


DOI 10.22363/2312-797X-2022-17-1-72-89
УДК 712.41:504.064.36(470.21)

Научная статья / Research article

Мониторинг состояния древесных растений в зоне влияния железнодорожного транспорта в условиях Заполярья

Е.А. Святковская  , Н.В. Салтан ,
М.С. Уманец , Н.Н. Тростенюк 

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН,
г. Апатиты, Российская Федерация
 sviatkovskaya@mail.ru

Аннотация. Привокзальные территории, являясь частью городского озеленения, рассматриваются как единое пространство и должны соответствовать высоким стандартам качества городской среды. Проведены мониторинговые исследования (2018–2021 гг.) состояния аборигенных и интродуцированных видов древесных растений, произрастающих вдоль железнодорожных путей на привокзальных территориях городов Кольского Заполярья (Мурманск, Оленегорск, Апатиты, Полярные Зори, Кандалакша), для выявления устойчивых видов при данном типе загрязнения. Оценка состояния древесных растений проводилась визуальным способом по методике В.С. Николаевского и Х.Г. Якубова. Для каждого растения даны качественная и количественная характеристики. Рассчитан средневзвешенный балл состояния для наиболее распространенных древесных видов. Определены некоторые агрохимические почвенные показатели. В результате мониторинговых исследований зеленых насаждений выявлено незначительное увеличение видового разнообразия (22 вида — 2018 г., 24 вида — 2021 г.). Состояние древесных растений на привокзальных территориях зависело от уровня антропогенных нагрузок, возраста насаждений и регулярности ухода. Отмечено незначительное увеличение доли категории растений «без признаков ослабления» при значительном росте категории «сильно ослабленные» (с 31,0 до 51,7 %). Показатель по категориям «усыхающие» и «сухостой» изменился незначительно. Средневзвешенный балл состояния наиболее распространенных видов деревьев продемонстрировал отсутствие выраженных изменений. Питательный статус почв характеризовался низким уровнем обеспеченности азотистыми соединениями, обнаружены изменения кислотности почв. При регулярном уходе растения могут переходить из одной категории в другую. Существующие виды древесных растений устойчивы в данных экологических условиях и могут быть рекомендованы для озеленения объектов такого назначения.

Ключевые слова: состояние растений, древесные растения, привокзальные территории, Кольское Заполярье, зеленые насаждения

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Святковская Е.А., Салтан Н.В., Уманец М.С., Тростенюк Н.Н., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>


Финансирование. Благодарности. Исследования проводились в рамках научно-исследовательской работы «Коллекционные фонды ПАБСИ как основа сохранения биоразнообразия, развития биотехнологий, оптимизации условий городской среды, фитореабилитации и экологического образования» (FMER-2021–0002, регистрационный номер — 122011900097–6).

История статьи: поступила в редакцию 14 февраля 2022 г., принята к публикации 11 марта 2022 г.

Для цитирования: Святковская Е.А., Салтан Н.В., Уманец М.С., Тростенюк Н.Н. Мониторинг состояния древесных растений в зоне влияния железнодорожного транспорта в условиях Заполярья // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронмия и животноводство. 2022. Т. 17. № 1. С. 72—89. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-1-72-89

Monitoring the state of woody plants in railway impact zone in the Kola Polar region

Ekaterina A. Sviatkovskaya  , Natalia V. Saltan ,
Marina S. Umanets , Nadezhda N. Trostenyuk 

Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of N.A. Avrorin of the Kola Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russian Federation
 sviatkovskaya@mail.ru

Abstract. The areas adjacent to the railway stations are part of the urban greening and are considered as a single space that meets the high-quality standards of the urban environment. Monitoring studies (2018–2021) were carried out on the state of native and introduced species of woody plants growing along the railway tracks in the forecourt territories of the cities of the Kola Arctic (Murmansk, Olenegorsk, Apatity, Polyarnye Zori, Kandalaksha) to identify resistant species to this type of pollution. The assessment of the state of woody plants was carried out visually according to the method of V.S. Nikolaevsky and H.G. Yakubov. Qualitative and quantitative characteristics were given for each plant. The average score of the state for the most common tree species was calculated. Some agrochemical soil indicators have been determined. As a result of monitoring studies of green spaces, a slight increase in species diversity was revealed (22 species — 2018, 24 species — 2021). The state of woody plants in the railway impact zone depended on level of anthropogenic loads, age of plantations, and regularity of care. A slight increase in the share of the category of plants «without signs of weakening» was noted, with a significant increase in the category «highly weakened» (from 31.0 to 51.7 %). The indicator for the categories «shrinking» and «dead wood» has changed slightly. The weighted average score of the state of the most common tree species showed no pronounced changes. The nutritional status of soils was characterized by a low level of availability of nitrogenous compounds, changes in soil acidity were found. With regular care, plants can move from one category to another. Existing species of woody plants are stable in these environmental conditions and can be recommended for landscaping objects of this purpose.

Keywords: state of the plants, woody plants, railway station areas, Kola Polar region, green spaces

Conflicts of interest. The authors declared no conflicts of interest.

Acknowledgments. The study was carried out within the framework of the research «Polar-Alpine Botanical Garden-Institute collection funds as a basis for biodiversity conservation, development of biotechnologies, optimization of urban environment conditions, phytorehabilitation and environmental education» (FMER-2021–0002, registration number 122011900097–6).

Article history: Received: 14 February 2021. Accepted: 11 March 2022

For citation: Sviatkovskaya EA, Saltan NV, Umanets MS, Trostenyuk NN. Monitoring the state of woody plants in railway impact zone in the Kola Polar region. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022; 17(1):72–89. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-1-72-89

Введение

Территории, прилегающие к железнодорожным вокзалам, являются частью городского озеленения и рассматриваются как единое пространство, которое должно соответствовать высоким стандартам качества городской среды. Эти особые объекты должны выглядеть высоко эстетичными благодаря грамотному благоустройству и озеленению. В оптимизации урбанизированных территорий и способности нивелировать неблагоприятные для человека факторы природного и техногенного происхождения большая роль отводится зеленым насаждениям [1–3].

Для озеленения привокзальных территорий предпочтительны древесные растения. При их использовании для эстетических целей необходимо учитывать, что декоративные качества зависят как от свойств самого растения, так и от условий его произрастания и развития. Декоративные свойства древесных растений необходимо использовать в неразрывной связи с биологическими особенностями растений и условиями внешней среды.

Большой вклад в разработку ассортимента древесных растений для озеленения урбанизированных территорий Кольского Севера вносит Полярно-альпийский ботанический сад-институт (ПАБСИ) им. Н.А. Аврорина [4–9]. В результате исследований, проводимых в ПАБСИ с 1930-х гг., испытано более 20 тысяч образцов древесных растений 944 видов. Наиболее устойчивые виды включены в озеленительный ассортимент, в состав которого в настоящее время входят 44 вида деревьев, 87 видов кустарников и 5 видов древесных лиан, из них 74 % — интродуценты [9].

Приоритетной задачей при озеленении урбанизированных территорий ставится полное выявление функций растений, так как ухудшение условий обитания последних приводит к изменению их нормального роста и развития. Несмотря на то, что растения подвергаются комплексному химическому, физическому, биогенному воздействию вследствие загрязнения атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, они, тем не менее, остаются основным фактором экологической стабилизации городской среды [10].

Цель исследования — мониторинг состояния аборигенных и интродуцированных видов древесных растений, произрастающих вдоль путей, на привокзальных территориях городов Кольского Заполярья (Апатиты, Мурманск, Полярные Зори, Оленегорск, Кандалакша) для выявления устойчивых видов при данном типе загрязнения.

Материалы и методы исследования

Провели мониторинговые исследования (2018–2021 гг.) видового разнообразия и состояния древесных насаждений, произрастающих на привокзальных территориях в городах Мурманской области (Мурманск, Оленегорск, Апатиты, Полярные Зори, Кандалакша) на ранее выделенных площадях. Обследуемые территории

расположены по правую и левую стороны от вокзала протяженностью до 1 км на расстоянии 5...10 м от железнодорожных путей.

Оценку состояния древесных растений проводили визуальным способом по методике В.С. Николаевского и Х.Г. Якубова [11]. Для каждого растения дали качественную и количественную характеристики. Состояние определяли по 6-балльной шкале. Высоту растений измеряли лазерным высотомером марки Nikon Forestry Pro II. Для повышения экологической значимости и надежности визуальной оценки состояния деревьев рассчитали средневзвешенный балл для наиболее распространенных древесных пород по формуле [12]

$$B_{\text{с.п.п}} = \frac{\sum (B_{c1} * n1 + B_{c2} * n2 + \dots + B_{ci} * ni)}{\sum (n1 + n2 + \dots + ni)}$$

где $B_{\text{с.п.п}}$ — средневзвешенный балл состояния породы (вида); $n_{1...i}$ — количество деревьев каждой категории состояния.

В почвах под зелеными насаждениями определили некоторые агрохимические показатели: кислотность, содержание азотного и нитратного азота, обменных форм фосфора и калия [13].

Результаты исследования и обсуждение

Зеленые насаждения на территориях железнодорожных вокзалов в обследованных городах служат преимущественно для эстетического восприятия их пассажирами. Озеленение привокзальных территорий в Мурманской области носило стихийный характер, посадки около вокзалов осуществлялись без озеленительных проектов. Соответственно, интересные с точки зрения ландшафтного дизайна композиции здесь отсутствуют. В посадках доминируют аборигенные древесные виды. Интродуценты, в частности *Larix sibirica*, вводились по мере эксплуатации железной дороги.

Результаты 3-летнего мониторинга демонстрируют в целом незначительное увеличение видового разнообразия (2018 г. — 22 вида, 2021 г. — 24 вида). Видовой состав древесных растений привокзальных территорий в настоящее время включает 24 вида, из них 12 видов представлены деревьями (аборигенные виды: *Sorbus gorodkovii* Pojark, *Salix caprea* L., *Picea obovata* Ledeb., *Populus tremula* L., *Padus avium* Mill., *Betula pubescens* Ehrh., *B. pendula* Roth; интродуценты: *Larix sibirica* Ledeb., *Picea pungens*, *Populus hybrida* hort, *Malus baccata* (L.) Borkh., *Tilia cordata* Mill.) и 12 — кустарниками (интродуценты: *Syringa josikaea* Jacq. fil., *Rosa rugosa* Thunb., *R. pimpinellifolia* L., *R. sp.*, *Caragana arborescens* Lam., *Crataegus sanguinea* Pall, *Spiraea chamaedrifolia* L., *S. salicifolia* L., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A.Br., *Lonicera tatarica* L.; аборигенные виды: *Ribes nigrum* L., *Ribes rubrum* L.). Вышеперечисленные виды относятся к 17 родам (*Betula* L., *Caragana* Fabr., *Crataegus* L., *Larix* Hill, *Lonicera* L., *Malus* Hill, *Padus* Hill, *Picea* A. Dietr., *Populus* L., *Ribes* L., *Rosa* L., *Salix* L., *Sorbus* L., *Sorbaria* (Ser.ex DC.) A. Br., *Spiraea* L., *Syringa* L., *Tilia* L.) и 9 семействам (*Rosaceae* Juss., *Pinaceae* Lindl., *Salicaceae* Mirb., *Betulaceae* S.F. Gray, *Caprifoliaceae* Juss., *Grossulariaceae* DC., *Oleaceae* Hoffm. ex Link, *Fabaceae* Lindl., *Tiliaceae* Juss.).

Наибольшее видовое разнообразие в 2021 г. обнаружено в Оленегорске (12 видов), незначительно меньше в Полярных Звездах (10 видов) и по 11 видов в остальных городах. В некоторых населенных пунктах отмечена тенденция к снижению видового разнообразия. Этому могло способствовать удаление низкодекоративных растений.

По количественному показателю выявлено снижение с 473 (2018 г.) до 362 (2021 г.) экземпляров деревьев и с 172 до 81 кустарника соответственно. Соотношение деревьев и кустарников изменилось незначительно: в 2018 г. 74 % и 26 %, а в 2021 г. — 82 и 18 % соответственно. Доминирующие породы деревьев в 2018 г. (*Sorbus gorodkovii* (39,1 %), *Larix sibirica* (13,1 %) и *Betula pubescens* (12,1 %)) сохранили свое положение в 2021 г.: *Sorbus gorodkovii* — 39 %, *Larix sibirica* — 16,9 % и *Betula pubescens* — 13,5 % (табл. 1). Значительные изменения отмечены для кустарников, где доминирующий в 2018 г. вид *Rosa rugosa* (44 %) заменился в 2021 г. на *Caragana arborescens* (46,6 %), что связано с удалением *Rosa rugosa* при реконструкции железнодорожных объектов в г. Полярные Звезды и Мурманск. Увеличение количества экземпляров *Caragana arborescens* вызвано новыми посадками в г. Полярные Звезды. Второе место стабильно занимает *Syringa josikaea* — 18 % в 2018 г., 20 % в 2021 г. (табл. 1).

Таблица 1

**Распределение, % от общего числа видов, деревьев и кустарников
на привокзальных территориях в 2018 и 2021 гг.**

Тип	Вид растения	2018	2021
Деревья	<i>Sorbus gorodkovii</i>	39,1	39,0
	<i>Larix sibirica</i>	13,1	16,9
	<i>Betula pubescens</i>	12,1	13,5
	<i>Populus hybrida</i>	11,1	11,6
	<i>Padus avium</i>	6,1	2,2
	<i>Salix sp.</i>	5,1	5,5
	<i>Betula pendula</i>	4,1	4,1
	<i>Populus tremula</i>	4,1	2,8
	<i>Tilia cordata</i>	4,1	3,6
	<i>Malus baccata</i>	1,1	0,30
	<i>Picea glauca</i>	—	0,30
	<i>Picea obovata</i>	—	0,30
Кустарники	<i>Rosa rugosa</i>	44,0	2,5
	<i>Caragana arborescens</i>	19,0	46,6
	<i>Syringa josikaea</i>	18,0	20,0
	<i>Crataegus sanguinea</i>	7,0	2,5
	<i>Ribes nigrum</i>	5,0	8,6
	<i>Rosa pimpinellifolia</i>	2,0	4,9
	<i>Lonicera tatarica</i>	2,0	1,3
	<i>Spiraea chamaedryfolia</i>	1,0	2,5
	<i>Rosa sp.</i>	0,5	4,9
	<i>Ribes rubra</i>	0,5	2,5
	<i>Sorbaria sorbifolia</i>	0,5	2,5
	<i>Spiraea salicifolia</i>	0,5	1,3

Distribution, %, of trees and shrubs in the railway station areas in 2018 and 2021

Type	Plant species	2018	2021
Trees	<i>Sorbus gorodkovii</i>	39.1	39.0
	<i>Larix sibirica</i>	13.1	16.9
	<i>Betula pubescens</i>	12.1	13.5
	<i>Populus hybrida</i>	11.1	11.6
	<i>Padus avium</i>	6.1	2.2
	<i>Salix sp.</i>	5.1	5.5
	<i>Betula pendula</i>	4.1	4.1
	<i>Populus tremula</i>	4.1	2.8
	<i>Tilia cordata</i>	4.1	3.6
	<i>Malus baccata</i>	1.1	0.30
	<i>Picea glauca</i>	–	0.30
<i>Picea obovata</i>	–	0.30	
Shrubs	<i>Rosa rugosa</i>	44.0	2.5
	<i>Caragana arborescens</i>	19.0	46.6
	<i>Syringa josikaea</i>	18.0	20.0
	<i>Crataegus sanguinea</i>	7.0	2.5
	<i>Ribes nigrum</i>	5.0	8.6
	<i>Rosa pimpinellifolia</i>	2.0	4.9
	<i>Lonicera tatarica</i>	2.0	1.3
	<i>Spiraea chamaedryfolia</i>	1.0	2.5
	<i>Rosa sp.</i>	0.5	4.9
	<i>Ribes rubra</i>	0.5	2.5
	<i>Sorbaria sorbifolia</i>	0.5	2.5
	<i>Spiraea salicifolia</i>	0.5	1.3

Декоративные качества (форма кроны, окраска коры, листвы, цветков и плодов, продолжительность и обильность цветения) максимально проявляются только при хорошем состоянии растений. По мере ухудшения состояния деревьев, а следовательно, и уменьшения их ассимиляционной поверхности снижаются эффективность регуляции микроклимата, чистоты воздуха, продуцирования кислорода и других важнейших функций зеленых насаждений, необходимых для благоприятной экологической обстановки в городах [14].

Изменение состояния зеленых насаждений по результатам трехлетнего мониторинга приведено на рис. 1. Доля древесных растений, не имеющих признаков ослабления, в 2021 г. выросла на 0,7 %. Это произошло за счет посадки новых деревьев или перехода некоторых экземпляров из категории «слабо ослабленные» в более высокую категорию. В то же время у деревьев значительно увеличилась категория «сильно ослабленные» с 31,0 % (2018 г.) до 51,7 % (2021 г.), причиной послужил переход средне ослабленных растений в более низкую категорию из-за отсутствия регулярного ухода. Показатель по категориям «усыхающие» и «сухостой» изменился незначительно. В целом не выявлено значительного ухудшения состояния деревьев за исследуемый период.

Среди кустарников отмечено резкое снижение числа здоровых растений (с 46 до 21 %), при этом существенно увеличилась доля категории «слабо ослабленные» — 56,8 % (рис. 1). Наиболее очевидным критерием ослабленности является наличие сухих ветвей. Выявлено снижение доли сильно ослабленных экземпляров и отсутствие сухостоя, что, связано с проведением своевременных санитарных рубок.

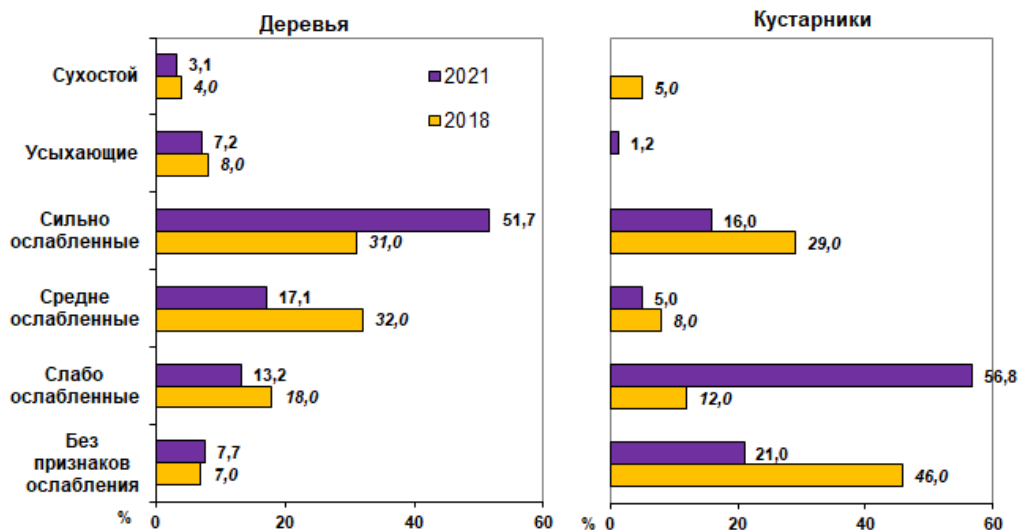


Рис. 1. Распределение категорий состояния обследуемых деревьев и кустарников в 2018–2021 гг.

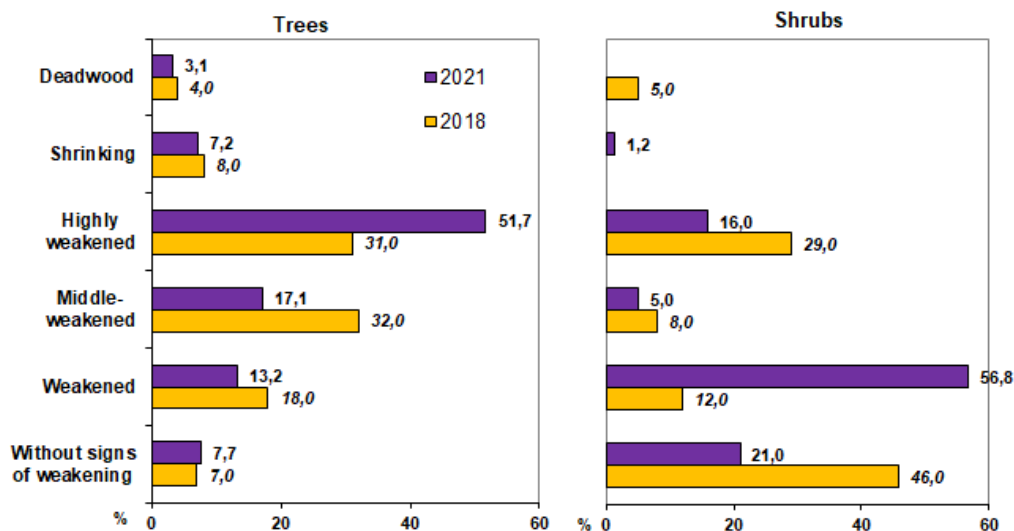


Fig. 1. State of surveyed trees and shrubs in 2018–2021

Мониторинг состояния древесных растений отдельно по видам выявил наибольший процент растений первой категории (без признаков ослабления) среди аборигенных видов деревьев у *Betula pubescens* (2018 — 16,0 %, 2021 — 16,3 %), среди интродуцентов — у *Larix sibirica* (2018 — 11,0 %, 2021 — 11,5 %) и *Malus baccata* (2018 — 100 %, 2021 — 100 %). Последний вид представлен в небольшом количестве в Кандалакше. Ослабленные в разной степени экземпляры выявлены у всех видов деревьев, кроме *Malus baccata* (рис. 2). Сравнительно высок процент категории «усыхающие» у *Padus avium* (25 %) и *Sorbus gorodkovii* (14 %). У *Salix caprea* отмечено резкое снижение растений данной категории с 37 (2018 г.) до 5 % (2021 г.). Основная причина уменьшения данного показателя связана с удалением усыхающих растений.

Мониторинг состояния декоративных кустарников выявил резкое снижение доли растений первой категории у *Caragana arborescens* с 87 (2018 г.) до 10,8 % (2021 г.), основной причиной является ослабленное состояние молодых посадок в период приживаемости. У *Rosa pimpinellifolia* и *Crataegus sanguinea* этот показатель остался практически неизменным (рис. 3). У большинства видов кустарников преобладают ослабленные растения. Отмечено ухудшение состояния у *Lonicera tatarica*. Несмотря на то, что данный вид относится к устойчивым видам, первоочередной причиной его плохого состояния следует считать старовозрастность посадок и отсутствие целенаправленного ухода.

Мониторинг состояния наиболее распространенных древесных пород в городах выявил, что у *Betula pubescens* процент здоровых экземпляров сохранился почти на прежнем уровне на железнодорожных вокзалах городов: Апатиты в 2018 и 2021 гг. по 33 %, Оленегорск в 2018 г. — 16 %, в 2021 г. — 20 % и Кандалакша в 2018 г. — 9 %, в 2021 г. — 7 % (рис. 4). В то же время резкие изменения показателей состояния произошли в городах Полярные Зори и Мурманск. В Мурманске отмечен значительный рост здоровых растений, в Полярных Зорях, напротив, выявлено ухудшение состояния данного вида, что связано с санитарным уходом за насаждениями (своевременным в Мурманске и отсутствием в г. Полярные Зори).

В городах Апатиты и Кандалакша по высоте выявлены наиболее крупные экземпляры, которые характеризуются плотными кронами, ровными стволами высотой от 8 до 14 м и диаметром стволов от 15 до 63 см. В других городах у *Betula pubescens* более низкие показатели: высота от 4 до 12 м, диаметр стволов от 10 до 39 см.

Среди основных аборигенных видов деревьев самое неблагоприятное состояние осталось у *Sorbus gorodkovii* (рис. 4). При этом растения первой категории в 2021 г. появились в Апатитах наряду с Мурманском и Оленегорском (в 2018 г.). Самая распространенная категория состояния у данного вида — «сильно ослабленные» экземпляры. Во всех городах, за исключением г. Полярные Зори, отмечен высокий процент растений категории «усыхающие» и «сухостой», что свидетельствует о необходимости санитарного ухода в ближайшее время. Снижению декоративности *Sorbus gorodkovii* способствует ее многоствольность. Высота растений составляет от 3 до 15 м, доминируют экземпляры 5...6 м. Диаметр стволов колеблется от 4 до 22 см. Экземпляры с более крупным диаметром удалены из-за потери декора-

тивности. Основными признаками ослабленности деревьев данного вида являются односторонность и сильная изреженность крон, глубокие трещины на стволах, отлупы коры, сухие ветки, повреждения вредителями и болезнями.

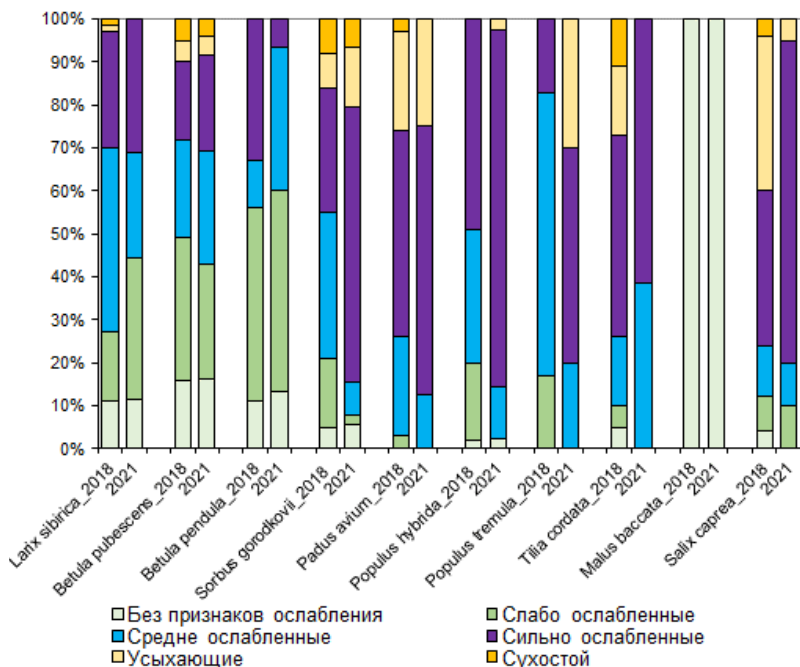


Рис. 2. Состояние интродуцированных и аборигенных видов деревьев

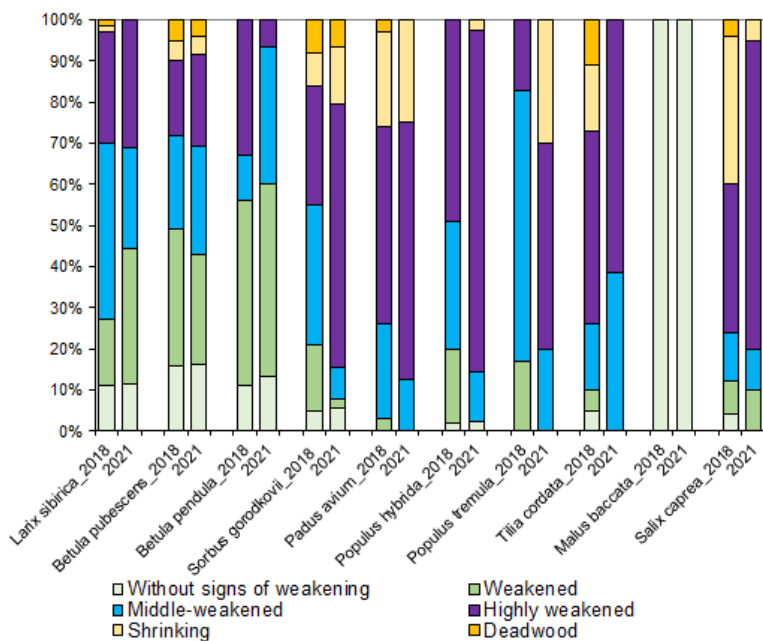


Fig. 2. State of introduced and native tree species

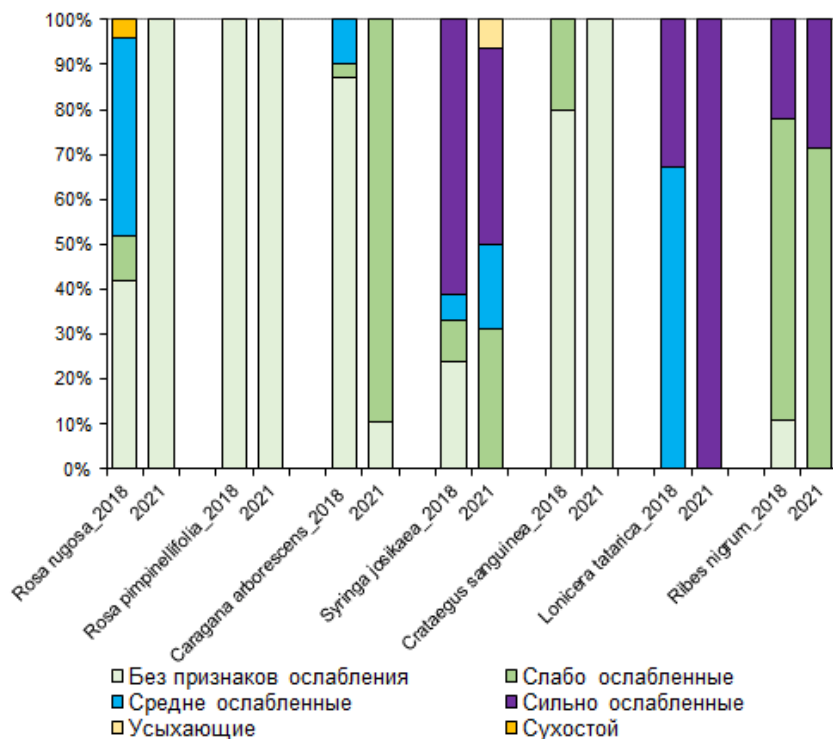


Рис. 3. Состояние кустарников на привокзальных территориях

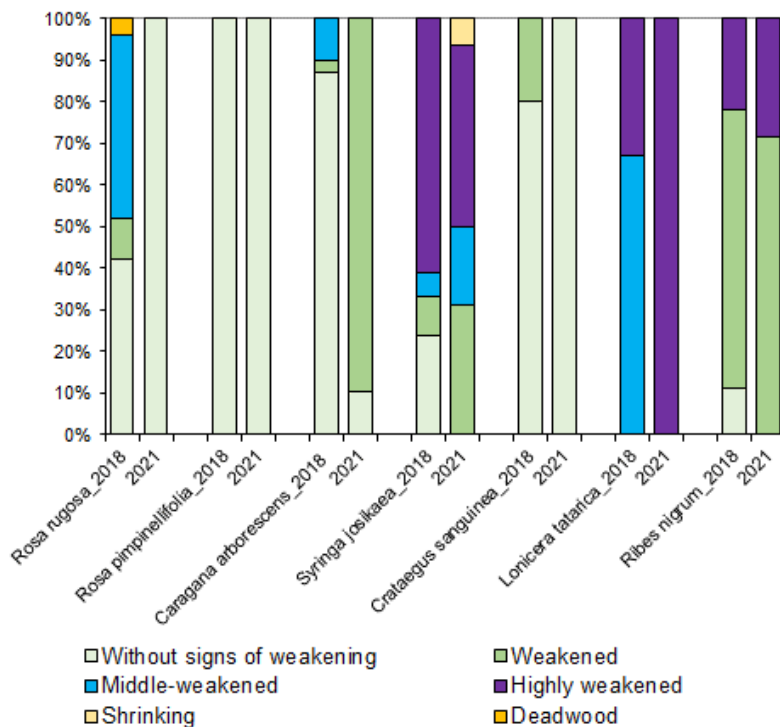


Fig. 3. State of shrubs in the railway station areas

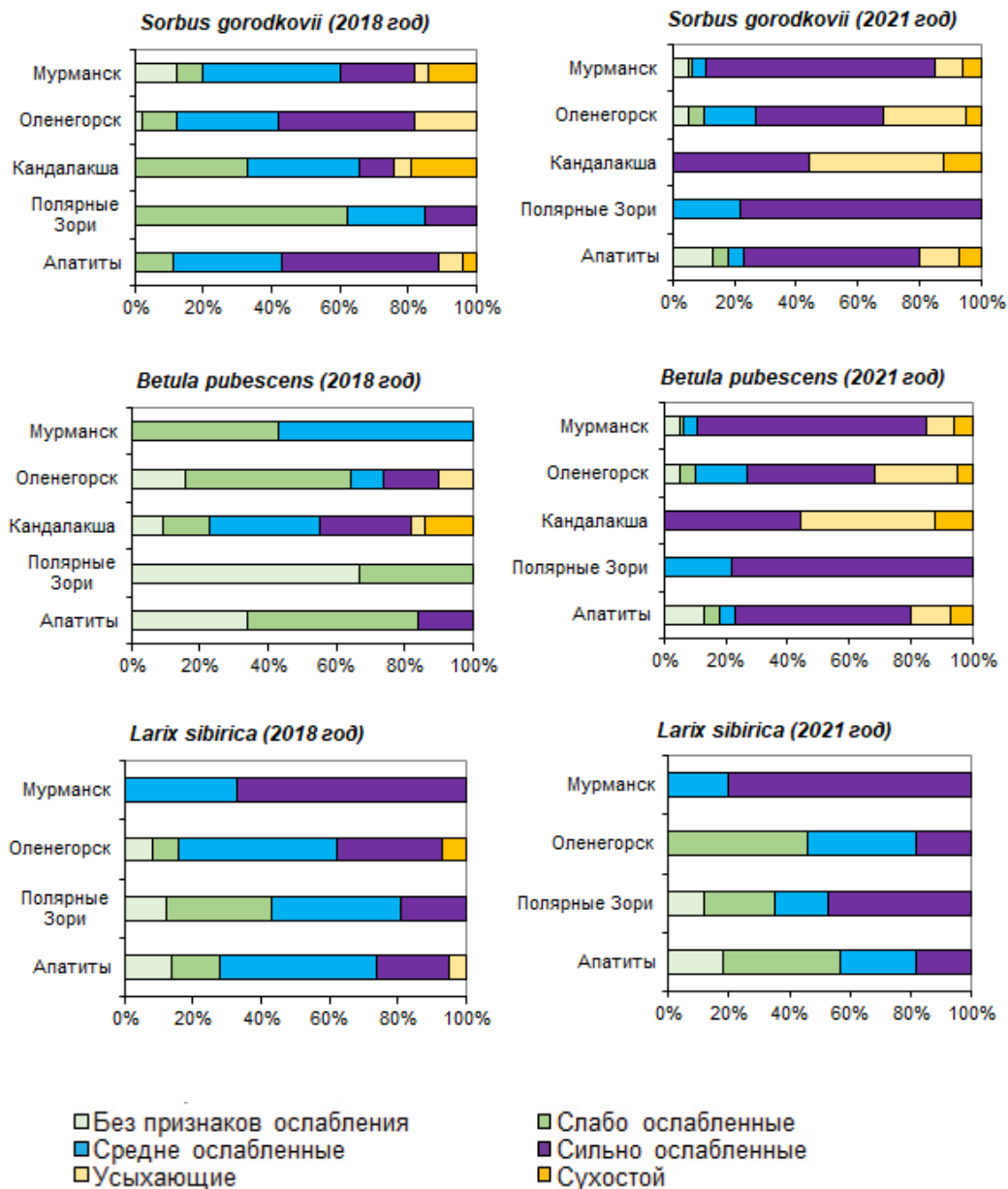


Рис. 4. Мониторинг состояния наиболее распространенных древесных пород на территории железнодорожных вокзалов

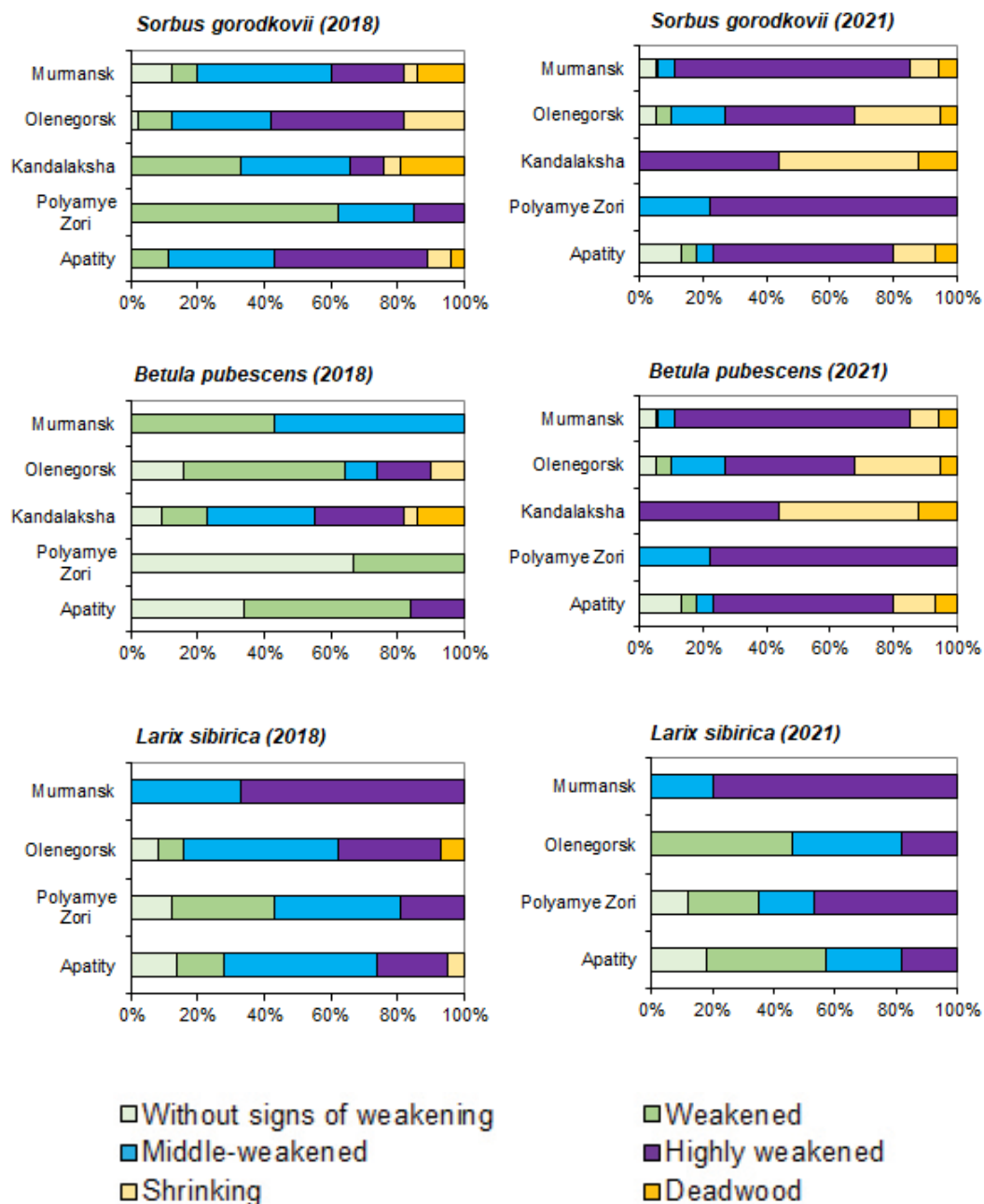


Fig. 4. Monitoring the state of the most common tree species in the railway station areas

Из дендроинтродуцентов на привокзальных территориях распространена *Larix sibirica* (см. рис. 4), которая считается одним из устойчивых видов в городах Кольского Севера [15]. Анализ состояния *Larix sibirica* в 2021 г. показал, что процент здоровых растений остался на прежнем уровне, кроме г. Оленегорск (отсутствует). Экземпляры первой категории отличаются стройными стволами, ажурными кронами, хорошим охвоением и обильным плодоношением. Анализ категорий ослабленных растений выявил, что в Оленегорске и Апатитах значительно вырос процент слабо ослабленных. В Полярных Зорях и Мурманске доминирует категория «сильно ослабленные», к которым отнесены экземпляры с механическим повреждением крон и стволов (удаление вершин и крупных веток при проведении электрокабеля).

Мониторинг состояния кустарников показал, что доминирующим видом, как сказано выше, является *Caragana arborescens*, у которой изменились количественный и качественный показатели. Первый показатель увеличился в Полярных Зорях, где к молодым растениям (высотой 0,5...1,5 м) были подсажены новые экземпляры (высотой 0,3...0,5 м). Снижение категории состояния (растения из первой категории (2018 г.) перешли во вторую (2021 г.)) могло произойти из-за отсутствия подкормок минеральными или органическими удобрениями, которые необходимы для молодых растений. Недостаток питательных веществ сказался на росте (прироста практически нет) и слабом облиствлении. В других городах особых изменений не выявлено.

Средневзвешенный балл состояния распространенных деревьев и кустарников на привокзальных территориях показал отсутствие существенных изменений состояния видов в целом (табл. 2). Можно отметить, что из всех обследуемых городов ухудшение среди всех доминирующих древесных растений выявлено в г. Полярные Зори.

Таблица 2

Средневзвешенный балл состояния деревьев и кустарников

Города	<i>Larix sibirica</i>	<i>Betula pubescens</i>	<i>Sorbus gorodkovii</i>	<i>Caragana arborescens</i>	<i>Syringa josikaea</i>
Мурманск	3,6 3,8	2,6 2,6	3,2 4,2	2,3 1,7	3,5 3,9
Оленегорск	3,1 2,7	2,4 2,0	3,8 3,8	—	2,0 2,0
Апатиты	2,8 2,4	2,2 3,5	3,7 4,0	1,0 1,0	3,0 3,0
Полярные Зори	2,5 3,0	1,3 3,0	2,5 3,8	1,0 1,9	1,0 2,0
Кандалакша	—	3,5 3,0	3,4 4,7	— 1,0	—

Примечание: значение над чертой 2018 г., под чертой — 2021 г. «—» — вид отсутствует.

Table 2

Average score of the state of trees and shrubs

City	<i>Larix sibirica</i>	<i>Betula pubescens</i>	<i>Sorbus gorodkovii</i>	<i>Caragana arborescens</i>	<i>Syringa josikaea</i>
Murmansk	3.6 3.8	2.6 2.6	3.2 4.2	2.3 1.7	3.5 3.9
Olenegorsk	3.1 2.7	2.4 2.0	3.8 3.8	—	2.0 2.0
Apatity	2.8 2.4	2.2 3.5	3.7 4.0	1.0 1.0	3.0 3.0
Polyarnye Zori	2.5 3.0	1.3 3.0	2.5 3.8	1.0 1.9	1.0 2.0
Kandalaksha	—	3.5 3.0	3.4 4.7	— 1.0	—

Note: the value above the line is 2018, below the line is 2021. «—» — not available.

На состояние растений оказывает влияние целый спектр факторов, особая роль принадлежит кислотности почв и наличию доступных форм элементов минерального питания [16]. Проведенное в 2021 г. повторное обследование кислотного и питательного статусов почв привозкальных территорий выявило, что в городах Апатиты, Кандалакша и Полярные Зори наблюдался рост значений рН, в Мурманске он остался без изменений, а в Оленегорске произошло смещение реакции среды в более кислую сторону. Как показало определение аммония и нитратов в образцах почв, количество минеральных форм азотистых соединений во всех образцах осталось на низком уровне обеспеченности (табл. 3). В Мурманске и Оленегорске содержание аммонийного азота в почве достигло нулевых значений, что, безусловно, не благоприятным образом сказывается на росте и развитии растений.

Таблица 3

Агрохимические свойства почвенных субстратов железнодорожных объектов обследуемых городов

Город	рН (KCl)	NO ₃ ⁻ , мг/100г	NH ₄ ⁺ , мг/100г	P ₂ O ₅ , мг/100г	K ₂ O, мг/100г
Мурманск	6,61 6,76	0,62 0,00	0,51 0,73	152,7 129,5	23,5 —
Оленегорск	5,00 4,35	0,39 0,00	0,84 0,98	132,2 223,2	25,0 —
Апатиты	5,69 6,08	1,47 1,24	1,74 2,04	329,0 387,8	250,0 —
Полярные Зори	5,71 6,42	0,39 1,32	2,18 1,02	199,7 94,0	75,0 —
Кандалакша	6,15 7,09	0,2 1,39	1,60 0,94	135,1 152,7	32,5 —

Примечание. Значение над чертой 2018 г., под чертой — 2021 г. «—» — вид отсутствует.

Agrochemical soil properties of railway station areas

City	pH (KCl)	NO ₃ ⁻ mg/100g	NH ₄ ⁺ mg/100g	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g
Murmansk	6.61	0.62	0.51	152.7	23.5
	6.76	0.00	0.73	129.5	—
Olenegorsk	5.00	0.39	0.84	132.2	25.0
	4.35	0.00	0.98	223.2	—
Apatity	5.69	1.47	1.74	329.0	250.0
	6.08	1.24	2.04	387.8	н/д
Polyarnye Zori	5.71	0.39	2.18	199.7	75.0
	6.42	1.32	1.02	94.0	—
Kandalaksha	6.15	0.2	1.60	135.1	32.5
	7.09	1.39	0.94	152.7	—

Note: the value above the line is 2018, below the line is 2021. «—» — not available.

Обеспеченность подвижным фосфором почв достаточно высокая (>100 мг/100 г), особенно в Апатитах. Присутствие повышенных концентраций фосфора в почвах может быть вызвано использованием противогололедных материалов на железнодорожных путях, промышленным загрязнением, воздействием бытового мусора и другими причинами.

Заключение

В результате мониторинговых исследований зеленых насаждений на территориях железнодорожных вокзалов городов Мурманской области выявлено незначительное увеличение видового разнообразия (22 вида — 2018 г., 24 вида — 2021 г.). Видовой состав древесных растений ограничен и составил 16 % (2018 г.) и 17,5 % (2021 г.) от озеленительного ассортимента (137 видов). Следовательно, имеется большой резерв видов для озеленения объектов, расположенных вдоль железных дорог.

Состояние древесных растений на привокзальных территориях зависит от уровня антропогенных нагрузок, возраста насаждений и регулярности ухода. За период 2018–2021 гг. отмечено незначительное увеличение доли категории растений «без признаков ослабления» при значительном росте категории «сильно ослабленные» (с 31,0 до 51,7 %). Показатель по категориям «усыхающие» и «сухостой» изменился незначительно.

Средневзвешенный балл состояния наиболее распространенных видов деревьев продемонстрировал отсутствие выраженных изменений. Наблюдаются переходы в более низкие категории у *Sorbus gorodkovii* в Мурманске, Полярных Зорях и Кандалакше, у *Betula pubescens* — в Апатитах и Полярных Зорях. Среди кустарников отмечено незначительное ухудшение состояния у *Caragana arborescens* и *Syringa josikaea* в г. Полярные Зори.

Проведенный мониторинг не выявил особых изменений состояния как аборигенных, так и интродуцированных видов за исследуемый период. При регулярном уходе растения могут переходить из одной категории в другую. Существующие

виды древесных растений устойчивы в данных экологических условиях и могут быть рекомендованы для озеленения объектов такого назначения.

Библиографический список

1. Шихова Н.С., Полякова Е.В. Деревья и кустарники в озеленении города Владивостока. Владивосток: Дальнаука, 2006. 236 с.
2. Сазонов Э.В. Экология городской среды. СПб.: ГИОРД, 2010. 312 с.
3. Haq S. Urban Green Spaces and an Integrative Approach to Sustainable Environment // *Journal of Environmental Protection*. 2011. Vol. 2. No. 5. Pp. 601—608. doi: 10.4236/jep.2011.25069
4. Аврорин Н.А. Чем озеленять города и поселки Мурманской области и северных районов Карело-Финской ССР. Кировск, 1941. 126 с.
5. Аврорин Н.А., Горюнова Л.Н., Качурина Л.И., Тамберг Т.Г. Основной ассортимент озеленительных растений для Мурманской области. Кировск: Кировский рабочий, 1956. С. 15—25.
6. Аврорин Н.А., Андреев Г.Н., Горюнова Л.Н., Качурина Л.И., Козупеева Т.А., Кузьмина Л.М., Шимановская З.Ф. Проект обязательного ассортимента растений для озеленительных питомников и теплично-парниковых хозяйств Крайнего Севера // *Декоративные растения и озеленение Крайнего Севера*. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 87—94.
7. Практическое руководство по озеленению городов и поселков Мурманской области. Апатиты: Кировский рабочий, 1970. 150 с.
8. Озеленение городов и поселков Мурманской области: практическое руководство. Мурманск: Кн. изд-во, 1982.
9. Гонтарь О.Б., Жиров В.К., Казаков Л.А., Святковская Е.А., Тростенюк Н.Н. Зеленое строительство в городах Мурманской области. Апатиты: КНЦ РАН, 2010. 226 с.
10. Бухарина И.Л., Поварнищина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск: ОГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.
11. Николаевский В.С., Якубов Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений в крупном городе. М.: Наука, 2008. 67 с.
12. Якубов Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений в Москве. М.: Стагирит-Н, 2005. 264 с.
13. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 488 с.
14. Состояние зеленых насаждений в Москве (по данным мониторинга 2001 г.): аналитический доклад / под ред. Х.Г. Якубова. М.: Прима-Пресс-М, 2002. Вып. 5. 336 с.
15. Saltan N.V., Sviatkovskaya E.A. Tree health of *Larix sibirica* Ledeb. in the railway impact zone on Kola peninsula // *Advanced Technologies for Sustainable Development of Urban Green Infrastructure* / V. Vasenev et al. (eds). SSC, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-75285-9_1
16. Neina D. The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation // *Hindawi Applied and Environmental Soil Science*. 2019. Vol. 2019. Article ID 5794869. 9 p. doi: 10.1155/2019/5794869

References

1. Shihova NS, Polyakova EV. *Derev'ya i kustarniki v ozelenenii goroda Vladivostoka* [Trees and shrubs in the landscaping of Vladivostok]. Vladivostok: Dal'nauka publ.; 2006. (In Russ).
2. Sazonov EV. *Ekologiya gorodskoi sredy* [Ecology of the urban environment]. Saint Petersburg: GIORД publ.; 2010. (In Russ).
3. Haq S. Urban green spaces and an integrative approach to sustainable environment. *Journal of Environmental Protection*. 2011; 2(5):601—608. (In Russ). doi: 10.4236/jep.2011.25069
4. Avrorin NA. *Chem ozelenyat' goroda i poselki Murmanskoi oblasti i severnykh raionov Karelo-Finskoi SSR* [How to plant greenery in cities and towns of the Murmansk region and the northern regions of the Karelian-Finnish SSR]. Kirovsk; 1941. (In Russ).
5. Avrorin NA, Goryunova LN, Kachurina LI, Tamberg TG. *Osnovnoi assortment ozelenitel'nykh rastenii dlya Murmanskoi oblasti* [The main assortment of landscaping plants for the Murmansk region]. Kirovsk: Kirovskii rabochii publ.; 1956. (In Russ).
6. Avrorin NA, Andreev GN, Goryunova LN, Kachurina LI, Kozupееva TA, Kuz'mina LM, et al. The project of a mandatory assortment of plants for landscaping nurseries and greenhouses in the Far North. In:

Dekorativnye rasteniya i ozelenenie Krainego Severa [Ornamental Plants and Landscaping of the Far North]. Moscow: AN SSSR publ.; 1962. p.87–94. (In Russ).

7. *Prakticheskoe rukovodstvo po ozeleneniyu gorodov i poselkov Murmanskoi oblasti* [A practical guide to planting greenery in cities and towns of the Murmansk region]. Apatity: Kirovskii rabochii publ.; 1970. (In Russ).

8. *Ozelenenie gorodov i poselkov Murmanskoi oblasti: prakticheskoe rukovodstvo* [Landscaping of cities and towns of the Murmansk region: a practical guide]. Murmansk; 1982. (In Russ).

9. Gontar' OB, Zhironov VK, Kazakov LA, Svyatkovskaya EA, Trostenyuk NN. *Zelenoe stroitel'stvo v gorodakh Murmanskoi oblasti* [Green building in the cities of the Murmansk region]. Apatity: KNC RAN publ.; 2010. (In Russ).

10. Buharina IL, Povamicina TM, Vedernikov KE. *Ekologo-biologicheskie osobennosti drevesnykh rastenii v urbanizirovannoi srede* [Ecological and biological features of woody plants in an urbanized environment]. Izhevsk: Izhevskaya GSKHA publ.; 2007. (In Russ).

11. Nikolaevskij VS, Yakubov HG. *Ekologicheskii monitoring zelenykh nasazhdenii v krupnom gorode* [Ecological monitoring of green spaces in a large city]. Moscow: Nauka publ.; 2008. (In Russ).

12. Yakubov HG. *Ekologicheskii monitoring zelenykh nasazhdenii v Moskve* [Ecological monitoring of green spaces in Moscow]. Moscow: Stagirit-N publ.; 2005. (In Russ).

13. Arinushkina EV. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv* [Guide to the chemical analysis of soils]. Moscow: MGU publ.; 1970. (In Russ).

14. Yakubov HG. (ed.) *Sostoyanie zelenykh nasazhdenii v Moskve (po dannym monitoringa 2001 g.)* [State of green spaces in Moscow (according to monitoring data in 2001)]. Moscow: Prima-Press-M publ.; 2002. (In Russ).

15. Saltan NV, Svyatkovskaya EA. Tree health of *Larix sibirica* Ledeb. in the railway impact zone on Kola Peninsula. In: Vasenev V. et al. (eds.) *Advanced Technologies for Sustainable Development of Urban Green Infrastructure*. Springer Geography: Springer, Cham; 2020. doi: 10.1007/978-3-030-75285-9_1

16. Neina D. The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Hindawi Applied and Environmental Soil Science*. 2019. doi: 10.1155/2019/5794869

Об авторах:

Святковская Екатерина Александровна — научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН, Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: sviatkovskaya@mail.ru
ORCID: 0000-0002-4069-7020
SPIN-код: 3143-2491

Салтан Наталья Владимировна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН, Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: saltan.natalya@mail.ru
ORCID: 0000-0002-5905-9774
SPIN-код: 6405-0697

Уманец Марина Сергеевна — младший научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН, Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: mar.umanets@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-5702-3858
SPIN-код: 1064-2792

Тростенюк Надежда Николаевна — научный сотрудник лаборатории интродукции и акклиматизации растений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН, Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: tnn_arrec@mail.ru
ORCID: 0000-0002-6574-9624
SPIN-код: 4462-9233

About the authors:

Sviatkovskaya Ekaterina Alexandrovna—Researcher, Laboratory of Decorative Floriculture and Landscaping, Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 18a Academgorodok, Apatity, Murmansk Region, 184209, Russian Federation; e-mail: sviatkovskaya@mail.ru
ORCID: 0000–0002–4069–7020
SPIN-code: 3143–2491

Saltan Natalia Vladimirovna—Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Decorative Floriculture and Landscaping, Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 18a Academgorodok, Apatity, Murmansk Region, 184209, Russian Federation; e-mail: saltan.natalya@mail.ru
ORCID: 0000–0002–5905–9774
SPIN-code: 6405–0697

Umanets Marina Sergeevna—Junior researcher, Laboratory of Decorative Floriculture and Landscaping, Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 18a Academgorodok, Apatity, Murmansk Region, 184209, Russian Federation; e-mail: mar.umanets@yandex.ru
ORCID: 0000–0002–5702–3858
SPIN-code: 1064–2792

Trostenyuk Nadezhda Nikolaevna—Researcher, Plant Introduction and Acclimatization Laboratory, Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 18a Academgorodok, Apatity, Murmansk Region, 184209, Russian Federation; e-mail: tnn_aprec@mail.ru
ORCID: 0000–0002–6574–9624
SPIN-code: 4462–9233