

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Латышева Л.А.,

ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Аннотация. Определено валовое содержание тяжелых металлов в верхнем слое почв придорожной полосы. Дана оценка качества почв по степени экологического неблагополучия. Наибольшие значения коэффициентов концентрации тяжелых металлов выявлены в пробах территории на расстоянии 5-10 метров от дорожного полотна. Согласно показателю химического загрязнения почв (Z_c) эту территорию можно отнести к зоне с неблагоприятной экологической ситуацией.

Ключевые слова: *придорожная территория, почв, тяжелые металлы, показатель химического загрязнения.*

ASSESSMENT OF HEAVY METAL CONTAMINATION OF ROADSIDE SOILS

Latysheva L.A.,

*Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok*

Abstract. The gross content of heavy metals in the upper soil layer of the roadside strip has been determined. The assessment of soil quality according to the degree of ecological disadvantage is given. The highest values of heavy metal concentration coefficients were detected in samples of the territory at a distance of 5-10 meters from the roadway. According to the indicator of chemical soil pollution (Z_c), this territory can be classified as an area with an unfavorable ecological situation.

Keywords: *roadside territory, heavy metals, soil, chemical pollution indicator.*

Введение. Опасность загрязнения почвы химическими веществами определяется уровнем ее возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (вода, воздух), биоту, а также на биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения. Почвы являются основной депонирующей средой, интегральным индикатором многолетнего процесса загрязнения всей окружающей среды, куда загрязняющие вещества поступают с выпадениями из атмосферы, сточными водами, промышленными отходами и т.д. Кроме того, загрязненные почвы сами являются источником вторичного загрязнения приземного слоя воздуха, поверхностных и грунтовых вод. Т.о., почвы представляют тройной интерес, как начальное звено пищевой цепи, как источник вторичного загрязнения атмосферы и как интегральный показатель экологического состояния окружающей среды.

Автодороги являются одним из источников образования пыли в приземном воздушном слое. При движении автомобилей происходит истирание дорожных покрытий и отработавших газов. Химический состав и количество пыли зависят от материалов дорожного покрытия. На дорогах с асфальтобетонным покрытием в состав пыли дополнительно входят продукты износа вяжущих битумсодержащих материалов, частицы краски или пластмассы от линий разметки дороги на полосы. Загрязнение атмосферы подвижными источниками автотранспорта происходит в большей степени отработавшими газами, в составе которых в значительных количествах присутствуют тяжелые металлы (свинец, кадмий, цинк, никель) и углеводородными испарениями бензина из системы питания двигателя при заправке и процессе эксплуатации. Рассеиваясь в воздухе, они отлагаются на поверхности почвы.

Почвенный покров, наследует, прежде всего, те химические элементы, которые присущи материнскому субстрату, т.е. почвообразующей породе. Вследствие выветривания и как результат выщелачивания химических элементов, последние обладают способностью к миграции с последующим осаждением их на геохимических барьерах. В итоге для почв

Приморского края характерен повышенный (по сравнению со средним по России) региональный фон тяжелых металлов, на геохимических барьерах развивается природное загрязнение, которое колеблется в очень широких пределах. На этот фон накладывает свой отпечаток техногенное воздействие.

Накопление тяжелых металлов в придорожном грунте в результате выбросов от дорожного движения является одной из существенных экологических проблем в городах, которая имеет решающее значение для рационального природопользования.

Целью настоящего исследования является количественно и качественно оценить экологическое состояние придорожных почв участка автомобильной дороги федерального значения, выявить границы загрязнения придорожных территорий в результате дорожного движения.

Материалы и методы. Участок изыскания расположен на км 622 – км 639 существующей автомобильной дороги федерального значения М-60 «Уссури» Хабаровск - Владивосток. Ближайшая железнодорожная станция Дубининский расположена в 1,2 км к югу от конца участка изысканий. Крупная железнодорожная станция Уссурийск расположена в 17 км к юго-западу от участка изысканий.

Район характеризуется разнообразными формами рельефа. Равнинные участки здесь чередуются с всхолмленными. Абсолютные отметки колеблются от 67,06 м до 146,70 м. Встречаются участки открытых полей с травянистой и кустарниковой растительностью, заболоченные участки вдоль рек, ручьев. Преобладающие породы деревьев – дуб, осина, береза, липа. Долины рек, равнины и низменности распаханы. На полях произрастают различные сельскохозяйственные культуры, развито мелиорирование полей.

Гидрография представлена речкой Бакарасьевка и ручьями. Реки питаются преимущественно за счет дождей. Половодье происходит летом, летняя межень отсутствует, минимальные уровни характерны для зимы. Скорости течения и расходы воды в речках очень непостоянны и зависят от количества и интенсивности выпадающих осадков. Малые реки, имеют равнинный характер, используются для орошения.

Климат: территория Приморского края входит в климатическую область муссонов умеренных широт. Зима короткая, но морозная. Минимальные температуры января опускаются до -30°C , средняя температура января колеблется от -20 до -27°C в материковых районах. Зимой (с ноября по март) территория края находится под преобладающим воздействием холодных и сухих воздушных масс, в летнее время (с апреля по сентябрь) движение воздушных масс приобретает противоположное направление: они перемещаются, в основном, с юго-востока на северо-запад. Лето пасмурное с дождями, нередко с циклонами. Летний максимум достигает $35-40^{\circ}\text{C}$.

Для выявления накопления тяжелых металлов в придорожных почвах отбирались почвенные пробы как с поверхностного слоя 0-10-30 см. Пробы почвы отбирались с 45 точек с двух сторон и по всей длине (16,5 км) и с двух сторон предполагаемой реконструкции участка дороги. Аккредитованная аналитическая лаборатория «Экоаналитик» выполнила количественный химический анализ проб на содержание валовых форм следующих тяжелых металлов: кадмий, цинк, свинец, медь, никель, кобальт, хром. Лабораторные химико-аналитические исследования выполнялись в соответствии с требованиями нормативной документации [4].

Результаты и их обсуждение. С переносом промышленных предприятий из городов в районы с низкой плотностью населения, выбросы транспортных средств были признаны третьим по значимости фактором, влияющим на накопление тяжелых металлов (ТМ) в почве.

Исследование экологического состояния почв территории, прилегающей к автодороге М60 в условиях нарастания экологической нагрузки при проведении работ по реконструкции или ремонту существующей дорожной одежды, важно для выработки дальнейших мер по сохранению и защите окружающей среды. Рассеивание выбросов от автотранспорта и загрязнение придорожных почв, как считают одни исследователи, не распространяется более чем на 10 м от дороги, другие же рассматривают 20 метровую зону [7]. Нами исследования

проводились в 5 придорожных зонах: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40 м. Полученные результаты содержания валовых форм ТМ в виде средних значений представлены в таблице 1. Для интерпретации полученных данных нами использовались ОДК валовых форм тяжелых металлов в почвах, и региональные ПДК [1,2].

Таблица 1

Содержание валовых форм тяжелых металлов (мг/кг)

Расстояние от дороги, м	Pb	Cu	Zn	Cd	Co	Cr	Ni
5	144.2	265.9	192.3	3.1	37.2	97.8	58.0
10	124.8	204.0	138.2	2.5	31.0	89.3	50.2
20	97.3	150.9	85.6	1.8	29.0	83.6	26.3
30	46.9	73.2	69.0	1.6	25.4	79.1	19.8
40	34.2	61.2	64.7	1.5	19.6	70.1	16.5
ПДК*	300	100	150	3	70	100	
ОДК**	130	132	220	2	-	-	80

Примечание. *Региональный ПДК. Голов, 2002; **ОДК для почв близких к нейтральным (суглинистые и глинистые).

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что концентрации металлов в почвенных пробах уменьшаются при увеличении расстояния от дорожного полотна в среднем в 2-3 раза. Максимальное содержание тяжелых металлов отмечается на расстоянии 0-10 метров от дороги. Уровень накопления свинца, меди кадмия в 5 метровой придорожной зоне в 1,1-2 превышает ОДК валовых форм тяжелых металлов в почвах. Хотя по мере продвижения от автотрассы содержание ТМ во всех пробах падает и не превышает ОДК, чаще всего оно выше фоновых значений. Исследователи обнаружили, что высокое содержание наиболее токсичных металлов, относящихся к 1 и 2 группе опасности в придорожных почвах, связано с выбросами от автотранспорта. Износ шин и тормозных накладок является основным источником Cd, Zn и Cu. В результате анализа изотопных составов Pb обнаружили, что основными источниками свинца в верхнем слое придорожных почв является дорожное покрытие и выхлопные газы от транспортных средств [5]. Исследование Kocher et al. [6] показало, что pH в придорожной почве увеличивается до нейтрального уровня или даже выше нейтрального уровня из-за истирания дороги, что приводит к увеличению адсорбции металлов за счет конкуренции между протонами и катионами металлов, а также за счет увеличения растворимости органических веществ. Кроме того, наблюдается тенденция к более высоким концентрациям тяжелых металлов на обочинах дорог в местах с более высокой интенсивностью движения [7]. Исследуемый участок трассы М60 является автострадой федерального значения с высоким грузопотоком и объемом выбросов от дорожного движения, что является еще одним из факторов, влияющим на повышенную концентрацию ТМ в опробованных придорожных грунтах.

Для оценки уровня накопления тяжелых металлов в придорожных почвах исследуемых участков автотрассы М60 были подсчитаны коэффициенты концентрации (Кс) относительно фоновых значений (региональных кларков, применительно к почвам Приморья) и суммарный показатель уровня загрязнения почв по Сауту [4]. Значения коэффициентов концентраций валовых форм тяжелых металлов придорожных почв показали, что наибольшие значения Кс наблюдаются по меди, кадмию и свинцу (табл. 2). Самый высокий уровень загрязнения придорожных почв согласно полученным коэффициентам концентрации наблюдается в отношении Cu. Как слабозагрязненные характеризуются почвы в отношении Cr, Co и Ni по всем выделенным зонам. В отношении Cd и Pb выявлено загрязнение от сильного до очень сильного на расстоянии до 20 м от обочины дороги. Наиболее низкие уровни накопления всех ТМ наблюдаются в точках отбора проб на расстоянии 40 м от автотрассы.

Был установлен следующий ряд элементов по степени загрязнения ими придорожных почв: Cu> Cd> Pb> Zn > Co >Cr> Ni.

Согласно показателю химического загрязнения почв (Zc) придорожную территорию на расстоянии 10 м от дороги можно отнести к зоне с неблагоприятной экологической ситуацией. При значениях Zc от 16 до 32 почва относится к умеренно опасной категории, согласно российским нормативным документам. В придорожных почвах территорий на расстоянии 30-40 м от автомагистрали уровень загрязнения допустимый.

Таблица 2

Коэффициенты концентрации тяжелых металлов и суммарный показатель загрязнения (Zc) почв

Расстояние от дороги, м	Kc							Zc
	Pb	Cu	Zn	Cd	Co	Cr	Ni	
5	4.5	13.3	2.7	5.2	1.7	1.5	1.3	24.2
10	3.9	10.2	2.0	4.1	1.4	1.4	1.1	18.1
20	3.0	7.5	1.2	3.0	1.3	1.3	0.6	11.9
30	1.5	3.7	1.0	2.7	1.2	1.2	0.4	5.7
40	1.1	3.1	0.9	2.5	0.9	1.1	0.4	4.0
Кларк*	32	20	70	0,6	22	66	46	

Кларк**Региональный, для почв Приморья. Голов, 2002.

Заключение.

Анализ экологического состояния почв различных придорожных зон показал, что наихудшая экологическая ситуация наблюдается в почвах на расстоянии до 10 метров от дорожного полотна. Значение коэффициента суммарного загрязнения находится в границах умеренно опасной категории. По мере удаления от автомагистрали на расстояние до 20-40 м уровень загрязнения падает до допустимого. Судя по величине Kc, в придорожных почвах приоритетным загрязнителем является Cu во всех точках опробирования. Среди тяжелых металлов, относящихся к 1 классу опасности выявлена сильная степень загрязнения в отношении Cd, Pb.

Литература

1. Водяницкий Ю.Н., Яковлев А.С. Оценка загрязнения почвы по содержанию тяжелых металлов в профиле // Почвоведение. 2011. № 5. С.329-335.
2. Голов В.И. Микроэлементный состав почв Приморья // Характеристика агроземов Приморья. Уссурийск: ДВО ДОП РАН, 2002. С. 145-155.
3. ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. М.: Минздрав России, 2009. 4с.
- 4.РД 52.18.595-96. Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды.
5. Sun J., Hu G., Yu R., Lin C., Wang X., Huang Y. Human health risk assessment and source analysis of metals in soils along the G324 roadside, China, by Pb and Sr isotopic tracing. *Geoderma*. 2017;305:293–304.
6. Kocher B., Wessolek G., Stoffregen H. Water and heavy metal transport in roadside soils. *Pedosphere*. 2005;15:746–753.
7. Wang, M.; Zhang, H. Accumulation of Heavy Metals in Roadside Soil in Urban Area and the Related Impacting Factors. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2018**, *15*, 1064.