



УДК 504.064.3:504.75

Н.В. Ёркина

**ПОЧВЫ КАК РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА УРБОСИСТЕМЫ***Мелитопольский государственный педагогический университет имени Богдана  
Хмельницкого*

Рассмотрены классификации городских почв, возможности оперативного отслеживания экологического состояния почвенного покрова урбосистемы. Проведен анализ данных комплексного экологического мониторинга почвенного покрова в соответствии со структурно-функциональной организацией урбосистемы и почв основных промышленных предприятий города Мелитополя и территорий, прилежащих к 275-ой артбазе под Новобогдановкой.

*Ключевые слова:* почвы, урбосистема, экологический мониторинг, структурно-функциональная организация.

Н.В. Ёркина

**ГРУНТИ ЯК РЕПРЕЗЕНТАТИВНИЙ КОМПОНЕНТ ЕКОЛОГІЧНОГО  
МОНИТОРИНГУ УРБОСИСТЕМИ***Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького*

Розглянуто класифікації міських ґрунтів, можливості оперативного відстеження екологічного стану ґрунтового покриву урбосистеми. Проведено аналіз даних комплексного екологічного моніторингу ґрунтового покриву у відповідності зі структурно-функціональною організацією урбосистеми та ґрунтів основних промислових підприємств міста Мелітополя і територій, прилеглих до 275-ої артбази під Новобогданівкою.

*Ключові слова:* ґрунти, урбосистема, екологічний моніторинг, структурно-функціональна організація.

N.V. Yorkina

**SOILS AS REPRESENTATIVE COMPONENT OF URBAN SYSTEM ECOLOGICAL  
MONITORING***Bogdan Chmelnitskiy Melitopol State Pedagogical University*

Some classifications of city soils together with possibilities of operative tracking of the ecological state of urban system soil cover were considered. Data analysis of complex ecological monitoring of the soil cover was performed towards structural-functional organization of urban system and soils of city principal basic industrial enterprises and territories adjacent to artillery base complex near Novobogdanovka.

The use of modern classifications of urban soils allows us to monitor the ecological state of soil of urban system and take proper measures for its optimization. The most representative indicators of the ecological status of soils for urban system are pH and heavy metals. All components of urban system must be considered as integrated structural and functional formation, where the main structural components are the administrative and territorial units - regions, and functional - industrial, residential and recreational areas of the city.

Environmental monitoring of the spatial distribution of heavy metals and pH in Melitopol proved their uneven distribution. Most disadvantaged areas were located near highways. The main role in the pollution of the urban Melitopol environment has shifted to the road transport industry due to its significant increase.

*Keywords:* soils, urbosystem, ecological monitoring, structural-functional organization.

Современные экологические исследования свидетельствуют о том, что под влиянием деятельности человека городские почвы сильно изменяются и, в связи с этим, приобретают ряд специфических особенностей. Их основные группы - природные и искусственные насыпные почвы кардинально отличаются друг от друга как по физико-химическим показателям, так и по особенностям аккумуляции загрязняющих веществ (Сагет, 1990). Учитывая эту специфику, Бриджес (Bridges, 1989) предложил следующую классификацию антропогенных почв: скальпик, гарбик, урбик, скопик, кумулик, фумик.

В американской классификации (Soil Taxonomy, 1994) антропогенно измененные почвы подразделяются на энтисоли и инсептисоли с такими диагностическими горизонтами: охрик, камбик, гарбик, скальпик, урбик, споник. Классифицируя нарушенные почвы урбосистем, почвенная Служба Англии и Уэльса среди всех разновидностей выделила отдельную почвенную группу, созданную человеком (man-made soils). Учитывая территориальные особенности почвообразования, югославский исследователь Г. Антонович предложил несколько классификационных схем для почв, загрязненных различными веществами, но не нарушенных физически (аэросоли). Впоследствии ряд учёных (Калабеков, 2003; Кучерявый, 1999; Строганова, 1998) дифференцировали почвы изменённых городских территорий на те, которые имеют естественное происхождение и субстраты, полученные в результате деятельности человека.

Польские ученые рассматривают таксономические единицы почв как результат изменения биологических, физических, химических свойств урболандшафта и выделяют среди них три основные категории: механически трансформированные; рыхлые слои, которые покрывают естественную поверхность; химически трансформированные. Немецкие почвоведы предлагают новую таксономическую единицу – урбиковые антросоли – субстраты, образованные в результате человеческой деятельности. В предложенной авторами классификации большое значение придается денусоли – почве, со срезанной верхушкой, и интросоли – почве, пропитанной масляно-бензиновыми жидкостями и газами около АЗС и автомобильных стоянок (Калабеков, 2003).

В фундаментальных исследованиях генезиса городских почв, отечественный ученый В. А. Кучерявый (Кучерявый, 1991) выделяет следующие группы: лесные природные, парковые природные; природно-искусственные парков, садов, бульваров и внутриквартальных посадок; искусственные уличных посадок и площадей.

В соответствии с классификацией М.Н. Строгановой (Строганова, 1998) все почвы города делятся на такие группы: естественные ненарушенные; естественно-антропогенные поверхностно-преобразованные (естественные нарушенные); антропогенные глубокопреобразованные урбаноземы и почвы техногенных поверхностных почвоподобных образований урботехноземов.

Естественные ненарушенные почвы сохраняют нормальное залегание горизонтов естественных почв и приурочены к городским лесам и лесопарковым территориям, расположенным в черте города. Естественно-антропогенные поверхностно-преобразованные почвы в городе подвергаются поверхностному изменению почвенного профиля менее 50 см мощности. Они сочетают в себе горизонт «урбик» и ненарушенную нижнюю часть профиля. Антропогенные глубокопреобразованные почвы образуют группу собственно городских почв урбаноземов, в которых горизонт «урбик» имеет мощность более 50 см. Они формируются за счет процессов



урбанизации, и подразделяются на 2 подгруппы: 1) физически преобразованные почвы, в которых произошла физико-механическая перестройка профиля (урбанозем, культурозем, некрозем, экранозем); 2) химически преобразованные почвы, в которых произошли значительные хемотропные изменения свойств и строения профиля за счет интенсивного химического загрязнения как воздушным, так и жидкостным путем, что и отражается на их разделении (индустризем, интрузем). Кроме этого, на территории городов формируются почвоподобные техногенные поверхностные образования (урботехноземы). Они представляют собой созданные искусственно почво-грунты, путем обогащения плодородным слоем, торфо-компостной смесью насыпных или других свежих грунтов (реплантозем, конструкторзем).

Вышеуказанные группы почв характерны и для больших промышленных городов Украины. Производственная деятельность человека значительно повлияла на формирование разнообразного почвенного покрова урбосистемы Мелитополя (черноземы обычные, черноземы южные солонцеватые, темно-каштановые, солонцеватые грунты, супесчаные и песчано-суглинистые черноземы).

Известно, что в городских почвах в отличие от природных присутствует диагностический горизонт «урбик». Он представляет собой часть культурного слоя с примесью антропогенных включений (строительно-бытового мусора, промышленных отходов) более 5 %, мощностью более 5 см. Именно эта часть почвенного покрова наиболее подвержена интенсивному антропогенному воздействию и, следовательно, представляет наибольший интерес для экологического мониторинга. Главная особенность загрязнения городских почв – совместное воздействие на них большого числа источников загрязнения, как стационарных (промышленные предприятия), так и подвижных (транспорт). Большие объемы земляных работ также вносят свой вклад в возникновение сложной картины загрязнения почв. Однако, как отмечалось выше, экологический мониторинг будет тогда эффективен и реально выполним, когда число показателей будет сведено до минимума (только самые репрезентативные данные). Поэтому, отбор почвенных образцов проводился нами из верхнего слоя (урбик). Интегральный показатель для оценки эффективности проводимых в городе природоохранных мероприятий – химическое состояние почв. Оно также складывается из комплекса показателей, наиболее важных с точки зрения экологического мониторинга.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Для характеристики экологического состояния почв урбосистемы Мелитополя были выбраны такие показатели: реакция среды (рН) и содержание тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cr и др.).

Основным материалом для исследования послужили результаты, полученные в ходе комплексного экологического мониторинга на территории города Мелитополя Запорожской области в 2005-2010 гг.

Антропоэкологическое таксонирование города осуществлялось в процессе выделения основных территориальных единиц – экоучастков – промышленных, селитебных и рекреационных зон, которые рассматривались как основные функциональные элементы исследуемой урбосистемы. Структурные компоненты были выделены в соответствии с административно-территориальным районированием города. Каждая точка отбора почвенных проб соответствовала определенному экоучастку в пределах одного из районов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам мониторинга почв в городе Мелитополе наиболее щелочными являются почвы в районе завода «Автоцветлит», гостиницы «Мелитополь», Кизиярской балки, а также автотрасс Мелитополь-Мариуполь, Мелитополь-Симферополь. В результате повышенной щелочности почвы в данных местах приобретают отрицательные качества – большую связность, бесструктурность, содержат мало подвижных питательных элементов и гумуса, отличаются плохой водопроницаемостью, сильной набухаемостью при увлажнении и значительной усадкой при высыхании. Микробиологическая деятельность в таких почвах значительно ослаблена высокой щелочностью и крайне неустойчивым водным режимом. Высокую щелочность городских почв большинство авторов (Калабеков, 2003; Обухов, 1989) связывают с поступлением большого количества пыли, содержащей карбонаты Са и Mg, поступающих с автомагистралей и с использованием извести в строительном растворе, который хорошо выветривается, высвобождая кальций в почву. Под действием осадков, обогащенных растворенной углекислотой, в почвах образуются бикарбонаты, которые (как гидrolитически щелочные соли) способны изменять реакцию среды в щелочную сторону. В почвах, находящихся в полосе 0-2 метра от полотна дороги, значения pH достигают 8-9. Следует также отметить, что подщелачивание почв это один из факторов, способствующих закреплению в них тяжелых металлов (Черноусенко, 2000), которые, в свою очередь, являются важнейшим компонентом загрязнения городской среды. Несмотря на то, что показатель pH в целом по городу колебался в достаточно больших пределах, на большинстве участков за исследуемый период он не претерпел заметных изменений. Исключением являются только некоторые точки, расположенные вблизи оживленных автомагистралей, где отмечено некоторое увеличение щелочности верхнего горизонта почвенного покрова.

Территория города Мелитополя подвергается загрязнению со стороны целого комплекса различных источников. Состав загрязнителей также весьма разнообразен (нефтепродукты, тяжелые металлы, пестициды и др.). Из этого массива нами были отобраны наиболее показательные виды загрязнителей, которые органично вписывались в программу комплексного экологического мониторинга. Немаловажную роль сыграл и тот факт, что в настоящее время проблема влияния почвенных загрязнителей на здоровье населения исследована недостаточно. Как показали проведенные эксперименты, в наибольшей степени на городское население оказывает влияние содержащиеся в почвах тяжелые металлы. Их соединения в большинстве случаев токсичны, обладают высокой устойчивостью во времени и способностью накапливаться в почве. В организм человека соединения почвенных тяжелых металлов попадают различными путями. Основными источниками загрязнения в городе Мелитополе являются выбросы машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий, а также автотранспорт. Большинство выбросов токсических веществ, попадающих в городскую среду, сосредотачиваются на поверхности почвы, где происходит их постепенное депонирование.

Проведенные на территории города Мелитополя исследования показали, что аномалии халькофильных элементов (Zn, Cu, Pb) связаны с промышленными выбросами различных производств и автотранспорта. Именно эта группа загрязнителей представляет наибольшую опасность, поскольку распространяется на



территории жилых массивов и рекреационных зон и наносит невосполнимый ущерб здоровью населения.

Экологический мониторинг пространственного распределения тяжёлых металлов на территории Мелитополя показал, что распределение металлов в почвах урбосистемы неравномерно. Их содержание может варьироваться, локально превышая предельно-допустимые концентрации в несколько раз. Pb, Cr и Zn, как элементы с пространственно согласованным поведением, образуют ареалы загрязнения вокруг его источников и картографируются в виде устойчивых ассоциаций. Данные ассоциации характерны для выбросов конкретных производств (так, на территориях, прилегающих к основным предприятиям города концентрация Pb стабильно превышает ПДК (20 мг/кг) в 1,5-2 раза, а цинка ПДК (23,0 мг/кг) в 4 раза. Возникают они и в районе транспортных магистралей. Cd обнаружен в районе завода «Автоцветлит» и городской свалки. Причем, в первом случае его концентрация превышает ПДК (1,0 мг/кг) в 4-5 раз, во втором – в 8-10 раз.

В целом по городу Мелитополю по данным экологического мониторинга наблюдается присутствие нескольких токсических веществ с превышением ПДК (в большинстве случаев – это свинец, цинк), что значительно усугубляет ситуацию вследствие их синергизма.

По результатам анализа содержания Pb в верхнем слое почвенного покрова выявлено, что наибольшее увеличение этого показателя отмечено на участках, расположенных вблизи автомагистралей. Тенденция к росту содержания свинца в поверхностном слое почвы отмечена в точках, расположенных в районе жилых массивов. При этом увеличение концентрации свинца в пробах с территории ряда промышленных предприятий незначительно. Таким образом, главным источником загрязнения почв урбосистемы является автотранспорт. Содержание подвижных форм свинца на участках, расположенных вблизи транспортных магистралей превышает ПДК (20 мг/кг) в 2-3 раза. Установлено, что содержание подвижных форм свинца в почве в весенне-летний период несколько больше, чем в осенне-зимний период. Это связано в первую очередь с увеличением количества транспортного грузопотока. Также более высокий уровень свинца наблюдался на участках, примыкающих к предприятиям города.

Показатели наличия Zn, Cr и Cd в некоторых районах города согласуются с данными распределения атмосферного загрязнения на территории Мелитополя и указывают на аэротехногенный характер загрязнения. В целом по городу концентрация Zn не превышает ПДК (23,0 мг/кг). Исключение составляют почвы, прилегающие к основным предприятиям города, где наблюдается более высокий уровень загрязнения Zn по сравнению с фоновой почвой (3-4 раза и более). Подвижные формы кадмия обнаружены в районе завода «Автоцветлит» и городской свалки. Содержание подвижных форм кадмия на этих участках превышает ПДК (1,0 мг/кг) в 5-10 раз.

На основании результатов, полученных в ходе экологического мониторинга почв 275-й артбазы под Новобогдановкой в период с 2006 по 2010 годы, мы можем констатировать, что содержание всех подвижных форм тяжёлых металлов в почвах стабильно выше на территориях, находящихся в непосредственной близости от артбазы. Тогда как, вблизи городской автомагистрали по улице Луначарского регистрируется более высокий уровень содержания тяжелых металлов (уровень свинца превышает фоновый в 1,5-2 раза), нежели на территориях 275-ой артбазы под Новобогдановкой.

Интересные данные получены в ходе экологического мониторинга почв мелитопольских предприятий (ЧП «Молокозавод – ОЛКОМ», ОАО «Мелитопольский завод строительных материалов», ОАО «Мелитопольский завод холодильного машиностроения Рефма», ОАО «Мелитопольский компрессор»). Проведенный анализ почвенного покрова основных промышленных предприятий города показал, что содержание тяжелых металлов в несколько раз превышает ПДК на всех предприятиях города (Cd – в 3-4 раза, Cu – 5-6 раз; на некоторых предприятиях в 10-12 раз, Ni – в 4-5 раз, Pb – в 1,5-2 раза, Zn – в 3-4 раза). Большинство вышеперечисленных предприятий находится в черте города Мелитополя, что, несомненно, оказывает существенное влияние на состояние окружающей среды (загрязняет её) и здоровье населения.

#### ВЫВОДЫ

1. Использование современных классификаций городских почв позволяет оперативно отслеживать экологическое состояние почвенного покрова урбосистемы и принимать своевременные меры по его оптимизации.
2. Наиболее репрезентативными показателями экологического состояния почв урбосистемы являются: реакция среды (рН) и содержание тяжелых металлов.
3. Все компоненты урбосистемы необходимо рассматривать как единое структурно-функциональное образование, где основными структурными компонентами выступают административно-территориальные единицы – районы, а функциональными – промышленные, селитебные и рекреационные зоны города.
4. Экологический мониторинг пространственного распределения тяжёлых металлов и рН среды на территории Мелитополя показал их неравномерное распределение. Самыми неблагоприятными оказались участки, расположенные вблизи автомагистралей.
5. Основная роль в загрязнении городской среды Мелитополя перешла от промышленных предприятий к автотранспорту, что обусловлено его значительным увеличением.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Димань Т.М.** Экологія людини: підручник / Т.М. Димань. – К.: ВЦ Академія, 2009. – 376 с.
- Калабеков А.Л.** Проблемы экологии: Экологический мониторинг в оценке загрязнения городской среды / А.Л. Калабеков. – М.: ИМ-Информ, 2003. – 216 с.
- Кожевина Л.С.** Стратегия развития природных экосистем и экосистемы «Город» / Л.С. Кожевина. // Экополис 2000: Экология и устойчивое развитие города. Мат. III междунар. конф. – М.: Изд-во РАМН, 2000. – С. 98.
- Коробкин В.И.** Экология: [учебник для вузов] / В.И. Коробкин, Л.В. Предельский. – изд. 13-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 602 с.
- Куранов Б.Д.** Теоретические аспекты изучения экосистемы города / Б.Д. Куранов // Рациональное использование природных ресурсов Сибири. – Томск, 1989. – С. 182-190.
- Кучерявый В.П.** Урбоэкологические основы и принципы интродукции и фитомелиорации: (на примере больших городов запада УССР): автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / В.А. Кучерявый. – М., 1991. – 40 с.
- Кучерявый В.П.** Урбоэкологія / В.П. Кучерявый. - Львів: Світ, 1999. — 346 с.
- Мазинг В.В.** Экосистема города, ее особенности и возможности оптимизации / В.В. Мазинг // Экологические аспекты городских экосистем. - Минск, 1984. - С. 181-191.



- Реймерс Н.Ф.** Природопользование: [словарь-справочник] / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
- Саєт Ю.Е.** Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саєт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
- Строганова М.Н.** Городские почвы: генезис, классификация, экологическое значение (на примере г. Москвы): автореф. дис. ...доктора биол. наук / М.Н. Строганова. – М., 1998. – 71 с.
- Стольберг Ф.В.** Экология города / Ф.В. Стольберг. – Киев: Либра, 2000. – 464 с.
- Яницкий О.Н.** Экология города. Зарубежные междисциплинарные концепции / О.Н. Яницкий. – М., 1984. – 240 с.

#### REFERENCES

- Diman T.M.** Human ecology: textbook. – K.: VC Academia, 2009. – 376 p. [in Ukrainian]
- Kalabekov A.L.** Ecological problems: Ecological monitoring in urban pollution estimation. – M.: IM-Inform, 2003. – 216 p. [in Russian]
- Kozhevina L.S.** Development strategy of nature ecosystems and ecosystem “City” // Ecopolis 2000: Ecology and urban sustainable development. Proc. III Intern. Conf. – M.: RAMN Press, 2000. – P. 98. [in Russian]
- Korobkin V.I., Predelskiy L.V.** Ecology [universities textbook]. – Rostov-on-Don: Fenix, 2008. – 602 p. [in Russian]
- Kuranov B.D.** Theoretical aspects of city ecosystem study // Sustainable use of Siberian nature resources. – Tomsk, 1989. – P. 182-190. [in Russian]
- Kucheriaviy V.P.** Urban ecology basics and principles of introduction and vegetative reclamation (the case of large cities of Ukrainian western part): synopsis of thesis submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor in Agricultural Sciences. – M., 1991. – 40 p. [in Russian]
- Kucheriaviy V.P.** Urban ecology. - Lviv: Svit, 1999. — 346 p. [in Ukrainian]
- Mazing V.V.** City ecosystem: characteristics and potentials for optimization // Ecological aspects of urban ecosystems. - Minsk, 1984. - P. 181-191. [in Russian]
- Reimers N.F.** Nature management: [glossary]. – M.: Mysl, 1990. – 637 p. [in Russian]
- Sayet Yu.Ye., Revich B.A., Yanin Ye.P.** Environmental geochemistry. - M.: Nedra, 1990. – 335 p. [in Russian]
- Stroganova M.N.** City soils: genesis, classification, ecological value (the case of Moscow): synopsis of thesis submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor in Biological Sciences. – M., 1998. – 71 p. [in Russian]
- Stolberg F.V.** Urban ecology. – Kiev: Libra, 2000. – 464 p. [in Russian]
- Yanitskiy O.N.** Urban ecology. International interdisciplinary conceptions. – M., 1984. – 240 p. [in Russian]

© Н.В. Еркина, 2011

© N.V. Yorkina, 2011

*Надійшла до редколегії 25.10.2011*