

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАСТЕНИЙ ПРИДОРОЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ УЛИЦ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

Статья посвящена проблеме химического загрязнения природной территории. Проведена оценка качества территории по экотоксикологическому и биогеохимическому показателям, что позволяет прогнозировать экологическую ситуацию в придорожных зонах.

Растения придорожной зоны могут быть индикаторами загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами [1]. Поэтому нами исследован процесс их накопления в растениях придорожных территорий улиц различного назначения города Оренбурга: магистральных общегородского значения (МОЗ) и магистральных районного значения (МРЗ).

В качестве объекта исследования использованы растения, устойчивые к действию загрязнений от автодорожного комплекса, – горец птичий и марь белая. В исследованных растениях нами определено содержание таких тяжелых металлов, как свинец, кадмий, цинк, железо, никель, кобальт и медь, которые поступают в придорожное пространство как в результате работы собственно транспортных средств, так и при истирании дорожного полотна.

В результате истирания автопокрышек в почву вблизи автомобильной дороги поступают: алюминий, кобальт, медь, железо, цинк, титан и другие элементы. Подшипники, вкладыши, тормозные масла служат источниками поступления в окружающую среду меди и цинка; сгорание этилированного топлива – основной источник свинца. Кадмий поступает в природную среду в результате износа шин и истирания асфальтобетона. Никель и хром – продукты износа покрытий кузовов; железо – продукт истирания цилиндров двигателя [2].

О химическом загрязнении растений судили по концентрации вышеперечисленных тяжелых металлов в биомассе. Однако растения, как известно, обладают избирательной способностью к накоплению элементов. Поэтому степень загрязнения растений придорожных территорий оценивали по коэффициенту концентрации (К) и по суммарному показателю химического загрязнения растений (Z_c); который определяется по формуле

$$Z_c = K_1 + K_2 + \dots + K_n = \sum_{i=1}^n K_i, \quad (1)$$

где K_i – коэффициент концентрации i -го загрязняющего вещества, равный частному от деле-

ния концентрации загрязняющего компонента к его фоновой концентрации.

Для прогнозирования экологической ситуации в придорожных зонах нами были определены экотоксикологический (\mathcal{E}) и биогеохимический (Γ_c) показатели качества почвы.

Для экотоксикологической оценки почв использовали кратность превышения ПДК конкретного загрязняющего вещества дифференцировано для веществ различных классов опасности (\mathcal{E}_c).

$$\mathcal{E}_c = K_1 + K_2 + \dots + K_n = \sum_{i=1}^n K_i, \quad (2)$$

где n – число определенных веществ, относящихся к данному классу опасности;

\mathcal{E}_c – экотоксикологический показатель качества почв.

Биогеохимический показатель экологического состояния почвы определяли через содержание химических элементов в укосах растений (по превышению МДУ) [3].

$$\Gamma_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{МДУ}_i}, \quad (3)$$

где Γ_c – биогеохимический показатель загрязнения территорий;

МДУ _{i} – максимально допустимый уровень химического вещества в растении, мг/кг.

Основное внимание нами было обращено на загрязнение растений свинцом, кадмием и цинком, являющимися химическими веществами первого класса опасности.

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что эти металлы в наибольшей степени аккумулируются в растениях придорожной территории улиц общегородского значения, которые характеризуются интенсивностью движения (I) 1000-2500 автомобилей в час и скоростью 80 км/ч. Так, на ул. Терешковой концентрация цинка, свинца и кадмия

соответственно в 1,5-4; 2-3,5 и 1,5-3 раза выше, чем в растениях на п-те Победы, п-те Гагарина и ул. Чкалова. Причем на улицах общегородского значения высоким является содержание цинка (78-95 мг/кг), ниже на порядок концентрация свинца (1-4,6 мг/кг) и на два-три порядка – кадмия (0,008-0,14 мг/кг).

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в растениях придорожной зоны улиц общегородского значения

Название улиц	Вид растения	Расстояние от дороги, L(М)	Содержание тяжелых металлов, мг/кг						
			Pb	Cd	Zn	Ni	Co	Si	Fe
Контроль	Марь Белая	–	0,28	0,007	19	0,24	–	4,31	47,6
	Горец птичий		0,19	0,005	22,8	0,55		2,12	99,6
ул. Терешковой	марь белая	5	2,43	0,14	65	2,84	–	10,8	353
		10	1,81	0,09	60	2,33	–	10,5	351
		15	1,22	0,07	46	1,64	–	7,87	346
	горец птичий	25	1	0,08	44	1,45	–	6,63	338
		5	4,61	0,11	95	4	–	Ц8,5	278
		10	1	0,11	41,4	2,41	–	7,5	226
пр-т. Победы	марь белая	15	0,96	0,09	45	2,33	–	7,25	231
		25	1,35	0,05	37	2,27	–	6,25	122
		5	1,83	0,08	77,9	1,74	–	12	736
	горец птичий	10	1,62	0,05	55,5	1,72	–	10,8	608
		15	1,31	0,07	45	1,5	–	10,5	313
		25	0,86	0,06	38	1,06	–	7,41	226
ул. Чкалова	марь белая	5	2,6	0,07	80,3	3,3	0,22	11,9	1081
		10	2	0,07	70	2,44	0,05	11	727
		15	1,73	0,08	60	1,71	–	10,8	608
	горец птичий	25	0,78	0,1	66,7	1,63	–	9,61	346
		5	1,74	0,04	51,1	7,34	0,77	13,5	243
		10	1,55	0,01	43	4,3	0,25	12	176
пр-т. Гагарина	марь белая	15	0,6	–	43	4	–	11,9	148
		25	0,5	–	23	3,5	0,05	10,5	58
		5	0,91	0,008	84,6	3	0,2	14,6	245
	горец птичий	10	0,89	–	53	2,63	0,17	7,8	234
		15	0,87	–	52,5	2,53	0,17	7,52	109
		25	0,48	–	23	1,74	0,05	3,28	102
ул. Чкалова	марь белая	5	1,57	0,11	72,2	1,42	0,2	12,6	145
		10	1,43	0,09	67	1,53	0,15	11,1	135
		15	0,83	0,07	58,1	0,81	0,14	10,7	122
	горец птичий	25	0,44	0,04	54,2	0,05	0,2	7,36	96
		5	0,86	0,05	66,1	1	0,2	15,6	181
		10	0,75	0,05	63,6	1,13	0,17	8,81	165
пр-т. Гагарина	горец птичий	15	0,7	0,03	58,3	0,85	0,05	8,63	121
		25	0,46	0,03	52,3	0,7	0,02	8,24	120

Нами были установлены изменения концентраций тяжелых металлов в растениях от расстояния в придорожной зоне. При увеличении расстояния от автодороги до 25 м отчетливо прослеживается снижение концентрации цинка, свинца и кадмия в исследуемых растениях. Так, и в мари белой, и в горце птичьим валовое содержание кадмия и свинца в этих условиях снижается в среднем в 2,5-4 раза, а цинка – в 1,3-3 раза.

Аналогичные закономерности накопления наблюдаются в отношении железа, никеля, кобальта и меди, являющихся для растений биологически важными микроэлементами. Недостаточное количество этих элементов может навредить растительным клеткам. Однако при повышенных концент-

рациях они могут оказывать неблагоприятное воздействие на рост и качество растений.

Поэтому для оценки экологического состояния почв придорожной территории можно использовать уровень содержания микроэлементов в растениях [3]. Анализ полученных нами данных показывает, что наибольшая концентрация железа наблюдается в растениях придорожной территории по п-ту Победы и составляет в мари белой 736 мг/кг и горце птичьим 1081 мг/кг. Также высокое содержание железа отмечено в растениях, отобранных на ул. Терешковой (278-352,7 мг/кг) и по ул. Чкалова (243-245 мг/кг) (таблица 1).

Сравнение с биологическим показателем по железу (таблица 2) позволяет отнести придорожную территорию п-та Победы к зоне экологического бедствия (> 500), ул. Терешковой и Чкалова – к зоне чрезвычайной экологической ситуации (200-500), а п-та Гагарина – к критической зоне (100-200).

Таблица 2. Биологический показатель экологического состояния почв

Уровень содержания биологически важных микроэлементов в укосах и растительных кормах, мг/кг сухого вещества	Характеристика состояния почв		
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная ситуация
1. Медь	<3	3-5	10-20
	>100	80-100	
2. Цинк	<10	10-30	30-60
	>500	100-500	
3. Железо	<20	20-50	50-100
	>500	200-500	
4. Кобальт	<0,1	0,1-0,3	0,3-1
	>50	5-50	

Концентрация меди и цинка в растениях улиц общегородского значения изменяется соответственно от 6 до 15 мг/кг и от 23 до 95 мг/кг. Поэтому придорожные территории этих улиц на расстоянии до 25 м от дороги (по содержанию меди) и от 10 до 25 м (по содержанию цинка) характеризуются относительно удовлетворительным состоянием. Однако территорию этих улиц с удалением до 5 м от дороги можно отнести к критической зоне.

Теперь рассмотрим изменение концентрации тяжелых металлов в растениях придорожной территории улиц районного значения, которые характеризуются интенсивностью движения автотранспорта до 300 авт/ч и скоростью движения 40-60 км/ч (ул. Салмышская и ул. Шевченко).

Данные, представленные в таблице 3, показывают, что в растениях придорожных зон этих улиц из числа тяжелых металлов I класса опасности наиболее высоким следует считать содержание цинка (30-49 мг/кг); содержание свинца из-

меняется от 0,5 до 2,9 мг/кг и в 10 – 100 раз ниже концентрация кадмия. Причем установлена зависимость между содержанием тяжелых металлов и расстоянием от автодороги: чем дальше от источника растет растение, тем меньше содержание тяжелых металлов в нем.

Таблица 3. Влияние расстояния на содержание тяжелых металлов в растениях на улицах районного значения

Название улиц	Вид растения	Расстояние от дороги, L(М)	Содержание тяжелых металлов, мг/кг						
			P b	Cd	Zn	Ni	Co	Cu	Fe
Контроль	Марь белая	–	0,28	0,007	19	0,24	–	4,31	47,6
	Горец птичий	–	0,19	0,005	22,8	0,55	–	2,12	99,6
ул. Салмышская	марь белая	5	2,92	0,12	49	2,05	0,7	8,72	429
		10	1,21	0,08	45	1,15	0,5	7,14	345
		15	1,23	0,07	42,8	0,9	0,2	6,3	198
		25	0,8	0,04	41	1,3	–	6,3	167
	горец птичий	5	0,83	0,19	59,4	2,4	0,3	6,5	323
		10	0,83	0,14	53	1,5	0,28	6,48	320
		15	0,83	0,08	42,3	1,3	–	6,3	187
		25	0,5	0,08	41,1	1,3	–	6,3	150
		25	1,33	0,1	54	1,82	0,13	5,67	933
ул. Шевченко	марь белая	10	0,83	0,09	42,8	1,38	0,1	5,56	348
		15	0,83	0,06	30	0,87	–	5,56	248
		25	0,71	0,05	28,8	0,78	–	5,45	308
		5	1	0,15	48,6	1,58	–	7,28	263
	горец птичий	10	0,83	0,14	47,6	1,25	–	7,06	241
		15	0,76	0,04	38,8	0,78	–	6,89	236
		25	0,52	0,06	33,6	1	–	6,67	231

Далее было проведено ранжирование придорожной территории улиц районного значения по биологическому показателю. Так, железо в наибольшей степени аккумулируется в придорожных растениях ул. Шевченко и ул. Салмышской. Придорожную территорию улицы Шевченко по биологическому показателю на расстоянии до 5 м следует отнести к зоне экологического бедствия (БП > 500), а от 5 до 25 м – к зоне чрезвычайной экологической ситуации (таблица 2). Зоной чрезвычайной экологической ситуации является также придорожная территория ул. Салмышской, расположенная на расстоянии до 15 м от полотна дороги, уровень содержания железа в растениях которой изменяется от 320 до 429 мг/кг. По уровню содержания микроэлементов (медь, цинк, кобальт, никель) территория улиц общегородского и районного значений характеризуется относительно удовлетворительным экологическим состоянием.

Результатом суммарного действия рассеянных газообразных выбросов и тяжелых металлов является изменение биоты придорожных зон. Первичное воздействие аэротехногенных загрязнителей испытывают растительные организмы, а затем по пищевой цепи многие из них через животных оказывают неблагоприятное воздействие на человека.

Наиболее опасными загрязнителями сред являются тяжелые металлы, действие которых на растительные организмы определяется их природой и концентрацией. Тяжелые металлы, как политропные яды, избирательно накапливаются в различных органах и тканях растений и дают широкий спектр патологических аномалий [1, 4].

Между химическим свойством растения и элементарным составом среды существует несомненная связь, но прямая зависимость содержания тяжелых металлов в растениях от содержания их в почве часто нарушается из-за избирательной способности растений к накоплению элементов. Поэтому степень загрязнения растений придорожных территорий улиц г. Оренбурга оценивали по коэффициенту концентрации.

Анализ полученных данных, представленных в таблице 4, показывает, что в мари белой и горце птичьим на улицах общегородского значения к приоритетным примесям из числа тяжелых металлов относятся кадмий (K_{Cd} равен 20-22) и свинец (K_{Pb} равен 6-13). Содержание кадмия среди других тяжелых металлов составляет 30-56%, а свинца – 13-34%.

По значению суммарного показателя химического загрязнения растений тяжелыми металлами наиболее загрязнены растения придорожных территорий по ул. Терешковой, ул. Чкалова и п-ту Победы (в 32-68 раз), а в наименьшей степени – по пр. Гагарина (в 15,2-37 раз).

На улицах районного, так же как и общегородского, значения приоритетной примесью является кадмий (K_{Cd} равен 27,2-38), его процентное содержание по сравнению с другими металлами составляет 26-34%.

Суммарный показатель химического загрязнения растений изменяется в интервале от 11,4 до 36, что ниже суммарного показателя загрязнения растений на улицах общегородского значения (таблица 5). Очевидно, это можно объяснить тем, что интенсивность транспортного потока на магистральных улицах общегородского значения в 4-9 раз выше, чем на улицах районного значения (таблица 4, 5).

Для нас представляет интерес выявление закономерности между содержанием тяжелых металлов в растениях и почве придорожных территорий улиц г. Оренбурга, так как это позволит прогнозировать экологическую ситуацию.

За основу в установлении такой закономерности были взяты экотоксикологический (Эс) и биогеохимический показатели (Гс) качества почвы, являющиеся критериями экологического состояния почв (таблица 6).

Таблица 4. Влияние расстояния от автодороги на коэффициент концентрации (K_c) тяжелых металлов в растениях придорожной территории улиц общегородского значения

Название улиц и интенсивность тр. потока (I)	Вид растения	Расстояние от дороги, L(м)	Коэффициент концентрации металлов (K _c) и $\frac{K_i}{Z_c}$ (%)						Сум-й показатель загрязнения растений	
			K _{Pb}	K _{Cd}	K _{Zn}	K _{Ni}	K _{Cu}	K _{Fe}		Z _c
ул. Терешковой I=992 авт/ч	марь белая	5	8.6	20	3.42	11.7	2.49	7.41	53.6	
			16	37.3	6.38	21.8	4.65	13.8	100	
		10	6.5	12.8	3.16	9.58	2.44	7.37	41.9	
			15.5	30.6	7.54	22.9	5.82	17.6	100	
		15	4.3	10	2.43	6.7	1.83	7.26	32.5	
			13.2	30.8	7.48	20.6	5.63	22.3	100	
	25	3.6	11.1	2.32	5.82	1.54	7.09	31.5		
		11.4	35.2	7.37	18.5	4.89	22.5	100		
	горец птичий	5	23.6	22	4.2	7.3	8.73	2.79	68.6	
			34.4	32.1	6.12	10.6	12.7	4.07	100	
		10	5.12	22	1.8	4.4	3.54	2.26	39.1	
			13.1	56.3	4.6	11.3	9.05	5.78	100	
		15	4.6	18	1.97	4.2	3.42	2.32	34.5	
			13.3	52.2	5.71	12.2	9.91	6.72	100	
	25	6.6	10	1.62	4	2.95	1.22	26.4		
		25	37.9	6.14	15.2	11.2	4.62	100		
	пр. Победы I=1900 авт/ч	марь белая	5	6.5	11.1	4.1	7.08	2.78	15.5	47.1
				13.8	23.6	8.7	15	7.26	32.9	100
			10	5.8	7.14	2.93	7.08	2.5	12.8	38.3
				15.1	18.6	7.65	18.5	6.53	33.4	100
			15	4.7	9.6	2.4	6.3	2.44	6.57	32
				14.7	30	7.5	19.7	7.63	20.5	100
		25	3.1	9.6	2	4.4	1.72	4.75	25.6	
			12.1	37.5	7.81	17.2	6.72	18.6	100	
горец птичий		5	13.3	13.4	3.5	6	5.6	10.9	52.7	
			25.2	25.4	6.64	11.4	10.6	20.7	100	
		10	10.3	13.4	3.06	4.4	5.19	7.29	43.6	
			23.6	30.7	7.02	10.1	11.9	16.7	100	
		15	8.7	15.8	2.63	7.08	5.1	6.1	45.4	
			19.2	34.8	5.8	15.6	11.2	13.4	100	
25		3.6	20	2.9	2.9	4.53	3.47	37.4		
		9.63	53.5	7.75	7.75	12.1	9.28	100		
ул. Чкалова I=1036 авт/ч		марь белая	5	6.1	5.7	2.7	30.4	3.14	5.1	53.1
				11.5	10.7	5.08	57.3	5.91	9.6	100
			10	5.4	1.6	2.3	17.9	2.78	3.69	33.7
				16	4.74	6.82	53.1	8.25	10.9	100
			15	2.2	-	2.3	16.7	2.77	3.12	27.1
				8.12	-	8.48	61.6	10.2	11.5	100
		25	1.8	-	1.2	14.6	2.44	1.22	21.3	
			8.45	-	5.63	68.5	11.5	5.73	100	
	горец птичий	5	4.6	1.6	3.7	5.5	6.87	2.46	24.7	
			18.6	6.48	14.9	22.3	27.8	9.96	100	
		10	4.6	-	2.3	4.7	3.68	2.35	17.6	
			18.6	-	13.1	26.7	20.9	13.4	100	
		15	4.5	-	2.29	4.54	3.55	1.09	16	
			28.1	-	14.3	28.4	22.2	6.81	100	
	25	2.5	-	1.01	3.09	1.55	1.03	9.18		
		27.5	-	11	33.7	16.9	11.2	100		
	пр. Гагарина I=920 авт/ч	марь белая	5	5.6	15.7	3.8	5.92	2.9	3.05	37
				15.1	42.4	10.3	16	7.84	8.24	100
			10	5.2	12.8	3.53	6.25	2.58	2.84	33.2
				15.7	38.6	10.6	18.8	7.77	8.55	100
			15	2.9	10	3.06	3.3	2.48	2.55	24.2
				12	41.3	12.6	13.6	10.3	10.5	100
		25	1.4	5.14	2.86	2.08	1.7	2.02	15.2	
			9.21	33.8	18.8	13.7	11.2	13.3	100	
горец птичий		5	4.4	9	2.89	1.8	7.34	1.8	27.2	
			16.2	33.1	10.6	6.62	27	6.62	100	
		10	3.8	10.8	2.78	2.05	4.13	1.65	25.2	
			15.1	42.9	11	8.13	16.5	6.55	100	
		15	3.6	6	2.55	1.5	4.07	1.21	18.9	
			19	31.7	13.5	7.94	21.5	6.4	100	
25		2.4	5.4	2.29	1.11	3.88	1.2	16.5		
		14.5	32.7	13.9	6.85	23.5	7.27	100		

Таблица 5. Влияние расстояния от автодороги на коэффициент концентрации (K_c) тяжелых металлов в растениях придорожной территории улиц районного значения

Название улиц и интенсивность тр. потока(I)	Вид растения	Расстояние от дороги, L(м)	Коэффициент концентрации металлов (K _c) и $\frac{K_i}{Z_c}$ (%)						Сум-й показатель загрязнения растений	
			K _{Pb}	K _{Cd}	K _{Zn}	K _{Ni}	K _{Cu}	K _{Fe}		Z _c
ул. Салымышской I=284 авт/ч	марь белая	5	10.4	17.1	2.6	8.54	2.0	9.0	49.7	
			20.9	34.4	5.23	17.2	4.02	18.1	100	
		10	4.32	11.4	2.4	4.79	1.65	7.4	32.0	
			13.5	35.6	7.5	15	5.16	23.1	100	
		15	4.32	10.0	2.3	3.75	1.46	4.2	26.0	
			16.6	38.5	8.85	14.4	5.62	16.2	100	
	25	2.87	5.7	2.2	5.42	1.46	3.5	21.2		
		13.5	26.9	10.4	25.6	6.89	16.5	100		
	горец птичий	5	4.3	38.0	2.6	4.36	3.06	3.24	55.6	
			7.73	68.3	4.68	7.84	5.5	5.83	100	
		10	4.3	28	2.32	2.72	3.06	3.21	43.6	
			9.86	64.2	5.32	6.24	7.02	7.36	100	
		15	4.3	16.0	1.84	2.36	2.97	1.87	29.3	
			4.7	84.6	6.28	8.05	10.1	6.38	100	
	25	2.6	16	1.8	2.36	2.97	1.5	27.2		
		9.56	58.8	6.62	8.68	10.9	5.51	100		
	ул. Шевченко I=1360 авт/ч	марь белая	5	4.67	13.7	2.85	7.6	1.32	19.6	49.7
				9.39	27.6	5.73	15.3	2.66	39.4	100
			10	2.87	12.3	2.26	5.75	1.29	7.3	31.8
				9.03	38.6	7.11	18.1	4.06	22.9	100
			15	2.87	8.14	1.58	3.63	1.29	5.2	22.7
				12.6	35.9	6.96	16.0	5.68	22.9	100
		25	2.52	7.57	1.52	3.25	1.26	6.5	22.6	
			11.2	34.5	6.73	14.4	5.58	28.8	100	
горец птичий		5	5.13	30.0	2.13	2.87	3.43	2.64	46.2	
			11.1	64.9	4.61	6.21	7.42	5.71	100	
		10	4.1	27.2	2.08	2.27	3.33	2.42	41.4	
			9.9	65.7	5.02	5.48	8.04	5.85	100	
		15	3.9	8.6	1.7	1.42	3.25	2.37	21.2	
			18.4	40.6	8.02	6.7	15.3	11.2	100	
25		2.6	11.8	1.5	1.82	3.15	2.32	23.2		
		11.2	50.9	6.47	7.84	13.6	10.0	100		

Таблица 6. Критерии экологического состояния почв

Показатели	Характеристика состояния почв		
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная
Биогеохимический показатель (Гс)	> 10	5- 10	1.1 -1.5
Экотоксикологический показатель по химическим веществам (Эс): I класса опасности II класса опасности	>3 > 10	2-3 5-10	< 1 < 1

Нами были рассчитаны экотоксикологические показатели для тяжелых металлов I (Э_{c1}) и II классов (Э_{c2}) опасности на улицах различного назначения (таблица 7).

Исходя из этих данных, можно провести ранжирование территории придорожной зоны. По значениям Эс придорожную территорию ул. Терешковой (до 10м) с Эс₁, равным 3,4-3,9, п-те Гагарина (до 5 м) с Эс₁, равным 5,4, и на п-те Победы (до

15м) с Эс_1 , равным 3,1-5, следует отнести к зоне экологического бедствия, которая по п-ту Победы сменяется зоной чрезвычайной экологической ситуации (Эс_1 равен 2-6), а на ул. Терешковой и п-те Гагарина приближается к территории с критической экологической ситуацией ($1 < \text{Эс}_1 < 2$). В целом придорожная территория улиц общегородского значения по экотоксикологическим показателям является экологически неблагоприятной.

Таблица 7. Значения экотоксикологического показателя качества почвы придорожной территории улиц города Оренбурга

Название улиц	Эс_1 на различном расстоянии от дороги, м				Эс_2 на различном расстоянии от дороги, м			
	5	10	15	25	5	10	15	25
ул. Терешковой	3.9	3.4	1.2	1.1	10	5.9	8.9	6.9
пр.Победы	3.1	3.9	5	2.7	10	9.7	8.7	8.6
пр.Гагарина	5.4	2.3	1.1	1.4	14.4	17.78	10.2	8.5

Биогеохимический показатель является одним из критериев, позволяющих оценить степень загрязнения территории придорожной зоны тяжелыми металлами.

Значения биогеохимических показателей, полученных в результате проведенных нами исследований, свидетельствуют о том, что приоритетным загрязнителем растений среди высокотоксичных веществ на улицах общегородского и районного значений является цинк (Гс равен 0,5-1,3), среди менее токсичных – железо (Гс равен 1-10). Причем с увеличением расстояния от автодороги до 25 м значение биогеохимического показателя уменьшается в 3 раза (таблица 8).

С биогеохимических позиций экологически неблагоприятными можно считать придорожные территории улиц общегородского и районного значения. Так, на расстоянии до 10 м по п-ту Победы биогеохимический показатель составляет 10,5-14,9, что позволяет отнести территорию этой улицы к зоне экологического бедствия, на расстоянии от 10 до 25 м (с $\text{Гс} = 5,4-8,6$) – к зоне чрезвычайной экологической ситуации. По величине биогеохимического показателя ($\text{Гс} = 5,5-8,8$) придорожные территории с удалением от дороги до 15 м ул. Терешковой, Чкалова, Салмышской и п-та Гагарина следует отнести к зоне чрезвычайной экологической ситуации. Затем они сменяются территорией с критической экологической ситуацией (Гс изменяется от 2 до 5).

С целью прогнозирования экологической ситуации придорожной территории, нами установ-

лена зависимость между биогеохимическими (Гс) и экотоксикологическими (Эс) показателями качества почвы (таблица 9).

Таблица 8. Влияние расстояния от автодороги на биогеохимический показатель загрязнения (Гс) придорожной территории.

Название улиц	Вид растения	Расстояние от дороги, L, м	Значения биогеохимического показателя								
			Г_{Pb}	Г_{Cd}	Г_{Zn}	Г_{Ni}	Г_{Co}	Г_{Cu}	Г_{Fe}	УГс	
конт роль	марь белая	-	0.06	0.02	0.38	0.08	-	0.14	0.48	1.16	
ул. Шевченко (МРЗ)	марь белая	5	0.26	0.32	1.08	0.6	0.13	0.19	9.33	11.9	
		10	0.16	0.29	0.86	0.46	0.11	0.18	3.48	5.54	
		15	0.16	0.19	0.61	0.29	-	0.18	2.48	3.91	
		25	0.14	0.18	0.58	0.26	-	0.18	3.08	4.42	
	горец птичий	5	0.2	0.5	0.97	0.53	-	0.24	2.62	5.06	
		10	0.16	0.45	0.95	0.42	-	0.24	2.41	4.63	
		15	0.15	0.14	0.78	0.26	-	0.23	2.36	3.92	
		25	0.11	0.24	0.67	0.33	-	0.22	2.31	3.83	

Таблица 9. Биогеохимический (Гс) и экотоксикологический (Эс) показатели качества почвы придорожной территории улиц г. Оренбурга.

Название улиц	Вид растения	Значение Гс на различном расстоянии от дороги, м				Значение Эс на различном расстоянии от дороги, м			
		5	10	15	25	5	10	15	25
ул. Терешковой	марь белая	7.1	6.5	5.6	5.4	13.9	9.2	10	8.1
	горец птичий	6	4.7	4.7	3.3				
пр. Победы	марь белая	10.5	8.6	5.4	4	13.3	13.6	13.7	11.3
	горец птичий	15.9	10.5	8.8	6.1				
пр. Гагарина	марь белая	6.2	5.9	4.4	3.4	19.8	21	11.3	9.9
	горец птичий	4.8	4.4	3.5	3.2				

С увеличением экотоксикологического показателя почвы наблюдается увеличение по степенному закону биогеохимического показателя загрязнения растений. Причем критическими для экотоксикологического показателя качества почвы являются значения выше 8, при которых биологический фильтр растений не срабатывает и они активно загрязняются тяжелыми металлами.

Таким образом, автотранспортный комплекс является источником загрязнения придорожной территории тяжелыми металлами, которые накапливаются и в почве, и в растениях. В почвах придорожной зоны улиц общегородского значения наблюда-

ется повышенное содержание цинка (78-95 мг/кг), свинца (1-4,6 мг/кг) и кадмия (0,008-0,14 мг/кг). На улицах районного значения концентрация этих металлов в 1,5-2 раза ниже. Оценка степени загрязнения растений тяжелыми металлами, проведенная по коэффициенту концентрации и суммарному показателю химического загрязнения растений показала, что наиболее загрязнены растения, придорожных территорий улиц общегородского значения, где

суммарный показатель химического загрязнения в 37-68 раз превышает фоновый.

Причем проведенная нами оценка придорожных зон улиц г. Оренбурга по биогеохимическому (Г_с) и экотоксикологическому (Э_с) показателям качества почвы позволила выявить, что с биогеохимических позиций экологически неблагоприятными для МОЗ и МРЗ являются придорожные территории, удаленные от автодороги на 10-15 м.

Список использованной литературы:

1. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами // Колесников С.И. Экология и здоровье человека. – Ростов-на-Дону, 1997, ноябрь. – 94 с.
2. Кавтарадзе Д.Н., Николаева Л.Ф. и др. Автомобильные дороги в экологических системах. М.: ЧеРо, 1999. – 240 с.
3. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 567 с.
4. Амбарцумян В.В. Автотранспорт и окружающая среда. – Экология и жизнь, 1999, №2. – С. 53-67.
5. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. Учебник для ВУЗов / Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 2001. – 273 с.