

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ГОРОДЕ САМАРЕ

© 2009 Н.В. Прохорова<sup>1</sup>, А.А. Лобачева<sup>2</sup>, Н.О. Рогоулёва<sup>3</sup>, Н.А. Морозова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный университет, г. Самара

<sup>2</sup>Самарский муниципальный институт управления, г. Самара

<sup>3</sup>Самарский областной университет Наяновой, г. Самара

Поступила 21.03.2009

В статье представлены результаты экспериментального изучения загрязнения почвенного покрова г. Самары нефтепродуктами и тяжелыми металлами.

Ключевые слова: химическое загрязнение, почвенный покров, Самара.

Экологическая ситуация в крупных промышленных городах складывается под воздействием целого комплекса факторов, существенной частью которого является техногенное загрязнение. Оно трансформирует химический состав природных сред города, как на уровне отдельных химических элементов, так и в отношении разнообразных по составу и сложности соединений. Такая трансформация негативным образом сказывается на функционировании живых организмов и экосистемы города в целом, снижается качество жизни горожан, ухудшается их здоровье [5]. Основные процессы распространения и перераспределения загрязнителей в городской среде происходит через атмосферные потоки, но главным депо для них выступает почвенный покров. Специфика промышленного производства (металлообработка, машиностроение, нефтепереработка) в совокупности с автотранспортной составляющей позволяет предполагать, что в г. Самаре особого внимания заслуживает загрязнение почв тяжелыми металлами и нефтепродуктами, оценке качественной и количественной характеристике которого и были посвящены наши исследования.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования осуществлялись на территории г. Самары с 2000 по 2008 гг. Объектами изучения были выбраны почвы промышленных и придорожных зон, а также почвенный покров парковых насаждений. Модельными площадками служили: территория, примыкающая к периметру Куйбышевского нефтеперерабатывающего завода (КНПЗ); придорожные зоны по ул. Московское шоссе,

Стара Загора и Демократическая; парк Металлургов, Загородный парк и парк им. Гагарина; участки в селитебной зоне г. Самары и загородный дачный участок (участки сравнения).

В зоне влияния КНПЗ в соответствии с направлением господствующих ветров выделяли три участка, первый из которых непосредственно примыкал к периметру предприятия, второй отстоял от него на 100 м, а третий – на 500 м. В качестве контроля использовали почвы участка в селитебной зоне Куйбышевского района г. Самары, отстоящего от завода на 2000 м, а также условно чистую почву «Терра Вита», приобретенную в торговой сети города. Оценивали качественный и количественный состав нефтепродуктов, накапливающихся в верхнем корнеобитаемом слое почвы. Для оценки техногенных потоков загрязнения, поступающих от автомагистралей, в определенных участках, в среднем отражающих условия в зоне влияния каждой из них, перпендикулярно полотну дороги закладывали эколого-геохимический профиль, длиной 100 м. Начиная с 1 м и далее через каждые 10 м до 100 м включительно от полотна дороги, отбирали почвенные образцы из слоя 0-10 см. В качестве контроля использовали почвы городского двора и загородного дачного участка. В почвенных образцах анализировали содержание тяжелых металлов и углеводородов. В почвах парковых насаждений изучали особенности аккумуляции тяжелых металлов.

Выбор пробных площадей для проведения полевых исследований, отбор почвенных образцов осуществляли общепринятыми методами. Количественное содержание кислоторастворимых форм (1н HNO<sub>3</sub>) тяжелых металлов (Cu, Zn, Co, Ni, Cr, Pb) в почвах определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, суммарное содержание углеводородов – методом ИК-спектроскопии, качественный и количественный анализ нефтепродуктов – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Суммарное содержание углеводородов в почвах выявляли по общему количеству соединений, экстрагируемых гексаном.

---

*Прохорова Наталья Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии ботаники и охраны природы. Лобачева Анна Анатольевна, старший преподаватель кафедры управления городским хозяйством. Рогоулёва Наталья Олеговна аспирант. Морозова Наталья Андреевна, аспирант.*  
E-mail ecology@ssu.samara.ru

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В период исследований (2000-2004 гг.) суммарное содержание углеводородов в почвах пробных площадей в зоне влияния КНПЗ существенно отличалось и подвергалось заметной динамике. Минимальное их количество было выявлено в условно чистой почве «Терра Вита» (в среднем 109,0 мг/кг), что существенно меньше, чем в почвах контрольного участка. Среднее содержание суммы углеводородов закономерно снижалось по мере удаления пробных площадей от промплощадки КНПЗ (от 1789 до 635 мг/кг почвы). Для контрольной пробной площади этот показатель варьировался от 650 до 900 мг/кг в разные годы наблюдений. На рис.1 представлены хроматограммы определения углеводородов в экстрактах из образцов почв трех экспериментальных пробных площадей. Как следует из рисунка, наиболее сильно загрязнена углеводородами почва пробных площадей 1 и 2, для которых характерно преобладание углеводородов  $C_{16}$  и  $C_{17}$ , здесь выявлены также

углеводороды с длиной алкильной цепи  $C_{18}$ - $C_{22}$  и даже  $C_{23}$ - $C_{29}$ , которых практически нет в почвах пробной площади 3 и контроля. Для них характерно достоверно меньшее содержание углеводородов в почве, углеводороды с длиной алкильной цепи  $C_{16}$ - $C_{18}$  выявляются здесь на уровне предела обнаружения. Тяжелые углеводороды с длиной алкильной цепи более 29 атомов углерода вообще не были обнаружены в почвах района исследований.

Комплексный анализ экспериментальных данных показал, что в выбросах нефтеперерабатывающего предприятия (КНПЗ) преобладают нормальные углеводороды, основным депо которых на прилегающей к нему территории являются почвы. Углеводороды выявляются хроматографически в почвах всех изученных пробных площадей, но их суммарное содержание и фракционный состав зависят от расстояния до источника загрязнения. Особенно загрязнены углеводородами (1,8 ПДК) почвы в 100-метровой зоне, примыкающей к промплощадке КНПЗ.

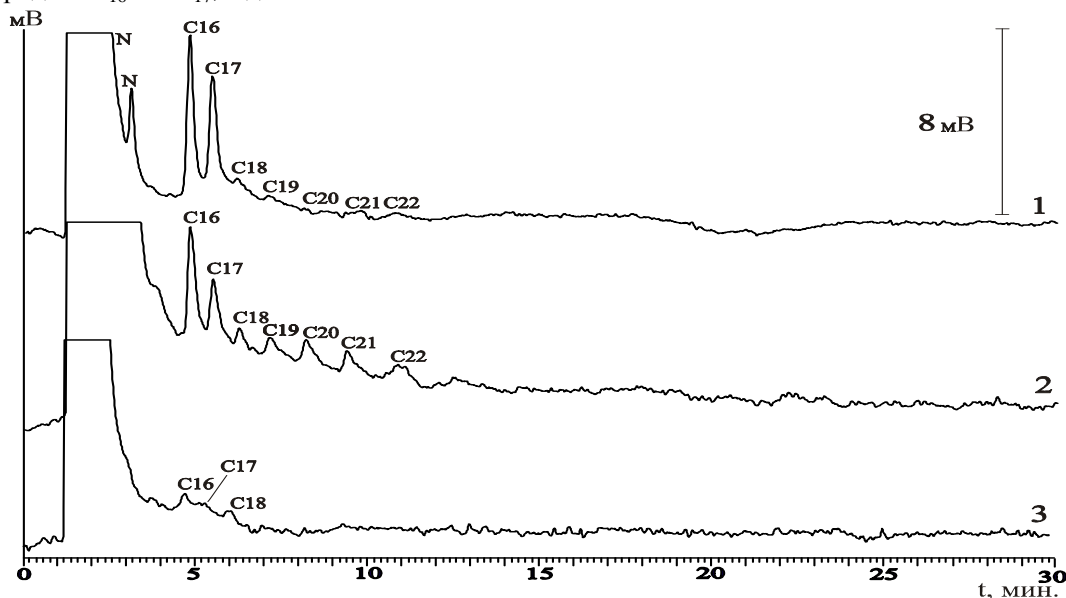


Рис. 1. Хроматограммы экстрактов почв, отобранных с экспериментальных пробных площадей 1-3 в зоне влияния КНПЗ (июль 2000 г.)

Углеводородное загрязнение в зоне влияния КНПЗ приводит к существенной техногенной трансформации почв, проявляющейся в снижении их биологической активности и повышении фитотоксичности. Существующий там растительный покров характеризуется обеднением видового и экоморфного состава, угнетением ростовых процессов, появлением видимых повреждений (хлорозы, некрозы), снижением жизненного состояния.

Комплексным фактором техногенной трансформации природной среды городов является автотранспорт. Город Самара – крупный промышленный центр с высокой степенью

обеспеченности автотранспортом и, соответственно, развитой транспортной инфраструктурой: автотранспортные магистрали федерального и областного значения, предприятия автосервиса, автозаправочные станции. Установлено, что количественные характеристики автотранспортного загрязнения в целом по Самарской области находится в прямой зависимости от численности транспортных средств и объемов используемого топлива [4].

Важной химической и агрохимической характеристикой почв является их гумусированность, но в условиях города почвы утрачивают естественные черты из-за техногенного

подавления процессов почвообразования. Поэтому существующие методы определения гумуса отражают не столько собственно гумусированность городских почв, сколько общее содержание органического углерода в них, в составе которого существенна техногенная составляющая (углеводороды топлива, смазочные масла и др.).

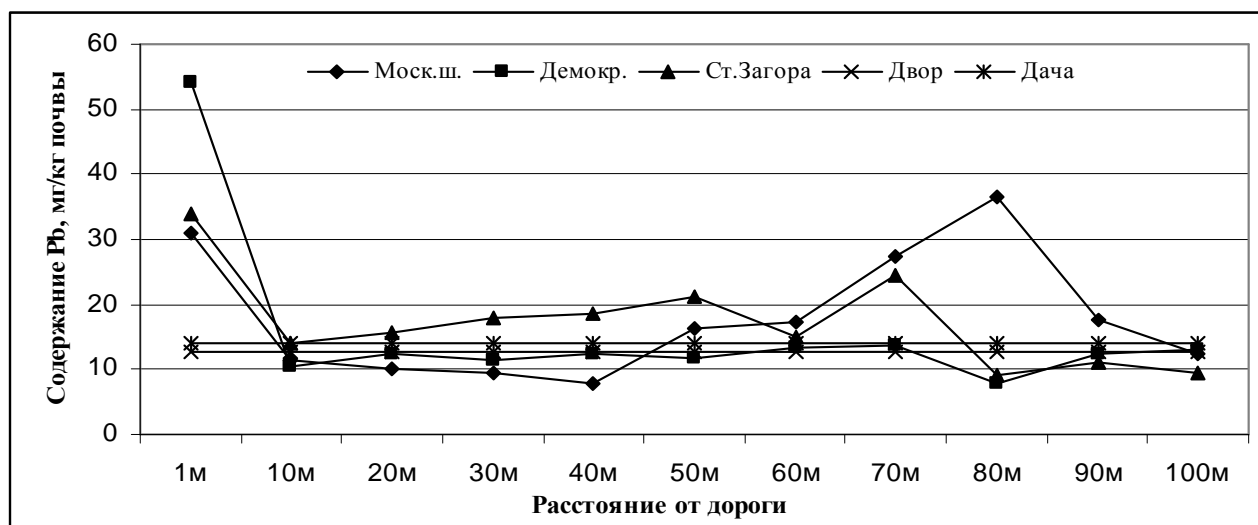
В почвах зоны влияния автотрасс в г. Самаре выявлена одна общая закономерность в накоплении органического углерода – максимальные показатели характерны для почв, отобранных на расстоянии 1 м от полотна дороги (от 4,5% на Московском шоссе до 5,3% на ул. Стара Загора). Относительно высокий показатель накопления углерода в непосредственной близости от полотна дорог свидетельствует об автотранспортном привнесении углеродсодержащих компонентов в почвы придорожных зон. Для более

аргументированного подтверждения этого вывода было проведено исследование суммарного накопления углеводов в почвах, отобранных на расстоянии 1, 50 и 100 м от полотна каждой из автодорог, а также в городском дворе и на дачном участке (табл. 1).

Максимальное содержание суммы углеводов в почвах характерно для участков, непосредственно примыкающих к полотну дорог. По мере удаления от дороги показатель достоверно снижается. Городские дворы и почвы дачных загородных участков содержат в 2-2,5 раза меньше углеводов, чем почвы придорожных зон, что подтверждает мнение о том, что углерод городских почв в значительной мере техногенен и большая его часть является результатом автотранспортного загрязнения (табл. 1).

**Таблица 1.** Суммарное содержание углеводов в изучаемых почвах, мг/кг воздушно-сухой почвы

Вариант	1 м	50 м	100 м
Ул. Московское шоссе	921,0	750,0	700,0
Ул. Стара Загора	900,0	810,0	720,0
Ул. Демократическая	1000,0	710,0	620,0
Городской двор	380,0		
Загородный дачный участок	450,0		



**Рис. 2.** Пространственное распределение Pb в изучаемых почвах

Известно, что автотранспорт активно поставляет в окружающую среду не только углеводороды, пыль, окислы азота, углерода и серы, но и тяжелые металлы [3]. Исследования показали, что средние концентрации кислоторастворимых форм всех изученных элементов в почвах дачного участка и городского двора различаются незначительно на фоне их существенного варьирования в почвах придорожных зон. В качестве примера приведены данные по пространственному варьированию содержания Pb, как наиболее «транспортно зависимого» загрязняющего элемента в почвах города Самары. В почвах двора и дачи его содержание составляет 12,7 и 14,0 мг/кг

соответственно, а в почвах придорожных зон оно изменяется от 7,7 до 54,0 мг/кг (рис. 2.). Подобная картина пространственного варьирования сохраняется и для всех других изученных тяжелых металлов.

ПДК кислоторастворимой формы Pb для почв составляет 6 мг/кг [2]. Как видно из рис. 2, во всех почвенных образцах содержание Pb значительно выше или сопоставимо с ПДК. Общий характер полученных кривых демонстрирует наиболее активное накопление Pb городскими почвами на расстоянии 1 м от полотна всех изученных дорог. Сравнение полученных данных с установленным нами ранее региональным фоновым уровнем

содержания кислоторастворимого Pb в почвенном покрове Самарской области (2 мг/кг) [1] показывает техногенное происхождение его в почвах города с коэффициентом техногенности от 3,85 до 18,2.

Анализ распределения тяжелых металлов в почвах эколого-геохимических профилей выявил несомненную зависимость от автотранспортного загрязнения в накоплении Pb и Cu, несколько слабее она прослеживается в отношении Zn, Cd и Cr. Накопление Ni демонстрирует связь с автотранспортным загрязнением только на ул. Демократической.

Распределение потенциально подвижных кислоторастворимых форм тяжелых металлов в почвенном покрове г. Самары рассматривали более широко. Для сравнительного анализа были привлечены данные для разных функциональных зон города – городских улиц с интенсивным движением автотранспорта, промышленных зон, крупных городских парков. По содержанию кислоторастворимых форм тяжелых металлов территории города с разной техногенной нагрузкой различаются несущественно. В самом общем плане можно сказать, что в почвах парков накапливается

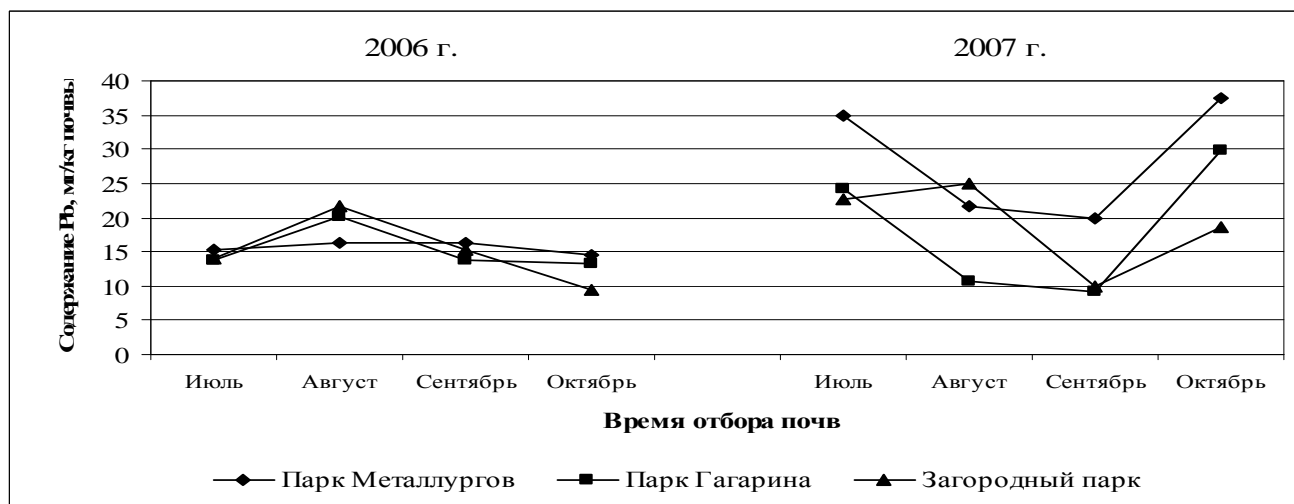
несколько больше кислоторастворимых Cr, Ni, в почвах городских автомагистралей (улицы) – Pb, Cu, Zn, в почвах промзон – Co.

Для оценки роли парковых насаждений в аккумуляции тяжелых металлов мы изучали накопление кислоторастворимых форм Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Cr в почвенном покрове парка Metallургов, Загородного парка и парка им. Гагарина. В табл. 2 представлены данные о среднем содержании металлов в почвах этих парков в 2006-2008 гг. Весь период наблюдений максимальный уровень содержания всех изученных элементов был характерен для почв парка Metallургов, что объясняется суммированием техногенных потоков от металлургического завода и автотранспортных магистралей.

В техногенном прессе, который испытывают все исследуемые парки, значительная доля принадлежит автотранспортной составляющей, поэтому особый интерес представляет анализ обогащения парковых почв Pb. На рис. 3. представлена динамика накопления кислоторастворимого Pb в парковых почвах г. Самары в 2006 и 2007 гг.

**Таблица 2.** Среднее содержание кислоторастворимой формы тяжелых металлов в почвах крупнейших парков г. Самары, мг/кг воздушно-сухой почвы

Парки	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
Металлургов	45,56	27,62	23,39	1,92	27,85	21,23
Гагарина	32,32	20,12	15,73	0,99	19,48	15,28
Загородный	32,87	20,88	17,15	1,05	18,66	14,96



**Рис. 3.** Динамика содержания Pb в почвах парковых насаждений г. Самары

Во всех изучаемых парках уровень накопления Pb в почвах превосходил ПДК (6 мг/кг). В целом его концентрации в парковых почвах были сравнимы со средними концентрациями в придорожных зонах. Только в июле и октябре 2007 г. концентрация Pb в почвах парка Metallургов существенно возросла и достигла уровня концентраций, характерных для почв участков

придорожных зон, непосредственно примыкающих к полотну дороги (до 1 м).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальные исследования, проведенные в период 2000-2008 гг., позволили дать количественную оценку техногенного загрязнения почвенного покрова различных функциональных

зон г. Самары нефтепродуктами и тяжелыми металлами. Подтверждена существенная роль автотранспорта в формировании техногенных потоков загрязнения городских почв, в составе которых выделяются углеводороды и кислоторастворимая форма Рв.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Матвеев Н.М., Павловский В.А., Прохорова Н.В.* Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. – Самара: Самарский университет, 1997. 215с.
2. Нормативные данные по предельно допустимым уровням загрязнения вредными веществами объектов окружающей среды. Справочный материал. Спб., 1993. 233с.
3. *Прохорова Н.В.* Эколого-геохимическая роль автотранспорта в условиях городской среды// Вестник Самарского государственного университета. Естественная серия. 2005. № 5 (39). С.188-199.
4. Экологическая ситуация в Самарской области: состояние и прогноз. Тольятти, 1994. – 326с.
5. Экология города: Учебное пособие/ Под ред. В.В. Денисова. М.:ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2008. 832 с.

### **SOME SPECIALTIES OF CHEMICAL UNION OF SOILS PLATS AT SAMARA**

**© 2009 N.V. Prochorova, A.A. Lobacheva, N.O. Roguleva, N.A. Morosova**

Samara State University

At the article are introduced the results of experiment researching of destructors of soils of Samara by the oilproducts and hard metals.

Key words: chemical onion, soils plats, Samara.

---

*Prochorova Natal'ya Vladimirovna* Doctor of Biology, professor of department of ecology the botanics and protection of environment. *Lobacheva Anna Anatol'evna* senior teacher of department of managing of city culture. *Roguleva Natal'ya Olegovna*, graduate student. *Morosova Natal'ya Andreevna*, graduate student.  
E-mail ecology@ssu.samara.ru