

УДК 630\*181+ 504. 05] (571.63)

## АНТРОПОГЕННАЯ ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОЛУОСТРОВА МУРАВЬЕВ-АМУРСКИЙ В СВЯЗИ С ПРОЦЕССАМИ УРБАНИЗАЦИИ

Н.С. Шихова

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

Изучена трансформация лесных экосистем в зоне влияния городской агломерации Владивостока. Детальные комплексные исследования были выполнены в трех городских парках (Покровском, Минного городка и Нагорном) на 15 и в семи внутригородских рекреационных лесных массивах на 10 пробных участках площадью 500 м<sup>2</sup>. Мониторинговые наблюдения в зонах города, претерпевших антропогенные преобразования разной степени. Проведена комплексная оценка состояния растительности, почв и интенсивности антропогенно-техногенного пресса на экосистемы. По сумме показателей определена степень деградации растительности и установлен ряд динамических смен.

*Ключевые слова:* лесные экосистемы, урбанизация, комплексная оценка состояния фитоценозов, антропогенная трансформация растительности, сукцессия антропогенная.

## ANTHROPOGENIC DYNAMICS OF FOREST ECOSYSTEMS OF MURAVIEV- AMURSKY PENINSULA IN THE CONNECTION WITH URBANIZATION PROCESSES

Shikhova N.S.

Biology and Soil Institute FEB RAS, Vladivostok, Russian Federation

The transformation of forest ecosystems in the zone of the influence of the urban agglomeration of Vladivostok is studied. The detailed complex studies in three city parks (Pokrovsky, Minny city and Nagorny) in 15 and 7 intraurban recreational forest massives in 10 testing plots of 500 m<sup>2</sup> are carried out. The monitoring observation in the zones of the city, which had the anthropogenic reformation of different degree, is given. The complex assessment of the state of vegetation, soil and intensity of anthropogenic and technogenic press on the ecosystems is performed. The degree of degradation of vegetation according to the sum of indicators is defined, and the row of dynamic changes is established.

*Key words:* forest ecosystems, urbanization, complex assessment, phytocentosis state, anthropogenic transformation of vegetation, anthropogenic succession.

В работе обобщены материалы мониторинга состояния растительности и среды городской агломерации Владивостока. Исследования были выполнены в соответствии с методикой многокомпонентной оценки состояния растительности и экосистем, находящихся в условиях антропогенно-техногенного пресса [2].

**Цель** работы – изучение видового и ценотического состава растительности, жизненное состояние видов и сообществ растений, водно-физические и эколого-геохимические особенности почв, биогеохимическая специфика растений, уровень антропогенно-техногенных нагрузок и интенсивность загрязнения экосистем тяжелыми металлами.

**Объекты исследования** – растительные сообщества, сформированные на основе зональных хвойно-широколиственных лесов Дальнего Востока и претерпевшие к настоящему времени антропогенные преобразования разной степени. Сравнивался возрастающий по силе трансформационных

преобразований ряд растительности: 1) естественные леса пригородной лесопарковой зоны города, слабо окультуренные; 2) внутригородские рекреационные леса; 3) городские парковые фитоценозы. Лесопарковые сообщества были подразделены нами по степени антропогенного вмешательства и удаленности от селитебной зоны города на типичные (ЛТ) и приграничные (ЛП). Последние непосредственно примыкают к жилым микрорайонам города и испытывают в большинстве случаев значительные рекреационные нагрузки. Подобные условия характерны и для большинства обследованных внутригородских рекреационных лесов (ВРЛ). Они представляют собой небольшие по площади, “островные” участки сохранившихся природных лесов, основные массивы которых в настоящее время освоены под строительство. Фрагментарно располагаясь по окраинам селитебной зоны города, они служат местом отдыха горожан и одновременно площадками для выгула собак.

**Анализ** содержания тяжелых металлов в кислотных вытяжках золы растений и прокаленного остатка почв выполнен атомно-абсорбционным методом.

Детальные комплексные исследования были выполнены в трех городских парках (Покровском, Минного городка и Нагорном) на 15 пробных площадях (п.п.) и в семи внутригородских рекреационных лесных массивах на 10 п.п. площадью 500 м<sup>2</sup>. Особенности лесных экосистем пригородной зоны были изучены на 26 п.п. в типичном и на 16 п.п. в приграничном лесопарке.

Было установлено, что древесно-кустарниковые ярусы фитоценозов ЛТ сформированы 34 видами деревьев и 38 видами кустарников и лиан, ЛП – 26 и 27 видами, ВРЛ – 21 и 24 видами, парков – 33 и 19 видами (в т.ч. 10 интродуцентами) соответственно. В типичном лесопарке во всех фитоценозах в той или иной степени выражен кустарниковый ярус, в приграничном лесопарке он отсутствует на 25% обследованных пробных площадей, в парках – на 20%. На половине пробных площадей ВРЛ произрастают лишь единичные особи 1-2 видов кустарников.

В геоботанических описаниях травянистого яруса ЛТ отмечено 125 видов (43 семейства), ЛП – 133 вида (40 сем.), ВРЛ – 123 видов (41 сем.), парков – 110 видов (35 сем.).

Древесный ярус фитоценозов ЛТ в основном образован *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. – Дм (абсолютная встречаемость на пробных площадях – 100%, относительная встречаемость – 40%), *Tilia amurensis* Rupr. – Ла (63%, 11% соответственно), *Carpinus cordata* Blume – Г (50%, 10%), *Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz. – К (63%, 8%), *Acer mono* Maxim. – Км (75%, 7%), *Betula davurica* Pall. – Бд (63%, 7%), *Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg. – Ия (38%, 5%), *Tilia mandshurica* Rupr. – Лм (13%, 3%), *Acer tegmentosum* Maxim. – Кз (25%, 3%), *Ulmus laciniata* (Trautv.) Mayr – Ил (38%, 2%). Формула древостоя – 5Дм 1Бд 1Ла 1Г 1К 1Км + (Ия, Ил, Лм, Кз). Средняя сомкнутость древесного яруса – 0.6. Сомкнутость кустарникового яруса сильно варьирует по пробным площадям (0.2-0.9), составляя, в среднем 0.4. Доминантами в нем выступают *Lespedeza bicolor* Turcz. и *Corylus mandshurica* Maxim. Часто встречаются также

*Philadelphus tenuifolius* Rupr. et Maxim., *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim., виды р. *Lonicera* L. и др. Среднее проективное покрытие травянистого яруса – 56%. Травостой представлен осоками (*Carex siderosticta* Hance и др.), злаками (*Poa annua* L., *P. pratensis* L., видами р. *Calamagrostis* Adans. и др.), разнотравьем (*Cacalia hastate* L., видами р. *Artemisia* L., *Adenocaulon himalaicum* Edgew., *Aruncus dioicus* (Malt.) Fern. и др.).

Древостой ЛП близок по составу предыдущему, отличаясь лишь долей участия пород в его структуре и их соотношением: *Q. mongolica* (73 и 37%), *C. cordata* (9 и 12%), *T. amurensis* (55 и 11%), *U. japonica* (27 и 9%), *A. mono* (45 и 8%), *B. davurica* (64 и 7%), *B. platyphylla* Sukacz. – Бп (18 и 3%), *K. septemlobus* (18 и 3%), *Phellodendron amurense* Rupr. (36 и 2%). Формула древостоя -  $\boxed{6Дм \ 2Ла \ 1Бд \ 1Км \ +Бп \ +К \ +(Г, \ Ия)}$ ; сомкнутость по пробным площадям – 0.2-0.7 (средняя – 0.5). В кустарниковом ярусе доминируют те же виды, но с меньшей сомкнутостью (0,2) и, как правило, куртинным распространением по площади. Травостой же характеризуется более высоким по сравнению с типичным лесопарком проективным покрытием (72%) и большим участием в его составе синантропных видов.

Древесный ярус ВРЛ образуют, в основном, 8 пород: *Q. mongolica* (67 и 25%), *B. platyphylla* (50 и 17%), *U. japonica* (67 и 14%), *A. mono* (67 и 10%), *B. davurica* (50 и 10%), *P. amurense* – Б (50 и 9%), *T. amurensis* (50 и 5%), *A. pseudosieboldianum* (Pax) Kom. – Клз (33 и 5%). Общий состав древостоя -  $\boxed{3Дм \ 2Бм \ 2Ия \ 1Бд \ 1Б \ 1Км \ +Ла \ +Клз}$ . Кустарниковый ярус практически не выражен, его средняя сомкнутость не превышает 0.1. На половине пробных площадей отмечены единичные кусты леспедецы, лещины маньчжурской, реже – чубушника, жимолости. Лишь две пробные площади отличались бóльшим разнообразием фруитиктезофлоры: 7 и 5 видов (7 и 6 особей соответственно). В травостое преобладают осоки, злаки и крупное разнотравье – преимущественно рудеральные и синантропные виды. Они произрастают обычно куртинами или группами, общее проективное покрытие высокое – до 95%, в среднем по п.п. – 75%.

Растительность городских парков была сформирована в разное время на основе естественной путем окультуривания и посадки ряда древесно-кустарниковых видов. Она отличается большим видовым разнообразием дендрофлоры и её насыщенностью на учетных площадях, а также планировочным размещением на территории. Средняя сомкнутость древостоя – 0.4, варьирование по пробным площадям – от 0.3 до 0.7. Доминируют в нем следующие породы: *C. cordata* (73 и 15%), *Q. mongolica* (73 и 13%), *Fraxinus rhynchophylla* Hance – Ян (80 и 9%), *F. mandshurica* Rupr. – Ям (60 и 6%), *T. amurensis* (60 и 8%), *A. pseudosieboldianum* (67 и 6%), *U. japonica* (33 и 6%), *Micromeles alnifolia* – М (Siebold et Zucc.) Koehne (47 и 5%), *A. mono* (47 и 4%), *Robinia pseudoacacia* L. – Р (13 и 4%), *B. davurica* (53 и 3%), *F. mandshurica* x *rhynchophylla* – Ям\*н (40 и 3%), *Padus maackii* (Rupr.) Kom.- Чм (33 и %). Общий состав древостоя представлен видами:  $\boxed{2Дм \ 2Г \ 1Ям \ 1Ян \ 1Ла \ 1Ия \ 1М \ 1Клз \ + (Бд, \ Ям*н, \ Р, \ Чм, \ Км)}$ . Кустарниковый ярус слабо выражен – по 1-2 вида

(1-6 кустов) на пробной площади. Наиболее часто встречается *Lonicera maackii* (Rupr.) Herd.; присутствуют *L. praeflorens* Batal., *P. tenuifolius*, *E. senticosus*, *L. bicolor*, *Ligustrina amurensis* Rupr., *Euonymus pauciflora* Maxim., *E. sacrosancta* Koidz, *Weigela praecox* (Lemoine) Bailey, *Physocarpus opulifolia* (L.) Maxim. Среднее проективное покрытие травянистого яруса – 75.3% с варьированием по пробным площадям от 60 до 88%; доминируют: *Adenocaulon himalaicum* Edgew., осоки *Sanicula chinensis* Bunge, виды рода *Persicaria* Mill., *Taraxacum* Wigg., *Artemisia stolonifera* (Maxim.) Kom. и др.

Среднее видовое разнообразие (видовая насыщенность) по ярусам растительности также значительно изменяются в зависимости от типа насаждения (табл.). Некоторое обогащение древостоя парков связано с введением в его состав местных и интродуцированных пород в процессе окультуривания лесных массивов, отведенных под городские парки.

Таблица – Видовая насыщенность насаждений

Ярусы растительности	Количество видов (экземпляров/видов) на 1 п.п по типам насаждений			
	Лесопарк типичный	Лесопарк приграничный	Внутригородские рекреационные леса	Городские парки
Древесный	19.8/6.0	15.5/4.2	13.5/5.0	26.6/9.0
Кустарниковый	6.7	5.1	2.6	2.1
Травянистый	34.5	31.7	33.1	26.0

Усиление процессов урбанизации, в первую очередь, отразилось в обеднении видового состава древесно-кустарниковых ярусов и уменьшении их сомкнутости вплоть до полного выпадения кустарникового яруса, а также в существенном снижении количества подроста и всходов. Одновременно наблюдается активное внедрение в состав травостоя синантропных видов и, соответственно, возрастание стадии антропогенной трансформации растительности от слабой в ЛТ до умеренной и средней во ВРЛ и парках.

Жизненное состояние древостоя, рассчитанное по методике В.А.Алексеева [1], изменяется по насаждениям следующим образом: парки – 48.2%; ВРЛ – 45.7%; ЛП – 61.4%; ЛТ – 51.6%. Для городской растительности оно соответствует категории сильно ослабленных, лесопарковой – умеренно ослабленных насаждений [2].

Основной причиной трансформации видового и ценоотического состава природных фитоценозов несомненно является антропогенно-техногенный пресс, возрастающий по мере приближения к городской черте. Особенно существенны превышения по интенсивности рекреационных нагрузок, в том числе: потоку транспорта (свыше 70 раз) и пешеходов (6.3 раза), замусоренности территории (2.5 раза), густоте дорожно-тропиночной сети и плотности сложения почвы (1.5 раза). Общая порозность почвы при этом уменьшается примерно в 1.2 раза.

Уровни содержания в почвах и растениях свинца – основного маркера техногенного пресса отражены на рисунках.

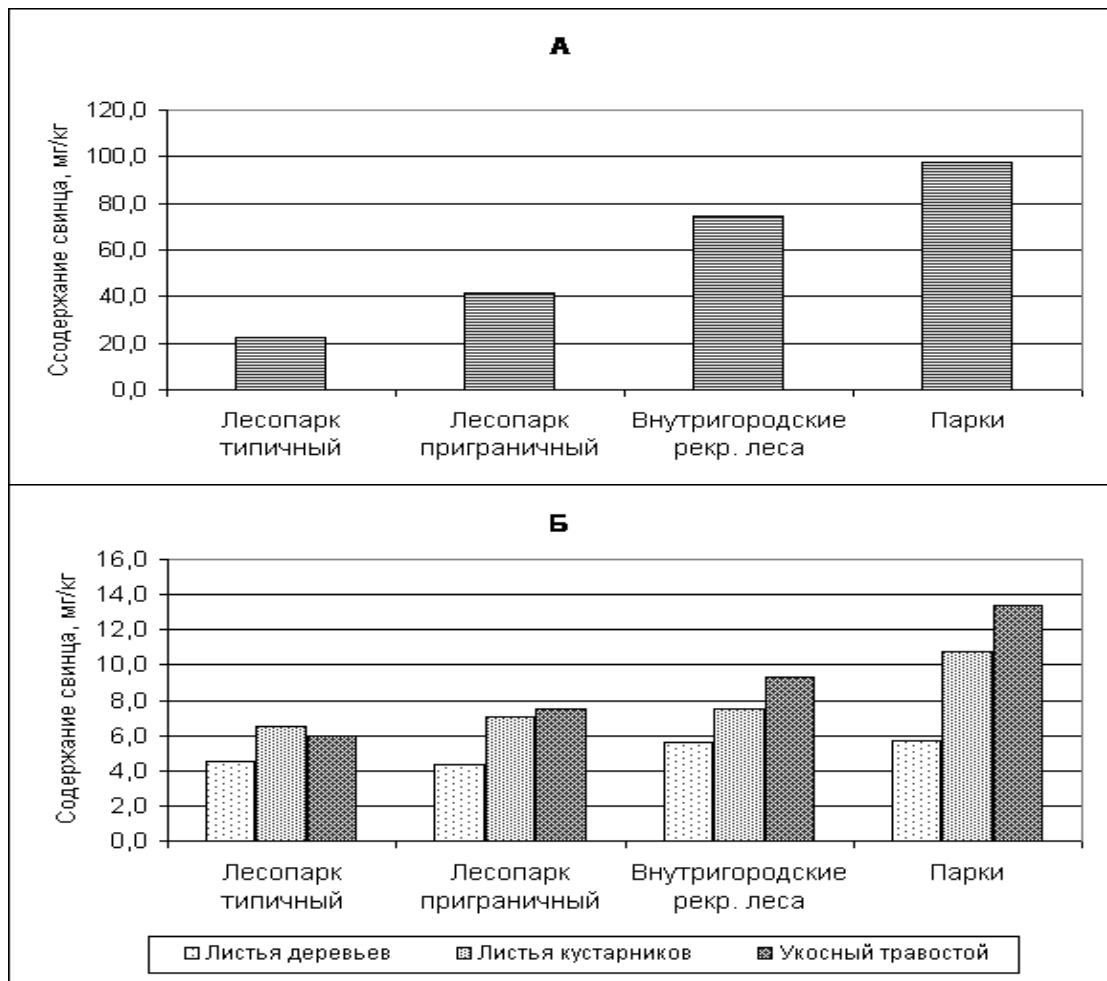


Рисунок 1 - Содержание свинца в почвах (А) и растениях (Б) городских и лесопарковых фитоценозов

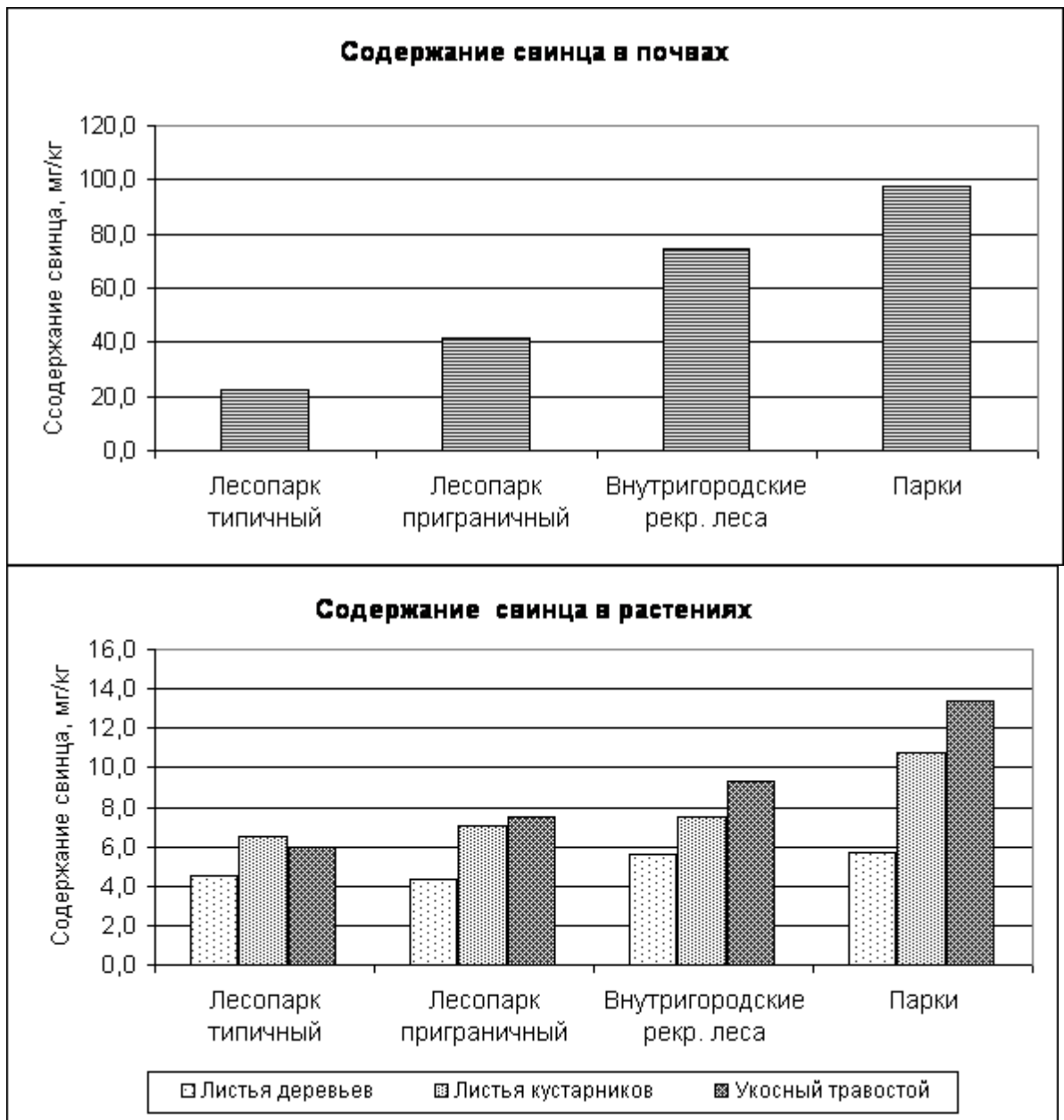


Рисунок 2 - Содержание свинца в почвах и растениях городских и лесопарковых фитоценозов Владивостока

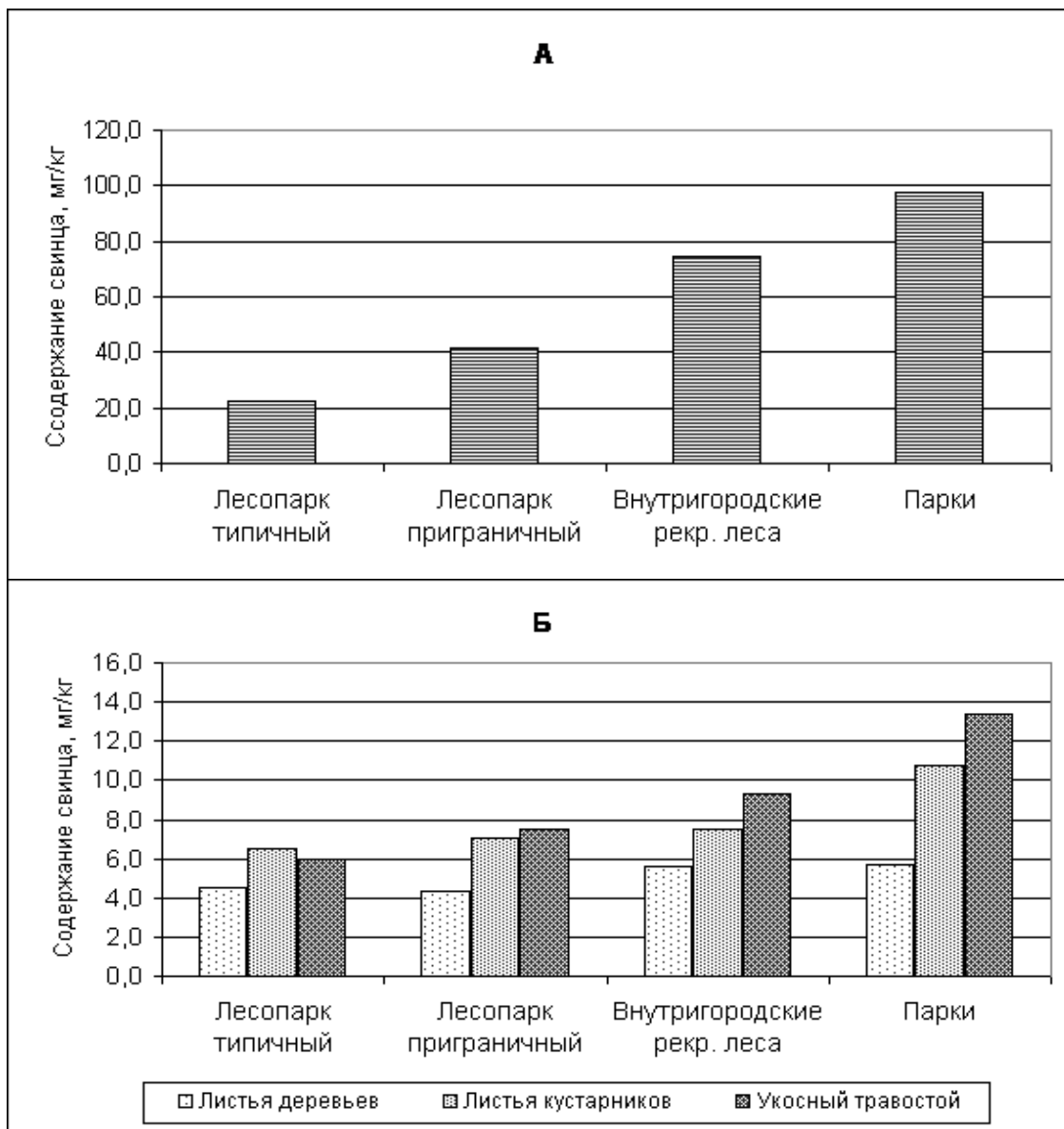


Рисунок 3 - Содержание свинца в почвах (А) и растениях (Б) городских и лесопарковых фитоценозов

**Выводы.** 1. Проведенные комплексные эколого-биологическое исследования естественных лесов пригородной зоны и антропогенно-преобразованных лесов селитебной зоны г. Владивостока свидетельствуют об испытываемом ими антропогенно-техногенном прессе, обусловленном процессами урбанизации. Это нашло отражение как на видовом, так и ценогическом уровнях рассматриваемых фитоценозов, а также в экологическом и эколого-геохимическом состоянии почвенного и растительного покрова.

2. Отмечено снижение фитоценогической значимости основного лесообразователя пригородных лесов – дуба монгольского, ухудшение жизненного состояния и уменьшение видового разнообразия древесно-кустарниковой растительности, возрастании в составе травостоя (до 3.5 раз) доли синантропных видов.

3. Одновременно наблюдается значительное усиление антропогенно-техногенного пресса, особенно по транспортному (до 150 раз) и пешеходному (6.6 раз) потокам, при этом возрастает захламленность территории в 2.3 раза, густота дорожно-тропиночной сети и плотность сложения скелета почвы в 1.5.

4. Концентрация свинца – основного маркера уровня техногенного загрязнения экосистем в почвах внутригородских лесов в 3.4 раза выше его содержание в почвах типичного лесопарка. По сравнению с условиями ЛТ отмечена также высокая аккумуляция свинца в растениях парка, особенно в укосном травостое (в 2.2 раза) и листьях кустарников (в 1.7 раза).

5. Проведенные исследования позволили по сумме качественных и количественных тест-показателей классифицировать исследованные типы растительности в следующий динамический ряд антропогенной эволюции и синантропизации растительности: растительные сообщества типичного лесопарка < растительные сообщества приграничного лесопарка < внутригородские рекреационные леса < городские парковые фитоценозы.

#### Список литературы

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение – 1989. – № 4. – С. 51-57.

2. Шихова Н.С. Деревья и кустарники в озеленении г. Владивостока / Н.С. Шихова, Е.В. Полякова – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 236 с.

#### References

1. Alekseev V.A. *Diagnostika jiznennogo sostojania derevyjev I drevostoev* [Diagnostics of life state of trees and stands]. [Forestry] 1989, no.4, pp. 51-57.

2. Shikhova N.S. *Trees and bushes of Vladivostok streets* [Trees and bushes in greening of the city of Vladivostok]. Vladivostok, 2006, 236 p.

#### Сведения об авторе:

**Шихова Нина Сергеевна** - кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории лесоведения. Биологический институт Дальневосточного отделения РАН (690022, г. Владивосток-22, проспект 100-летия Владивостока, д. 159, тел. 8 (423) 231-04-33, 89147139647, shikhova@ibss.dvo.ru).

#### Information about the author:

**Shikhova Nina Sergeevna** – Ph.D. in Geography, Senior Researcher, Laboratory of Forestry. Biology and Soil Institute FEB RAS (159, 100 years of Vladivostok Avenue, Vladivostok 690022, Russian Federation, phone: 8(423) 231-04-33, 89147139647, shikhova@ibss.dvo.ru).