



УДК 631.48

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ АРЕАЛОВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ГОРОДА УЛЬЯНОВСКА

М. В. Решетников, Л. В. Гребенюк

Саратовский государственный университет
E-mail: rmv85@list.ru
E-mail: Grebenuk2@yandex.ru



Приводятся результаты изучения магнитных свойств почвенного покрова города Ульяновска, которые могут использоваться для оценки техногенной трансформации почв, а также с целью выделения зон потенциального накопления тяжёлых металлов.

Ключевые слова: магнитная восприимчивость, тяжёлые металлы, почвенный покров.

Application of the Magnetic Susceptibility Measurements Method to the Marking Areas of the Technogenic Pollution of the Soil Covering in the City of Ulyanovsk

M. V. Reshetnikov, L. V. Grebenjuk

The research results of the magnetic properties of the soil covering in the city of Ulyanovsk are considered. They are used for an estimation of the technogenic transformation of soils and also for the marking potential zones of the heavy metals accumulation.

Key words: magnetic susceptibility, heavy metals, soil covering.

Введение

Первые сведения об использовании магнитных свойств почв и донных осадков для оценки масштабов их техногенного загрязнения появились в 90-х гг. прошлого столетия [1, 2]. В отечественной геоэкологии наиболее последовательные исследования в этой области ведутся в Саратовском государственном университете им. Н. Г. Чернышевского (СГУ), где впервые были разработаны и внедрены в практику методы петромагнитного картирования для предварительной оценки загрязнения грунтов и почв тяжёлыми металлами и нефтепродуктами. В 1992 г. в рамках программы «Экологический мониторинг г. Саратова (ЭМоС)» сотрудниками палеомагнитной лаборатории НИИ геологии СГУ под руководством профессора Э. А. Молоствовского была построена петромагнитная схема почв и грунтов г. Саратова. Схема использовалась для разбивки оптимальной сети литохимического опробования: профили для отбора проб на химический анализ закладывались с учетом выделенных петромагнитных аномалий, со сгущением точек отбора в зонах с повышенной

магнитностью почв. Такой рациональный подход к литохимическому картированию позволил существенно (на 20–25%) сократить объем аналитических работ и финансовые затраты, получив при этом вполне достоверную информацию о структуре техногенного геохимического поля г. Саратова [2].

В настоящее время петромагнитный метод прошел достаточно серьезную апробацию как в России, так и за рубежом, и все чаще используется в прикладной геоэкологии. Наиболее содержательными в этом направлении являются работы по изучению магнитной восприимчивости почв городов Москвы, Саратова и Чусовой, в которых были выявлены основные особенности распределения магнитной восприимчивости почв урбанизированных территорий [3–5].

В развитие практического применения петромагнитного картирования почв и грунтов городских территорий сотрудниками лаборатории геоэкологии геологического факультета СГУ в 2008 г. была проведена петромагнитная съемка почвенного покрова территории г. Ульяновска.

Основной целью исследования являлось выделение ареалов техногенного загрязнения почвенного покрова города. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- сбор и обобщение материалов о природных и антропогенных характеристиках территории г. Ульяновска;
- разработка предварительной схемы отбора почвенных образцов на петромагнитный анализ;
- отбор образцов и проведение аналитических исследований;
- построение схемы распределения магнитной восприимчивости в почвогрунтах г. Ульяновска;
- выявление петромагнитных аномалий, дающих представление о структуре техногенного геохимического поля.



Методики работ

Методика отбора почвенных образцов.

Отбор проб и пробоподготовка велись в соответствии с ГОСТ 17.4.2.01-81 и ГОСТ 17.4.4.02-84 (Охрана природы. Почвы) [6, 7]. Перед началом опробования на исследуемой территории были проведены рекогносцировочные маршруты. По результатам рекогносцировки, с учетом собранных справочных материалов о структуре города, намечались площадки опробования. Точки отбора проб размещались с учетом розы ветров, особенностей микрорельефа, плана размещения зданий и коммуникаций. В соответствии с требованиями ГОСТа опробованию подвергалась верхняя часть почвенного горизонта «А» до глубины 5 см, где обычно накапливается основная масса загрязнителей, выпадающих из атмосферы. В зонах активного массопереноса особое внимание уделялось участкам местной аккумуляции материала: западинам и площадкам на склонах, подножиям склонов, мелким конусам выноса и пр. В кварталах плотной жилой застройки с преобладающим асфальтовым покрытием пробы отбирались в клумбах, бульварах, палисадниках, приствольных кругах. Размеры пробных площадок варьировали от 2–3 до 10 м².

Отбор проб проводился пластмассовым шпателем методом конверта – одна проба в центре, четыре – по углам площадки. Сухие пробы перемешивались и очищались от мусора и корней растений в точке пробоотбора на плотной клеенке. После перемешивания проба квартовалась и помещалась в двойной полиэтиленовый пакет с сопроводительной этикеткой. Влажные пробы предварительно просушивались на воздухе и подвергались квартованию в лаборатории. Вес объединенной пробы с каждой площадки составлял около 0,5 кг. Для каждой пробы, отправленной на анализ, сохранялся дубликат на случай необходимости повторного анализа. Всего было отобрано 133 почвенных образца.

Методика измерения магнитной восприимчивости. Измерения магнитной восприимчивости почв проводились серийными каппаметрами КТ-5 (в полевых условиях) и ИМВ-2 (в лабораторных условиях). Нижний предел чувствительности обоих приборов равен $1 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, допустимая паспортная погрешность измерения прибора КТ-5 составляет 10%, ИМВ-2 – 15%.

При полевых измерениях магнитной восприимчивости на каждой пробной площадке проводилось 10 замеров. Затем на этой же площади отбиралась почвенная проба (по выше описанной методике), которая отправлялась на дальнейшие исследования.

В лаборатории измерение магнитной восприимчивости (k) и объемной магнитной восприимчивости ($k_{\text{объем}}$) каждого образца проводилось на приборе ИМВ-2. Для определения $k_{\text{объем}}$ сухая почва просеивалась через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Далее образец почвы помещался в контейнер с известным объемом и взвешивался. Зная массу (m) и объем (V) образца, была рассчитана плотность (ρ):

$$\rho = m/V. \quad (1)$$

Плотность необходима для измерения удельной магнитной восприимчивости ($k_{\text{уд}}$):

$$k_{\text{уд}} = k_{\text{объем}} / \rho. \quad (2)$$

Методика статистического анализа распределения магнитной восприимчивости. Для определения характера загрязненности городских почв важным являются представления о статистических закономерностях результатов измерения. Поэтому результаты, полученные при измерении магнитной восприимчивости в полевых условиях, подвергались статистической обработке. Были рассчитаны минимальные и максимальные значения, среднее арифметическое значение и дисперсия. По мнению М. А. Гладышевой, анализ именно этой группы параметров позволяет вычлнить действующий фактор привноса магнитного материала [3]. Результаты статистического анализа по каждой исследуемой площадке опробования были занесены в таблицу и использованы при построении графических приложений.

Также для каждой площадки опробования был произведен расчет коэффициента магнитности ($K_{\text{магн}}$) по формуле:

$$K_{\text{магн}} = k_{\text{ср}} / k_{\text{фон}}, \quad (3)$$

где $k_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое значение магнитной восприимчивости, рассчитанное по десяти замерам на каждой площадке опробования; $k_{\text{фон}}$ – значение магнитной восприимчивости почвы, измеренное на фоновых площадках, расположенных за пределами городской территории.

Методика построения графических приложений. Полученные аналитические данные послужили основой для создания ряда графических приложений. Для их построения применялся программный комплекс Surfer 8.0. Анализ полученных картосхем позволил выделить ареалы техногенного загрязнения почв и грунтов на территории г. Ульяновска.

Результаты и их обсуждение

Результаты полевых измерений магнитной восприимчивости. При полевых измерениях почв и грунтов г. Ульяновска было проведено 1330



замеров (по 10 замеров на каждой площадке), которые позволили установить, что магнитная восприимчивость изменяется в широком диапазоне от 2 до 587×10^{-5} ед. СИ, со средним арифметическим значением 51×10^{-5} ед. СИ. (табл. 1). Фоновые значения магнитной восприимчивости, характерные для естественных почв исследуемой территории (пробы отобраны севернее г. Ульяновска, в районе населенного пункта Ишеевка), изменяются от 40 до 45×10^{-5} ед. СИ. Из сравнения результатов измерения можно сделать вывод о том, что на

городском участке опробования наблюдается значительный привнос техногенного магнитного материала. При функциональной градации точек опробования на «промышленные» и «селитебные» было установлено, что средние значения магнитной восприимчивости заметно возрастают в зоне влияния промышленных предприятий (98.5×10^{-5} ед. СИ). На участках жилой застройки значения магнитной восприимчивости также выше, чем фоновые значения, но составляют в среднем 60.6×10^{-5} ед. СИ.

Таблица 1

Результаты полевых измерений магнитной восприимчивости почв г. Ульяновска (на примере 10 площадок опробования)

№ площадок	Значения магнитной восприимчивости (10 замеров на каждой площадке)										$k_{\text{ср}}$	k_{min}	k_{max}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	42	77	28	20	34	64	58	40	79	51	49.3	20	79
2	38	48	13	96	21	59	72	61	34	57	49.9	13	96
3	41	28	31	30	32	37	24	29	13	27	29.2	13	41
4	48	71	29	44	50	68	50	46	43	66	51.5	29	71
5	18	32	14	15	25	44	112	29	26	33	34.8	14	112
6	53	105	84	68	64	23	34	21	14	22	48.8	14	105
7	43	39	45	43	39	31	43	55	43	34	41.5	31	55
8	29	13	43	41	43	36	56	40	42	22	36.5	13	56
9	36	41	49	37	51	59	39	51	51	75	48.9	36	75
10	17	31	31	33	41	31	78	65	53	60	44	17	78

Анализ полученного материала дает основание утверждать, что основной вклад в петромагнитное поле г. Ульяновска вносят промышленные предприятия, занимающиеся металлообработкой (ОАО «Ульяновский моторный завод» и др.). Вследствие этого, а также основываясь на данных о тесной взаимосвязи оксидов и гидроксидов железа с соединениями тяжелых металлов (Cu, Ni, Cd и др.), можно предположить, что аэрозольные выбросы металлургических, металлообрабатывающих, гальванических производств, наряду с экологически опасными тяжелыми металлами, включают частицы чугуна, стали и никелевых сплавов, также обладающих ферромагнитными свойствами. Попадая в почвы, они увеличивают магнитную восприимчивость, которая становится, таким образом, индикатором техногенного загрязнения окружающей среды [2].

Результаты лабораторных измерений магнитной восприимчивости. В лаборатории геоэкологии СГУ на приборе ИМВ-2 было произведено 266 измерений магнитной восприимчивости почвенных образцов, отобранных на территории г. Ульяновска. Измерения проводились в два

этапа: до и после просеивания проб. После первичных замеров каждая проба просеивалась через сито с отверстиями диаметром 1 мм, после чего проводилось повторное измерение магнитной восприимчивости. Данная процедура позволяет вывести из структуры почвенного образца крупные магнитные частицы заведомо техногенного происхождения.

В результате проведенных измерений было установлено резкое снижение значений магнитной восприимчивости практически во всех почвенных образцах (рис. 1). Так, k непросеянных образцов изменялась в диапазоне от 19 до 800×10^{-5} ед. СИ, со средним значением 76.5×10^{-5} ед. СИ, а k просеянных образцов – от 10 до 240×10^{-5} ед. СИ, со средним значением 46.2×10^{-5} ед. СИ (что приблизительно соответствует фоновому уровню). Снижение значений магнитной восприимчивости свидетельствует о значительном вкладе крупных (более 1 мм) магнитных частиц в общее петромагнитное поле г. Ульяновска.

По результатам проведенных полевых и лабораторных исследований магнитной восприимчивости можно сделать ряд выводов о петромагнитном поле г. Ульяновска:

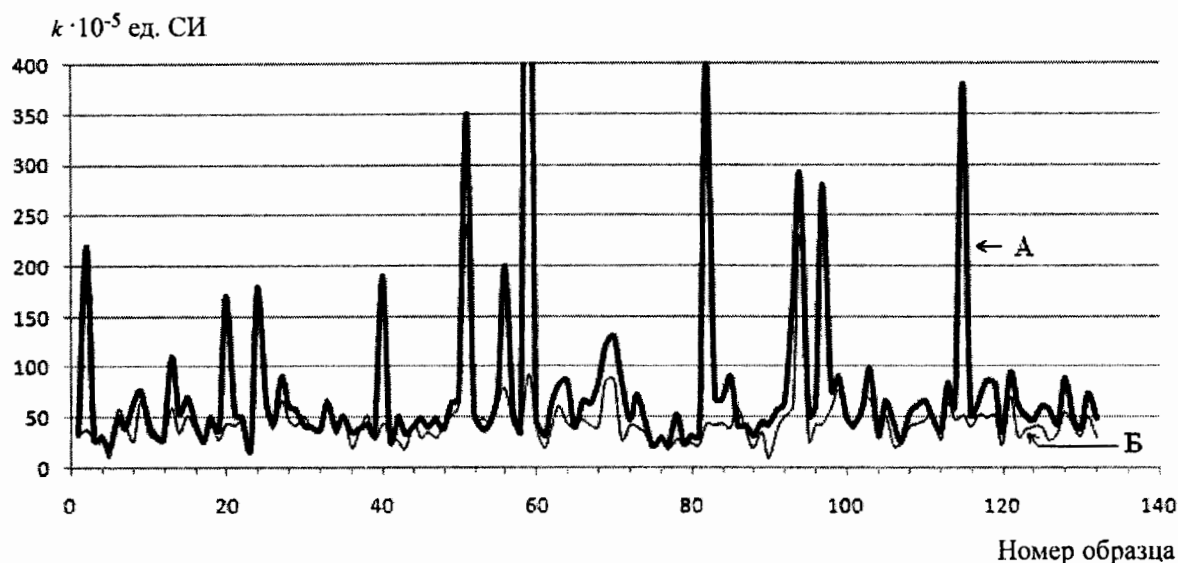


Рис. 1. Графики значений магнитной восприимчивости в почвенных пробах: А – до просеивания, Б – после просеивания

– на территории города естественный петромагнитный фон почвенного покрова (44×10^{-5} ед. СИ) превышен максимально в 13 раз (587×10^{-5} ед. СИ), что свидетельствует о высоком уровне техногенной трансформации почв.

– основные участки повышения среднего уровня магнитной восприимчивости приурочены к промышленным зонам г. Ульяновска, средние значения k составляют 98.5×10^{-5} ед. СИ, в отличие от селитебных участков 60.6×10^{-5} ед. СИ.

– значительный вклад в петромагнитное поле вносят магнитные частицы крупнее 1 мм в диаметре, имеющие техногенное происхождение.

Результаты определения коэффициента магнитности почвенного покрова. Коэффициент магнитности рассчитывался при помощи формулы (3), из которой видно, что он представляет собой соотношение между средним арифметическим значением магнитной восприимчивости в пробе и ее фоновым значением для данной территории.

Таким образом, $K_{\text{магн}}$ можно считать аналогом коэффициента концентрации (K_c), используемого в классической геохимии. Средние значения магнитной восприимчивости рассчитывались по десяти замерам, проведенным в полевых условиях на каждой опробуемой площадке, а фоновое значение (44×10^{-5} ед. СИ) было установлено на территории, схожей по своим геологическим и геоморфологическим условиям с г. Ульяновском (севернее города в районе населенного пункта Ишеевка, Ульяновской области).

Один из принципиальных вопросов эколого-геохимических исследований – это вопрос определения порогового уровня загрязнения, от

которого ведется выделение техногенных геохимических аномалий. Нормативно этот уровень для металлов обозначен лишь для расчетов в системе ПДК или ОДК [6, 7], но магнитная восприимчивость – физическая характеристика, экологически не нормированная. Для расчетов же от фонового уровня нормативные показатели отсутствуют, а принимаемые разными исследователями подходы субъективны и зачастую не подтверждены статистикой.

В поисковой геохимии существует статистически обоснованный метод оценки максимального уровня геохимического фона для логнормального распределения, но он репрезентативен лишь при достаточно больших выборках. Для сложного геохимического поля г. Ульяновска площадью более 300 км^2 , объем опробования следовало бы увеличить, как минимум до 230–250 образцов с отбором до 30 проб на фоновых площадках.

При отсутствии условий для использования статистики ряд исследователей эмпирически принимает в качестве порогового уровня концентрации в 2–3 фоновых значений. Значение коэффициента магнитности, равное двум фоновым, следует принимать в качестве минимального порогового уровня, так как подобные превышения над местным фоном могут возникать путем суммирования аналитических погрешностей с вариациями самих распределений. При малых выборках и высоких дисперсиях распределений аномалии целесообразно выделять от уровня в три фона.

На территории г. Ульяновска коэффициент магнитности изменяется в пределах от 0.5 до 3.7 единиц (табл. 2), соответственно построенная



схема распределения $K_{\text{магн}}$ абсолютно не отражает реального петромагнитного фона (рис. 2).

Авторы сочли возможным заменить в формуле (3) $k_{\text{ср}}$ на максимальные значения магнитной восприимчивости (k_{max}), полученные при полевых исследованиях, вследствие чего формула (3) приобрела следующий вид:

$$K_{\text{магн}} = k_{\text{max}} / k_{\text{фон}} \quad (4)$$

Коэффициент магнитности, рассчитанный по данной формуле, имеет более широкий диапазон значений от 0.7 до 13.4 единиц, со средним значением 2.6. Пороговый уровень выделения аномальных зон был взят за 3 фоновых значения.

Таблица 2

Результаты расчета коэффициента магнитности

№ площадок отбора проб	$k_{\text{ср}}$	k_{max}	$K_{\text{магн}} (k_{\text{ср}} / k_{\text{фон}})$	$K_{\text{магн}} (k_{\text{ср}} / k_{\text{фон}})$	№ площадок отбора проб	$k_{\text{ср}}$	k_{max}	$K_{\text{магн}} (k_{\text{ср}} / k_{\text{фон}})$	$K_{\text{магн}} (k_{\text{ср}} / k_{\text{фон}})$
1	49.3	79	1.1	1.7	36	26.8	48	0.6	1.1
2	49.9	96	1.1	2.1	37	44.4	118	1	2.7
3	29.2	41	0.6	0.9	38	54.3	97	1.2	2.2
4	51.5	71	1.1	1.6	39	32	66	0.7	1.5
5	34.8	112	0.7	2.5	40	49.9	106	1.1	2.4
6	48.8	105	1.1	2.3	41	25.1	33	0.6	0.7
7	41.5	55	0.9	1.2	42	54.8	104	1.2	2.4
8	36.5	56	0.8	1.2	43	45.7	68	1	1.5
9	48.9	75	1.1	1.7	44	26.5	72	0.6	1.6
10	44	78	1	1.7	45	56.9	108	1.3	2.4
11	32.5	60	0.7	1.3	46	40.4	60	0.9	1.4
12	72.9	299	1.6	6.7	47	40.7	83	0.9	1.9
13	137.5	399	3.1	9	48	30.7	60	0.7	1.4
14	66.7	233	1.5	5.2	49	41.8	54	0.9	1.2
15	89.7	424	2	9.6	50	57.5	121	1.3	2.7
16	80.6	272	1.8	6.1	51	164	587	3.7	13.3
17	42.4	78	0.9	1.7	52	52.8	102	1.2	2.3
18	42.2	87	0.9	1.9	53	63.8	151	1.4	3.4
19	44	107	1	2.4	54	59.2	82	1.3	1.9
20	45.4	137	1	3.1	55	47.2	68	1.1	1.5
21	68.9	155	1.5	3.5	56	76.2	102	1.7	2.3
22	47.3	59	1.07	1.3	57	39.9	108	0.9	2.4
23	32.5	67	0.7	1.5	58	49.9	70	1.1	1.6
24	104.1	275	2.3	6.2	59	38.8	66	0.9	1.5
25	92.7	345	2.1	7.8	60	47.2	61	1.1	1.4
26	39.3	48	0.9	1.1	61	32.6	115	0.7	2.6
27	92.1	154	2.1	3.5	62	32.7	51	0.7	1.1
28	33.3	72	0.7	1.6	63	34.1	64	0.8	1.4
29	56.4	146	1.3	3.3	64	82.5	236	1.9	5.4
30	43.3	151	0.9	3.4	65	52.2	108	1.2	2.4
31	35.9	57	0.8	1.3	66	65	86	1.5	1.9
32	78.8	469	1.8	10.6	67	37.8	75	0.8	1.7
33	39.4	75	0.9	1.7	68	36.8	61	0.8	1.4
34	33.5	43	0.8	0.9	69	61.8	107	1.4	2.4
35	62.6	161	1.4	3.6	70	97.2	137	2.2	3.1



Окончание табл. 2

№ площадок отбора проб	$k_{\text{ср}}$	k_{max}	$K_{\text{магн}}$ ($k_{\text{ср}} / k_{\text{фон}}$)	$K_{\text{магн}}$ ($k_{\text{max}} / k_{\text{фон}}$)	№ площадок отбора проб	$k_{\text{ср}}$	k_{max}	$K_{\text{магн}}$ ($k_{\text{ср}} / k_{\text{фон}}$)	$K_{\text{магн}}$ ($k_{\text{max}} / k_{\text{фон}}$)
71	62.3	87	1.4	1.9	103	51.1	143	1.2	3.25
72	48.2	114	1.1	2.6	104	32.1	66	0.7	1.5
73	35.6	66	0.8	1.5	105	68.9	253	1.6	5.75
74	78.6	354	1.8	8.1	106	41.3	78	0.9	1.8
75	53	89	1.2	2.1	107	34.7	58	0.8	1.3
76	35.5	76	0.9	1.8	108	37.6	102	0.8	2.3
77	33.3	49	0.7	1.2	109	40.6	148	0.9	3.4
78	20.7	34	0.5	0.8	110	35.6	54	0.8	1.2
79	40.8	69	0.9	1.6	111	36.7	81	0.8	1.8
80	40.6	120	0.9	2.7	112	42.2	57	0.9	1.3
81	24.6	48	0.5	1.1	113	32.2	68	0.7	1.5
82	33.3	86	0.7	1.9	114	79.6	131	1.8	2.9
83	74	158	1.7	3.6	115	51.6	108	1.2	2.4
84	66	193	1.5	4.4	116	54.6	138	1.2	3.1
85	62.7	125	1.5	2.9	117	29.1	58	0.7	1.3
86	69.4	161	1.8	3.7	118	51	110	1.2	2.5
87	67.2	93	1.5	2.2	119	65.5	103	1.5	2.3
88	38.4	53	0.9	1.3	120	66.3	138	1.5	3.1
89	27	45	0.6	1	121	46.6	140	1	3.2
90	46.5	168	1	3.8	122	55.7	73	1.3	1.6
91	36.5	64	0.8	1.4	123	23.4	33	0.5	0.7
92	21.4	39	0.5	0.9	124	26.8	41	0.6	0.9
93	56.3	88	1.3	2	125	32.3	46	0.7	1
94	74.4	172	1.7	3.9	126	43.9	73	1	1.6
95	72.7	289	1.6	6.6	127	28.8	35	0.6	0.8
96	49.4	86	1.1	1.9	128	30.8	50	0.7	1.1
97	82.4	254	1.9	5.8	129	36.8	69	0.8	1.6
98	91.2	158	2.1	3.6	130	42.7	55	1	1.2
99	70.7	123	1.6	2.8	131	65.3	176	1.5	4
100	72.9	226	1.6	5.1	132	46.3	65	1	1.5
101	29.9	65	0.7	1.5	133	50.9	116	1.1	2.6
102	28.6	72	0.6	1.6					

Таким образом, был получен показатель, достоверно отражающий максимальное техногенное изменение почвенного покрова на территории г. Ульяновска. На построенной схеме распределения $K_{\text{магн}}$ выделяются сразу несколько площадных аномальных зон (рис. 3).

Аномалия I. Наиболее интенсивная площадная аномалия зафиксирована по пяти точкам в центральной части города на пересечении улицы Минаева и улицы Железной дивизии. На периферии значения коэффициента магнитности составляют 3.4 единицы, в центре аномалии достигает 13.3 единицы.

Аномалия II. На севере обследуемой территории выделяется крупная площадная аномалия, вытянутая с северо-востока на юго-запад и имеющая двухядерное строение. Первое ядро аномалии со значением $K_{\text{магн}}$ равным 10.6 единиц располагается в непосредственной близости от промышленной зоны на пересечении улиц Розы Люксембург и Мичурина, немного юго-западнее на пересечении улиц Радищева и Тимирязева интенсивность аномалии снижается до 7.8 единицы. Узким коридором, проходящим сквозь селитебную зону, аномалия соединяется со вторым ядром, зафиксированным по четырем точкам (улицы

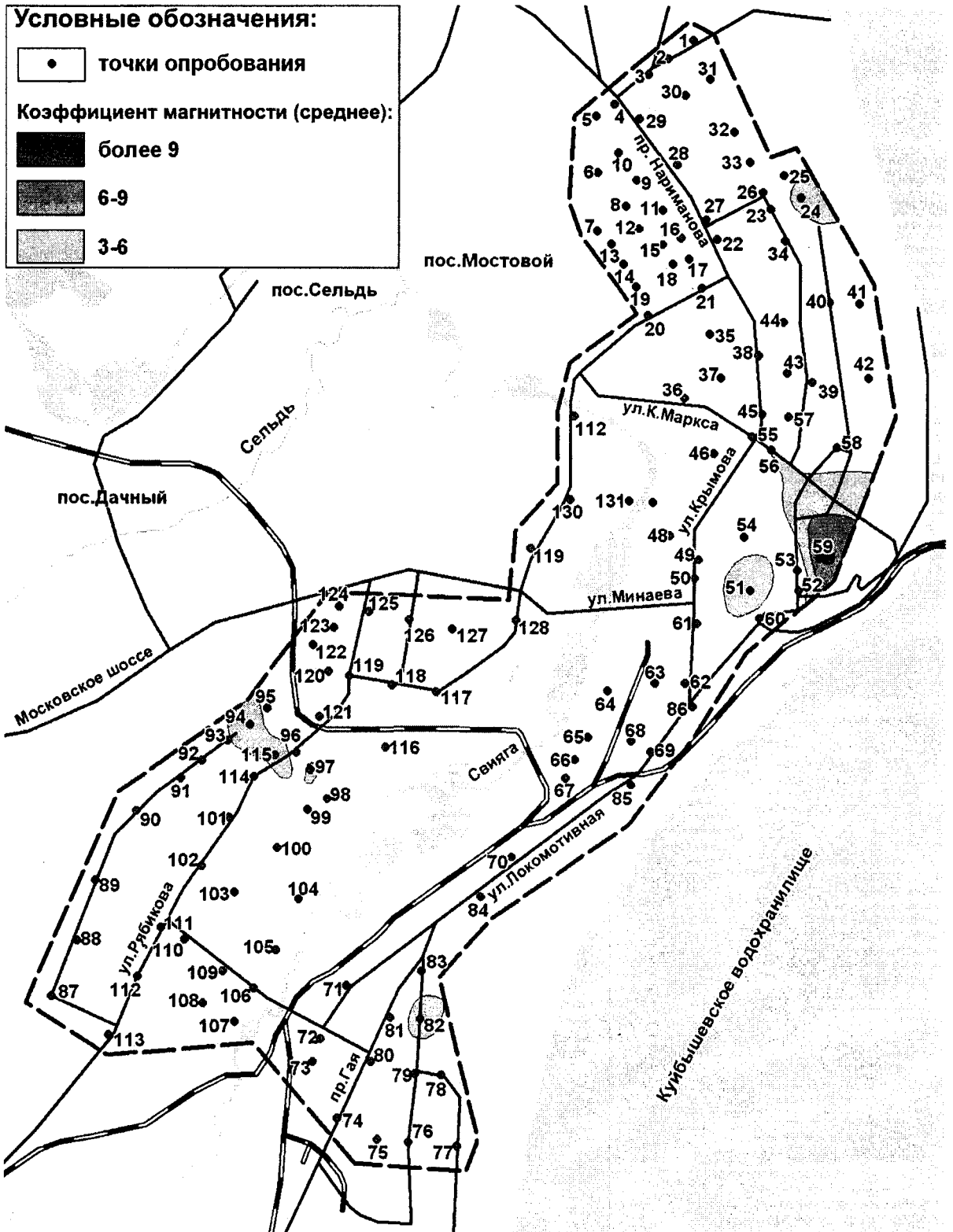


Рис. 2. Схема распределения коэффициента магнитности почвенного покрова на территории г. Ульяновска, рассчитанного от k_{cp} .

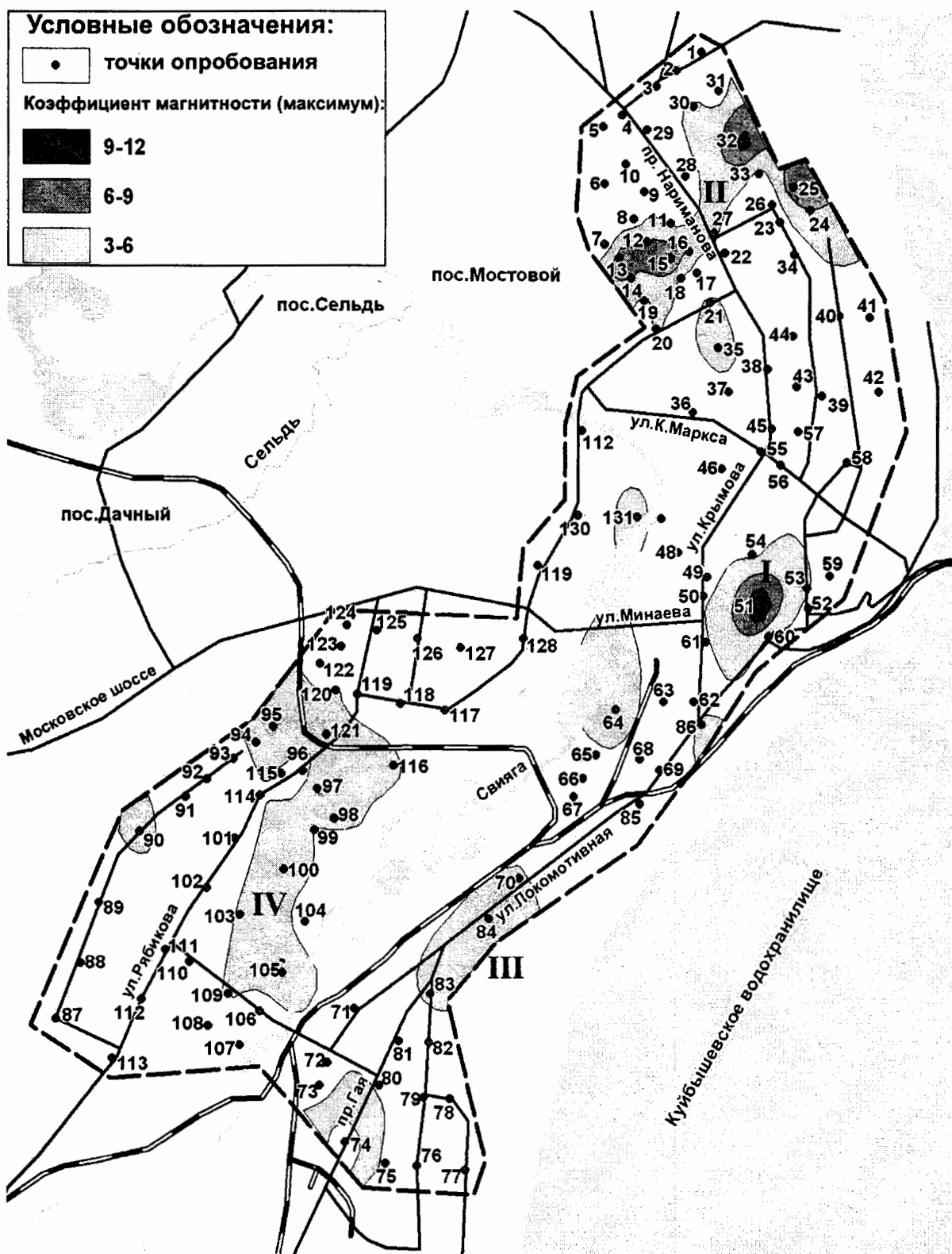


Рис. 3. Схема распределения коэффициента магнитности почвенного покрова на территории г. Ульяновска, рассчитанного от k_{max}



Баумана, Глинки, Толобухина, Чайковского). Значения коэффициента магнитности в этих точках достигают 9.6 единиц. Приуроченность второго ядра к селитебной зоне может указывать на бытовое происхождение аномалии, хотя в непосредственной близости от ядра располагается и зона промышленного предприятия.

Аномалия III. Располагается в юго-восточной части города и задокументирована по трем точкам опробования, расположенным вдоль улицы Локомотивная. Во всех точках $K_{\text{магн}}$ изменяется в пределах 3–4 единиц. Аномалия имеет явную приуроченность к расположенным в непосредственной близости промышленным объектам (ОАО «Ульяновский моторный завод», складские помещения), а также транспортным артериям (автомобильная дорога, трамвайные пути).

Аномалия IV. Наиболее обширная аномалия на всей территории города зафиксирована по 11 точкам, значение коэффициента магнитности изменяется от 3 до 6 единиц. Аномалия имеет, на наш взгляд, не столь однозначное происхождение. Северо-западная часть отчетливо тяготеет к ряду промышленных предприятий, а юго-восточная часть расположена в зоне многоэтажной жилой застройки, соответственно генезис данной аномалии имеет, скорее всего, смешанное происхождение – промышленно-бытовое.

Прочие аномалии. На территории города выделяется еще ряд аномалий, имеющих точечный характер и конкретную приуроченность к определенным источникам техногенного материала. Например, на пересечении улиц Кирова и 12 сентября, улицы Водопроводная и переулка Суворова и др.

Обобщение результатов. При всей сложности магнитной variability грунтов и почв в пределах изученной территории вполне отчетливо намечается три петромагнитных поля, отвечающих разным уровням антропогенного загрязнения почвенного покрова.

Первое поле включает северную периферийную часть города Ульяновска. Почвы и грунты в его пределах являются наиболее измененными, местный петромагнитный фон превышен здесь от 3 до 9 раз. Это связано с наличием в этой части города промышленных предприятий, гаражных массивов и локальными свалками строительного и бытового мусора.

Второе петромагнитное поле включает центральную часть города и приурочено к крупному

транспортному узлу, соединяющему Засвияжье и Новый город с исторической частью Ульяновска. Преобладают здесь повышенно- и среднемагнитные грунты и почвы.

Третье петромагнитное поле приурочено к южной периферийной части города Ульяновска и наиболее обширное. На местности ей соответствует крупный ареал, включающий в себя территорию аномалий 3 и 4. В пределах этого поля располагаются как промышленные объекты, так и селитебные районы много- и малоэтажной застройки.

В целом выделенные петромагнитные поля являются зонами повышенной техногенной нагрузки на почвенный покров города Ульяновска, а также могут являться участками потенциального накопления тяжелых металлов, таких как медь, кадмий, никель и др. Полученные результаты можно использовать при проведении эколого-геохимического обследования территории для оптимизации сети геохимического опробования.

Список литературы

1. Артемьев С. А., Абакишин О. В., Ерёмин В. Н., Кононов В. А., Молоствовский Э. А. Некоторые особенности взаимосвязи магнитной восприимчивости городских почв и концентрации тяжёлых металлов // Проблемы геоэкологии Саратова и области. Саратов, 1998. Вып. 2. С. 44–49.
2. Молоствовский Э. А., Абакишин О. В., Еремин В. Н. Петромагнитная индикация техногенного загрязнения урбанизированных территорий // Проблемы геоэкологии Саратова и области. Саратов, 1996. Вып. 1. С. 25–32.
3. Гладышева М. А. Магнитная восприимчивость урбанизированных почв (на примере г. Москвы) : дис. ... канд. биол. наук. М., 2007. 141 с.
4. Решетников М. В., Добролюбова Н. В. Магнитная восприимчивость и концентрация тяжелых металлов в почвах урбанизированных территорий (на примере г. Саратова) // Цветные металлы. 2009. Вып. 11. С. 15–18.
5. Чащин А. Н. Оксиды железа и тяжелые металлы в загрязненных металлургическим производством почвах г. Чусовой (Среднее Предуралье) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2010. 26 с.
6. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. М., 2008. 8 с.
7. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния. М., 2008. 4 с.