

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕНДРОФЛОРЫ Г. БИРОБИДЖАН

В.Б. Калманова

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан

Экологические проблемы охватывают все урбанизированные территории, включая и небольшие по площади средние и малые города, которых в России насчитывается огромное количество (70-80%), так как они являются устойчивой категорией и необходимым элементом городского каркаса страны. Очень распространены среди них районные центры и «столицы в миниатюре» (например, г. Биробиджан). Независимо от наличия природных объектов в урбосреде, существует определенная закономерность накопления в городе не свойственных ему веществ. Совместное влияние природных и урбанистических факторов определяет особенности экологической обстановки [7].

Биробиджан по площади и численности населения относится к средним городам Дальнего Востока. Его можно назвать эколополисом – природно-антропогенной системой. Отличительной чертой данного города является преобладание природных ландшафтов: естественный рельеф местности, открытые водоемы и водотоки, парки и лесопарки и другие зеленые насаждения. Биробиджан – город с достаточным уровнем озеленения. Зеленая зона с учетом окрестностей, по нашим расчетам, составляет 339,6 га, что превышает нормативную (96 га) в 3,5 раза, а количество деревьев в 3 раза. Зеленый каркас города складывается из парков, садов, озелененных территорий жилых и промышленных районов, набережных, скверов, защитных зон. Основной видовой состав деревьев и кустарников (естественной и искусственной растительности) представлен: елью сибирской, сосной обыкновенной, тополем душистым, осинкой обыкновенной, березой плосколистной и желтой, бархатом амурским, ивой Шверина и росистой, кленом мелколистным, ясенем маньчжурским, шиповником даурским, сиренью амурской, ильмом японским и низким.

Непродуманное использование окрестностей: размещение свалок; загрязнения атмосферного воздуха, почвы, водных потоков резко уменьшает рекреационную привлекательность города, ухудшает состояние зеленых массивов и влияет на здоровье населения.

В связи с загрязнением окружающей среды урбанизированных территорий возникла необходимость в наличии универсальных индикаторов, которые бы позволили провести интегральную оценку качества городской среды. В роли такого показателя может выступать растительность как динамичная часть ландшафта, остро реагирующая на антропогенные воздействия. Появление у растений типичного признака

повреждения или наличие в нем повышенного количества метаболитов или тяжелых металлов указывают на присутствие в окружающем это растение воздухе, почвах загрязняющего вещества или смеси таких веществ. В результате наблюдаются изменения в развитии растения: замедление его роста, появление болезней (некрозов, хлорозов, суховершинности) или полное прекращение роста [2, 8].

Установлено двоякое взаимодействие между растительностью и человеком. С одной стороны, озелененные пространства улучшают жизненную среду городских территорий, выполняя ряд важных функций: средоформирующую, санитарно-гигиеническую, рекреационную. С другой стороны, урбанизация оказывает пагубное влияние на растительность. Различают три фактора такого влияния: загрязнения почв и воздушного бассейна, городские и рекреационные нагрузки [3, 5].

Зеленая зона Биробиджана соответствует установленной норме, но наблюдаются различия в способности абсорбировать вредные примеси, поступающие в окружающую природную среду от различных источников загрязнения. Проведенные нами расчеты показали, что такие приоритетные загрязнители атмосферы, как оксид углерода (IV) и оксид серы (IV) поглощаются неодинаково: для углекислого газа (CO_2) поглощение значительно преобладает над выбросом; количество оксида серы (SO_2) уменьшается только на 4%. Тяжелые металлы – свинец и хром – поглощаются растительностью полностью [3].

Совместно с Госсанэпиднадзором по ЕАО был проведен анализ воздуха в различных экзонах города (как у основных автомагистралей, так и за полосой зеленых насаждений на расстоянии 5 м от дороги) на содержание оксидов углерода и азота для определения функциональной значимости древостоя в поглощении этих химических веществ. Как видно из табл. 1, зеленая зона способна уменьшить уровень загрязнения оксидом углерода на 0,1-5,1 мг/дм³; оксидом азота – на 0,005-0,057 мг/дм³.

Таким образом, растительность города способна активно преобразовывать химические атмосферные загрязнения, особенно газообразные. Лидером по поглощению углекислого газа является тополь душистый, вяз японский, некоторые виды березы [6].

Помимо очищения воздуха от примесей, растения также обладают исключительной способностью поглощения значительной части звуковой энергии. Нами

Исследование атмосферного воздуха г. Биробиджана

№ точки	Адресация точки	Точки отбора проб	Концентрация, мг/м ³	
			СО	NO ₂
1	ул. Индустриальная	у дороги	1,4	0,061
		за зеленой зоной	1,4	0,056
2	ул. Шолом-Алейхема (ТЭЦ)	у дороги	3,4	0,024
		за зеленой зоной	3,0	0,012
3	ул. Димитрова, 8	у дороги	6,3	0,080
		за зеленой зоной	1,2	0,060
4	ул. Комсомольская (ресторан «Хэган»)	у дороги	4,5	0,095
		за зеленой зоной	2,6	0,038
5	п. Заречье (ул. Тихонькая)	у дороги	4,0	0,045
		за зеленой зоной	-	-
6	пр. 60-летия СССР, 16 (ТТК)	у дороги	2,4	0,051
		за зеленой зоной	2,3	0,38
7	ул. Советская, 70 поворот на Широкую	у дороги	1,0	0,051
		за зеленой зоной	0,5	0,046
8	ул. Шолом-Алейхема, 4 (напротив ИКАРПа)	у дороги	2,7	0,057
		за зеленой зоной	2,6	0,045
9	Кольцо за Старым мостом (за АЗС)	у дороги	1,2	0,073
		за зеленой зоной	1,0	0,057
10	заезд на дорогу Биробиджан-2 (напротив опытно-специализ. завода)	у дороги	2,2	0,048
		за зеленой зоной	1,6	0,028
11	СХТ (возле клумбы «Корзина»)	у дороги	2,2	0,02
		за зеленой зоной	1,0	0,02

Примечания: ПДК макс. разовая СО – 5 мг/м³; NO₂ – 0,085 мг/м³

проведены исследования уровня шумового загрязнения вдоль транспортных магистралей и за растительностью на расстоянии 5 м от дороги (стараясь охватить как лиственные, хвойные деревья, так и кустарники) [3]. Показано, что зеленые насаждения способны поглотить до 10 дБ шума (табл. 2).

Несмотря на то, что сложившаяся ситуация в Биробиджане кажется благоприятной, в результате антропогенного воздействия скорость уничтожения растений в городе значительна, а уровень жизнеспособности очень мал (особенно вдоль дорог и промышленных предприятий). За последние 5 лет лесная растительность сократилась на 30%.

Определение экологического состояния зеленых насаждений производилось по двум направлениям: визуальная оценка морфологических признаков по измененному нами методу Мозолева Е.Г [3, 6]; химический анализ коры и листовой пластины зеленых насаждений.

Видоизменение методики заключается в том, что 6-балльная шкала качества дендрофлоры была адаптирована для нашего города и сокращена до 4-балльной, а также показана возможность использования ее для оценки не только лиственных, но и хвойных пород. В данной методике дендрофлора делится на категории по основным и дополнительным признакам: 1 – без признака ослабления; 2 – ослабленные (в кроне до 25% сухих ветвей); 3 – сильно ослабленные (сухих ветвей 25-70%); 4 – сухостой текущего года.

В среднем экологическое состояние городской растительности можно признать удовлетворительным, хотя в местах сосредоточения промышленных источников загрязнения и в частных секторах (например, ТЭЦ, ул. Читинская, ул. Волочаевская и др.) состояние весьма

неудовлетворительное.

Пойменная растительность оценивалась аналогично городской и также призвана удовлетворительной, состояние ее обусловлено воздействием антропогенной нагрузки (множество отдыхающих, выгул скота и др.) и природных факторов (переувлажнение почвы, водная эрозия, отсутствие в природе площадной закономерности произрастания растений и т.д.).

В относительно хорошем состоянии находится растительность парков и скверов [3].

Нами проводились фенологические наблюдения на 20 пробных площадках, заложенных в различных экологических районах города. Так, под влиянием неблагоприятных изменений абиотических, биотических и антропогенных факторов среды у растений, в пределах генетически обусловленной нормы реакции, происходит смещение фенофаз, иногда накладка одной фенофазы на другую либо ее выпадение. У древесных видов появляются пигментные пятна, повреждения листьев и плодов, происходит раннее опадание листовой пластинки, без полного ее расцветивания (это может свидетельствовать о присутствии в окружающем это растение воздухе свинца: ТЭЦ, район городской свалки, ул. Волочаевская и др.) и главное – сокращение вегетационного периода на весьма ощутимые величины (по нашим наблюдениям – иногда до 1-1,5 месяцев). Для анализа были выбраны наиболее часто встречающиеся виды растений на пробных площадках: ива Шверина, тополь душистый, осина обыкновенная и береза плосколистная. По результатам исследования оказалось, что в различных зонах города экологическая обстановка неодинаковая, и растительность ведет себя по-разному. Наиболее благоприятные условия для растительности складываются на северо-западе города, противоположна ситуация на

Шумовое загрязнение атмосферы транспортными потоками

№ точки, дата измерения	Адресация точки	Время, положение микрофона		Тип растительности	Интенсивность транспортного потока				Уровень шума, дБа		
					Направление движения транспорта	Категория транспорта					
		у до-роги	за раст-ю			ав-тобус	легко-вой	грузов-ой	Мотоцикл	эквива-лентный	макси-мальный
№ 1 18.08.03	ул. Шолом-Алейхема, 4 (напротив ИКАРП)	12.12		1ряд деревьев (ясень, ильм)	в центр	19	67	6	1	68,6	68,6
					из центра	9	68	18	1		
			12.27		в центр	8	73	4	1	64,3	70,8
					из центра	14	74	5	1		
№ 2 19.08.03	ул. Шолом-Алейхема, 24 (Старая площадь)	11.47		2 ряда деревьев (тополь, ель сибирская)	в центр	18	83	7	0	66,9	67,0
					из центра	15	105	7	0		
			12.04		в центр	14	84	9	3	61,0	63,6
					из центра	18	94	17	0		
№ 3 20.08.03	пр. 60-летия СССР, 16 (перекресток ТТК)	14.05		1 ряд хвойных насаждений (ель сибирская)	в центр	2	88	12	0	67,0	96,0
					из центра	1	66	11	2		
			13.49		в центр	0	115	7	2	64,0	93,0
					из центра	0	99	9	0		
№ 4 21.08.03	ул. Индустриальная (напротив пожарной станции)	12.05		2 ряда деревьев (тополь дрожащий и береза плоско-листная)	в центр	1	18	5	0	54,0	87,0
					из центра	1	5	3	0		
			11.50		в центр	0	10	1	0	60,0	89,0
					из центра	0	5	3	2		
№ 5 22.08.03	ул. Шолом-Алейхема, 77 р-н ТЭЦ	12.24		1 ряд тополей	в центр	3	52	7	1	71,2	71,2
					из центра	1	73	13	0		
			12.37		в центр	1	67	6	0	68,8	70,0
					из центра	7	82	14	0		
№ 6 26.08.03	кольцо за Старым мостом	12.00		2 ряда деревьев в сочетании с кустарниками (тополя, березы)	в центр	2	47	9	0	68,1	70,4
					из центра	1	46	6	0		
			12.40		в центр	1	32	14	1	58,0	58,4
					из центра	2	23	10	1		
№ 7 26.08.03	Биробиджан-2 ул. Юбилейная	13.20		1 ряд кустарников	в центр	2	14	8	1	71,6	78,3
					из центра	2	35	17	0		
			13.05		в центр	2	14	9	1	61,6	62,2
					из центра	1	27	9	2		

юго-востоке. В качестве примера можно привести феноспектр ивы Шверина (рис. 1).

По результатам визуальных наблюдений выявлено, что наиболее подвержены вредному действию загрязнителей ива Шверина, тополь душистый, а также хвойные породы – сосна обыкновенная, ель сибирская, кедр корейский. Отравление газообразными ингредиентами промышленных отходов у елей и сосен проявляется одинаково в виде побеления, а затем потемнения и опадания хвои, снижения прироста или усыхания

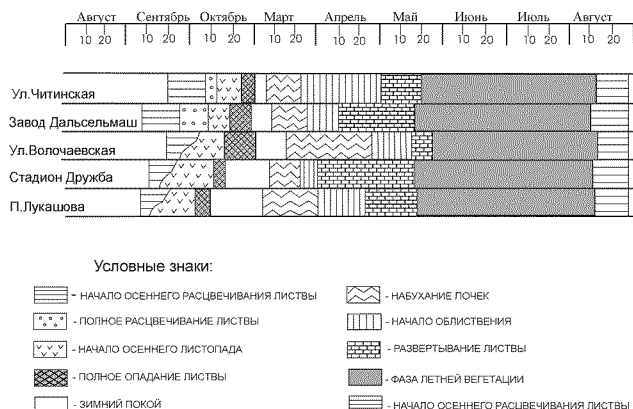


Рис. 1. Пример фенологического наблюдения и построения феноспектра ивы Шверина

деревьев.

Нами были отобраны ветви условно одновозрастной (15 лет) ели обыкновенной, наиболее распространенной на пробных площадках. Контролем служили ветви, собранные в наиболее чистой зоне города (северо-западный район – ул. Индустриальная). Характерными признаками неблагополучия окружающей среды и особенно газового состава атмосферы служат появления разного рода хлорозов и некрозов, уменьшение размеров ряда органов (длины хвои, побегов текущего года и прошлых лет, их толщины, размеров шишек, сокращение величины и числа заложенных почек). Ввиду меньшего роста побегов и хвои в длину в загрязненной зоне наблюдается сближенность расстояния между хвоинками (их больше на 10 см побега, чем в чистой зоне). Наблюдается утолщение самой хвои, изменяется продолжительность ее жизни (1-3 года в загрязненной зоне и 6-7 лет – в чистой). Все эти признаки не специфичны, однако в совокупности дают довольно объективную картину.

Как видно из данных, представленных в табл. 3, есть образцы хвои, где длина и ширина прошлогодней хвоинки не соответствует длине и ширине хвои этого года. Например, на ул. Волочаевской, в 2002 г. длина хвоинки была равна 20 мм, а ширина 1 мм, в 2003 г. длина равнялась 17 мм, а ширина – 1,5 мм, т.е. произошли физиологические

Результаты измерений хвои

Место взятия образца	Год	Длина, мм	Ширина, мм	Продолжительность жизни, лет	Число хвоинок на 10 см побега, шт.	Некрозы, %	Длина осевых побегов, мм	Число почек, шт.	Толщина почек, мм
ул. Индустриальная	2002	18	1		130	20	4	8	5
	2003	17	1	6	100	30	5	16	5
ул. Волочаевская	2002	20	1		97	40	5	25	5
	2003	17	1,5	4	134	50	4	13	5
Парк КиО	2002	18	2	5	110	40	4	5	4
	2003	13	1		120	50	6	11	4
Сквер – Старая площадь	2002	17	1		120	10	4	2	10
	2003	13	2	5	111	20	6	13	4

и морфологические изменения. Продолжительность жизни хвои на ул. Волочаевской равна 4 года (загрязненная); на улице Индустриальной – 6 лет (эталонная). В результате ухудшения роста побега в загрязненной зоне пучки хвоинок более сближены и на 10 см побега их больше, чем в чистой зоне. Например, на ул. Волочаевской расстояние между хвоинками в 2002 г. равно 5 мм, а в 2003 г. – 4 мм. Таким образом, по мере уменьшения расстояния между хвоинками произойдет наслаивание их друг на друга, что повлияет на продолжительность жизни растения, т. е. приведет к его заболеванию, появлению наростов, потемнению и в дальнейшем усыханию хвоинок и ветвей. Число почек, исходя из используемой нами методики [6], не должно превышать 9 штук прошлого года и 16 штук текущего года, но на загрязненной площадке (ул. Волочаевская) число почек 2002 г. равно 25 штук, из которых встречается очень большой процент пораженных, а также галлы, которые иначе называют раковыми опухолями.

Данные визуальных наблюдений подтверждены химическим анализом коры и листьев древостоя.

Сравнительная оценка проведена для зеленых насаждений одного вида, произрастающих на исследуемых площадках. Так, способность аккумуляции тяжелых металлов выше у коры ивы (любого вида); у тополя душистого происходит в основном накопление загрязнителей в листовой пластине (табл. 4).

Таким образом, наиболее благоприятные условия для растительности складываются на северо-западе города, противоположная ситуация на юго-востоке. Наиболее сильно на антропогенные воздействия реагируют такие древесные породы, как тополь дрожащий и ива Шверина. Они могут служить биоиндикаторами [1]. Общую оценку состояния растительности можно признать удовлетворительной [3], есть территории с весьма неудовлетворительным показателем качества зеленых насаждений (например, ул. Волочаевская, БДРСУ, район Сопки, участки вдоль дорог).

Нами показано, что самыми общими признаками нарушения растительного покрова в г. Биробиджане являются:

а) появление сухостоя и ослабленных деревьев (ул.

Таблица 4

Накопление тяжелых металлов в дендрофлоре г. Биробиджана

№	Адрес	Вид древостоя	Хим. анализ листьев и коры	Ингредиенты						
				медь, мг/кг	цинк, мг/кг	свинец, мг/кг	кобальт, мг/кг	железо, мг/кг	никель, мг/кг	марганец, мг/кг
1	ТЭЦ (Ш-А, 74)	тополь душистый	листья	4,95±0,50	145,25±2,32	2,05±0,22	1,38±0,12	211,25±1,26	4,19±0,34	47,25±4,73
			кора	1,13±0,12	40,50±6,48	2,80±0,29	<0,02	14,53±0,88	0,63±0,06	4,69±0,47
2	Индустриальная, 4	тополь дрожащий	листья	5,19±0,52	185,38±2,96	5,85±0,60	4,68±0,38	273,44±1,61	5,63±0,46	220,88±22,09
			кора	2,49±0,25	84,25±13,48	2,40±0,24	<0,02	30,13±1,81	<0,02	15,18±1,52
3	Волочаевская, 41	тополь душистый	листья	4,45±0,45	332,50±5,32	3,20±0,33	<0,02	205,00±1,23	1,13±0,10	32,38±3,24
			кора	93,48±9,35	88,88±14,22	2,50±0,26	0,85±0,07	70,66±4,25	<0,02	7,69±0,77
4	Волочаевская, 41	ива Шверина	листья	4,69±0,47	226,67±3,62	0,55±0,07	1,82±0,15	34,79±2,09	4,57±0,37	877,50±87,75
			кора	4,71±0,47	420,31±6,72	7,27±0,74	1,05±0,09	55,84±3,36	4,06±0,33	181,75±18,18
5	ТЭЦ (Ш-А, 74)	ива росистая	листья	5,40±0,54	218,75±3,00	4,90±0,50	3,78±0,31	38,81±2,34	2,81±0,23	1804,17±180,42
			кора	9,00±0,90	244,25±3,98	25,40±2,55	4,48±0,36	862,50±5,76	8,06±0,65	428,38±42,84
6	Индустриальная, 4	ива Шверина	листья	2,43±0,25	127,19±20,35	4,70±0,48	0,80±0,07	109,69±6,59	0,84±0,08	607,19±60,72
			кора	15,36±1,54	157,92±2,52	12,50±1,26	<0,02	351,25±2,08	<0,02	422,17±42,22

Волочаевская, Широкая, Советская, Карла-Маркса, ТЭЦ, пойменная растительность на некоторых участках реки);

б) уменьшение размеров хвои и листвы по сравнению с предыдущим годом (ул. Волочаевская, сквер Скорой помощи);

в) преждевременное (задолго до осени) пожелтение и опадание листвы (ТЭЦ, район городской свалки, пойменная растительность в районе старого моста, ДСМ);

г) появление некрозов и хлорозов хвои и листвы, сокращение срока жизни хвои, возможно, при воздействии оксида серы, отравлении фтором (ул. Волочаевская, Пионерская – сквер станции Скорой помощи, Чулочная фабрика, ТЭЦ и др.);

д) интенсивное разрастание на коре деревьев мелких водорослей зеленого цвета, а также заметное повреждение деревьев различными болезнями и энтомофагами, возможно вызванные повышенным содержанием в воздухе города оксидов азота. В наиболее ослабленном состоянии находятся сосняки и ельники, тополя, ивы (ДСМ, ул. Широкая – район Нового моста, пойменная растительность в пределах городской застройки).

Кроме того, нами исследовано влияние качества водной, воздушной среды, почвенного покрова и твердых атмосферных осадков (снег) на состояние городской растительности.

Пробы снега отбирались на содержание ионов водорода, сульфатов, хлоридов, меди, цинка, свинца, кадмия, железа, никеля, кобальта и марганца. Относительно чистой территорией является Индустриальный район. Превышение концентрации по сравнению с эталонной территорией наблюдается в районах: ул. Шолом-Алейхема, 74 – по железу (Fe) в 4; марганцу (Mn) в 7; стадион «Дружба» – по Mn в 5; Fe в 3; район Сопка по Fe в 5; поселок Лукашова по Fe в 7; ул. Волочаевская по Cu в 2; Zn в 2,3; Fe в 21; Mn в 30, свинцу в 4 раза.

Гидрохимический анализ воды в р. Бира проводился на содержание в ней растворенного кислорода, нитритов, нитратов, фосфатов, металлов, фенолов, нефтепродуктов и др. Среди загрязняющих веществ наибольшая амплитуда колебаний концентраций характерна для растворенного в воде кислорода. В р. Бира его содержание варьирует от 0 до 11,9 мг/дм³ (при норме 2 мг/дм³). Для участка реки, где уровень растворенного кислорода приближен к нулю,

характерно загрязнение неочищенными сточными водами, остатками жизнедеятельности населенных пунктов. Отличительной особенностью Биры является небольшое содержание магния и кальция, что делает водную среду наиболее мягкой (например, при норме кальция 180 мг/дм³, а магния – 50 мг/дм³, в реке отмечается самое большое их содержание до 10 мг/дм³ кальция, например, на участке реки рядом с заводом ДСМ). Характерной чертой речных вод города является высокое содержание соединений нитратов: 0,7 мг/дм³ в районе завода ДСМ, 0,1 мг/дм³ – в центре города (р. Безымянка), 2,9 мг/дм³ – в юго-восточной части города (поселок Тукалевский), (при норме 0,03 мг/дм³) [4]. Остальные химические загрязнения находятся в пределах нормы.

Почва в городах подвержена тем же вредным воздействиям, что и городской воздух и гидросфера, поэтому повсеместно происходит значительная ее деградация. В общем процессе антропогенного преобразования почв важную роль играет загрязнение их технологическими отходами. Одну из приоритетных групп загрязняющих веществ образуют тяжелые металлы (ТМ), основная масса которых поступает с выбросами индустриальных предприятий в нижние слои тропосферы, вовлекается в аэральную миграцию и осажается на поверхность почвы [7].

Оценка состояния загрязнения почв тяжелыми металлами производилась по результатам обследования почв на 20 пробных площадках в пределах городской застройки. В качестве примера приведены результаты содержания тяжелых металлов на некоторых участках.

Как видно из данных, приведенных в табл. 5, превышение химического загрязнения почв наблюдается в юго-восточном и центральном районах города, а концентрация загрязнителей зависит от расположения промышленных объектов и автотранспорта.

Таким образом, по результатам химического исследования водной, воздушной, почвенной сред и снежного покрова, можно выделить территории с различными экологическими условиями. Наиболее загрязненными участками являются центральная и юго-восточная части городской территории, где помимо расположения основных промышленных объектов, происходит накопление загрязнителей вследствие зимнего переноса воздушных масс (с северо-запада на юго-

Таблица 5

Исследования проб почвы

№	Ингредиенты мг/кг	Адресация проб					ПДК мг/кг
		1	2	3	4	5	
1	медь	0,13	0,24	0,53	0,24	0,1	3,00
2	цинк	22,27	27,03	59,73	30,83	31,45	23,00
3	свинец	10,85	14,38	32,38	7,63	5,80	32,00
4	кадмий	0,41	0,24	0,81	0,31	1,07	1,00
5	железо	3230,8	3146,3	477,0	2243,3	2097,4	-
6	никель	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	4,00
7	марганец	208,8	105,8	232,8	160,0	124,0	1500,0
8	рн, ед.	6,6	6,8	7,0	7,0	6,3	-
9	аммиак	33,1	8,7	23,3	33,8	18,8	-
10	нитраты	63,4	12,9	12,9	22,9	28,0	130,0
11	сульфаты	133,0	133,0	188,5	260,5	305,0	160,0
12	хлориды	27,5	18,5	35,2	20,1	10,1	-

1 – ул. Индустриальная, 2 – ул. Волочаевская, 3 – район Безымянки, 4 – ул. Шолом-Алейхема, 77, 5 – ДСМ

восток). Это обуславливает накопление в урбодендрофлоре тяжелых металлов, что ведет к нарушению нормального функционирования растений и требует разработки региональных программ реконструкции систем озеленения города.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Калманова В.Б., Коган Р.М. Растительность как биоиндикатор экологического состояния городской территории (на примере г. Биробиджана) // Города Дальнего Востока: Экология и жизнь человека (региональная научно-практическая конференция). Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2003. С. 55-57.
2. Калманова В.Б. Оценка экологического состояния г. Биробиджана // Анализ современного состояния и перспективы развития регионов ДВ (Материалы региональной школы-семинара молодых ученых, аспирантов и студентов 1-4 декабря 2003г). Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, БГПИ, 2003. С.47-50.
3. Калманова В.Б. Экологический контроль за растительностью урбанизированных территорий (на примере г. Биробиджана) // VI региональная конференция по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых ДВ России. Владивосток: изд-во Дальневосточного университета, 2003. С. 47-48.
4. Коган Р.М. Антропогенные загрязнения территории ЕАО. Владивосток: Дальнаука, 2001. 159 с.
5. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М: Наука, 1974. 156 с.
6. Мозолевская Е.Г, Белова Н.К. Методы оценки состояния деревьев и насаждений // Мониторинг состояния зеленых насаждений и городских лесов Москвы. М.: МГУ леса, 1998. С. 17-39.
7. Пивкин В.М., Чиндяева Л.Н. Экологическая инфраструктура Сибирского города. Новосибирск: СИБПРИНТ, 2002. С. 25-122.
8. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М.: Гуманит. изд. центр Владос, 2003. 288 с.