

## МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИДОРОЖНЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. ВЛАДИВОСТОКА

Н.С. Шихова

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия  
Лаборатория лесоведения

Многолетний мониторинг придорожных насаждений г. Владивостока показал снижение виталитета ясеня маньчжурского – доминанта рядовых посадок и высокое загрязнение почв и растений свинцом. Для оптимизации экологического состояния предложен ряд рекомендательных мер.

Озеленение улиц г. Владивостока, включая придорожные и притротуарные посадки, бульвары, представлено 84 видами деревьев и кустарников, что соответствует 73% общего состава городской дендрофлоры. Большинство рядовых насаждений во Владивостоке характеризуются невысоким видовым разнообразием и сформированы, как правило, 2-3 (придорожные посадки) или 5-7 (бульвары и притротуарные аллеи) видами деревьев и кустарников. Ясень маньчжурский (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) – самая распространенная в городском озеленении порода (абсолютная встречаемость – 57%), очень часто им представлены многие однопорядные рядовые насаждения.

Настоящая работа является частью комплексных многолетних исследований растительности селитебной и пригородной зон г. Владивостока, организованных лабораторией лесоведения в 90-х годах 20 века и продолжающихся по настоящее время. В ней, в частности, представлены результаты оценки экологического состояния рядовых посадок вдоль одной из центральных транспортных магистралей города – проспекта Столетия Владивостока.

“Автомобильный бум” 90-х годов прошлого столетия значительно осложнил экологическую ситуацию в г. Владивостоке, и наиболее существенно его последствия сказались на состоянии придорожных насаждений. Это послужило поводом для комплексного исследования и организации многолетних мониторинговых наблюдений за их состоянием.

**Объекты и методы исследований.** Эколого-диагностические исследования были выполнены в соответствии с разработанной нами методикой многокомпонентной оценки состояния растительности в условиях антропогенно-техногенного пресса [3]. Они включают оценку видового и ценозического состава растительности, жизненного и возрастного состояния древостоя, степени загрязнения почв и растений тяжелыми металлами и динамики этих процессов во времени. Согласно методике, жизненное состояние диагностировалось по сумме показателей (общий габитус растений, состояние скелетной части кроны, интенсивность повреждений листьев, ветвей ствола и поверхностных корней болезнями, вредителями и механическими нарушениями и др.), по которым в дальнейшем рассчитывались индекс и категория состояния растений и насаждений в процентах [1]. Уровень испытываемого урбоэкологическими системами антропогенно-техногенного пресса индизировался по величине транспортного и пешеходного потоков, замусоренности территории, густоте дорожно-

тропиночной сети, загрязнению тяжелыми металлами почв и растений. Замусоренность и выбитость территории оценивались в процентах встречаемости при пошаговом учете. Пробы почв отбирались из поверхностных горизонтов на глубину (10-20) см. Для анализа растений были выбраны наиболее распространенные в придорожных насаждениях виды – ясень маньчжурский (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) и одуванчик (р. *Taraxacum* Wigg.). У первого в пробу отбирались листья, у второго – надземная фитомасса. Часть растительной пробы листьев отмывалась от пыли в дистиллированной воде и анализировалась отдельно. Анализ содержания тяжелых металлов в объектах исследования выполнен атомно-абсорбционным методом в кислотных вытяжках золы растений и прокаленного остатка почв.

**Результаты и их обсуждение.** Исследования позволили установить, что озеленение улиц г. Владивостока, включая придорожные и притротуарные посадки, бульвары, представлено 84 видами деревьев и кустарников, что соответствует 73% общего состава городской дендрофлоры [3]. Однако наиболее широко распространены из них и по встречаемости, и по обилию лишь три вида: ясень маньчжурский, ильм японский (*Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg.) и пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolia* (L.) Maxim.). Большинство рядовых насаждений во Владивостоке характеризуются невысоким видовым разнообразием и сформированы, как правило, 2-3 (придорожные посадки) или 5-7 (бульвары и притротуарные аллеи) видами деревьев и кустарников. Ясень маньчжурский - самая распространенная в городском озеленении порода (абсолютная встречаемость – 57%), очень часто им представлены многие однопорядковые рядовые насаждения.

Проспект Столетия Владивостока является одной из главных транспортных магистралей города. Его общая протяженность составляет около 6 км. Окончательно оформившийся и благоустроенный, как одна из центральных улиц города и путепровод, он получил свое название в 1960 г в честь столетнего юбилея города.

Параллельно со строительством новых жилых кварталов и их благоустройством проводилось и озеленение улиц. Древесные насаждения в районе Моргородка (микрорайон вблизи остановки общественного транспорта “Проспект Столетия”) - самые ранние в озеленении проспекта. Здесь высажены робиния ложноакация (*Robinia pseudoacacia* L.), ясени маньчжурский (*Fraxinus mandshurica*), носолистный (*F. rhynchophylla* Hance) и пенсильванский (*F. pennsylvanica* Marsh.), черемуха Маака (*Padus maackii* (Rupr.) Kom.), тополь черный (*Populus nigra* L.) и другие единично встречающиеся древесные породы. Самые поздние посадки были осуществлены в 80-е годы 20 века. В их числе были созданы и придорожные рядовые насаждения из ясеня маньчжурского вдоль проспекта Столетия в микрорайонах, приуроченных к остановках “Магнитогорская” - “Заря”. Примерно в это же время была построена и озеленена двухуровневая транспортная развязка в микрорайоне современной остановки общественного транспорта “Молодежная”. По разделительной зеленой полосе были высажены древесные породы местной флоры: ильм японский (*Ulmus japonica*

(Rehd.) Sarg.), черемуха Маака, ясень маньчжурский и его широко распространенная в городском озеленении гибридная форма с ясенем носолистным (*F. mandshurica* x *rhynchophylla*), боярышник перистонадрезанный (*Crataegus pinnatifida* Bunge), липа маньчжурская (*Tilia mandshurica* Rupr.), доминант пригородного лесопарковых фитоценозов – дуб монгольский (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.) и др.

Для проведения мониторинга вдоль проспекта Столетия с выходом в район Первой речки был заложен экологический профиль из 7 пробных площадей (п.п.) размером в зависимости от конфигурации насаждений (25x20)м<sup>2</sup> или (50x10)м<sup>2</sup>. Они расположены примерно в 100-150 м от остановок общественного транспорта: п.п.41 – “Заря”, п.п.42 – “Магнитогорская”, п.п.43 – “Универсам”, п.п.44 – “Постышева”, п.п.45 – “Проспект Столетия”, п.п.46 – “Молодежная”, п.п.93 – “Некрасовская”.

Исследования показали, что транспортный поток варьирует по экологическому профилю от 636 до 2316 ед./час, пешеходный – от 744 до 924 чел./час, густота дорожно-тропиночной сети (выбитость территории) – в пределах 40-95%, замусоренность – 20-75%. Наибольшие показатели по всем составляющим, кроме замусоренности территории, отмечены для п.п.41. Суммарная антропогенно-техногенная нагрузка, рассчитанная в относительных единицах по отношению к максимальному значению каждого из четырех учитываемых факторов, принятого за 1, приведена на рис. 1.

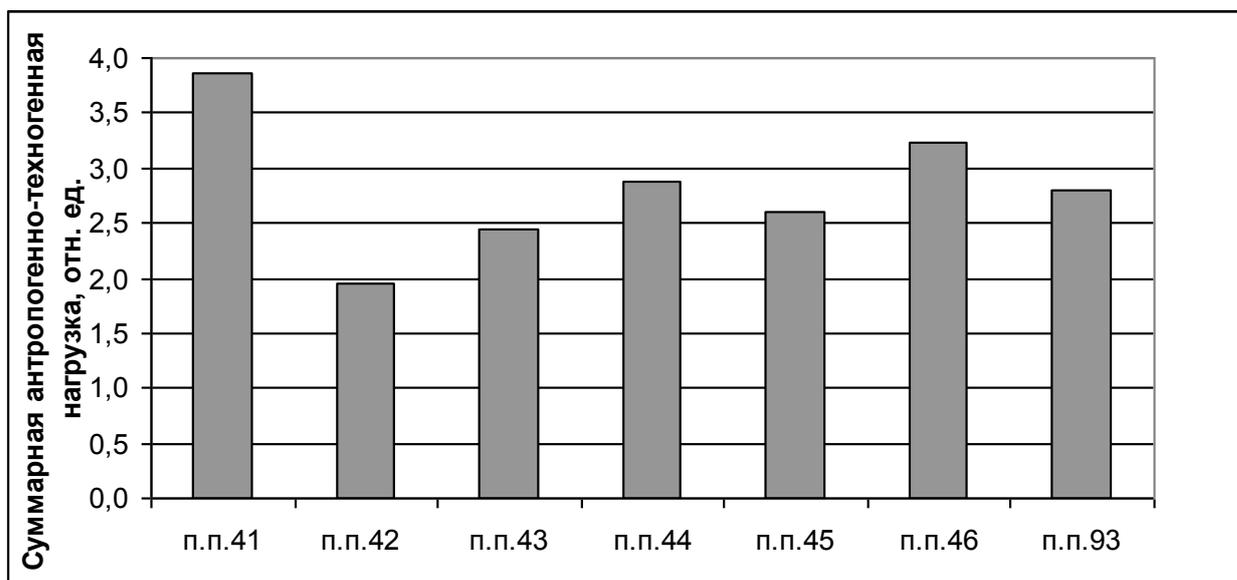


Рисунок 1 - Уровни антропогенно-техногенных нагрузок для придорожной полосы проспекта Столетия Владивостока (в относительных единицах от 4 максимально возможных).

Основным маркером уровней техногенного загрязнения экосистем и их биотических и абиотических компонентов является свинец. Его содержание в почвах и растениях рядовых посадок пр. Столетия Владивостока и вариабельность по пробным площадям отражены на рис. 2. На нем прослеживается некоторая закономерность в накоплении свинца надземной частью одуванчика и его концентрацией в почвах. Это показал и

корреляционный анализ. Хотя достоверность коэффициента корреляции для них и не подтверждена из-за малой выборки, но его величина ( $r = 0.66$ ) является наиболее значимой среди сравниваемых химических показателей.

Близкие значения коэффициента корреляции получены для взаимозависимостей содержания свинца в почве и величиной транспортного потока ( $r = 0.65$ ), транспортного и пешеходного потоков ( $r = 0.67$ ), а также замусоренностью территории и густотой дорожно-тропиночной сети ( $r = 0.62$ ).

Накопление свинца листьями ясеня, в отличие от одуванчика, вероятно, в большей степени обусловлено не почвенной, а атмосферной составляющей его баланса, а также физиологическими особенностями вида и его жизненной формы. Было установлено, что значительная доля свинца поступает в ассимиляционные органы растений аэротехногенным путем из пыли. Разница в содержании свинца в отмытых и неотмытых фракциях листьев у одуванчика достигает 54% от его общей концентрации (п.п. 44), составляя в среднем по профилю 42%. Незначительно ниже эти показатели и у ясеня: 42-3% (п.п. 42, 45) и 32% соответственно. Следовательно, почти до половины удерживаемого листьями металла находится на их поверхности и при сильных дождях, что для муссонного климата Приморья весьма характерно, может смываться с них. Это следует учитывать при организации ухода за насаждениями.

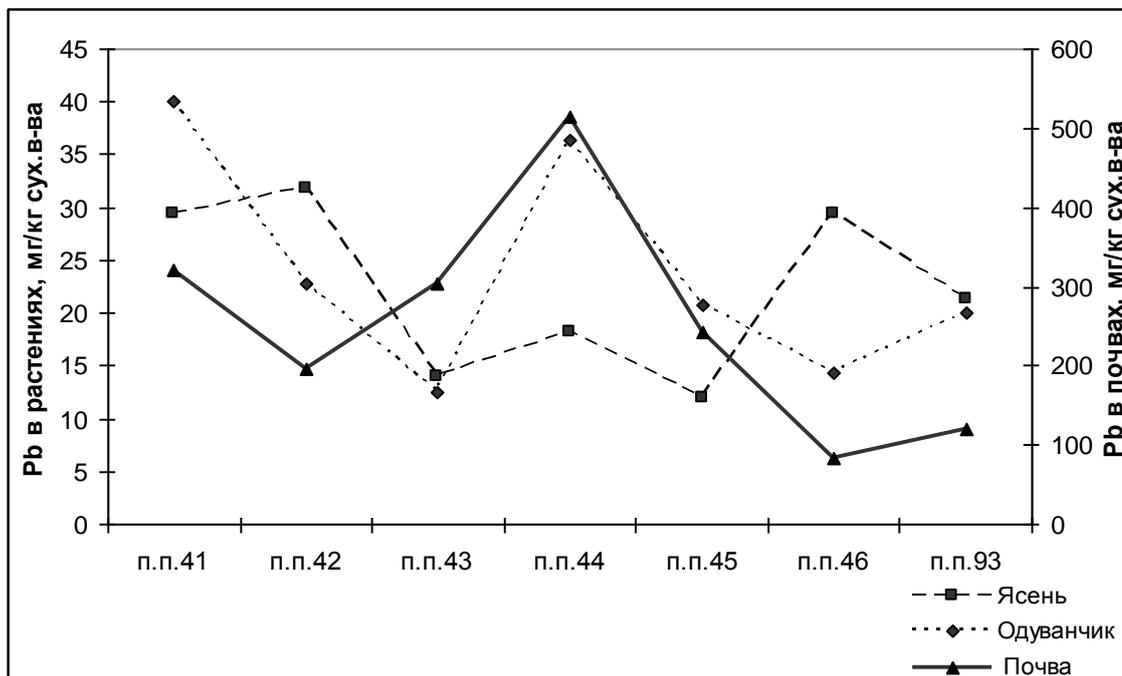


Рисунок 2 - Содержание свинца в растениях и почвах придорожных насаждений проспекта Столетия Владивостока.

Динамические наблюдения за жизненным состоянием ясеня показали снижение его виталитета для большинства сравниваемых учетных площадей:

	1995 год	1999 год	2009 год
п.п.41	62%	44%	54%
п.п.42	65%	33%	52%

п.п.43 66%	38%	37%
п.п.44 42%	37%	45%
п.п.45 62%	-	52%
п.п.46 64%	-	55%

Согласно принятой в работе методике, все насаждения ясеня относятся к категории умеренно (жизненное состояние 79-50%) и сильно (ж. с. 49-20%) поврежденных (ослабленных). Особенно заметное ухудшение его жизненности произошло за первые пять лет мониторинга, когда практически полностью отсутствовал уход за городскими насаждениями. В последнее десятилетие наметилась положительная тенденция и некоторая стабилизация его виталитета. По нашему мнению, это связано с осуществлением ряда культур-технических мероприятий по уходу за насаждениями, в т.ч. частичной или полной в ряде насаждений заменой поверхностных горизонтов почвы, проведением омолаживающей обрезки кроны деревьев и др. Тем не менее в целом за весь период наблюдений сохраняется постепенная деградация насаждений, обусловленная как естественными процессами старения, так и, по нашему мнению, в большей степени, – неблагоприятным экологическим обстановкой. Последнее наглядно подтверждают данные по свинцовому загрязнению почв и растений придорожных насаждений.

Известно, что свинец входит в группу наиболее токсичных элементов 1 степени опасности. Согласно существующим санитарно-гигиеническим нормативам, его содержание в почвах не должно превышать 20 мг/кг над уровнями экологического фона, а ПДК составляет 32 мг/кг. Концентрация свинца в рассматриваемых почвах превышает фоновые уровни (местный экологический фон, соответствующий лесопарковой пригородной зоне) почти в 10 раз, почвы рядовых насаждений селитебной зоны – в 2 раза и городские почвы Владивостока в целом – в 3 раза (табл.). Значительные превышения свинца относительно фоновых и среднегородских уровней отмечены и у растений: в листьях ясеня – в 12 раз выше фоновых и в 2 раза городских, в надземной части одуванчика – также в 2 раза выше городских показателей.

Региональный фоновый уровень свинца для верхних горизонтов почв (Сихотэ-Алинский биосферный заповедник) составляет в зависимости от типа почвы 9.5–35.3 мг/кг [2]. Для сравнения также отметим, что в почвах придорожных зон и вблизи автомагистралей Московского мегаполиса содержится 23.1–56.0 мг/кг, в листьях ясеня пенсильванского – 4.3 (максимум – 7.2), других древесных пород – от 2.6 до 11.0 мг/кг Pb [4].

Таблица - Концентрация свинца в растениях и почвах зеленых насаждений городской агломерации Владивостока

Место отбора проб	Объекты анализа	Содержание Pb, мг/кг сухого в-ва				
		<i>n</i>	<i>M</i>	$\pm\delta$	<i>min</i>	<i>max</i>
Пр. Столетия Владивостока	<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr. (листья)	6	23.16	8.72	8.98	31.76
Рядовые насаждения в целом	То же	30	11.29	7.61	3.88	31.76
Городские насаждения в целом	То же	59	9.90	6.04	1.93	31.76
Лесопарковая зона (МЭФ)	То же	4	2.02	1.29	0.87	3.86

Пр. Столетия Владивостока	р. <i>Taraxacum</i> Wigg. (надземная часть)	7	23.84	10.52	12.58	40.07
Рядовые насаждения в целом	То же	38	13.49	8.86	2.82	40.07
Городские насаждения в целом	То же	101	11.72	11.10	1.51	97.70
Пр. Столетия Владивостока	Поверхностный горизонт почвы (0-20)см	7	254.5	144.3	83.6	514.3
Рядовые насаждения в целом	То же	42	110.2	104.7	32.9	514.3
Городские насаждения в целом	То же	123	97.6	97.2	3.6	667.3
Лесопарковая зона (МЭФ)	Горизонт почвы А1 (А1Е1) (0-20) см	30	27.5	18.3	0.3	75.7

Примечание. МЭФ - местный экологический фон,  $n$  – величина выборки,  $M$  – среднестатистическое значение,  $\delta$  – среднее квадратичное отклонение, *min-max* – крайние значения показателей.

### **Выводы.**

1. Проведенные исследования позволили комплексно оценить современное экологическое состояние придорожных экосистем и зеленых насаждений г. Владивостока на примере одной из центральных городских автотранспортных магистралей.

2. Установлено ухудшение жизненного состояния и медленная деградация древесных насаждений, а также интенсивное загрязнение почв и растений свинцом. Это в наибольшей степени обусловлено мощным (сверхнормативным) нерегулируемым автотранспортным потоком, автомобильными “пробками” в утренние и вечерние часы на значительном протяжении автомагистрали, недостаточными и часто неграмотными мерами ухода за зелеными насаждениями.

3. В последние годы к тому же ситуация осложняется в связи с расширением дорожной полосы за счет уменьшением площади зеленых насаждений.

4. Для решения существующей экологической проблемы, на наш взгляд, нужна комплексная программа взаимодействия городской администрации, ученых и специалистов зеленого хозяйства, строительства и ландшафтного дизайна. Она должна включать меры по оптимизации транспортного потока, внедрению неэтилированного автобензина и других экологически безопасных видов автомобильного топлива, сохранению имеющихся зеленых насаждений и организации научно-обоснованной системы ухода за ними, а также созданию новых насаждений, устойчивых к повышенным антропогенно-техногенным нагрузкам, с одной стороны, и хорошим адсорберам и трансформаторам загрязнителей городской среды – с другой.

*Городская экология, придорожные экосистемы, рядовые насаждения, жизненное состояние растений, содержание свинца в почвах и растениях.*

*Urban ecology, along the motor road ecosystem, alley, plant vitality, lead concentration in soils and plants.*

### **Список литературы**

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение, 1989. № 4. - С 51-57.
2. Першикова Г.В. Оценка фонового содержания свинца в почвах Сихотэ-Алинского

биосферного заповедника / Г.В. Першикова, Н.Г. Зырин, Г.В. Мотузова, Г.А. Соловьев, А.П. Утенкова, Н.А. Черных // Почвоведение, 1986. № 10. - С. 121-136.

3. Шихова Н.С. [Деревья и кустарники в озеленении города Владивостока / Н.С. Шихова, Е.В. Полякова. - Владивосток: Дальнаука, 2006. - 236 с.](#)

4. Якубов Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений Москвы / Х.Г. Якубов. М.: Стагирит-Н, 2005. - 264 с.

**UDC 630\*181:625.77](571.63)**

**Summary**  
**MONITORING OF ECOLOGICAL STATE OF ROADSIDE PLANTING**  
**IN VLADIVOSTOK**  
**Shikhova N.S.**

The long-term monitoring of roadside plantings in Vladivostok has showed the decrease in vitality of Manchurian ash – dominant of ordinary plantings and high lead contamination of soil and plant. To optimize the ecological status, the number of recommendation measures has been proposed.

Greenery of the streets of the city of Vladivostok, including roadside and sidewalk planting, avenues, is submitted by 84 species of trees and shrubs, which corresponds to 73% of the total urban dendroflora. Most ordinary plantings in Vladivostok is characterized by low species diversity and formed, as a rule, by 2-3 (roadside planting) or 5-7 (boulevards and avenues sidewalk) species of trees and shrubs. Manchurian ash is the most common in urban landscaping species (absolute incidence - 57%), very often presented by one-breed ordinary plantation.