

УДК 550.424.4

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБОЛАНДШАФТОВ НИКОЛАЕВСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

*В.В. Долин, С.М. Смирнова, А.А. Ищук
ГУ "Институт геохимии окружающей среды НАН Украины"
03680, просп. акад. Палладина, 34-б, Киев, Украина*

Определены источники загрязнения и закономерности пространственного распределения тяжелых металлов (Zn, Pb, Cr, Ni, Cu, Mn) в почвах Николаевской городской агломерации с использованием ГИС-технологий. Обсуждены процессы формирования загрязнения почвенного покрова и накопления азротехногенных поступлений. Посредством корреляционного анализа проанализировано загрязнение почвенного покрова зон обслуживания детских поликлиник г. Николаева по средневзвешенным показателям и выявлены геоэкологически обусловленные классы заболеваний.

Введение. В структуре промышленного комплекса г. Николаева ведущее место занимает машиностроение и металлообработка. Основной вклад в развитие промышленного потенциала (до 50 %) вносит судостроение. Металлообработывающая отрасль судостроительных предприятий служит главным поставщиком тяжелых металлов (ТМ) в атмосферу и включает ряд производств: механообработывающее, гальваническое, корпусообработывающее, сборочно-сварочное. На каждом этапе технологического процесса возможно попадание ТМ в геологическую среду, главным образом, в процессах механической очистки и раскроя металла по шаблонам, автоматической резки, зачистки сварочных швов, электрохимической обработки металлов. Приоритетными ТМ по массе и степени распространенности в выбросах предприятий являются цинк, свинец, хром, никель, медь, железо, марганец (в виде неорганических соединений).

Общие закономерности выноса и рассеивания техногенных выбросов для данного региона в общем виде характеризуется "розой ветров": наибольшая дальность выноса отмечается в направлении господствующих ветров (в подветренную сторону) (рис. 1).

Более 12 предприятий города осуществляют выбросы цинка в атмосферный бассейн. Около 77 % выбросов цинкового загрязнения на территории города обеспечивает ПАО "Николаевский судостроительный завод "Океан", 11 % – ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект". Динамика суммарного показателя по городу имеет тенденцию к

снижению валовых выбросов в период 2005–2009 гг. с 0,135 до 0,119 т/год.

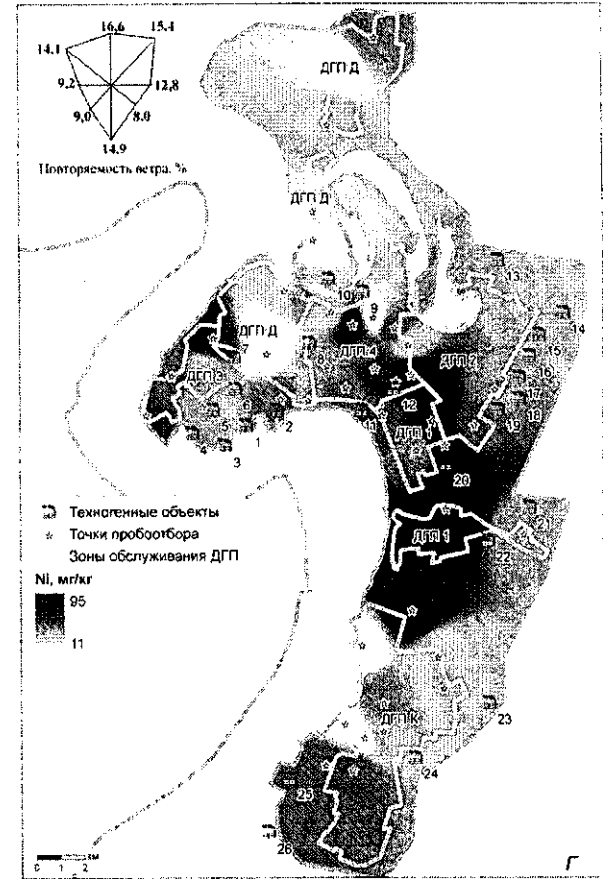
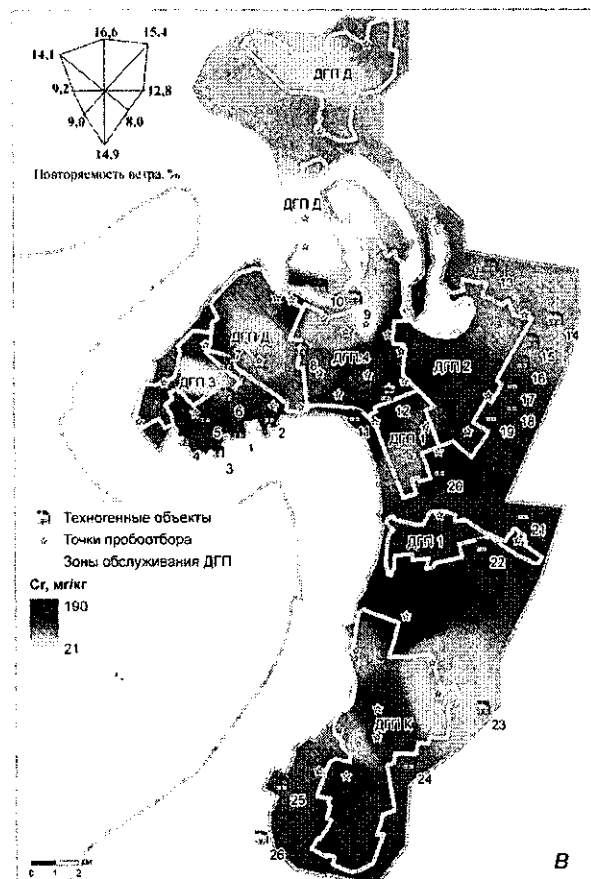
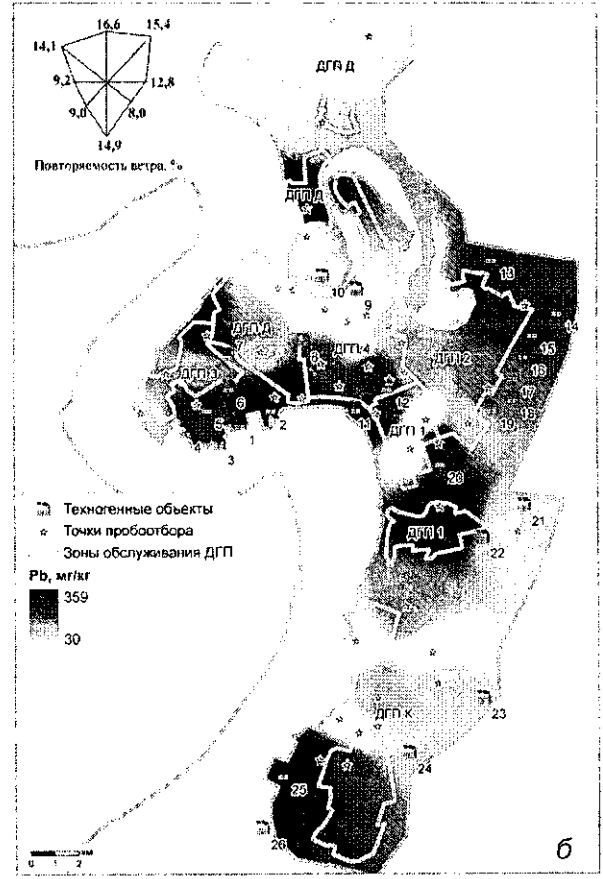
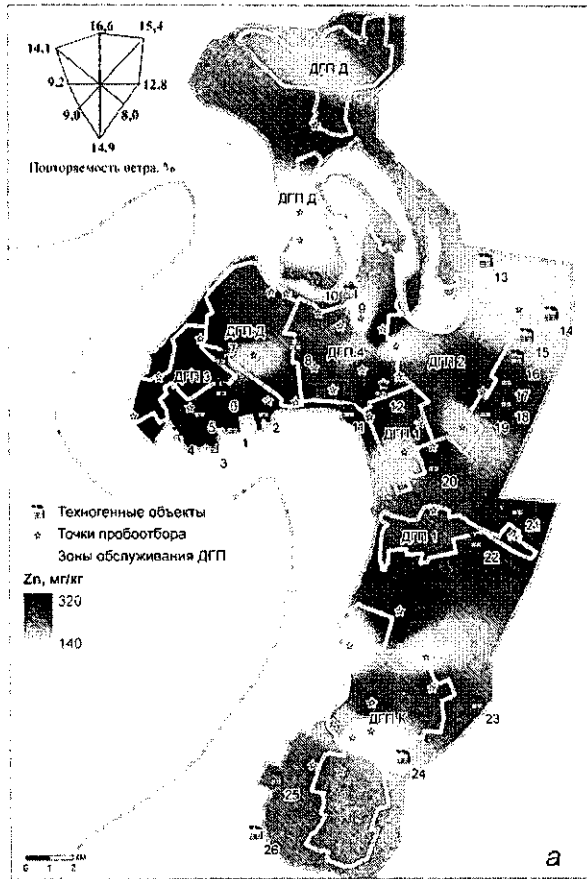
Выброс соединений свинца от стационарных источников находится в диапазоне 10–15 кг/год, при среднегодовом показателе 13,6 кг/год. В структуре выбросов металлов в атмосферу города соединения свинца составляют тысячные доли процента. Приоритетными загрязнителями выступают предприятия: ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект" (25 %), Николаевский морской торговый порт (22 %), Пассажирское вагонное депо "Николаев" (ЛВЧД-13) Одесской железной дороги (21 %).

Более 18 предприятий города производят выбросы соединений хрома в пределах города. Основные поставщики загрязнений в атмосферный бассейн – Николаевский авиаремонтный завод "НАРП" и ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект", на долю которых приходится 61 % и 36 % соответственно. Динамика объемов пятилетних (2005–2009 гг.) выбросов имеет тенденцию к снижению с 952 до 791 кг/год.

Ежегодный отчет по выбросам соединений никеля предоставляют семь предприятий. Более 84 % загрязнений составляют выбросы предприятия ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект". В последние годы наблюдается тенденция к уменьшению выбросов. Интервал значений составил (0,022–0,042) т/год за период 2005–2009 гг. Удельная доля никелевых загрязнений в составе выбросов ТМ по городу составляет сотые доли процента.

Соединения меди в атмосферу города поступают от 9 предприятий. Наиболее существенный вклад в формирование поля загрязнения урболандшафтов медью принадлежит ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект" (56 %), АО ООО

© В.В. Долин, С.М. Смирнова, А.А. Ищук, 2011



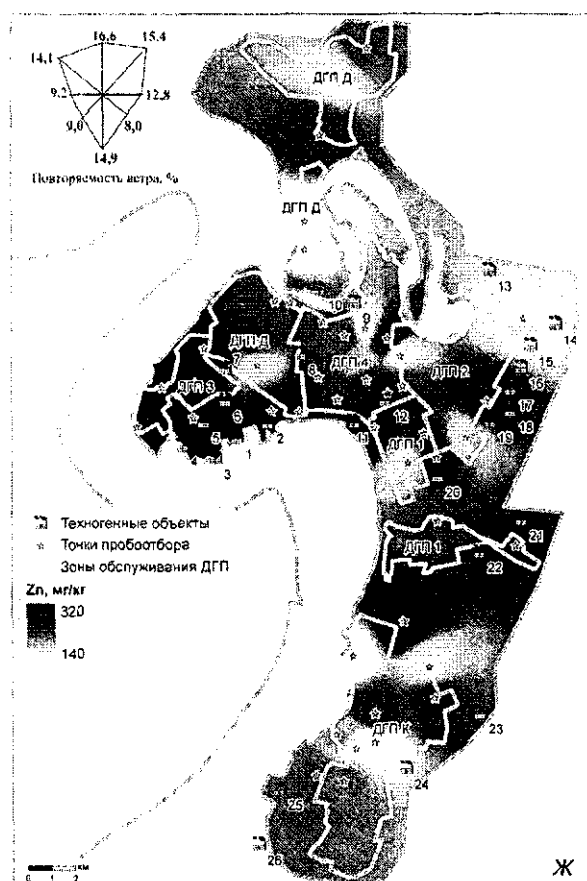
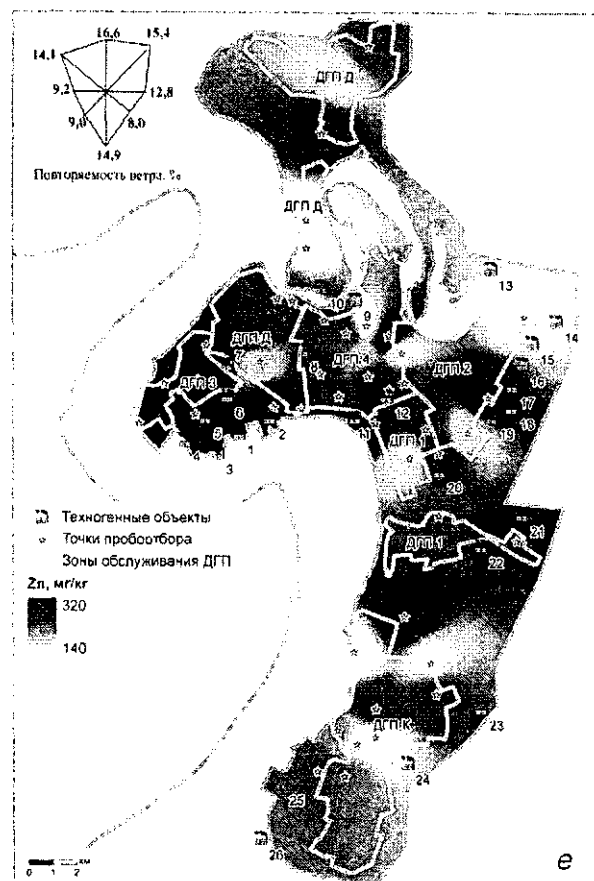
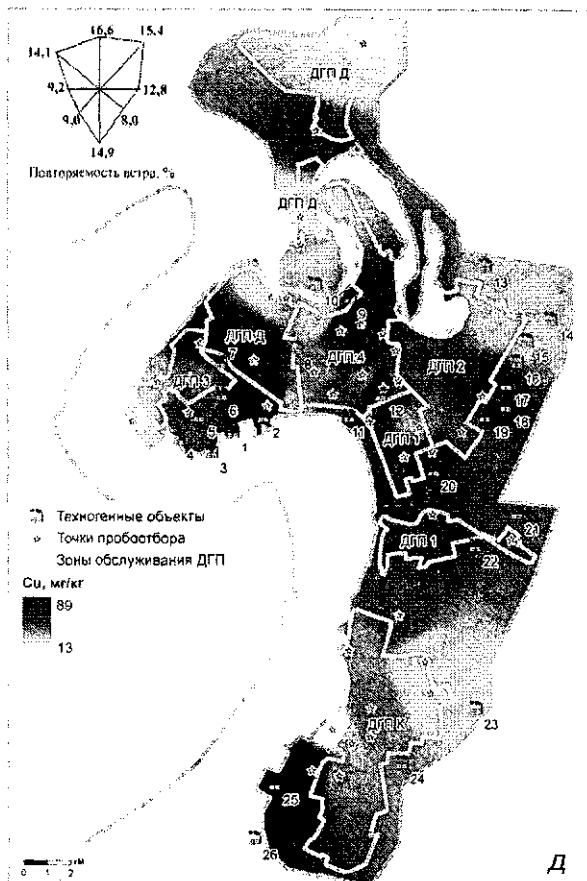


Рис. 1. Карты загрязнения почвенного покрова г. Николаева тяжелыми металлами: а – Zn, б – Pb, в – Cr, г – Ni, д – Cu, е – Mn, ж – суммарный показатель загрязнения Z_c ; нумерация стационарных источников выброса соответствует приведенной в таблице

Судостроительный завод "Лиман" (15 %), ОАО завод "Экватор" (7 %). Ежегодные выбросы Си составляют 0,028–0,068 т.

В атмосферный бассейн города поступают соединения железа от 95 предприятий. Основные загрязнители: Судостроительный завод им. 61 коммунара (20 %), Николаевский морской торговый порт (16 %), ООО Сервисный центр "Металлург" (более 12 %), ГП НПКГ "Зоря"-Машпроект" (более 7 %), ГАХК "Черноморский судостроительный завод" (6 %). Ежегодные выбросы железа в атмосферу города составляют 35,2–50,0 т.

Более 84 предприятий осуществляют выбросы в атмосферу соединений марганца. В структуре выбросов металлов по городу соединения марганца составили 0,7 %. За период 2005–2009 гг. прослеживается тенденция к снижению валового выброса с 3,42 до 1,21 т/год.

При оценке воздействия окружающей среды на здоровье населения наиболее информативным объектом экологических исследований служит детское население. Детский контингент – своеобразная индикаторная группа, отражающая реакцию коренного населения на вредные воздействия факторов среды. Дети проживают на данной территории постоянно, не соприкасаясь непосредственно с вредным для здоровья производством, они не имеют ранее приобретённых профессиональных заболеваний и ведут сравнительно здоровый образ жизни, что минимизирует влияние дополнительных вредных факторов (переедание, курение, алкоголь), повышающих риск возникновения и развития многих заболеваний. Кроме того, вследствие анатомо-физиологических особенностей дети более чувствительны к качеству среды обитания, а сроки проявления неблагоприятных эффектов у них короче. Это повышает достоверность медико-статистических исследований и объективность выводов касательно экологической обусловленности заболеваний.

Условия окружающей социальной и природной среды, существенно повышающие риск возникновения заболеваний и определяющие высокие показатели заболеваемости, получили название факторов риска. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) все разнообразные факторы риска возникновения и развития заболеваний объединяет в четыре обобщающие группы: образ жизни (30–40 %), среда обитания (20–30 %), качество медико-санитарной помощи и наследственность (20 %) [3, 5].

Рассмотрим вклад каждого из этих факторов. Качество медицинской помощи основной

массе детского населения во всех районах города можно считать примерно одинаковой. Образ жизни детей так же обустроен наилучшим образом: хорошее питание, прогулки на свежем воздухе, умеренная физическая и умственная нагрузка, оздоровительная физкультура в школах и детсадах, полноценный сон. Следует добавить, что дети практически лишены вредных привычек: курение, алкоголь, переутомление, недосыпание и др. Следовательно, региональные особенности заболеваемости детского населения на территории г. Николаева определяются в основном двумя из перечисленных факторов: среда обитания и наследственность.

Николаевская городская агломерация определена как территориальная целостная система, которая характеризуется однородными климатическими условиями (температура, влажность, почвенный покров, количество осадков и т. п.) Однако, неоднородная техногенная нагрузка (состав и количество выбросов от предприятий) позволяет применить дифференцированный подход к оценке здоровья детского населения по районам принадлежности к детским городским поликлиникам (ДГП).

ДГП 1 расположена в Ленинском районе, площадь обслуживаемой территории составляет 6,6 км². Загрязнение почвенного покрова в пределах этой территории обусловлено аэротехногенными выпадениями от близлежащих предприятий: Николаевского морского торгового порта (11 – здесь и далее номера в скобках соответствуют номерам в таблице), Автовокзала "Междугородный" (12), ГП НПКГ "Зоря"-Машпроект" (20). Территория в пределах зоны обслуживания ДГП 2 (9,19 км²) испытывает техногенную нагрузку от ряда предприятий (13–20), расположенных в юго-восточном направлении. ДГП 3 расположена в Заводском районе (микрорайон "Намыв"). Площадь обслуживаемой территории составляет 3,21 км². Здесь почвенный покров загрязнен выбросами сети предприятий, расположенных в юго-восточном направлении (1–7). Зона обслуживания ДГП Д (ул. Декабристов) (14,93 км²), пространственно приурочена к трем участкам: исторической части города, микрорайонам Терновка и Северный. Наибольшую нагрузку испытывает почвенный покров центральной части города вблизи предприятий ООО "Нибулон" (2), АООТ Завод "Экватор" (6), Пассажирское вагонное депо "Николаев" (ЛВЧД-13) Одесской железной дороги (7), Завод "Дормашина" (8), ГП "Судостроительный завод им. 61 коммунара" (9). В Корабель-

ном районе расположена ДПП К (ул. Корабелов), площадь зоны обслуживания которой составляет 14,10 км². Здесь в прибрежной зоне Днепро-Бугского лимана расположены ПАО "Николаевский судостроительный завод "Океан" (25), ЗАО МСП "Ника-Тера" (26), ООО Сервисный центр "Металлург". В юго-восточном направлении расположены АТ "Сан Инбев Украина" (23), завод "Николаевэнергомаш" (24) (рис. 1, табл. 1).

Результаты и обсуждение. По результатам геохимического опробования почв и снежного покрова Николаевской городской агломерации, которые обсуждены нами в работах [7, 8], были построены карты распределения тяжелых металлов с использованием аналитического модуля *Spatial Analyst ArcGIS 9.2* (рис. 1). Оконтуривание территорий с повышенным содержанием химических элементов в почвах и снежном покрове позволило выявить пространственное распределение загрязнения в геологической среде с учетом локализации основных источников загрязнения воздушного бассейна.

Критерии оценки загрязнения компонентов окружающей природной среды можно условно разделить на две основные группы: медико-биологические – предельно допустимые концентрации (ПДК) и эколого-геохимические – фоновые концентрации, по отношению к которым соответственно рассчитываются коэффициенты опасности (КО) и коэффициенты концентрации (КС), а также ряд интегральных показателей загрязнения [1, 7, 8]. В указанных работах нами также обращалось внимание на несовершенство отечественной нормативной базы, основывающейся на Государственных стандартах и нормативах СССР 1982–1988 гг. В частности, ПДК содержания Zn и Ni в почвах, установленные этими нормативами, ниже природных фоновых показателей для большинства регионов Украины, что не позволяет адекватно определить опасность загрязнения и ведет к завышенным оценкам. Поэтому в настоящей работе авторы главным образом использовали эколого-геохимические критерии.

Пространственная интерполяция распределения эколого-геохимических показателей.

Цинк (1 класс опасности). Распределение цинковых загрязнений в почвенном покрове города характеризуется мозаичным чередованием участков с разной степенью техногенной нагрузки. Содержание Zn в почвах города составляет 140–320 мг/кг (рис. 1, а), коэффициент концентрации достигает 4. Аномальное загрязнение почвенного

покрова цинком (КС > 3) в основном приурочено к зоне влияния ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект" (20), Николаевского морского торгового порта (11), Международного аэропорта "Николаев" (21), ОАО "Николаевский завод смазочного и фильтрующего оборудования" (18). Большая часть почвенного покрова Заводского района также испытывает техногенную нагрузку с превышением трех

Стационарные источники выбросов тяжелых металлов в атмосферу г. Николаева

Номер источника	Предприятие
1	ГАХК "Черноморский судостроительный завод"
2	ООО "Нибулон"
3	ГП "Николаевский речной порт" АСК "Укр-речфлот"
4	Судостроительная верфь "Меридиан"
5	ЗАО "Николаевский машиностроительный завод"
6	АООТ Завод "Экватор"
7	Пассажирское вагонное депо "Николаев" (ЛВЧД-13) Одесской железной дороги
8	Завод "Дормашина"
9	ГП "Судостроительный завод им. 61 коммунара"
10	ОАО Завод "Металлист"
11	Николаевский морской торговый порт
12	Автовокзал "Междугородный"
13	Николаевский завод строительной керамики
14	АТЗТ "Экспериментально-механический завод"
15	ООО Завод "Промстан"
16	ОАО "Конвеермаш"
17	ОАО "Николаевский шиноремонтный завод"
18	ОАО "Николаевский завод смазочного и фильтрующего оборудования"
19	ОАО "Ингул"
20	ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект"
21	Международный аэропорт "Николаев"
22	База металлоконструкций
23	АТ "Сан Инбев Украина"
24	Завод "Николаевэнергомаш"
25	ПАО "Николаевский судостроительный завод "Океан"
26	ЗАО МСП "Ника-Тера"

фоновых значений что, вероятно, обусловлено деятельностью ГАХК "Черноморский судостроительный завод" (1), ООО "Нибулон" (2), ГП "Николаевский речной порт" АСК "Укрречфлот" (3), Судостроительной верфи "Меридиан" (4), ЗАО "Николаевский машиностроительный завод" (5), АООТ "Завод Экватор" (6). Часть городской территории, подверженная опасному уровню загрязнения почвенного покрова, составляет 17,3 %. Территория с допустимым уровнем загрязнения почв ($КС < 2$) (в Корабельном районе на территории жилой застройки, вблизи санатория "Дубки", который расположен в лиственнично-хвойном массиве Ленинского района, в окрестностях парка Победы), составляет 6,8 %. В большей части почвенного покрова города (около 76 %) содержание цинка превышает фоновые значения в 2–3 раза.

По результатам обследования снежного покрова современное загрязнение Zn локализовано в Заводском районе в зоне влияния предприятий судостроительной и портовой инфраструктуры, а так же в зоне расположения Международного аэропорта "Николаев". Ареалы современного цинкового загрязнения формируются вблизи ОАО Завода "Металлист" в микрорайоне Северный. В пределах упомянутых ареалов уровень загрязнения почвенного покрова составляет менее 2 фоновых значений, а аэротехногенное поступление в 2–3 раза превышает содержание Zn в снежном покрове фонового участка. Устойчивое загрязнение сформировано вблизи ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект", процессы поступления и накопления реликтовых загрязнений сравнимы по интенсивности с двукратным превышением фоновых показателей.

Свинец (1 класс опасности). Содержание свинца в почвах г. Николаева изменяется в пределах порядка: 30–360 мг/кг (рис. 1, б). Характер распределения загрязнений в почвенном покрове неоднородный с чередованием локальных зон загрязнения. Аномальные загрязнения почвенного покрова Pb с $КС > 3$ приурочены главным образом к припортовым зонам и судостроительным заводам, расположенным в центральной части города. Часть территории, относящейся к чрезвычайно опасной категории загрязнения, составляет 41 %, территории с опасным уровнем загрязнения – 24 % от общей площади города. Зональность выпадения химических элементов в техногенном воздушном потоке рассеяния, проанализированная в работах Ю.Е. Саета [6] и О.М. Лепневой [2], демонстрирует дальность распространения свинцовых и цинковых загрязнений и возможность

формирования геохимической зональности. Площадь свинцовых загрязнений почвы с "умеренно опасной" категорией в составе городской агломерации занимает 34 % территории. К допустимой категории загрязнения (менее 1 % территории) приурочена зеленая зона с древесно-кустарниковой растительностью вблизи завода ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект" (22) и профилактория "Чайка" (36).

По данным обследования снежного покрова, современный привнос свинцового загрязнения на поверхность почвы не зафиксирован. Техногенные аномалии, охватывающие большую часть территории города (около 64 %), сформированы ранее в процессе хозяйственной деятельности и относятся к реликтовому загрязнению.

Хром (2 класс опасности). Содержание Cr в почвах города составляет 20–190 мг/кг (рис. 1, в). Он широко применяется в промышленном комплексе предприятий города для покрытия стальных изделий с целью защиты от коррозии, а также защитно-декоративных покрытий. Анализ распределения хромового загрязнения в почвенном покрове позволяет охарактеризовать общую его структуру, основная черта которой – отсутствие крупных техногенных аномалий. Небольшой ареал опасных концентраций хрома в почвах ($КС > 3$) сформировался в зоне влияния ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект" (1,2 % общей площади города). В южном и северо-западном направлении от завода прослеживаются два ареала хромового загрязнения (4,3 и 6,2 %) с двукратным превышением фоновых показателей, которые следует отнести к "умеренно опасной" категории загрязнения. В целом 89 % территории города по содержанию хрома в почвах относится к допустимой категории загрязнения.

Повсеместно в снежном покрове города концентрации хрома ниже предела обнаружения метода атомно-абсорбционной спектроскопии.

Никель (2 класс опасности). Содержание никеля в почвах г. Николаева составляет 11–95 мг/кг (рис. 1, г). Наиболее высокие содержания с $КС > 3$ обнаружены в почвах промзоны ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект" (20) и близлежащей территории, где образовалась аномалия никелевого загрязнения площадью около 11 км². Это предприятие обеспечивает 84 % выброса Ni в атмосферу города, что определяет интенсивное загрязнение почв и снежного покрова. В целом по степени загрязнения почвенного покрова соединениями никеля большая часть города относится к умеренно опас-

ной категории загрязнения (более 78 %), к допустимой – 15 %, к опасной – около 7 % территории.

В Ленинском районе вблизи ГП "Судостроительного завода им. 61 коммунара" (9) и ОАО Завода "Металлист" (10) формируются техногенные ареалы современного загрязнения, что сопровождается трехкратным превышением фоновых значений загрязнения снежного покрова. Аналогичная ситуация наблюдается в Корабельном районе, где накопление металла в почвенном покрове также носит прогрессирующий характер.

Медь (2 класс опасности). Содержание меди в почвах городской черты составляет 13–89 мг/кг (рис. 1, г). Медное загрязнение с высокой концентрацией (КС > 3) локализовано в Заводском районе в зоне влияния ГАХК "Черноморский судостроительный завод" (1) и АО ООО Судостроительный завод "Лиман". Шлейф загрязнения с превышением фоновых значений в 2–3 раза вытянут в северо-западном направлении. В этом же районе осуществляют деятельность пассажирское вагонное депо "Николаев" (ЛВЧД-13) Одесской железной дороги (7) и ОАО Завод "Экватор" (6). Высокий уровень загрязнения почвенного покрова соединениями меди отмечен в районе действующего автовокзала "Междугородный" (12). К чрезвычайно опасной категории загрязнения почв медью относится менее 2 % территории города. Техногенные аномалии на уровне дву-трехкратного превышения фоновых показателей локализованы в зоне влияния ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект" (20), ПАО "Николаевский судостроительный завод "Океан" (25), ГП "Судостроительный завод им. 61 коммунара" (9), ОАО "Николаевский завод смазочного и фильтрующего оборудования" (18). Интегральная площадь этих аномальных зон, соответствующих умеренно опасной категории загрязнения, составляет 11,6 % городской территории. В целом по городу более 86 % почвенного покрова соответствует допустимой категории загрязнения медью.

Пространственные закономерности загрязнения снежного покрова и почв соединениями меди практически совпадают. Привнос металлов с атмосферными выпадениями сопровождается интенсивным накоплением в почве на уровне двукратного превышения концентраций на фоновых участках. Наиболее интенсивные ареалы современного загрязнения расположены в зонах влияния Черноморского судостроительного завода (1), Николаевского морского торгового порта (11), ООО "Нибулон" (2). Здесь наблюда-

ется существенное накопление (с КС 6–11) Си в снежном покрове, по сравнению с почвенным (КС около 3).

Антропогенные геохимические поля устойчивого загрязнения урболандшафтов медью продолжают формироваться в Заводском и Корабельном районах города. В зоне влияния производственных предприятий КС Си в почвенном покрове составляет 2–3, аэрогенное поступление – на уровне двукратного превышения фоновых показателей.

Марганец (3 класс опасности). Содержание Mn в почвах г. Николаева изменяется в широких пределах – от 64 до 375 мг/кг (рис. 1, е). В пределах зеленой (на территории профилактория "Океан" и санатория "Победа" в Корабельном районе) и селитебной зон (микрорайоны Терновка и Намыв), занимающих около 5 % территории, КС Mn не превышает 2, что относится к допустимой категории загрязнения. Техногенная аномалия марганцевого загрязнения (КС > 20) находится в районе расположения Николаевского морского торгового порта (11) и Черноморского судостроительного завода (2) (1,6 % городских площадей). Менее 3 % почвенного покрова города загрязнено с превышением фоновых показателей от 10 до 20 раз. Основная площадь земель городской застройки (более 90 %) испытывает техногенную нагрузку в пределах от 2- до 10-кратного превышения фоновых значений. Пространственная интерполяция загрязнения снежного покрова практически полностью соответствует характеру загрязнения почв, что определяет формирование устойчивого поля загрязнения.

Суммарный показатель загрязнения почв г. Николаева составляет 5–32. Более 98 % городской территории по этому показателю относится к допустимой категории загрязнения тяжелыми металлами. Характер пространственного распределения загрязнений тяжелыми металлами свидетельствует о наличии ряда техногенных аномалий, локализованных в районе расположения промышленных объектов. Повышенные значения показателя (16–32) локализованы в зоне влияния предприятий металлообрабатывающей отрасли. Менее 2 % городской территории следует отнести к умеренно опасной категории загрязнения. Полученные данные о загрязнении снежного покрова свидетельствуют об активизации процессов формирования современного загрязнения аэрогенным путем.

Применение геоинформационных систем для обработки экспериментально-аналитических

данных позволяет рассчитать обобщенные параметры загрязнения жилых зон, которые статистически соотносятся с параметрами детской заболеваемости на территориях, обслуживаемых детскими поликлиниками (см. рис. 1). С помощью метода зональной статистики (*Zonal Statistic*) аналитического модуля *Spatial Analyst* были рассчитаны средневзвешенные значения эколого-геохимических и санитарно-гигиенических параметров загрязнения, а также интегральные значения нагрузки.

По уменьшению степени концентрации тяжелых металлов на территориях, обслуживаемых детскими поликлиниками г. Николаева, можно построить ряд: ДГП Д > ДГП 2 > ДГП 4 > ДГП 3 > ДГП 1 > ДГП К (рис. 2).

В то же время по степени загрязнения почв, прежде всего, металлами 1 класса опасности – Zn и Pb – наиболее опасным представляется загрязнение территории, обслуживаемой ДГП 3 (рис. 3). Опасность загрязнения жилой зоны уменьшается в ряду: ДГП 3 > ДГП 1 > ДГП 4 > ДГП Д > ДГП 2 > ДГП К.

Несоответствие оцениваемой степени опасности загрязнения и концентрации тяжелых металлов ярко свидетельствует о несовершенстве действующих в Украине устаревших нормативов 1980-х гг. (В России эти нормативы постоянно пересматриваются. В настоящее время действует ГН 2.1.7.2042-06 "Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве" с учетом диффе-

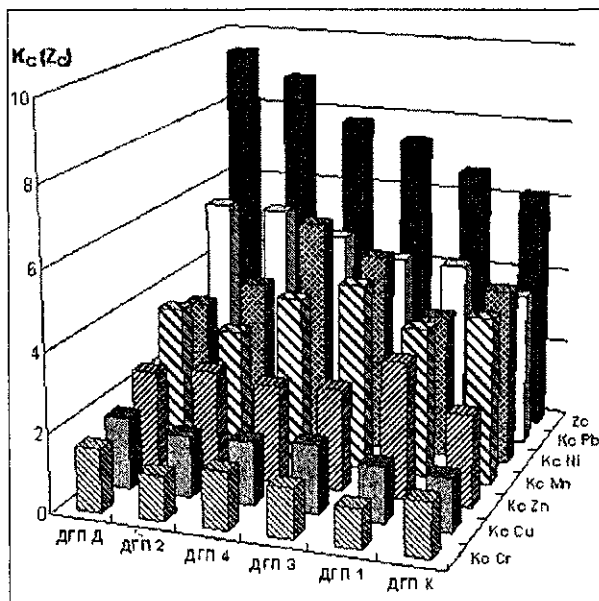


Рис. 2. Средневзвешенные значения коэффициентов концентрации тяжелых металлов в почвах территорий, обслуживаемых детскими поликлиниками г. Николаева (рассчитано с помощью метода зональной статистики по экспериментальным данным)

ренциации землепользования, введенный в 2006 г.) Поэтому для оценки степени загрязнения почв населенных пунктов, по мнению авторов, более применимы коэффициенты концентрации, рассчитанные относительно региональных фоновых концентраций химических элементов.

Статистический анализ данных первичной детской заболеваемости, любезно предоставленных авторам администрацией города и детских поликлиник, и рассчитанных нами методом зональной статистики средневзвешенных и интегральных параметров загрязнения соответствующих территорий, показал, что с большой долей уверенности можно говорить об определяющем влиянии выбросов тяжелых металлов на формирование структуры заболеваемости.

По данным корреляционного анализа, в значительной степени (55–65 %) развития у детей г. Николаева опухолевых процессов может быть связано с загрязнениями хромом, цинком и никелем, что согласуется с исследованиями Б.А. Ревича [4]. Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения с вовлечением иммунного механизма на 60–70 % могут быть обусловлены техногенными выбросами Mn, Ni, Zn. Никель оказывает прямое действие на процессы кроветворения, одновременно усиливая усвоение меди, от избытка которой возникают анемии и перерождение печени. Патогенность никеля заключается во влиянии на метаболизм кобальта и железа, исключения их из обменных процессов, что влияет на иммунную реактивность организма [9].

Рост количества экологически обусловленных нарушений эндокринной системы детей проявляется под влиянием тяжелых металлов в компонентах урбанизированных территорий, что существенно отражается на формировании гормонального статуса ребенка. До 60 % заболеваний эндокринной системы у детей г. Николаева могут быть связаны с многолетним накоплением атмосферных выпадений цинка и свинца в почвах. Эти элементы в значительной степени могут также определять возникновение заболеваний органов дыхания у детей (коэффициент корреляции ($K_{кор.}$) составляет 0,50–0,56 в доверительном интервале 95 %).

Болезни системы кровообращения и кожные заболевания могут зависеть от интенсивности хромового загрязнения почв ($K_{кор.}$ 0,57–0,65). По данным корреляционного анализа первичная заболеваемость органов пищеварения в значительной степени определяется устойчивым загрязнением Cr ($K_{кор.}$ 0,82), а также Ni, Mn, Cu (0,63–

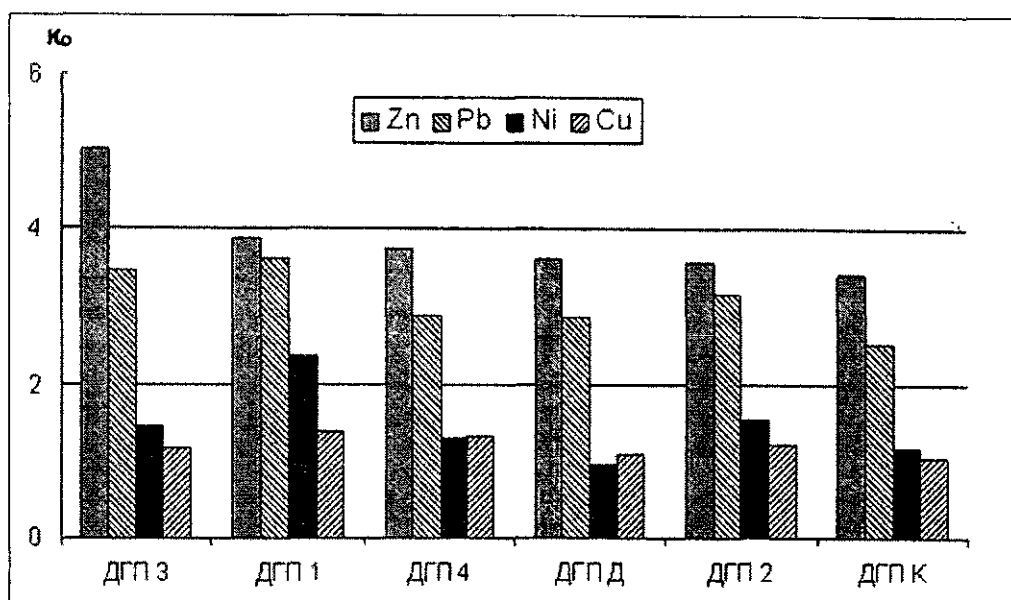


Рис. 3. Средневзвешенные значения коэффициентов опасности тяжелых металлов в почвах территории, обслуживаемой детскими поликлиниками г. Николаева (рассчитано методом зональной статистики по экспериментальным данным)

0,67), в меньшей степени Zn, Pb (0,52–0,59). Заболевания костно-мышечной системы у детей, возможно, связаны с цинковым (0,70) и марганцевым (0,63) загрязнением.

Основное выведение металлов из организма осуществляется почками. Относительно низкая концентрация металлов в почках вызывает повреждение проксимальных отделов почечных канальцев, высокая может приводить к их разрушению и замещению фиброзной тканью. Весьма высока вероятность связи заболеваний мочевыводящей системы у детей г. Николаева с формированием устойчивого загрязнения почв Zn ($K_{кор}$ 0,83), Pb, Cu (0,75), Mn (0,61).

Достоверных корреляционных связей между устойчивым загрязнением почв города и заболеваемостью нервной системы детей не выявлено.

Выводы. Исследование устойчивого, реликтового и современного загрязнения почвенного и современного загрязнения снежного покрова Николаевской городской агломерации свидетельствует о преимущественном накоплении тяжелых металлов в зоне локализации промышленных предприятий. В результате антропогенной деятельности в жилой зоне города сформировалась техногенная ассоциация Pb, Ni, Mn, Zn со средневзвешенными коэффициентами концентрации 4,9; 4,4; 4,0; 2,7 соответственно.

Находясь на пересечении путей миграции химических элементов, накапливая и депонируя на длительное время аэрогенные загрязнения, почва служит уникальным экологическим инди-

катором. Опираясь на данные корреляционного анализа, с высокой достоверностью можно говорить о том, что аэротехногенные выбросы Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, определяющие устойчивое загрязнение почвенного покрова, способствуют возникновению болезней органов пищеварения и мочевыводящей системы у детей г. Николаева.

В настоящее время в Украине практически отсутствует нормативная база для оценивания опасности загрязнения почв урбанизированных территорий тяжелыми металлами. В соответствии с рекомендациями Международных органов стандартизации, в связи с получением новых знаний, нормативная база должна пересматриваться каждые 5 лет. Современные отечественные стандарты базируются на разработках 80-х гг. прошлого столетия, что ведет к искаженным оценкам экологической опасности. До завершения разработки ПДК (ОДК) тяжелых металлов в почвах Украины с учетом характера землепользования, критерием оценки могут выступать значения региональных геохимических фоновых показателей.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости обоснования системы мониторинга "геологическая среда–здоровье" на геoinформационном уровне с применением современных технологий зонирования городского пространства, что позволит рационально организовать оптимизацию землепользования в пределах урбандолафта.

Поступила 17.11.2011.

1. Долин В.В., Смирнов В.Н., Ищук А.А., Орлов А.А. Техногенно-экологическая безопасность биогеосистемы Бугско-го лимана в условиях загрязнения тяжелыми металлами. — Киев-Николаев: ИГОС НАН и МЧС Украины, 2011. — 200 с.
2. Лепнева О.М., Обухов А.И. Поступление загрязняющих веществ в снежный покров и почвы городских газонов // Вестн. МГУ. — Сер. 17. — Почвоведение. — 1988. — № 3. — С. 17–20.
3. Лучкевич В.С. Основы социальной медицины и управления здравоохранением: Учебное пособие. Санкт-Петербург: СПб: СПбГМА, 1997. — 184 с.
4. Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию. — М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. — 264 с.
5. Романів О.Я. Медико-географічні основи здоров'я дитячого населення (на матеріалах Хмельницької області): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук.: 11.00.02 / Львів. нац. ун-т ім. І.Франка. — Л., 2003. — 16 с.
6. Саєт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. — М.: Недра, 1990. — 335 с.
7. Смирнова С.М., Долин В.В. Содержание тяжелых металлов в почвах Николаевской городской агломерации // Зб. наук. праць Ін-ту геохімії навколишнього середовища НАН та МЧС України. — К., 2009. — Вип. 17. — С. 36–44.
8. Смирнова С.М., Долин В.В. Тяжелые металлы в снежном покрове г. Николаева // Зб. наук. праць Ін-ту геохімії навколишнього середовища НАН та МЧС України. — К., 2011. — Вип. 19. — С. 115–124.
9. Шудин В.В. Триггерная роль никеля в этиологии взрослых аутоиммунных заболеваний // Врач-аспирант. — 2006. — № 4/13. — С. 306–319.

Долин В.В., Смирнова С.М., Ищук О.О. Эколого-геохимические критерии формирования поля загрязнения урболандшафтов Николаевской городской агломерации тяжелыми металлами. Визначено джерела забруднення та закономірності просторового розподілу важких металів (Zn, Pb, Mn, Cu, Ni, Cr, Fe) у геологічному середовищі Миколаївської міської агломерації зі застосуванням ГІС-технологій. Обговорено процеси формування забруднення ґрунтового покриву та накопичення аеротехногенних викидів. За допомогою кореляційного аналізу проаналізовано забруднення ґрунтового покриву зон обслуговування дитячих поліклінік м. Миколаєва за середніми показниками та визначено геоекологічно обумовлені класи захворювань.

Dolin V.V., Smyrnova S.M., Ischuk O.O. Environmental-geochemical criteria on the formation of contamination field of urbolandscapes with heavy metals within Mykolayiv city agglomeration. The sources of heavy metal (Zn, Pb, Cr, Ni, Cu, Mn) contamination and regularities of propagation in soils within Mykolayiv city agglomeration are analyzed with utilization of GIS-technology. The processes of accumulation of artificial release to the atmosphere in soils and formation of contamination field are discussed. Utilizing correlation analysis geoeologically conditioned types of children disease are determined.