

УДК 574:911.375.3:662(470.56)

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

© 2013 В.П. Петрищев, С.А. Дубровская

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт степи Уральского отделения РАН, Оренбург

Поступила в редакцию 22.04.2013

В статье предложены комплексные методы определения экологического состояния городской территории. Рассчитан широкий ряд показателей, на основе которых проведено зонирование территории г. Орск по коэффициенту экологической напряженности ситуации.

Ключевые слова: экодиагностика, тяжелые металлы, экологические показатели, антропогенная преобразованность, экологическое зонирование территории.

ВВЕДЕНИЕ

Экологическая оценка – определение степени пригодности природно-ландшафтных условий территории для проживания человека и какого-либо вида хозяйственной деятельности [3, с. 21]. Город – это техногеосистема со сложными внутренними и внешними взаимосвязями, которые возникают в процессе интенсивной деятельности человека. Эта деятельность создает в городских условиях искусственную природно-антропогенную среду, которая приводит к кардинальным изменениям природного ландшафта. Интенсивное развитие промышленности, транспорта ставит города на грань системного экологического кризиса, связанного с высоким массовым загрязнением всех природных компонентов урбозкосистемы отходами, выбросами, стоками, содержащими высокие концентрации поллютантов. Усилилось влияние загрязнений, имеющих квантовую и волновую природу (шум, электромагнитные излучения, радиация, вибрация, гравитация и т.д.). В городской среде в той или иной мере изменены все природные составляющие: почвы, растительность, животный мир, литогенная основа, рельеф, гидрогеологические и гидрологические, а также климатические и микроклиматические условия.

Город – это непрерывно формирующийся природно-техногенный комплекс, особенности функционирования и развития которого трудно предсказуемы, вследствие плохой изученности процессов взаимодействия его многочисленных компонентов, в том числе человека. Техногенные

компоненты, сложно взаимодействуя между собой, оказывают не только на природные компоненты урбосистемы, но, главное – на человека. Это разнообразные по физической природе воздействия: механическое (статическое и динамическое), химическое, биохимическое, электрическое, тепловое, радиационное и т.п.

Орск расположен в восточной части Оренбургской области, общая площадь в пределах городской черты – 62133,05 га, а муниципального образования – 139853,6 га. В структуре города выделяется два основных промышленных района – северный и восточный. В северном промышленном районе находятся: ОАО «Южуралникель», ОАО «Машиностроительный концерн ОРМЕТО ЮУМЗ», Орская ТЭЦ-1 ОАО «Оренбургэнерго», ОАО «Нефтеоргсинтез», ООО «Орский завод металлоконструкций», ООО «Орский вагоностроительный завод», ОАО «Орский завод строительных машин», ООО «Завод ЖБИ-2». Рядом с заводами размещены селитебные территории: Победа, Строитель, Никель, Первомайский. В восточном промышленном районе расположены следующие промышленные объекты: ЗАО «Орский мясокомбинат», ООО «ОЗТП-САРМАТ», Биофабрика (заброшенный неиспользуемый объект), ООО «ОрскЖелезобетон» и «Орский щебеночный завод», являющийся филиалом ОАО "Первая нерудная компания". Предприятия рассредоточены на значительной территории, с ними соседствуют жилые районы: Вокзальный, Железнодорожный, Нагорный, Гудрон, ОЗТП и Биофабрика. Северный и восточный промышленные районы связаны железной дорогой, образующей своеобразное транспортное русло.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами проведена интегральная оценка экологической ситуации в г.Орск в системе экодиагно-

Петрищев Вадим Павлович, доктор географических наук, заведующий лабораторией геоэкологии и ландшафтного планирования. E-mail: wadpetr@mail.ru

Дубровская Светлана Александровна, кандидат географических наук, младший научный сотрудник. E-mail: skaverina@bk.ru

стики (табл. 1) и зонирование данной территории по коэффициенту напряженности:

$$K_{HЭС} = 10^{-3} \frac{(P_A + P_{II} + P_{III} + K_T) V_B}{E_C} P_H,$$

где $K_{HЭС}$ – коэффициент напряженности экологической ситуации, P_A – комплексный показатель состояния атмосферного воздуха, P_{II} – комплексный показатель уровня загрязненности почв, P_{III} – показатель шумового загрязнения территории, K_T – индекс экологической опасности, V_B – показатель удельного веса воздействующих объектов, P_H – коэффициент плотности населения, E_C – показатель средоохранной и средовоспроизводящей емкости территории.

Районирование по степени загрязнения атмосферного воздуха осуществляется в соответствии с методикой по интегральному критерию комплексному индексу загрязнения атмосферы (КИЗА) и по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) [6], учитывающий несколько примесей (5 приоритетных показателей). Критерием и важнейшим нормативом, позволяющим оценить степень загрязнения почвы химическими веществами, является ПДК загрязняющих веществ.

При оценке загрязнения почв веществами, для которых показатель ПДК не определен, уровни загрязнения сопоставляются с естественным фоновым уровнем или почвенными кларками. При отсутствии данных по фоновому содержанию в почвах неорганических химических веществ фон берется как средне региональный для незагрязненной территории. Так как в загрязнении участвуют комплексы тяжелых металлов (ТМ) разного класса опасности промышленного происхождения, для оценки состояния почв используется суммарный индекс химического загрязнения Z_C [1]:

$$Z_C = \sum K_a K_T - (n - 1)$$

где K_a – коэффициент аномальности, превышающий 1,5; n – число элементов $K_a > 1,5$; K_T – весовой коэффициент, учитывающий степень токсичности (класс опасности) металла. I класс опасности (Pb, Cd, Zn) придан коэффициент токсичности (K_T), равный 1,5; II класс опасности (Cu, Ni, Cr, Co) – 1,0, т.е. при суммировании значения K_a не меняются; III класс опасности (Mn) – равен 0,5.

Коэффициент абсолютной и относительной антропогенной напряженности эколого-хозяйственного состояния территории позволяют оценить антропогенную преобразованность территории. Коэффициент абсолютной антропогенной напряженности (K_a) – отношение площади сильно нарушенных застройкой, промышленностью, транспортом земель к площади неиспользуемых или естественных ландшафтов [4, с. 55]:

$$K_a = \frac{S_{j6}}{S_{j1}},$$

где S_{j6} – площади земель с высокой антропогенной нагрузкой, S_{j1} – площади земель с очень низкой антропогенной нагрузкой.

Коэффициент относительной антропогенной напряженности – отношение площади земель с высокой антропогенной преобразованностью к площади земель с более низкой антропогенной преобразованности [4, с. 55]:

$$K_o = \frac{S_{j4} + S_{j5} + S_{j6}}{S_{j1} + S_{j2} + S_{j3}}$$

Эколого-хозяйственное состояние города в наибольшей степени характеризует коэффициент относительной антропогенной напряженности, так как охватывается вся городская территория. Снижение напряженности ситуации уменьшает значение коэффициентов, а при K_o равном или близком к 1,0 напряженность эколого-хозяйственного состояния территории оказывается сбалансированным по степени антропогенной преобразованности и потенциалу устойчивости городской среды [4, с. 56].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По данным министерства природных ресурсов, экологии и имущественных отношений по Оренбургской области уровень загрязнения воздуха г.Орск в 2011 г. ИЗА₅ – высокий [2, с. 28]. Спектр загрязнения почв в г.Орск продуктами техногенеза достаточно разнообразен, он отражает разнопрофильный состав промышленного производства (предприятия металлургического, нефтехимического цикла и машиностроительного производства). Отмечаются высокие концентрации меди, марганца, никеля, хрома, кобальта, свинца который имеет высокую степень варибельности абсолютных показателей. По данным почвенно-экологических обследований, результаты в целом можно охарактеризовать следующей геохимической формулой (в порядке убывания K_a коэффициента техногенной концентрации или аномальности который равен отношению содержания металла в исследуемой пробе (С) к среднему фоновому содержанию (Сф): $K_a = C/Cф$ [5]): Co (25,13) > Ni (18,91) > Cu (5,58) > Zn (2,26) > Mn (2,05) > Pb (2,03) > Cr (1,12) > Cd (0,9). В отдельных пробах наиболее загрязненных городских почвах значения K_a достигают: Cu – 89,97 (269,9 мг/кг), Zn – 61,7 (1419,0 мг/кг), Co – 21,9 (109,5 мг/кг), Mn – 6,5 (906,5 мг/кг), Ni – 258,5 (1034,0 мг/кг), Pb – 18,4 (110,4 мг/кг), Cd – 4,9 (1,90 мг/кг), Cr – 9,1 (54,8 мг/кг).

Суммарный индекс загрязнения (среднее содержание ТМ в почве) по территории г.Орск следующий: 19,0 (западный массив города), 14,0 (южный массив), 4,0 (восточный массив), 27,0

Таблица 1. Шкала комплексных экологических показателей состояния природной среды городских техногеосистем

Оцен-ка, балл	Критерии оценки загрязне- ния атмосферного воздуха по величинам КИЗА			Индекс загрязнения атмосферы ИЗА ₅		Оценка состояния почвенного покрова				Физическое загрязнение	Эколого-хозяйственное со- стояние территории (антро- потенная преобразован- ность)
	Эколо- гиче- ская ситуа- ция	1 ве- щес- тво	2-4 ве- щес- тва	Загряз- ряю- щее воз- дейст- вие	Инте- гральный показатель потен- циала загрязне- ния (ПЗА)	Степень загряз- ненно- сти поч- вы (на- грузки)	Сум- мар- ный пока- затель загряз- нения (Z _c)	Оценки степени загрязне- ния почв тяжелыми металлами	Уро- вень загряз- нения (по вели- чине Ка)		
1	относитель- но удовле- творитель- ная	1	1-4	низкое	0-4	незна- читель- ная	до 1	отсутствие загрязне- ния (есте- ственные колебания фона)	<1,5	50	высшая
2	напряжен- ная	1-4	4-8	повы- шен- ное	5-6	допус- тимая	1-16	слабое загрязне- ние	1,5-3	50-60	очень высокая
3	критиче- ская	4-8	8- 16	высо- кое	7-13	умерен- но опасная	16-32	умеренное загрязне- ние	3-5	60-70	высокая
4	кризисная	8-16	16- 32	очень высо- кое	>14	опасная	33- 128	сильное загрязне- ние	5-10	свыше 70	средняя
5	катастро- фическая	>16	>32			чрезвы- чайно опасная	выше 128	очень сильное загрязне- ние	>10		низкая
6											очень низкая

Таблица 2. Система данных об использовании земель земельного фонда муниципального образования в г.Орск

Степень ан- тропогенной нагруз- ки	Балл	Площадь дан- ного вида ис- пользования	Эколого-функциональные типы землепользования и виды городских техногеосистем (ТГС)	Площадь, га
1	2	3	4	5
Высшая	6	S ₆	Транспортно-коммуникационный, промышленный (земли предприятий, полигоны твердых и бытовых отходов, очистные сооружения, горопромышленные ТГС; птицефабрики, животноводческие комплексы, фермы), селитебный и агроселитебный, парково-ритуальные комплексы.	63120,92

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
Очень высокая	5	S_{j5}	Сельскохозяйственный (орошаемые земли, садово-дачные массивы и плодо и лесопитомники, земли водного фонда)	25456,41
Высокая	4	S_{j4}	Сельскохозяйственный (пахотные земли, пастбища и сенокосы, используемые не рационально)	34874,38
Средняя	3	S_{j3}	Рекреационные (лесополосы, зеленые насаждения общего пользования и санитарно-оздоровительные зеленые зоны)	15945,71
Низкая	2	S_{j2}	Естественные лесные массивы, малоиспользуемые земли	333,98
Очень низкая	1	S_{j1}	Неиспользуемые земли (пустыри)	122,20
		S_j	Общая площадь района исследования	139853,6

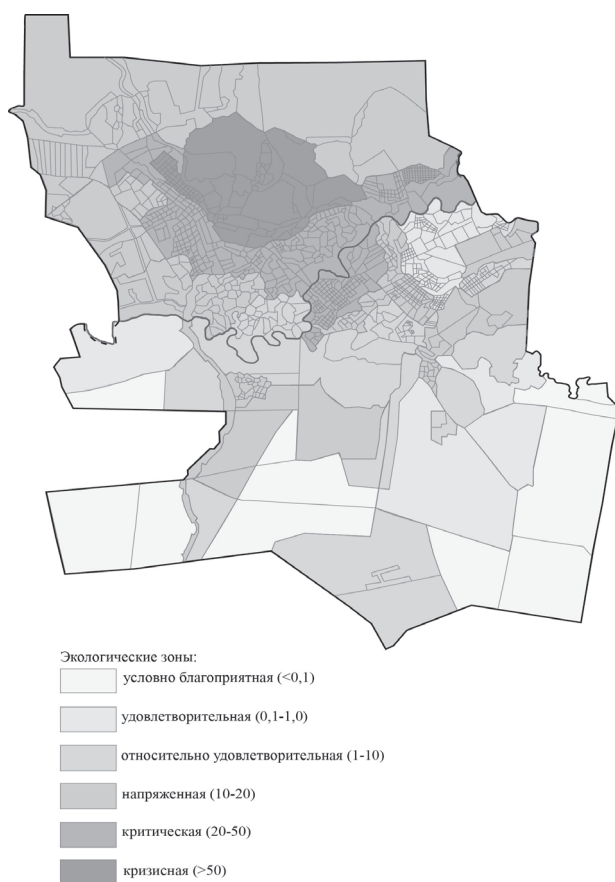


Рис. Зонирование территории г.Орск по коэффициенту экологической напряженности.

(п.Никель), 25,0 (п.Победа), 39,0 (п.Первомайский), 56,0 (ОАО «Южуралникель»), 40,0 (ОАО «Нефтеоргсинтез»).

Диапазон значений коэффициента экологической напряженности для г.Орск составил от 0,001 до 211. На основе данных расчетов была составлена комплексная картосхема зонирования территории г.Орск (рис.1).

Зоны максимального экологического неблагополучия (кризисная, критическая, напряженная) зафиксированы в районах промышленных предприятий и прилегающих к ним селитебных техногеосистемах. Особенностью этих урбандшафтов является максимальный уровень загрязнения

почвенного покрова ТМ, высокий уровень содержания примесей в атмосферном воздухе и шумового дискомфорта.

Основная масса загрязняющих веществ переносится под влиянием преобладающих ветров западных направлений и выпадает на смежных территориях (прежде всего, на водоразделе между Новотроицком и Орском, и на восточной окраине Орска). Относительно удовлетворительная экологическая ситуация наблюдается преимущественно в районах удаленных от крупных производственных зон.

По результатам исследований периферийные территории муниципального образования г.Орск относятся к зонам удовлетворительной и благоприятной экологической ситуации, которые характеризуются относительно низким уровнем загрязнения природных компонентов и высоким показателями средоформирующей емкости территории. Для территории г.Орск (табл. 2) коэффициент абсолютной антропогенной напряженности (K_a) составил 516,5; коэффициент относительной антропогенной напряженности (K_o) – 7,5, что свидетельствует о несбалансированном эколого-хозяйственном состоянии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный комплексный экологический анализ территории г.Орск показал, что наиболее неблагоприятная зона для проживания человека северо-восточный блок Ленинского района, северо-западный блок Октябрьского района, относительно благоприятная – юго-восточный блок Советского района. Создание картосхемы по коэффициенту напряженности экологической ситуации в пределах городской территории необходимо для выявления зон комфортного проживания горожан, нормативного расположения селитебных техногеосистем относительно промышленных, разработки рекомендаций по перспективному развитию города.

Работа выполнена по проекту ОНЗ РАН: № 12-Т-5-1005 «Современное состояние, тенденции

развития и параметры экологической устойчивости геосистем Заволжско-Уральского региона» и по бюджетной теме: «Геоэкологическое обоснование инновационных принципов землепользования и недропользования, обеспечивающих устойчивое развитие сельскохозяйственных регионов России» № гос. регистрации 01201351530.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Водяницкий Ю.Н.* Формула для подсчета суммарного показателя токсического загрязнения почв тяжелыми металлами: Тез. докл. III съезда общ-ва почвоведов. М., 2000. Кн. 1. С. 238.
2. Государственный доклад об охране окружающей среды Оренбургской области в 2011 году / Под общ. ред. К.П. Костюченко. Оренбург, 2012. 297 с.
3. *Кочуров Б.И.* Экодиагностика и сбалансированное развитие: учебное пособие. М.: Смоленск: Манджента. 2003. 384 с.
4. *Кочуров Б.И.* Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: СГУ, 1999. 154 с.
5. *Ревич Б.А., Саит Ю.Е., Смирнова Р.С., Сорокина Е.П.* Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982.
6. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. Москва: Гидрометеиздат, 1991. [Электронный ресурс]. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/44/44486/>.

METHOD OF COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF URBAN AREAS

© 2013 V.P. Petrishev, S.A. Dubrovskaya

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg

In the article the complex methods of determining the ecological status of the urban area. Designed with a wide range of indicators on which the zoning of the territory of Orsk at a rate of environmental stress situation.

Key words: ecodiagnosics, heavy metals, ecological indicators, anthropogenous preobrazovannost, ecological zoning of the territory.

Petrishev Vadim Pavlovich, Doctor of Geography, Head of Laboratory of Geoecology and landscape planning
E-mail: wadpetr@mail.ru

Dubrovskaya Svetlana Aleksandrovna, Candidate of Geography, Junior Researcher. E-mail: skaverina@bk.ru