

ЭКОЛОГИЯ

Оригинальная научная статья

УДК 630*5(470-25)

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-52-60>



Экологическая оценка состояния древостоя на территории природно-исторического парка «Царицыно»

Мария Васильевна Тихонова, Алексей Вячеславович Бузылёв,
Ярослава Сергеевна Жигалева, Елена Михайловна Илюшкова, Марина Тудоровна Спыну,
Никита Александрович Александров, Надежда Владимировна Гавриловская

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Мария Васильевна Тихонова; tmv@rgau-msha.ru

Аннотация

Парки и зеленые зоны в крупных городах являются значимыми объектами не только для туризма и отдыха людей – они выполняют важные экологические функции, очищая воздух от загазованности и запыленности, формируя благоприятный микроклимат и создавая тем самым каркас экологической безопасности городов. Важнейшим фактором состояния зеленых зон является экологическое состояние древостоя, который и формирует основной зеленый каркас. В статье рассматривается состояние древостоя в зависимости от расположения в ландшафте и интенсивности рекреационной нагрузки на территории исторического парка «Царицыно», его специфики как особо охраняемой природной территории. В работе приведены результаты оценки состояния растительности древесного яруса, определены проблемные участки и территории с ослабленным древостоем, даны рекомендации по уходу за насаждениями и минимизации воздействия на ослабленные деревья.

Ключевые слова

особо охраняемые природные территории, парк «Царицыно», экологическое состояние древостоя, рекреационная нагрузка

Благодарности

Авторы выражают благодарность директору музея-заповедника «Царицыно» Елизавете Фокиной и заведующей сектором экологического воспитания отдела музейно-образовательных программ и экскурсионного обслуживания Анне Пономаревой за помощь в проведении исследований.

Для цитирования:

Тихонова М.В., Бузылев А.В., Жигалева Я.С., Илюшкова Е.М., Спыну М.Т., Александров Н.А., Гавриловская Н.В. Экологическая оценка состояния древостоя на территории природно-исторического парка «Царицыно» // *Тимирязевский биологический журнал*. 2024. Т. 2, № 3. С. 52-60. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-52-60>

ECOLOGY

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-52-60>



Ecological assessment of forest stands in the Tsaritsyno Natural Historical Park

Marya V. Tikhonova, Aleksey V. Buzylev, Yaroslava S. Zhigaleva, Elena M. Iliushkova,
Marina T. Spynu, Nikita A. Aleksandrov, Nadezhda V. Gavrilovskaya

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Corresponding author: Maria V. Tikhonova; tmv@rgau-msha.ru

Abstract

Parks and green areas in large cities are very important objects, not only for tourism and recreation, but they also perform important ecological functions, clean the air from gases and dust, create a favorable microclimate, and thus create an environmentally friendly framework in cities. The most important factor in the condition of green areas is the ecological condition of forest stands, which form the main green framework. The article considers the condition of forest stands in dependence on the landscape and intensity of recreational load on the territory of the Tsaritsyno Historical Park and its specificity as a specially protected natural area. The article presents the results of the forest stand assessment, identifies problem areas and areas with weakened stands, gives recommendations for plant care and minimizing the impact on weakened trees.

Keywords

pecially protected natural areas, Tsaritsyno Park, ecological condition of forest stands, recreational load

Acknowledgments

The authors are grateful to Elizaveta Fokina, Director of the Tsaritsyno Museum Reserve, and Anna Ponomareva, Head of the Environmental Education Section of the Department of Museum-Educational Programs and Excursion Services, for their assistance in conducting the research.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

For citation

Tikhonova M.V., Buzylev A.V., Zhigaleva Ya.S., Iliushkova E.M., Spynu M.T., Aleksandrov N.A., Gavrilovskaya N.V. Ecological assessment of forest stands in the Tsaritsyno Natural Historical Park. *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(3):52-60. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-52-60>

Введение Introduction

В последнее время на территории крупных мегаполисов стараются создавать и обустраивать как можно больше зеленых зон в целях создания благоприятной экологической обстановки для населения и поддержания экосистемы города. Древесные насаждения играют ключевую роль, выполняя средообразующие и средозащитные функции. Вместе с тем на растительность городов воздействует множество антропогенных факторов, усиление влияния которых сказывается на общем состоянии как почвенного покрова, так и самого древостоя.

Различные подходы к оценке растительности на городских территориях изложены во многих научных трудах, проблемы снижения природно-ландшафтного потенциала городской среды затрагиваются в работах Шергиной, Михайловой (2007), Мартыненко и др. (2009), Тутыгина (2009), Мударисова (2013), Васенева (2016) и др. Вопросы воздействия антропогенных факторов на зеленые насаждения изучались Калугиной (2017), Руновой, Шиверских (2018), в том числе влияние токсичных веществ, содержащихся в воздухе, на жизненное состояние растений, – Красинским (1950), Николаевским (1979), Кулагиным (1980), Кирдяновым (2014) и др. Факторы, приводящие к ослаблению средообразующих функций городских насаждений, рассматриваются в исследованиях Протопоповой (1972), Василюк (1987), Калугиной (2017) и др.

Создание рекреационных зон является весьма важным аспектом в современном мире, но работы по благоустройству территорий зачастую могут повлечь за собой определенные экологические риски. К ним можно отнести: подсыпку почвогрунтов, что способно привести к исчезновению ряда реликтовых видов растительности; вырубку древостоя, вызывающую изменение местообитания некоторых птиц и млекопитающих; устройство дренажных канав, приводящее к появлению вытопанных участков, образованию промоин и дальнейшей

эрозии [1, 2]. Поэтому важно разрабатывать экологические проекты, итоговой целью которых будет благоустройство рекреационных зон с минимальной антропогенной нагрузкой на территорию, снижением риска причинения ущерба окружающей среде и регулярным проведением экологического мониторинга [3].

Древесные насаждения сильно влияют на микроклимат города, понижая температуру, тем самым предохраняя почву от чрезмерного перегрева, влияют на влажность воздуха, так как обладают большой испаряющей поверхностью, поглощают вредные газы, абсорбируют пыль и накапливают углерод [4, 5]. Однако неблагоприятные условия городской среды заметно влияют на экологическое состояние зеленых насаждений, отражаясь как на отдельных физиологических и морфологических показателях, так и на общей жизнеспособности растений, снижая сопротивляемость к негативным факторам антропогенного воздействия [4, 6].

Цель исследований: оценка состояния древесной растительности лесопарковой территории государственного музея-заповедника (ГМЗ) «Царицыно».

Методика исследований

Research methods

Всего на территории исследуемого объекта было выделено 6 зон с различной рекреационной нагрузкой (рис. 1). Чтобы оценка экологического состояния древостоя на каждой исследуемой территории обладала репрезентативностью и валидностью, были выбраны участки, где количество деревьев одного вида составляло не менее 100.

Оценка состояния древостоя проводилась по шкале категорий состояния деревьев, где по диагностическим признакам можно определить ослабленность конкретного дерева и вида, вспышки болезней или повреждения вредителями, а также локальное воздействие антропогенного фактора [7]. Визуальное обследование территории включало в себя оценку состояния древостоя по состоянию кроны, коры, наличие повреждений, дупла, гнили

и т.д. [8, 9]. Очень важно при проведении визуальной оценки обращать внимание на признаки, свидетельствующие о неблагоприятной ситуации в целом на исследуемой территории. Среди таких признаков могут быть выделены: частое появление среди доминирующих видов ослабленных деревьев или массовое обнаружение сухостоев среди них; видимое уменьшение листовой пластины и хвои; депрессия прироста по высоте и диаметру, а также появление характерных заболеваний (некрозы листьев и хвои) [10] и повышенное количество повреждений, вызванных насекомыми [11]. Шкала корректировалась с расчетом на то, чтобы в результате она не только отображала признаки ослабления деревьев, поврежденных какими-то стихийными стрессовыми явлениями, но и показывала различные кумулятивные проявления ухудшения состояния древостоя [12].

С помощью шкалы визуальной оценки (по Постановлению Правительства РФ от 20 мая 2017 г. № 607 «О Правилах санитарной безопасности в лесах») деревьев по внешним признакам определялись баллы состояния отдельных деревьев (табл. 1)

Стоит отметить, что прогнозная ценность различных диагностических параметров не вполне однозначна. Так, степень повреждения ассимиляционного аппарата лиственных и листопадных

хвойных видов деревьев может характеризовать в первую очередь современное (текущее) состояние представителя данного вида, но далеко не всегда она будет отражаться на состоянии древостоя уже в будущем году. Поэтому всегда необходимо учитывать погодные условия текущего периода проведения экологического мониторинга и другие параметры, которые закономерно могут повлиять на результаты исследования [9].

Помимо визуальной оценки, при помощи шкалы были произведены замеры высоты и диаметра стволов деревьев.

Измерение высоты деревьев производилось с помощью высотомера SUUNTO PM-5/1520. Разрешающая способность составляла $\pm 1-2\%$.

Измерение диаметра ствола производилось мерной вилкой, на высоте 1,2 м от уровня земли.

После всех замеров и подсчетов были рассчитаны баллы, соответствовавшие шкале оценки жизненного состояния древостоя на каждом участке, которое рассчитывалось по формуле:

$$K_i = (B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6 + B_7 + B_8 + \dots) / N,$$

где K_i – коэффициент состояния одного вида дерева; $B_1+B_2+B_3\dots$ – сумма баллов отдельных деревьев данного вида; N – общее число учтенных деревьев данного вида.



Рис. 1. Исследуемая территория парка «Царицыно»

Fig. 1. Studied area of the Tsaritsyno Park

Средний балл древостоя вычисляли по формуле:

$$K = (Ki1 + Ki2 + \dots) / P,$$

где $Ki1$, $Ki2$ и т.д. – коэффициенты состояния 1, 2 и т.д. видов; P – число видов деревьев.

Критерии оценки состояния древостоя:

- $K < 1,5$ – здоровый древостой;
- $K = 1,6-2,5$ – ослабленный древостой;
- $K = 2,6-3,5$ – сильно ослабленный лес;
- $K = 3,6-4,5$ – усыхающий лес;
- $K > 4,6$ – погибший лес.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Первый исследуемый участок имеет достаточно плотную посадку древостоя. Преобладающими породами являются: липа мелколистная (*Tilia cordata*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), лиственница европейская (*Larix decidua*). На этом участке наблюдалось большое количество древесных растений – 850 ед. По результатам оценки состояния

древостоя, большинство их относится к категории ослабленных, имеет сухие ветки и разреженную крону. Рекреационная нагрузка умеренная, так как мало организованных тропинок, но присутствуют вытопанные места и кострища.

На втором исследуемом участке общее количество оцениваемого древостоя составило 650 ед. Преобладающей породой на данной территории является клен ясенелистный (*Acer negundo*), но помимо клена ясенелистного, в большинстве своем присутствовали такие виды, как: вяз гладкий (*Ulmus laevis*); ива трехтычинковая (*Salix triandra*); рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*); липа мелколистная (*Tilia cordata*). В большинстве представителей клена ясенелистного были определены как сильно поврежденный древостой. Возможно, это последствия того, что лесопарковый массив на данном участке является достаточно плотным и деревья испытывали недостаток света.

Третий исследуемый участок располагался вдоль автомобильной дороги Шипиловский проезд, и преобладающими видами древесной породы на нем являются клен ясенелистный (*Acer negundo*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), береза

Таблица 1

Шкала категорий жизненного цикла и оценки деревьев

1 балл	Здоровое дерево. Деревья, относимые к этой категории, не имеют внешних признаков повреждений кроны и ствола. Густота кроны – обычная для доминирующих деревьев (определенного вида деревьев на данной территории). Мертвые и отмирающие ветви отсутствуют либо сосредоточены в нижней части кроны, носят единичный характер. Листья/хвоя без признаков повреждений либо повреждения незначительны и составляют менее 10% общего объема кроны, насыщенно-зеленого цвета.
2 балла	Поврежденное (ослабленное) дерево. Для отнесения дерева к данной категории обязательно проявление как минимум одного из перечисленных признаков: 1) густота кроны снижена на 30% по причине преждевременного опада листьев, хвои; 2) присутствие 30% отмерших и/или усыхающих ветвей в верхней части дерева; 3) повреждение листьев/хвои, составляющих крону, на 30% от всего объема (учитывая усыхание, деятельность вредителей, некрозы и пр.); 4) наличие легких повреждений коры.
3 балла	Сильно поврежденное (сильно ослабленное) дерево. Необходимо наличие как минимум одного из перечисленных признаков: 1) густота кроны снижена на 50% по причине преждевременного опада листьев, хвои; 2) присутствие 50% отмерших и/или усыхающих ветвей в верхней части дерева; 3) повреждение листьев/хвои, составляющих крону, на 50% от всего объема (учитывая усыхание, деятельность вредителей, некрозы и пр.); 4) наличие сильных повреждений коры, дупел, наплывов; 5) замечена активная деятельность паразитов.
4 балла	Отмирающее дерево. Основными признаками для отнесения к этой категории являлись: 1) обильные разреживание и разрушение кроны, снижение ее густоты до 15-20% по сравнению со здоровой особью; 2) 60-70% ветвей по всему периметру ствола и кроны проявляют признаки усыхания и отмирания; 3) листья, составляющие крону, хлоротичны; 4) наличие крупных очагов некрозов, заметных невооруженным глазом, гниение, наличие мест обитания и размножения древесных паразитов (в том числе в комлевой и средней частях ствола).
5 баллов	Свежий сухостой (сухостой этого года). К нему были отнесены деревья, погибшие менее года назад: наблюдалось наличие неопавших или опавших не до конца остатков листьев и хвои (в том числе увядающих и засыхающих); кора и ветви еще не подверглись полноценному процессу разрушения и разложения насекомыми-ксилофагами.
6 баллов	Старый сухостой (сухостой прошлых лет). Данная категория – деревья, погибшие в прошлые годы. У них постепенно утрачиваются ветви, кора. Все более заметной становится деятельность насекомых-ксилофагов.
7 баллов	Аварийные деревья. Деревья со структурными изъянами (наличие дупел, гнилей, обрыв корней, опасный наклон), способными привести к падению всего дерева или его части и причинению ущерба населению или государственному имуществу.

Table 1

Scale of life cycle categories and tree assessment

1 point	Healthy tree. Trees in this category show no external signs of crown or trunk damage. Crown density is normal for dominant trees (of a particular species in the area). Dead and dying branches are absent or concentrated in the lower part of the crown and are isolated. Leaves/needles are without signs of damage or damage is insignificant and less than 10% of total crown volume, rich green in color.
2 points	Damaged (weakened) tree. At least one of the following characteristics is required to classify a tree in this category: 1) crown density reduced by 30% due to premature leaf and needle fall; 2) presence of 30% dead and/or dying branches in the upper part of the tree; 3) 30% damage to leaves/needles that make up the crown (taking into account desiccation, pest activity, necrosis, etc.); 4) light bark damage.
3 points	Severely damaged (severely weakened) tree. At least one of the following signs is required: 1) crown density reduced by 50% due to premature leaf and needle fall; 2) presence of 50% dead and/or dying branches in the upper part of the tree; 3) damage of leaves/needles that make up the crown of 50% of the total volume (taking into account desiccation, pest activity, necrosis, etc.); 4) presence of severe bark damage, cavities, swellings; 5) activity of parasites.
4 points	Dying tree. The main signs for assignment to this category are: 1) abundant thinning and destruction of the crown, reduction of its density up to 15-20% compared to a healthy individual; 2) 60-70% of branches along the entire perimeter of the trunk and crown show signs of desiccation and dying; 3) leaves that make up the crown are chlorotic; 4) presence of large necrosis foci visible to the naked eye, rotting, presence of habitats and reproduction of wood parasites (including in the stem and middle parts of the trunk).
5 points	Fresh deadwood (this year's deadwood). It includes trees that died less than a year ago: the presence of leaves and needles (including withering and withered) that have not fallen or have not completely fallen; bark and branches that have not yet undergone the full-fledged process and decomposition by xylophagous insects.
6 points	Old deadwood (previous years' deadwood). This category includes trees that have died in previous years. They gradually lose branches and bark. The activity of xylophagous insects becomes more noticeable.
7 points	Emergency trees. Trees with structural defects (hollows, rot, broken roots, dangerous tilt) that can cause the entire tree or part of it to fall and cause damage to the public or public property.

повислая (*Betula pendula*). Возможно, по причине близости к дороге состояние древостоя было оценено как сильно ослабленное. У деревьев вида ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica*) состояние отмечено как усыхающее, и некоторые деревья оценены как сухостой этого года, что также связано с антропогенной деятельностью и близостью к дороге.

На четвертом участке, в самом центре исследуемого объекта, основными породами являются тополь дрожащий (*Pópulus trémula*), клен остролистный (*Acer platanoides*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), лиственница европейская (*Larix decidua*), которой требуется санитарная обрезка сухих ветвей. Основное состояние древостоя оценивалось как удовлетворительное по причине удаления от автодороги.

Пятый исследуемый участок располагался в районе Нижнецарицынского пруда. На этой территории преобладающими породами являются различные виды ив: ива ломкая (*Salix fragilis*), ива белая (*Salix alba*), ива козья (*Salix caprea*), произрастающие в основном у берега пруда, а также береза повислая (*Betula pendula*), клен ясенелистный (*Acer negundo*). Жизненное состояние деревьев на этом участке сильно варьировалось от ослабленного до сухостоя прошлых лет, что связано с видовым составом, так как ивы более адаптируемы

к рекреационной нагрузке, различным изменениям абиотических факторов и расположению вдоль водоема.

Шестой участок исследований имел в доминирующих породах также различные виды ив, так как находится вдоль водоема: ива белая (*Salix alba*), ива пятитычинковая (*Salix pentandra*), ива ломкая (*Salix fragilis*). Кроме того, произрастают вяз гладкий (*Ulmus laevis*), липа мелколистная (*Tilia cordata*). Общее жизненное состояние было отмечено как здоровое, несмотря на довольно обширные дорожно-тропиночные сети и частую посещаемость.

По результатам мониторинга для каждой зоны исследуемого участка были рассчитаны средние показатели состояния древостоя и определена категория состояния (табл. 2).

Каждый обследованный участок характеризуется (табл. 2) однотипным по категориям оценки древостоем. В основном жизненное состояние преобладающих видов деревьев было хорошим, за исключением лишь небольшого количества представителей видов, которые в силу своего единичного проявления не оказали существенного влияния на общую картину экологической оценки древесного яруса растительности на рассматриваемой территории. Наиболее ослабленный древостой находится в зонах 3 и 4.

Таблица 2

Экологическая оценка состояния древесной растительности ГМЗ «Царицыно»

№ зоны	Средний показатель состояния древостоя	Категория жизненного состояния древостоя
1	1,1	Здоровый
2	1,5	Здоровый
3	2,5	Ослабленный
4	2,8	Сильно ослабленный
5	1,0	Здоровый
6	1,5	Здоровый

Table 2

Ecological assessment of the state of woody vegetation of the Tsaritsyno Museum Reserve

No. of the zone	Average stand condition indicator	Category of stand life condition
1	1.1	Healthy Tree
2	1.5	Healthy Tree
3	2.5	Weakened tree
4	2.8	Severely Weakened Tree
5	1.0	Healthy Tree
6	1.5	Healthy Tree

Основной рабочей гипотезой была определена оценка влияния уровня нерегулируемой рекреационной нагрузки на почвенный покров, имеющий прямое влияние на состояние древостоя [1, 5].

За период проведения исследований выявлено, что максимальное количество посетителей, пренебрегающих зарегулированной дорожно-тропиночной сетью, приходилось на 4-й участок, являющийся выположенной верхней третью холма, характеризующейся максимальной рекреационной привлекательностью и доступностью при любых погодных условиях. В результате повышенной нагрузки древесный покров участка отнесен к сильно ослабленному (рис. 2).

Ослабленная древесная растительность также наблюдалась вдоль автомобильной дороги в зоне 3, являющейся основным всесезонным прогулочным маршрутом местных жителей и собак. На территории данной зоны сниженные нарушения дорожно-тропиночной сети компенсируются негативным воздействием автотранспорта.

Наиболее благоприятный по результатам проведенной оценки участок 1 характеризуется невысокой рекреационной привлекательностью ввиду меньшей ухоженности и обилия кустарниковых зарослей, а также удаленности от водоема.

Прибрежные участки повсеместно относятся к здоровой категории жизненного состояния древостоя по причине грамотного размещения дорожно-тропиночной сети, четко регулирующей антропогенную рекреационную нагрузку.

Таким образом, проведенный анализ территории подтвердил, что состояние древостоя действительно зависит от уровня и зарегулированности рекреационной нагрузки вследствие воздействия на почвы, что в свою очередь приводит к деградации древостоя. Подобные исследования были освещены в научных работах по разным лесопарковым зонам городских территорий авторами И.И. Васеневым [9], Е.Б. Таллером, И.В. Андреевой [10] и др. В антропогенно измененных условиях древесный покров формируется с несвойственными здоровому древостою характеристиками: более ажурные кроны, повышенное ветвление, наросты и повышенная заболеваемость, что в итоге приводит к выпаданию видов и смене растительного покрова. В ходе обследования были даны рекомендации по устранению суховершинных деревьев в частях парка, где нет благоустроенных дорожек: организация дорожно-тропиночной сети, установка табличек с информацией о причинах гибели и выпадания древостоя.



Рис. 2. Схема экологической оценки состояния древесной растительности ГМЗ «Царицыно»

Fig. 2. Scheme of ecological assessment of the state of woody vegetation of the Tsaritsyno Museum Reserve

Выводы Conclusions

В ходе проведенных исследований было установлено, что общее состояние древесной растительности в лесопарковой зоне парка «Царицыно» можно охарактеризовать как здоровое. В зонах № 1, № 2, № 5, № 6 показатель состояния деревьев не превышал 1,5, что подтверждает визуальный осмотр и расчеты по коэффициентам.

Были выявлены зоны с проблемными деревьями. Такие участки были отмечены вдоль Шипиловского проезда в исследуемой зоне № 3, что связано с автомобильной дорогой, загрязнением от автотранспорта и самого устройства дорожного полотна, которое при устройстве изменило или нарушило гидрологический режим территории, повлекший ухудшение состояния древостоя. Состояние деревьев согласно экологической оценке на участке определено как ослабленное (2,5 балла по шкале) (табл. 2). Сильно ослабленный древостой (2,8 балла) наблюдается на участке № 4, где максимальное количество дорожно-тропиночной сети является несанкционированным. Это приводит к вытаптыванию и переуплотнению почвы, что сказывается на состоянии древостоя. На проблемных участках (№ 3 и № 4), помимо слома ветвей,

механических повреждений коры, были отмечены вредители, особенно на липе мелколистной, где была обнаружена липовая моль-пестрянка (*Phyllonorycter issikii*). Повреждения, которые вызывает ее личинка, встречались на большинстве деревьев вдоль дорог. Листья, поврежденная этим вредителем, преждевременно засыхает и опадает, что приводит к потере декоративности насаждений.

Для некоторых видов деревьев были даны рекомендации по надлежащему уходу: в основном требовались санитарное кронирование и обработка от паразитов (особенно растущим вдоль улиц и пешеходных дорожек).

Для поддержания экологического состояния и повышения стабильности древесных сообществ рекомендованы комплексные мероприятия – такие, как санитарные рубки умеренной интенсивности (с удалением только деревьев категорий состояния «свежий» и «старый сухостой»); регулярная обработка древесных насаждений от паразитов-ксилофагов; создание посадок с учетом большей устойчивости древесных пород растений к разного рода воздействиям, а также их способности поглощать и нейтрализовать вредные вещества, защищать менее устойчивые насаждения, предотвращать загрязнение, деградацию и эрозию почв; сокращение или перенаправление потоков людей; обустройство эко-тропы.

Список источников

1. Илюшкова Е.М., Таллер Е.Б. Экологическая оценка влияния дорожно-тропиночной сети на почвенные характеристики и состояние древостоя ЛОД РГАУ-МСХА // *Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции, посвященной Году науки и технологий*. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 604-606. EDN: KYXXFT
2. Резакина А.В., Тихонова М.В., Бузылёв А.В. Экологическая оценка ценопопуляций краснокнижных растений музея-заповедника «Царицыно» // *АгроЭкоИнфо*. 2024. № 3 (63). <https://doi.org/10.51419/202143326>
3. Ермаков С.Ю., Тихонова М.В., Жигалева Я.С., Илюшкова Е.М. и др. Оценка экологических функций лесной экосистемы в условиях мегаполиса (на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева) // *АгроЭкоИнфо*. 2022. № 3 (51). <https://doi.org/10.51419/202123308>
4. Жигалева Я.С. Роль городских лесов в экосистеме мегаполиса // *АгроЭкоИнфо*. 2023. № 5 (59). <https://doi.org/10.51419/202135524>
5. Жигалева Я.С., Бузылёв А.В. Экологическая оценка растительного покрова на различных вариантах мезорельефа территории городского леса г. Москвы // *Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 90-летию Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук*. Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, 2022. С. 308-310. EDN: KEWGET
6. Абрамова И.И., Красовская И.Н. *Экологическая оценка территории: методы и подходы*. М.: Издательство Московского университета, 2012.
7. Жигалева Я.С., Бузылёв А.В. Экологическая оценка биоразнообразия и устойчивости растений в условиях городского леса на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // *Вестник МНЭПУ*. 2021. № S1. С. 124-132. EDN: QVJNMO
8. Васенев И.И., Ярославцев А.М., Александров Н.А., Серёгин И.А. и др. *Методические рекомендации по использованию IoT-устройств агроэкологического мониторинга: Методические указания* // Москва: Российский государственный аграрный университет, 2023. 80 с. EDN: IPXTQG
9. Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б. Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // *АгроЭкоИнфо*. 2023. № 4 (58). <https://doi.org/10.51419/202134427>
10. Андреева И.В., Морев Д.В., Таллер Е.Б., Васенев И.И. Сравнительная оценка экологического состояния лесопарковых зон Тимирязевского района города Москвы // *АгроЭкоИнфо*. 2021 № 6 (48). <https://doi.org/10.51419/20216630>
11. Таллер Е.Б., Артемьева З.С., Кириллова Н.П., Данченко Н.Н. Некоторые особенности динамики

References

1. Ilyushkova E.M., Taller E.B. Environmental assessment of the influence of the road and path network on soil characteristics and the state of the tree LOD RSAU-MSKHA. *Mezhdunarodnaya nauchnaya ekologicheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Godu nauki i tekhnologii*. March 29-31, 2021. Krasnodar, Russia: Kuban State Agrarian University, 2021:604-606. (In Russ.)
2. Rezakina A.V., Tikhonova M.V., Buzylyov A.V. Ecological assessment of cenopopulations of red-listed plants of the Tsaritsyno Museum Reserve. *AgroEcoInfo*. 2024;3(63). (In Russ.) <https://doi.org/10.51419/202143326>
3. Ermakov S.Yu., Tikhonova M.V., Zhigaleva Ya.S. et al. Assessment of ecological functions forest ecosystem in the conditions of a metropolis (on example of the forest experimentation station of the RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev. *AgroEcoInfo*. 2022;3(51). (In Russ.) <https://doi.org/10.51419/202123308>
4. Zhigaleva Ya.S. The role of urban forests in the megapolis ecosystem. *AgroEcoInfo*. 2023;5(59). (In Russ.) <https://doi.org/10.51419/202135524>
5. Zhigaleva Ya.S., Buzylev A.V. Ecological assessment of vegetation cover on different variants of mesorelief of the urban forest territory of Moscow. *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya 90-letiyu Federalnogo nauchnogo tsentra agroekologii, kompleksnykh melioratsiy i zashchitnogo lesorazvedeniya Rossiyskoy akademii nauk*. July 21-23, 2022. Volgograd, Russia: Federalniy nauchniy tsentr agroekologii, kompleksnykh melioratsiy i zashchitnogo lesorazvedeniya Rossiyskoy akademii nauk, 2022:308-310. (In Russ.)
6. Abramova I.I., Krasovskaya I.N. *Ecological assessment of the territory: methods and approaches*. Moscow, Russia: Moscow University, 2012. (In Russ.)
7. Zhigaleva Ya.S., Buzylev A.V. Ecological assessment of biodiversity and plant resistance in urban forest conditions on the example of the forest experimental dacha of the Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy. *Vestnik MNEPU*. 2021; S1:124-132. (In Russ.)
8. Vasenev I.I., Yaroslavtsev A.M., Aleksandrov N.A. et al. *Guidelines on the use of IoT devices for agroecological monitoring*. Moscow, Russia: Russian Timiryazev State Agrarian University, 2023:80. (In Russ.)
9. Vasenev I.I., Ibrahim M., Taller E.B. Ecological assessment of the variation of herbaceous cover composition by contrasting elements of the mesorelief of the Forest Experimental Dach of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. *AgroEcoInfo*. 2023;4(58). (In Russ.) <https://doi.org/10.51419/202134427>
10. Andreeva I.V., Morev D.V., Taller E.B., Vasenev I.I. Comparative assessment of the ecological state of forest park zones of the Timiryazevskiy district of Moscow. *AgroEcoInfo*. 2021;6(48). (In Russ.) <https://doi.org/10.51419/20216630>
11. Taller E.B., Artemyeva Z.S., Kirillova N.P., Danchenko N.N. Dynamics of organic matter under

качественного состава органического вещества хронорядя дерново-подзолистых почв в процессе лесовосстановления // *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*. 2019. № 98. С. 77-104. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2019-98-77-104>

12. Комарова Т.В., Васенев И.И., Алилов Д.Р., Таллер Е.Б. Экологическая оценка сукцессионной динамики почвенных запасов углерода и потоков CO₂ в столетнем ряду зарастания залежи Центрально-Лесного заповедника // *АгроЭкоИнфо*. 2018. № 3 (33). EDN: YMJGXR

the afforestation of the former agricultural sod-podzolic soils. *Dokuchaev Soil Bulletin*. 2019;(98):77-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2019-98-77-104>

12. Komarova T.V., Vasenev I.I., Alilov D.R., Taller E.B. Ecological assessment of successional dynamics of soil carbon stocks and CO₂ fluxes in the soil. carbon stocks and CO₂ fluxes in a century-long series of overgrowth of the Central Forest Reserve. *AgroEcolInfo*. 2018;3(33). (In Russ.)

Сведения об авторах

Мария Васильевна Тихонова, доцент, кандидат биологических наук, заведующая кафедрой экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: tmv@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9422-5846>;

Алексей Вячеславович Бузылёв, старший преподаватель кафедры экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: axe@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3856-6563>

Елена Михайловна Илюшкова, ассистент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, РФ, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: e.ilyushkova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4867-1586>

Ярослава Сергеевна Жигалева, ассистент кафедры экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: zhigaleva@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8127-1050>

Марина Тудоровна Спыну, старший преподаватель кафедры экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: spynu@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6541-5897>

Никита Александрович Александров, старший преподаватель кафедры экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: alexandrov_na@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2666-2697>

Надежда Владимировна Гавриловская, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов, кандидат технических наук, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; email: gavrilovskayanv@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5060-7837>

Information about the authors

Marya V. Tikhonova, CSc (Bio), Assistant Professor, Acting Head of the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: tmv@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9422-5846>

Aleksey V. Buzylev, senior lecturer at the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: axe@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3856-6563>

Elena M. Ilyushkova, Assistant at the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: e.ilyushkova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4867-1586>

Yaroslava S. Zhigaleva, Assistant at the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: zhigaleva@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8127-1050>

Marina T. Spynu, Senior Lecturer at the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: spynu@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6541-5897>

Nikita A. Aleksandrov, Senior Lecturer at the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: alexandrov_na@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2666-2697>

Nadezhda V. Gavrilovskaya, CSc (Eng), Associate Professor at the Department of Computer-Aided Design Systems and Engineering Calculations, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); phone: (499) 153-97-66; e-mail: gavrilovskayanv@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5060-7837>

Статья поступила в редакцию 29.07.2024
Одобрена после рецензирования 20.08.2024
Принята к публикации 31.08.2024

The article was submitted to the editorial office
July 29, 2024
Approved after reviewing August 20, 2024
Accepted for publication August 31, 2024