

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА ДОНЕЦКА

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF NOISE POLLUTION IN THE CITY OF DONETSK

**V. Kornienko
A. Yaitsky**

Summary. The paper studies ecological consequences of noise pollution of urbanized territories using city of Donetsk as the example. The data of traffic flow intensity is given, and the vibration-acoustic noise of the territory is determined. Analysis of the obtained data shows the 40–45% excess of the maximum permissible levels of noise pollution, which should affect the condition of green spaces and their resilience. Examination of data on noise attenuation with distance in various dendrocoenoses revealed the plants with the best noise protection properties for the territory — *Populus bolleana* Lauche (38%) and *Ulmus laevis* Pall. (25%). At the same time, the largest share in the total population has *Acer platanoides* L. (45%), *Populus bolleana* Lauche (29%), *Ulmus laevis* Pall. (12%) and *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (8%). The viability of existing 40–50 years old prevalent woody plants was estimated at 3 points out of 5. Under given anthropogenic loads, trees are found severely weakened, and having damage of the trunk and the architectonics of the crown.

Keywords: noise level of the territory, intensity of traffic flow, anthropopressing, environmental consequences, green spaces, viability.

Корниенко Владимир Олегович

Старший преподаватель, Донецкий национальный университет
kornienkovo@mail.ru

Яицкий Андрей Степанович

Старший преподаватель, Самарский государственный социально-педагогический университет
yaitsky@sgspu.ru

Аннотация. В работе представлены экологические последствия шумового загрязнения окружающей среды урбанизированных территорий, на примере города Донецка. Приведены данные по интенсивности транспортного потока, а также определен вибрационно-акустический шум исследованной территории. По результатам анализа полученных данных превышение ПДУ составляет 40–45%, что должно отражаться на состоянии зелёных насаждений и их долговечности. В результате анализа данных по затуханию шума с расстоянием в различных дендроценозах, определены виды с лучшими шумозащитными свойствами для данной территории: *Populus bolleana* Lauche (38%) и *Ulmus laevis* Pall. (25%). Наибольшую долю в общей видовой совокупности имеют такие виды как: *Acer platanoides* L. (45%), *Populus bolleana* Lauche (29%), *Ulmus laevis* Pall. (12%), *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (8%). Жизнеспособность древесных растений в возрасте 40–50 лет по основным видам оценена в 3 балла. В условиях антропогенных нагрузок деревья в основном сильно ослабленные, и имеют повреждения ствола и архитектоники кроны.

Ключевые слова: зашумленность территории, интенсивность транспортного потока, антропопрессинг, экологические последствия, зелёные насаждения, жизнеспособность.

Введение

Городской антропогенный вибро-акустический шум складывается из шума и вибраций, создаваемых промышленными предприятиями, транспортными средствами, строительными работами и т.д. Среди перечисленных источников наибольший вклад в создание вибрационно-акустической шумовой нагрузки в современном крупном городе вносит именно транспортный шум [1–4].

Уровень уличного шума зависит от интенсивности движения, скорости автотранспортных средств и их характеристик (грузоподъемности [5], технического состояния и т.д.). Также важно состояние дорожного полотна и благоустройство прилегающей территории со специальными шумозащитными зелёными насаждениями [6].

Некоторые вопросы, касающиеся вибрационно-акустической обстановки в городе Донецке, были рассмотрены в период с 2007 по 2013 гг. [6; 7], однако после 2014 г. остается ряд невыясненных вопросов, касающихся вибрационно-акустической обстановки в городе и экологических эффектов такого воздействия. Особенно остро эта проблема возникла с началом военных событий на Донбассе и возникновению нового для современного Донецка антропогенного фактора.

Таким образом, целью работы является анализ шумового загрязнения города Донецка и экологических последствий действия постоянного, практически не прекращающего своё действие, физического (вибрационно-акустического) фактора антропогенного происхождения.

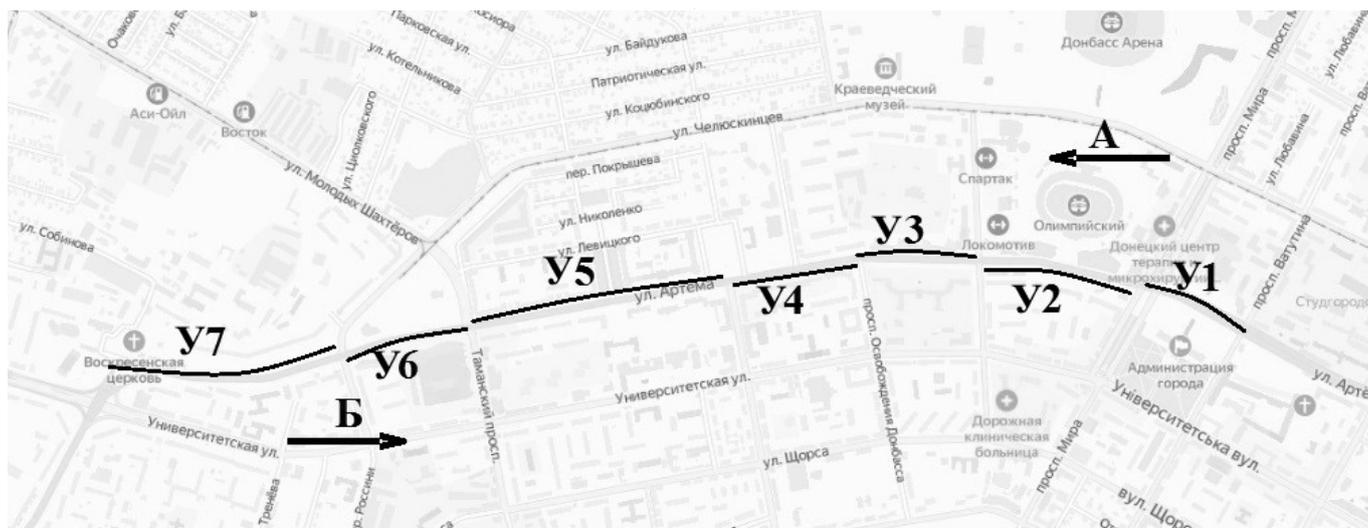


Рис. 1. Территория проведения исследований вдоль автомагистрали по ул. Артёма, г. Донецк (пр. Ватутина — пр. Киевский). Примечания: А — направление маршрута исследования состояния древесных растений от пр. Ватутина к пр. Киевский; Б — направление маршрута исследований от пр. Киевский к пр. Ватутина

Материалы и методы

Мониторинговые исследования проводились с 2018 по 2021 гг. в г. Донецке, вдоль автомагистрали по ул. Артёма. В ходе исследования было оценено более 550 древесных растений, произрастающих в первом ряду от автомагистрали. Среди них выделены основные виды: тополь Болле (*Populus bolleana* Lauche), клён остролистный (*Acer platanoides* L.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.). Жизненное состояние древесных растений оценивали по шкале В.А. Алексеева [8].

Территория проведения исследований. Исследуемая территория по центральной улице города Донецка (рис. 1) была разделена на 7 участков: U1 — пр. Ватутина — пр. Мира; U2 — пр. Мира — пр. Германа Титова; U3 — пр. Германа Титова — пр. Освобождения Донбасса; U4 — пр. Освобождения Донбасса — пр. Панфилова; U5 — пр. Панфилова — пр. Таманский; U6 — пр. Таманский — пр. Россини; U7 — пр. Россини — пр. Киевский (данные обозначения использованы на рис. 1, 2, 3 и в табл. 1).

Методика оценки вибрационно-акустического загрязнения на исследуемой территории. Определение интенсивности движения производилось вблизи автомагистрали, в двух направлениях по улице Артёма, от проспекта Ватутина до проспекта Киевский. Общая длина участка в двух направлениях 6 км. Интенсивность движения автотранспорта вдоль исследуемых участков на всей территории исследования оценивалась по количеству единиц автотранспорта определённого типа,

проезжающих мимо точки измерения за единицу времени [9].

Для статистической обработки данных использовали программу Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждения

Оценка интенсивности транспортного потока исследуемого участка. Анализ интенсивности транспортного потока по центральной улице города Донецка оценивали в начале, середине и конце рабочего дня. На основании расчётов составлена гистограмма антропогенной нагруженности территории исследования (рис. 2).

Наибольшую загруженность имеют участки от пр. Мира до пр. Освобождения Донбасса с количеством транспортных средств более 1000 ед./час. На остальных участках количество автотранспорта в среднем находилось в диапазоне 650–750 ед./час. В среднем интенсивность автотранспорта на территории исследования составляла 806 ± 54 ед./час в будние дни. На всех изученных участках преобладающим видом транспорта являются легковые автомобили иностранного производства — их доля составляет около 60% (рис. 2). На долю легковых отечественных автомобилей и внедорожников приходится по 18–20% (рис. 2). Зашумленность территории зависит от количества автомобилей, проезжающих по автомагистрали, и грузоподъёмности этих транспортных средств [5]. В целом, транспортный

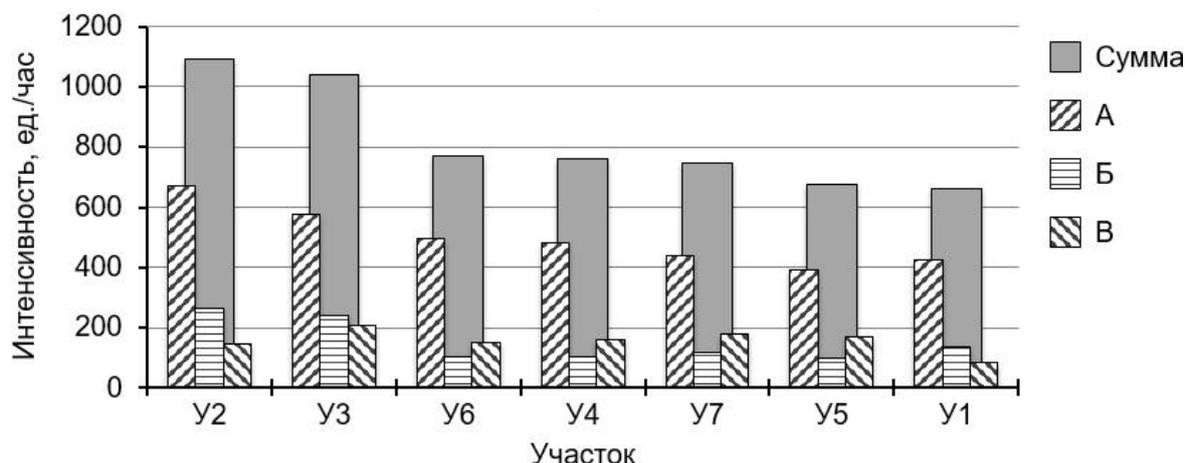


Рис. 2. Интенсивность транспортного потока на участках проведения исследований.
Примечания: А — автомобили легковые иностранные; Б — автомобили легковые отечественные; В — автомобили-внедорожники иностранные

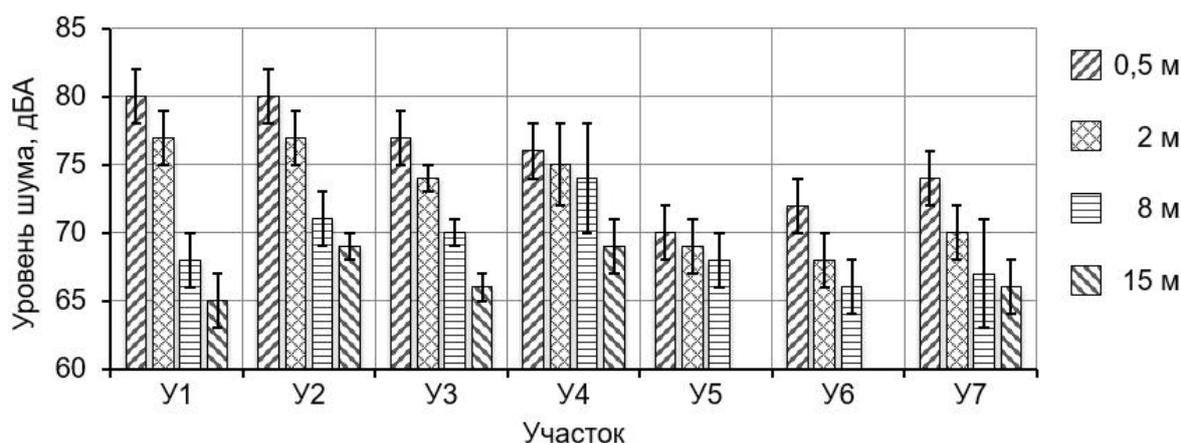


Рис. 3. Зашумленность исследованных участков по ул. Артёма от расстояния до автомагистрали

поток по улице Артёма можно оценить как интенсивный, а территорию как антропогенно нагруженную.

Оценка вибрационно-акустического загрязнения территории. Оценка вибрационно-акустического загрязнения исследуемого участка по ул. Артёма выполняли путем анализа данных, полученных с помощью шумомера Venetech GM1351, в будние дни с 08:00 до 18:00 часов (рис. 3).

На участках У1, У2, У3 наблюдается максимальная зашумленность территории со средними значениями вблизи автополотна (расстояние 0,5 м от бордюра) 80 ± 2 дБА. Учитывая СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» [10], можем оценить превышение допустимого уровня шума на данных территориях. Так растения, произрастающие вдоль улицы Артёма на участках У1, У2, У3, испыты-

вают на себе звуковое давление, которое на 40–45% превышает допустимые нормы и как следствие, может отражаться на состоянии насаждений. Для остальных участков такое превышение составляет 30–38%. При удалении от автомагистрали звуковое давление снижается до значений нормы только на расстоянии 8–15 м. Максимальная шумовая нагрузка, вызванная автомобильным потоком на исследуемой территории при интенсивности транспортного потока 600–1000 ед./час, составляет 89–95 дБА. Также фиксировали значения и выше 110 дБА при прохождении тяжёлой гусеничной техники (эти случаи не часты на центральной улице, поэтому мы их не отражали на гистограмме). В среднем же вибрационно-акустический шум возле автомагистрали на исследуемой территории составлял 76 ± 3 дБА; в 1-м ряду насаждений — 73 ± 4 дБА и при удалении на 15 м — 67 ± 2 дБА.

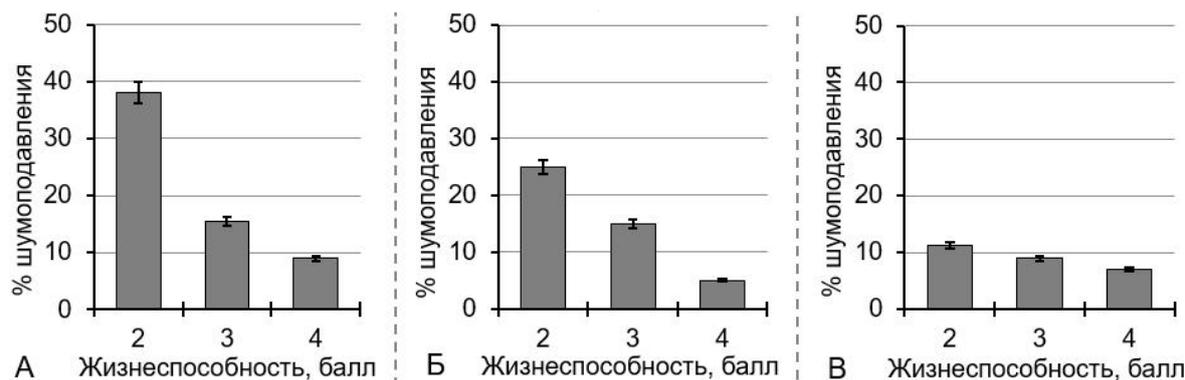


Рис. 4. Видовая зависимость шумоподавления зелёными насаждениями, произрастающими вдоль автомагистралей города Донецка, от жизненного состояния древесных растений.

Примечание: А — *Populus bolleana* Lauche, Б — *Ulmus laevis* L., В — *Acer platanoides* L.

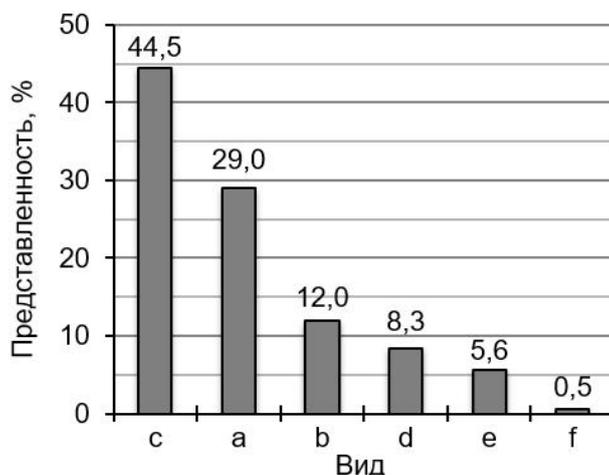


Рис. 5. Представленность видов древесных растений на территории исследований по ул. Артёма.

Виды: а — *Populus bolleana* Lauche; б — *Ulmus laevis* Pall.; с — *Acer platanoides* L.; д — *Crataegus laevigata* (Poir.) DC.; е — *Robinia pseudoacacia* L.; ф — *Populus nigra* L.

При оценке общих закономерностей затухания шума на разных участках, мы выявили некую связь с видовой представленностью древесных растений на этой территории и их жизнеспособностью (рис. 4).

Наибольшим шумоподавлением (рис. 4: А) отличаются деревья тополя Болле (38%), при условии того, что растения находятся в хорошем состоянии и не имеют дефектов кроны и ствола. Вяз гладкий (рис. 4: Б) имеет также высокие значения шумоподавления (25%), произрастая в первом ряду линейных насаждений. Для клёна остролистного (рис. 4: В), даже при условии хорошего общего состояния кроны, шумозащитные характеристики не имеют высоких значений (до 11%). Хотя стоит отметить, что в процессе вымирания тополя Болле в условиях таких антропогенных нагрузок, идёт тенденция к замене этого вида на именно клён остро-

листный. По своим эколого-биологическим свойствам, а также по физико-механическим характеристикам [11], всё-таки тополь Болле является очень подходящим видом для озеленения крупных городов, и незаслуженно забывается государственными структурами при планировке озеленения улиц.

Представленность и жизнеспособность исследуемых видов. На исследуемой территории представленность видов первого ряда от автомагистрали отражена на рис. 5. Наибольшую долю в общей видовой совокупности имеют такие виды как: *Acer platanoides* L. (45%), *Populus bolleana* Lauche (29%), *Ulmus laevis* Pall. (12%), *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (8%). Незначительную долю составляют *Robinia pseudoacacia* L. (6%) и *Populus nigra* L. (1%). Средневозрастное значение для деревьев тополя Болле и вяза гладкого на исследуемой территории составляет 38% и 25% соответственно.

Таблица. 1. Видовой состав и жизнеспособность древесных растений по ул. Артёма г. Донецка

Участки исследования	Направление	Количество деревьев, шт.	Жизнеспособность, балл	Дефект ствола, %	Дефект кроны, %	Возраст, лет	Вид
У1	А	20	3	50	35	50	а
	Б	28	3	36	20	50	а
У2	А	58	3	20	25	50	б
	Б	37	1	2	1	10	с
У3	А	29	3	35	25	50	а
		43	2	10	10	20	с
	Б	48	4	80	60	50	д
У4	А	33	2	30	25	20–25	б, с, ф
	Б	32	2	20	15	20–25	е
У5	А	71	3	50	45	40	с
	Б	77	3	52	40	40	с
У6	А	15	2	20	10	50	а
	Б	9	1	5	10	5–10	с
У7	А	40	3	50	35	50	а
	Б	35	3	45	40	50	а

Примечания. а — *Populus bolleana* Lauche; б — *Ulmus laevis* Pall.; с — *Acer platanoides* L.; д — *Crataegus laevigata* (Poir.) DC.; е — *Robinia pseudoacacia* L.; ф — *Populus nigra* L.

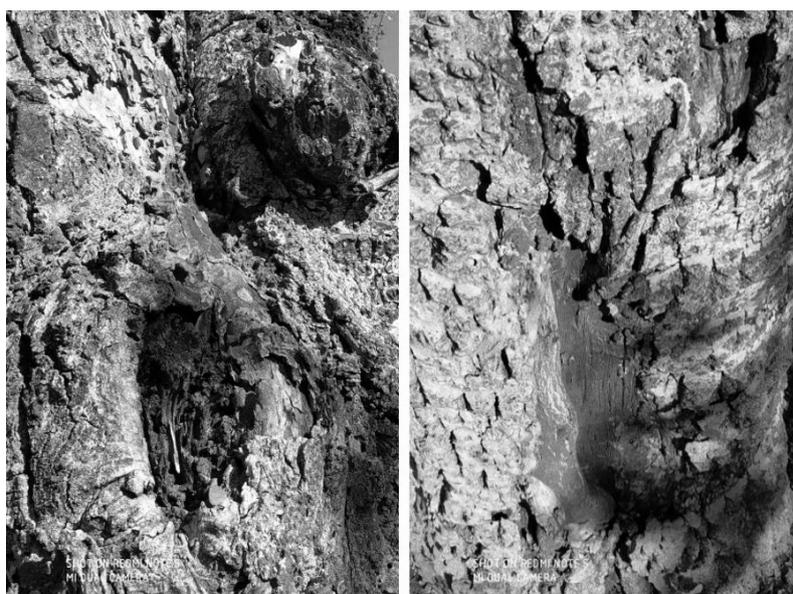


Рис. 6. Дефекты ствола тополя Болле в возрасте 45 лет

дуюмом участке составляет 40–45 лет. Деревья клёна остролистного имеют разновозрастной диапазон от 10 до 45 лет, в зависимости от планировочных решений озеленения территории. Так, большинство растений было высажено при подготовке к Чемпионату Европы по футболу 2012 г., некоторые матчи которого проходили в г. Донецке, в связи с этим мы могли точно определить возраст растений без применения дополнительных методов.

При оценке экологических последствий антропогенного загрязнения территорий, в том числе и от автотранспорта, мы руководствовались сравнением разновозрастной выборки насаждений в возрасте 40–50 лет (табл. 1).

Так, для тополя Болле на участках с максимальным зашумлением территории (У1, У3) характерны нарушения в архитектонике кроны (20–40%), а также ствола



Рис. 7. Спеленные деревья тополя Болле на участках с максимальным зашумлением территории



Рис. 8. Нарушения ствола *Ulmus laevis* Pall. на участке У2 по ул. Артёма

(до 50% в зависимости от участка). Имелись механические повреждения коры, её отслоение, а также незаросшие влажные срезы, которые имели следы заселения организмов (рис. 6). Состояние деревьев оценивали как сильно ослабленные или средне поврежденные (3 балла). Сухие ветви составляли 20–35%, а процессы ослабления деревьев усугублялись, и они начали усыхать.

На территориях с меньшим антропопрессингом, растения тополя Болле менее повреждены и по состоянию имели меньше повреждений при осмотре (2 балла).

Некоторые деревья при достижении критического возраста в условиях г. Донецка [11] имели стволовую гниль (рис. 7), и поэтому были спилены службами зе-

ленстроая. Умершие растения тополя Болле на участках составляли 10% от общей его представленности.

Вяз гладкий на обследованной территории также произрастает в условиях высокой антропогенной нагрузки (рис. 2; рис. 3). Деревья имеют типичные для этого вида нарушения ствола (рис. 8) и архитектоники кроны. Потеря листьев составляет 20–30%, сухие ветви составляют более 40%, частично была произведена санитарная обрезка и кронирование растений ввиду высокой аварийности.

Деревья клёна остролистного также сильно ослаблены в возрасте 40–45 лет. Имеются нарушения листового аппарата; в условиях города Донецка листья имеют

ожоги, и к середине июля половина листьев погибает, также кроны ассиметричные и оголяются со стороны автомагистралей. В возрасте до 20 лет растения справляются с нагрузками и по внешним признакам являются здоровыми деревьями. У них густая, нормально развитая крона; потеря листьев незначительна (до 10%). Сухие ветви в кроне отсутствуют.

В первом ряду по ул. Артёма также имеются насаждения деревьев *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. в виде живой изгороди. Кроны сомкнуты и имеют эстетический вид. Однако 80% стволов растений заселены организмами, предположительно короледами, в связи с чем деревья усыхают. Однако для своего возраста в условиях загрязнения этот вид интересен для использования в условиях городских автомагистралей.

Выводы

1. По улице Артёма г. Донецка на исследуемых участках интенсивность движения в среднем составляет 806 ± 54 ед./час в будние дни. Основной

вклад в транспортный поток вносят пассажирские легковые автомобили иностранного производства (60%), а также легковые автомобили отечественного производства (18%), и внедорожники иностранного производства (19%).

2. Вибрационно-акустический шум возле автомагистралей на исследуемой территории составляет в среднем — 76 ± 3 дБА; в 1-м ряду насаждений — 73 ± 4 дБА и при удалении на 15 м — 67 ± 2 дБА. По своим шумозащитным свойствам деревья тополя Болле и вяза гладкого имеют наибольшую ценность.
3. Наибольшую долю в общей видовой совокупности имеют такие виды как: *Acer platanoides* L. (45%), *Populus bolleana* Lauche (29%), *Ulmus laevis* Pall. (12%), *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (8%). Жизнеспособность древесных растений в возрасте 40–50 лет по основным видам оценена в 3 балла. В условиях антропогенных нагрузок деревья в основном сильно ослабленные и имеют повреждения ствола и архитектоники кроны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шматова А.С., Городков А.В., Пущиенко К.А., Парфенов С.Г. Акустический дискомфорт малого города и разработка рекомендаций по его оптимизации // Молодой учёный. 2022. № 36 (431). С. 8–9.
2. Патракова Г.Р., Рузанова М.А. Мониторинг шумового загрязнения на территории города Нижнекамска // Вестник технологического университета. 2016. Т. 19, № 23. С. 167–169.
3. Половинкина Ю.С. Шумовое загрязнение окружающей среды урбанизированных территорий (на примере города Волгограда) // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 76 (02). С. 584–593.
4. Шимкив А.В., Голубничий А.А. Геоэкологическое моделирование акустического загрязнения автотранспортом большого города (на примере г. Абакана) // Juvenis Scientia. 2018. № 3. С. 7–9.
5. Корниенко В.О., Яицкий А.С. Механическая устойчивость и аварийность древесных растений, произрастающих вдоль улицы Кирова города Донецка // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2021. № 11. С. 24–32. DOI: 10.37882/2223–2966.2021.11.13.
6. Нецветов М.В., Хиженок П.К., Сулова Е.П. Введение в вибрационную экологию. Донецк: Вебер, 2009. 164 с.
7. Корнієнко В., Нецветов М., Нікуліна В., Сулова О. Дослідження стійкості дерев до вібрацій // Вісник Львів. ун-ту. Серія фіз. 2009. Вип. 44. С. 185–193.
8. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
9. ГОСТ 20444–85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. М.: Издательство стандартов, 1985. 20 с.
10. СНиП 23–03–2003. Защита от шума. М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. 32 с.
11. 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.

© Корниенко Владимир Олегович (kornienkovo@mail.ru), Яицкий Андрей Степанович (yaitsky@sgspu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»