

Леса России и хозяйство в них. 2026. № 2 (97). С. 106–113.

Forests of Russia and economy in them. 2026. № 2 (97). P. 106–113.

Научная статья

УДК 625.77

DOI: 10.51318/FRET.2026.97.2.010

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТОПОЛЕЙ (*POPULUS L.*) В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ПРЕССИНГА ВДОЛЬ МАГИСТРАЛЬНЫХ ДОРОГ (НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ)

Александр Александрович Лагутин¹, Светлана Михайловна Хамитова²,
Ренат Салимович Хамитов³

¹⁻³ Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева,
Москва, Россия

¹ alexlagutin@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0009-0006-1082-710X>

² hamitova@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3432-3804>

³ r.hamitov@rgau-msha.ru <https://orcid.org/0000-0003-1490-3553>

Аннотация. Статья посвящена комплексной оценке состояния деревьев рода *Populus L.* в условиях антропогенной нагрузки в Москве. Были сравнены две крупные магистрали с разной интенсивностью антропогенного воздействия: придорожные посадки вдоль Подольского шоссе с высокой автомобильной нагрузкой и насаждения вдоль Загородного шоссе, где дополнительным стресс-фактором является трамвайное движение и регулярная обрезка. Исследуется ответная реакция тополей, проявляющаяся в изменении радиального прироста, анатомического строения плотности древесины и ее физико-механических свойств, определяющих устойчивость к механическим нагрузкам. Полевые исследования включали в себя сбор морфометрических показателей, а также для оценки структуры плотности древесины использовался современный неинвазивный метод инструментальной диагностики импульсной томографии с помощью прибора Arbotom. Выборка составила 95 деревьев рода *Populus L.* Были получены объективные количественные данные о внутреннем состоянии древесины, которые были интерпретированы по новому методу обработки томограммы. Данный метод включал в себя подсчет цветковых секторов с дальнейшим переводом в процентное соотношение для составления индексной оценки. Использовано два индекса: здоровья ствола и критического повреждения. Такой подход позволит перейти от субъективных визуальных оценок к точной классификации деревьев по степени опасности. Исследование также подтверждает, что регулярная омолаживающая обрезка в городских условиях, вопреки распространенным опасениям, не ухудшает состояние древесины и должна рассматриваться как необходимый элемент в городском управлении зелеными насаждениями. Городская среда станет более безопасной, а возрастные деревья получают должное внимание.

Ключевые слова: тополь, состояние, устойчивость, импульсная томография, аварийность деревьев, обрезка

Для цитирования: Лагутин А. А., Хамитова С. М., Хамитов Р. С. Оценка состояния тополей (*Populus L.*) в условиях техногенного прессинга вдоль магистральных дорог (на примере г. Москвы) // Леса России и хозяйство в них. 2026. № 2 (97). С. 106–113.

Original article

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF POPLARS (*POPULUS* L.) UNDER CONDITIONS OF TECHNOGENIC PRESSURE ALONG TRUNK-LINE ROADS (USING THE EXAMPLE THE CITY OF MOSCOW)

Alexander A. Lagutin¹, Svetlana M. Khamitova², Renat S. Khamitov³

¹⁻³ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

¹ alexlagutin@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0009-0006-1082-710X>

² hamitova@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3432-3804>

³ r.hamitov@rgau-msha.ru <https://orcid.org/0000-0003-1490-3553>

Abstract. The article is devoted to a comprehensive assessment of the condition of trees of the *Genus Populus* L., in conditions of anthropogenic stress in Moscow. Two trunk-lines with different intensity of anthropogenic impact were compared. Roadside plantings along Podolsk trunk-line with high traffic load and plantings along Suburban Highway, where tram traffic and regular pruning are an additional stress factor. The response of poplars is researched, which manifested in changes in radial growth, the anatomical structure of wood density, and its physical and mechanical properties that determine resistance to mechanical stress. Field researches included the collection of morphometric indicators, as well as a modern, non-invasive method of instrumental diagnosis of pulse tomography using an Arbotom device, the sample consisted of 95 trees of the *Genus Populus* L. Objective quantitative data on the internal condition of the wood were obtained, which were interpreted using a new tomogram processing method that included calculating color sectors and further converting it into a percentage to compile an index estimate, which would include indexes such as healthy trunk and critical damage. This approach will allow us to move from subjective visual assessments to an accurate classification of trees according to the degree of danger. The research also confirms that regular rejuvenating pruning in urban environments, contrary to widespread fears, does not worsen the condition of wood, and should be considered as an essential element in urban management of green plantations. The urban environment will become safer, and mature trees will receive due attention.

Keywords: poplar, condition, stability, pulse tomography, accident rate of trees, pruning

For citation: Lagutin A. A., Khamitova S. M., Khamitov R. S. Assessment of the condition of poplars (*Populus* L.) under conditions of technogenic pressure along trunk-line roads (using the example the city of Moscow) // Forests of Russia and economy in them. 2026. № 2 (97). С. 106–113.

Введение

В контексте задач устойчивого развития городских территорий на постсоветском пространстве особую актуальность приобретает проблема оптимизации зеленых насаждений, выполняющих средообразующие и рекреационные функции. Тополь, исторически являющийся доминантным родом в озеленении многих городов России и стран СНГ, представляет собой классический пример биологического объекта с выраженной экологической пластичностью и высокой адаптивностью к техногенным условиям (Корытов, 2012).

С позиции городского благоустройства его основная ценность заключается в способности к быстрому формированию фотосинтетической биомассы и созданию устойчивых защитных насаждений на рекультивируемых и нарушенных территориях. Ряд исследований отечественных авторов подтверждает высокую фитомелиоративную эффективность тополей, проявляющуюся в сорбции пылевых частиц, нейтрализации ряда газообразных поллютантов автотранспортного происхождения и снижении уровня шумового воздействия, что напрямую коррелирует с целями

создания комфортной городской среды (Вальтер, 2010).

На внутреннее состояние тополей большое влияние оказывают климатические и атмосферные факторы городской среды. Остров тепла, создаваемый в крупных городах и мегаполисах, может приводить к повышению среднесуточной температуры и снижению уровня влажности почвы. А. И. Золотухин и др. (2015) в своем исследовании, посвященном изменению радиального прироста под действием теплового стресса, указали на то, что радиальный прирост тополя черного в период чрезмерно высоких температур 2010 г. уменьшился, а в последующие годы увеличился более чем на 20 %. Увеличение плотности древесины может быть адаптацией к водному стрессу – в период засухи образуется более плотная поздняя древесина, формирование которой свойственно для второй половины вегетационного сезона. Загрязнение воздуха может влиять на изменение толщины стенки у волокон в большую сторону. В качестве ответной реакции на токсические загрязнения в древесине формируются меньшее количество волокон и меньший диаметр сосудов (Кладько, Бенькова, 2018). На состояние древесины большое влияние оказывают почвенно-гидрологические условия местности произрастания. Закрытые пространства прикорневой зоны твердыми и плотными покрытиями негативно влияют на температурный, водный режим. Значительная доля дорожно-тропиночного покрытия (запечатанных почв) негативно влияет на прирост тополя бальзамического. При увеличении автопотока на 60 % средний прирост уменьшается на 25 %, при увеличении на 125 % средний прирост уменьшается на 40 %. Уплотнение и ограничение корневой зоны приводят к снижению ширины годичных колец. Признаком стресса к запечатанным почвам является появление волнистости границ годичных колец, а также развитие асимметричных ствола и древесины (Федорова, Савчук, 2013).

Физико-механические свойства древесины тополей не являются константой. Они изменяются в зависимости от радиуса и высоты дерева. В радиальном отношении эти свойства меняются незначительно, тогда как по высоте ствола показатели

физико-механических свойств имеют тенденцию к возрастанию. По исследованиям Н. И. Федорова и Л. А. Шмаргунова (1959), предел прочности при сжатии вдоль волокон увеличивается на 19 %, а при изгибе – на 4 %. Такая закономерность является нетипичной. Для большинства деревьев характерна прямая зависимость, которая заключается в снижении показателей физико-механических свойств по мере поднятия по стволу (Федоров, Шмаргунов, 1959). Большую часть ствола составляют древесные волокна. В структуре древесины их длина неоднородна, так как она увеличивается в направлении по радиусу от сердцевины к периферии относительно поперечного сечения ствола. Так, например, в однолетнем годичном кольце тополя белого длина волокон в среднем может составлять 500 мкм, а в 50-летнем годичном кольце – 1200 мкм. По мере увеличения длины волокон увеличивается их диаметр (Бакулин, 2012). Важным свойством древесины для определения прочности является ее плотность. Плотность древесины тополей зависит от различных особенностей ее строения. С увеличением толщины клеточных стенок, длины волокон и содержания поздней древесины в годичных слоях возрастают значения плотности древесины в целом (Физика древесины, 2009).

Одним из способов улучшения механической устойчивости преимущественно к ветровой нагрузке является обрезка крон. В городских насаждениях используют несколько типов обрезки. Формовочная проводится для поддержания определенного габитуса. В зависимости от возраста, вида и состояния дерева могут использовать слабую, умеренную, сильную обрезку. Омолаживающая обрезка проводится для стимулирования нового побегообразования. Ее обычно выполняют постепенно в течение нескольких лет. При таком типе обрезки удаляется не более 40 % кроны, а побеги укорачиваются на 50–75 % (Шилова, Карпухин, 2022). Санитарная обрезка проводится с целью улучшения жизнеспособности и продуваемости кроны. Утилитарная обрезка используется на деревьях, расположенных рядом с линиями электропередач, мачтами фонарей, автомобильными парковками, объектами пешеходно-транспортной инфраструктуры. Помимо этого, утилитарную

обрезку могут проводить с целью снижения затенения территории. По технике выполнения утилитарная обрезка подразделяется на следующие виды: зауживание (снижается парусность); редукция (направлена на повышение механической устойчивости); топpling (удаление верхней части ствола); поллардинг (для формирования высокоустойчивых к механическим нагрузкам деревьев); лифтинг (удаление нижних ветвей) и кронирование, при котором оставляют лишь часть ствола или несколько укороченных на 1/3 скелетных ветвей (Корниенко, Калаев, 2018). Ветви тополей, которые попадают в зону безопасности вокруг токоведущих проводов сети освещения и контактной сети трамвайной линии, удаляют в рамках санитарной обрезки. Такое действие необходимо для создания коридора вокруг линий электропередач. Санитарная обрезка предотвращает падение ослабленных, поврежденных и усыхающих ветвей. На исследуемых деревьях проводилось как минимум три типа обрезки – топpling, редукция и лифтинг. Лифтинг кроны представляет собой поднятие кроны путем обрезки нижних ветвей. Ветровая нагрузка на деревья, обрезанные таким типом, снижается. В зоне безопасности электрических сетей обрезка ветвей, как правило, осуществляется ресурсоснабжающими организациями. Удаляются обычно ветви, расположенные ближе 1 м от линии электропередачи.

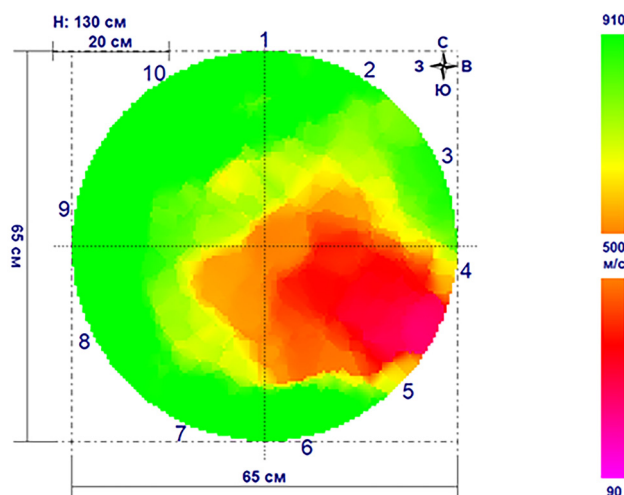
Цель, методика

и объекты исследования

Цель исследования – оценить состояние древесных растений рода тополь, а именно тополя черного (*Pópulus nígra*), при разных антропогенных нагрузках в условиях городской среды на примере г. Москвы. В качестве модельных площадок были выбраны два участка с различной интенсивностью транспортной нагрузки. Первый участок – придорожная посадка вдоль Подольского шоссе. Количество обследованных деревьев – 23. Участок характеризуется высокой транспортной нагрузкой в утренний час пик, исследуемая проезжая часть имеет три полосы для движения в одном направлении в сторону центра города. Вторым участком – это посадка вдоль Загородного шоссе, на котором было обследовано 72 дерева. Участок отличается

интенсивным трафиком, проезжая часть имеет четыре полосы движения. Дополнительным стрессовым фактором для части деревьев, произрастающих в непосредственной близости от проезжей части, является регулярное трамвайное движение. Древесные насаждения вдоль трамвайных путей подвергаются систематической (более интенсивной) формовочной обрезке.

Полевые исследования включали в себя визуальное обследование деревьев с фиксацией видимых морфологических особенностей, были произведены замеры раскидистости кроны по сторонам света. Замеры включали в себя измерение высоты деревьев с помощью дальномера-высотомера Nikon Forestry Pro. Также инструментально проводилась внутренняя диагностика плотности древесины неразрушающим методом с помощью импульсного томографа Arbotom. Принцип работы прибора основан на измерении скорости распространения ультразвуковых импульсов между датчиками, закрепленными по периметру ствола на высоте 130 см от уровня земли. Полученные данные преобразовывались в двухмерную томограмму с цветовыми зонами, которые показывают разную плотность древесины (рисунок). Помимо визуальных и инструментальных методов, для определения истории проведения обрезки кроны применялся ретроспективный анализ открытых источников, а именно сервиса «Яндекс.Карты» с использованием панорамных изображений за различные годы.



Пример полученной томограммы тополя на Загородном шоссе
An example of a tomogram of a poplar tree on Zagorodnoye highway

Результаты и их обсуждение

Анализируя данные (табл. 1) по ширине крон по сторонам света вдоль Подольского шоссе, можно сделать вывод о том, что как обрезанные деревья, так и необрезанные имеют относительно симметричное расположение ветвей в кроне.

Радикальная омолаживающая обрезка тополей, расположенных между трамвайной линией и Загородным шоссе, проводилась в 2018 и 2024 гг. Но из этих деревьев не все были повторно обрезаны в 2024 г. Наибольшее среднее значение длины 3,2 и 7,9 м соответственно наблюдалось с восточной стороны, так как с этой стороны относительно деревьев расположено свободное пространство, представленное трамвайными путями и Загородным шоссе, следовательно, с востока уровень инсоляции более оптимальный для интенсивного побегообразования.

По результатам исследования импульсным томографом (табл. 2) было получено 95 томограмм, которые были обработаны с помощью заранее

написанного кода в Python, где из исходных изображений выдавалось процентное соотношение цветов. Зеленый цвет – это здоровая, плотная, неповрежденная древесина. Желто-зеленый – в основном здоровая древесина с незначительными повреждениями. Желтый сигнализирует об умеренно поврежденной или измененной древесине. Оранжевый – сильно поврежденная, разложившаяся или полая древесина. Красный – критически поврежденная зона, часто полость или очень мягкая гниль. Красно-розовый – зона, непроницаемая для звука, или область за пределами ствола, свидетельствует о серьезной трещине ствола.

Деревья тополя, произрастающие в более благоприятных экологических условиях Загородного шоссе, имеют более здоровую древесину, несмотря на близкое расположение трамвайных путей. Напротив, в посадках Подольского шоссе древесина тополя существенно больше подвержена воздействию негативных факторов и имеет критически поврежденные зоны.

*Таблица 1
Table 1*

Сводная таблица по ширине кроны по сторонам свет, м
Summary table of crown width by compass direction, m

Наличие/отсут. обрезки Presence/Absences pruning	Тополя, подвергшиеся омолаживающей и санитарной обрезке Poplars that have undergone rejuvenation and sanitary pruning				Тополя, практически не подвергавшиеся обрезке или подвергавшиеся давно Poplars that have not been pruned or have been pruned a long time ago			
	С N	В E	Ю S	З W	С N	В E	Ю S	З W
Тополя вдоль Подольского шоссе Poplars along Podolskoye highway								
Минимальное значение, м Minimal value, m	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	2,5	2,5	2,0
Максимальное значение, м Maximum value, m	4,5	3,5	4,0	2,5	4,5	3,0	4,0	3,0
Среднее значение, м Average value, m	2,2	1,9	2,0	1,7	3,3	2,9	3,0	2,5
Тополя вдоль Загородного шоссе Poplars along Zagorodnoye highway								
Минимальное значение, м Minimal value, m	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,5	1,0	1,0
Максимальное значение, м Maximum value, m	7,5	6,5	6,5	6,5	9,0	11,0	5,5	6,5
Среднее значение, м Average value, m	2,9	3,2	2,5	2,7	5,7	7,9	2,5	4,0

Таблица 2
Table 2

Сводная таблица по результатам импульсных томограмм
Summary table based on the results of pulse tomograms

Статистические показатели Statistical indicators	Результаты импульсных томограмм посадок тополя, % Results of impulse tomograms poplar plantings, %					
	Green	Yellow-Green	Yellow	Orange	Red	Red-Pink
Загородное шоссе Zagorodnoye highway						
Среднее значение M Average value M	63,95	14,95	9,41	7,98	3,88	0,58
Стандартное отклонение σ Standard deviation σ	25,09	7,21	7,88	9,90	8,07	1,87
Стандартная ошибка $\pm m$ Standard error $\pm m$	2,95	0,85	0,92	1,16	0,95	0,22
Подольское шоссе Podolskoye highway						
Среднее значение M Average value M	35,54	14,56	16,60	20,54	11,79	0,65
Стандартное отклонение σ Standard deviation σ	27,45	6,63	8,51	14,77	11,53	1,94
Стандартная ошибка $\pm m$ Standard error $\pm m$	5,72	1,38	1,77	3,08	2,40	0,40
Достоверность различия средних значений t_{ϕ} при $t_{05} = 2,0$ The reliability of the difference in mean values t_{ϕ} at $t_{05} = 2,0$	4,4	0,2	3,6	3,8	3,1	0,2

Исходя из обширных данных, также можно применить индекс здорового ствола (ИЗС) – это сумма процентов здоровой слабоповрежденной древесины (зеленый + жел.-зел. + желтый) и также индекс критических повреждений (ИКП) –

сумма процентов сильно поврежденной (оранжевый + красный + красн.-роз.) (табл. 3).

Средний ИЗС заметно выше в условиях меньшей экологической напряженности (Загородное шоссе), а средний ИКП – в более жестких экологических условиях.

Таблица 3
Table 3

Сводная таблица по результатам импульсных томограмм с показателями ИЗС и ИКП
Summary table based on the results of pulse tomograms with indicators of the healthy trunk index and the critical damage index

Показатель Indicator	Подольское шоссе Podolskoye highway	Загородное шоссе Zagorodnoye highway	Загородное шоссе (подвыборка 60 лет) Zagorodnoye highway (a subsample of 60 years)
Средний ИЗС, % The average index of a healthy trunk, %	44,2	67,8	68,5
Средний ИКП, % Critical damage index, %	20,5	7,1	5,5
Доля деревьев с ИКП > 25 % Percentage of trees with critical damage index > 25 %	34,8 (8 из 23)	9,7 (7 из 72)	8,3 (3 из 36)

Выводы

1. В ходе исследования было выявлено, что тополя вдоль Подольского шоссе с высокой антропогенной нагрузкой демонстрируют более низкое содержание здоровой древесины (ИЗС = 44,2 %) и повышенный процент критических повреждений (ИКП = 20,5 %) по сравнению с насаждениями вдоль Загородного шоссе (ИЗС = 67,8 %, ИКП = 7,1 %).

2. Систематическая омолаживающая и формовочная обрезка крон, проводимая для обеспечения

безопасности трамвайного движения, не приводит к статистически значимому ухудшению внутреннего состояния стволовой древесины.

3. Деревья на Подольском шоссе находятся в более опасном состоянии с точки зрения риска ветровала, более трети тополей (34,8 %) имеет индекс критических повреждений выше 25 %, что указывает на значительную долю деревьев с повышенным риском механического разрушения и требует приоритетного внимания со стороны балансодержателя.

Список источников

- Бакулин В. Т.* Особенности анатомического строения древесины тополя белого, произрастающего в Западной Сибири // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. : Естественные науки. 2012. № 3 (122). С. 5–14.
- Вальтер Г. А.* Фиторемедиация городских почв с использованием древесных растений // Экология и промышленность России. 2010. № 12. С. 40–43.
- Золотухин А. И., Афанасьева С. С., Занина М. А.* Изменение радиального прироста древесных растений после теплового стресса в Прихоперье // Естественные и математические науки в современном мире. 2015. № 30. С. 190–197.
- Кладько Ю. В., Бенькова В. Е.* Радиальный рост древесных видов в условиях высокой антропогенной нагрузки г. Красноярска // Сибирский лесной журнал. 2018. № 4. С. 49–57.
- Корниенко В. О., Калаев В. Н.* Механическая устойчивость древесных пород и рекомендации по предотвращению их аварийности в городских насаждениях. Воронеж : Роза ветров, 2018. 92 с.
- Корытов М. В.* Тополя Сибири: биология, экология, использование. Красноярск : СибГТУ, 2012. 300 с.
- Румянцев Д. Е., Фролова В. А.* Проблемы диагностики аварийности деревьев в урбанизированной среде // Принципы экологии. 2021. № 2. С. 102–119.
- Федоров Н. И., Шмаргунов Л. А.* Физико-механические свойства древесины тополя лавролистного // Белорусский лесотехнический институт им. С. М. Кирова : сб. науч. работ. Минск, 1959. Вып. XII. С. 45–49.
- Федорова О. А., Савчук Д. А.* Влияние экологических факторов на радиальный прирост тополя бальзамического в г. Томске // Вестник КрасГАУ. 2013. № 3 (78). С. 84–90.
- Физика древесины / сост. Н. В. Рыжова, В. В. Шутов. Кострома : Изд-во КГТУ, 2009. 83 с.
- Шилова К. А., Карпунин М. Ю.* Типы обрезки декоративных кустарников и деревьев // Научно-исследовательская работа студентов в период производственной практики : сб. ст. науч.-практ. конф. кафедры овощеводства и плодоводства им. проф. Н. Ф. Коняева, посвященной профессиональному празднику «День агронома», Екатеринбург, 25 ноября 2022 года. Екатеринбург : Урал. гос. аграрн. ун-т, 2022. С. 61–68.

References

- Bakulin V. T.* Features of the anatomical structure of white poplar wood growing in Western Siberia // Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: Natural Sciences. 2012. № 3 (122). P. 5–14. (In Russ.)

- Fedorov N. I., Shmargunov L. A.* Physico-mechanical properties of laurel poplar wood // Belarusian Forest Engineering Institute named after S. M. Kirov : collection of scientific papers. Minsk, 1959. Issue XII. P. 45–49. (In Russ.)
- Fedorova O. A., Savchuk D. A.* Influence of environmental factors on radial growth of balsamic poplar in Tomsk // KrasSAU Bulletin. 2013. № 3 (78). P. 84–90. (In Russ.)
- Kladko Yu. V., Benkova V. E.* Radial growth of tree species under conditions of high anthropogenic load in Krasnoyarsk // Siberian Forest Journal. 2018. № 4. P. 49–57. (In Russ.)
- Kornienko V. O., Kalaev V. N.* Mechanical stability of tree species and recommendations for preventing their accidents in urban areas. Voronezh : Roza Vetrov Publ., 2018. 92 p.
- Korytov M. V.* Poplars of Siberia: biology, ecology, use. Krasnoyarsk : SibSTU, 2012. 300 p.
- Physics of wood / compiled by N. V. Ryzhova, V. V. Shutov. Kostroma : KSTU Publishing House, 2009. 83 p.
- Rumyantsev D. E., Frolova V. A.* Problems of diagnosing tree accidents in an urban environment // Principles of Ecology. 2021. № 2. P. 102–119. (In Russ.)
- Shilova K. A., Karpukhin M. Yu.* // Research work of students during industrial practice : collection of articles of the scientific and practical conference of the Department of Vegetable and fruit Growing named after Prof. N. F. Konyaev, dedicated to the professional holiday “Agronomist’s Day”, Yekaterinburg, November 25, 2022. Yekaterinburg : Ural State Agrarian University, 2022. P. 61–68. (In Russ.)
- Walter G. A.* Phytoremediation of urban soils using woody plants // Ecology and industry of Russia. 2010. № 12. P. 40–43. (In Russ.)
- Zolotukhin A. I., Afanasyeva S. S., Zanina M. A.* Changes in the radial growth of woody plants after heat stress in the coastal region // Natural and mathematical sciences in the modern world. 2015. № 30. P. 190–197. (In Russ.)

Информация об авторах

- А. А. Лагутин – аспирант;*
С. М. Хамитова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Р. С. Хамитов – доктор сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors

- A. A. Lagutin – postgraduate student;*
S. M. Khamitova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
R. S. Khamitov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 02.02.2026; принята к публикации 28.02.2026.

The article was submitted 02.02.2026; accepted for publication 28.02.2026.
