст. молодых исследователей. Санкт-Петербург, 2021. С. 386–391.

Steblyanko V.D. Issues of Landscaping the Districts of Saint Petersburg. *Law and Justice in the Modern World: Current Issues of Public and Private Law: Collection of Academic Papers by Young Researchers*. Saint Petersburg, 2021, pp. 386–391. (In Russ.).

24. *Сунгурова Н.Р., Страздаускас С.Е.* Интродукция кедра сибирского на Европейском Севере // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Ишим: филиал Тюменск. гос. ун-та в г. Ишиме, 2018. С. 132–134.

Sungurova N.R., Strazdauskas S.Ye. Introduction of *Pinus sibirica* in the European North. *Urban Ecosystems: Problems and Prospects of Development: Proceedings of the 5th International Scientifical-Practical Conference*. Ishim, Ishim Branch TSU Publ., 2018, pp. 132–134. (In Russ.).

25. *Фирсов Г.А., Хмарик А.Г., Орлова Л.В., Бялт В.В.* Ассортимент хвойных в озеленении Санкт-Петербурга на рубеже веков: тенденции и перспективы // Вестн. Волгоградск. гос. ун-та. Сер. 11: Естеств. науки. 2016. № 2(16). С. 7–21.

Firsov G.A., Khmarik A.G., Orlova L.V., Byalt V.V. Assortment of Conifers for Planting Saint Petersburg at the Edge of Centuries: Tendencies and Prospects. *Science of VolSU. Natural Sciences*, 2016, no. 2(16), pp. 7–21. (In Russ.).
https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2016.2.1

26. *Химичев А.А.* Влияние климатических условий на организацию озеленения городской среды на примере Санкт-Петербурга // Перспективные межотраслевые исследования как основа развития современной науки: сб. ст. Междунар. науч. конф. СПб.: Междунар. ин-т перспективных исследований им. Ломоносова, 2023. С. 11–13.

Khimichev A.A. The Influence of Climatic Conditions on the Organization of Urban Landscaping: A Case Study of Saint Petersburg. *Promising Interdisciplinary Research as a Basis for the Modern Science Development: Collection of Academic Papers of the International Scientific Conference*. Saint Petersburg, SPbIPI Publ., 2023, pp. 11–13. (In Russ.).

27. *Цепордей И.С.* Увеличение охвоенности побегов в широтном градиенте как компенсаторная реакция сосны обыкновенной на снижение суммы эффективных температур // Сиб. лесн. журн. 2024. № 2. С. 68–73.

Tsepordey I.S. An Increase of the Foliage Share in Shoot Phytomass along the Latitudinal Gradient as a Compensatory Reaction of Scots Pine to a Decrease in the Sum of Effective Temperatures. *Sibirskij Lesnoj Zurnal* = Siberian Journal of Forest Science, 2024, no. 2, pp. 68–73. (In Russ.). https://doi.org/10.15372/SJFS20240208

28. Díaz J.G., Gutiérrez-Bustillo A.M., Rojo J. Influence of Urbanisation on the Phenology of Evergreen Coniferous and Deciduous Broadleaf Trees in Madrid (Spain). *Landscape and Urban Planning*, 2023, vol. 235, art. 104760.
https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104760

29. Donnelly A., Liu R., Yu L. Comparing *in situ* Spring Phenology and Satellite-Derived Start of Season at Rural and Urban Sites in Ireland. *International Journal of Remote Sensing*, 2021, vol. 42, iss. 20, pp. 7821–7841.
https://doi.org/10.1080/01431161.2021.1969056

30. Guan X., Shen H., Li W., Gan X., Zhang L. A Long-Term and Comprehensive Assessment of the Urbanization-Induced Impacts on vegetation Net Primary Productivity. *Science of the Total Environment*, 2019, no. 669, pp. 342–352.
https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.361

31. Kondo M.C., Fluehr J.M., McKeon T., Branas C.C. Urban Green Space and Its Impact on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018, vol. 15, no. 3, art. 445. https://doi.org/10.3390/ijerph15030445

32. Mullaney J., Lucke T., Trueman S.J. A Review of Benefits and Challenges in Growing Street Trees in Paved Urban Environments. *Landscape and Urban Planning*, 2015, vol. 134, pp. 157–166. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.013

33. Ozherelieva Z., Emelianova O., Firsov A. Introduced Tree and Shrub Species for Sustainable Landscape Compositions in the Urban Conditions. *E3S Web of Conferences*, 2021, vol. 273, art. 01013. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127301013

34. Pauleit S., Jones N., Garcia-Martin G., Garcia-Valdecantos J.L., Rivière L.M., Vidal-Beaudet L., et al. Tree Establishment Practice in Towns and Cities – Results from a European Survey. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2002, vol. 1, iss. 2, pp. 83–96. https://doi.org/10.1078/1618-8667-00009

35. Sousa-Silva R., Duflos M., Barona C.O., Paquette A. Keys to Better Planning and Integrating Urban Tree Planting Initiatives. *Landscape and Urban Planning*, 2023, vol. 231, art. 104649. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104649

36. Spronken-Smith R.A., Oke T.R. The Thermal Regime of Urban Parks in Two Cities with Different Summer Climates. *International Journal of Remote Sensing*. 1998, vol. 19, iss. 11, pp. 2085–2104. https://doi.org/10.1080/014311698214884

37. Tian L. Analysis of the Artistic Effect of Garden Plant Landscaping in Urban Greening. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, vol. 2022, iss. 1, art. 2430067. https://doi.org/10.1155/2022/2430067

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest

Вклад авторов: Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the manuscript