

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ БАЛАКОВСКОГО ПОЛИГОНА ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF A SOIL COVER NEAR THE BALAKOVO GROUND OF BURIAL OF MUNICIPAL SOLID WASTE (SARATOV REGION)

ЕРЕМИН В.Н.

Заведующий кафедрой общей геологии и полезных ископаемых Саратовского государственного университета, к.г.-м.н., г. Саратов, ereminvit@gmail.com

ПАВЛОВ П.Д.

Аспирант геологического факультета Саратовского государственного университета, г. Саратов, pavlov.p.d@mail.ru

РЕШЕТНИКОВ М.В.

Заведующий лабораторией геоэкологии Саратовского государственного университета, г. Саратов, к.г.н., rmv85@list.ru

ШЕШНЕВ А.С.

Ведущий инженер лаборатории геоэкологии Саратовского государственного университета, к.г.н., г. Саратов, sheshnev@inbox.ru

EREMIN V.N.

Saratov State University, department of general geology and minerals, head of the department, PhD (candidate of science in Geology and Mineralogy), Saratov, dekanatgeol@sgu.ru

PAVLOV P.D.

Saratov State University, geological faculty, post-graduate student, Saratov, pavlov.p.d@mail.ru

RESHETNIKOV M.V.

Saratov State University, laboratory of geoecology, head of laboratory, PhD (candidate of science in Geography), Saratov, rmv85@list.ru

SHESHNEV A.S.

Saratov State University, laboratory of geoecology, lead engineer, PhD (candidate of science in Geography), Saratov, sheshnev@inbox.ru

Ключевые слова:

полигон твердых отходов; экологическое состояние почв; тяжелые металлы; Балаково.

Key words:

landfill solid waste, ecological condition of soils, heavy metals, Balakovo.

Аннотация

Впервые исследованы физико-химические характеристики почвенного покрова в зоне влияния Балаковского полигона захоронения твердых бытовых отходов. Выполнена эколого-геохимическая оценка состояния почв и установлено загрязнение тяжелыми металлами.

Введение

Город Балаково — крупный промышленный центр в северной части левобережья Саратовской области с населением около 200 тысяч человек. Балаковский полигон захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) — единственный лицензированный на территории муниципального района. Расположен на расстоянии в 5 км к югу от городской черты и эксплуатируется около 40 лет.

Цель работы — оценка эколого-геохимического состояния почв в зоне воздействия Балаковского полигона захоронения ТБО. Наблюдения за состоянием почвенного покрова в районе полигонов ТБО в Саратовской области ранее не проводились.

В последние десятилетия проведен ряд исследований, посвященных общему и региональному изучению воздействия полигонов захоронения отходов на окружающую среду, в том числе на почвенный покров. Актуальность подобных работ связана как с необходимостью решения проблемы размещения и захоронения отходов, так и с экологизацией научно-прикладных направлений. Получили развитие исследования, связанные с экологической типизацией полигонов бытовых отходов в целях рационального природопользования [15, 16], региональным экологическим анализом влияния полигонов ТБО на компоненты окружающей среды [1, 20], изучению закономерностей изменения состава и свойств почв [3, 6, 17]. Одно из наиболее актуальных направлений эколого-почвенных исследований почв в зоне воздействия полигонов размещения

Abstract

Physical and chemical characteristics of a soil cover in a zone of influence of the Balakovo ground of burial of municipal solid waste are analyzed for the first time. The ecological and geochemical assessment of a condition of soils is executed and pollution by heavy metals is established.

полигонов захоронения отходов — мониторинг загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) [2, 7, 11, 14].

Методика исследований

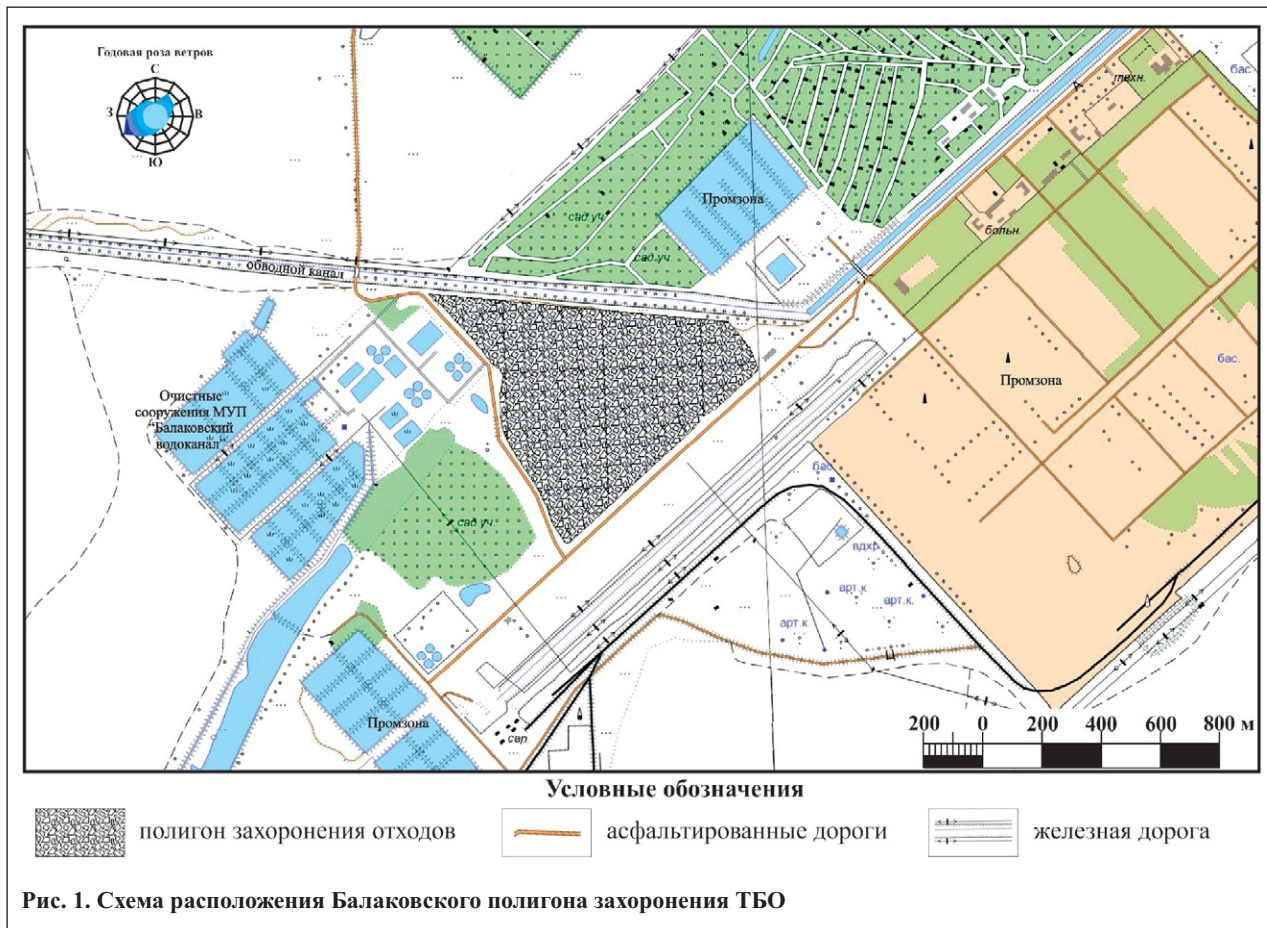
Опробование осуществлялось с равномерным распределением площадок по территории исследований в зоне влияния Балаковского полигона захоронения твердых бытовых отходов из верхнего горизонта почв с глубин 0–20 см, где обычно накапливается основная масса загрязнителей, выпадающих из атмосферы, в соответствии с нормативными требованиями [10]. Размеры площадок опробования методом конверта составляли 10×10 м, вес объединенной пробы составлял в среднем 1,5 кг.

Лабораторные исследования проводились методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на спектрофотометре «Квант-2АТ». Валовое содержание ТМ определялось путем химического разложения почв кипячением с HNO₃ (1:1). Подвижная форма элементов определялась с использованием ацетатно-аммонийного буферного раствора (рН = 4,8). Значения водородного показателя (рН) определены потенциометрическим методом на рН-метре рН-410. Исследование магнитной восприимчивости (МВ) как косвенного индикатора техногенной трансформации почв проведено с помощью прибора КТ-6. Для статистической достоверности параметра в каждой пробе выполнялось по десять измерений МВ, по результатам которых рассчитывалось среднее арифметическое значение, которое и присваивалось пробе в качестве основного.

Характеристика объекта исследований

В геоморфологическом отношении территория полигона расположена на поверхности второй (хвалынской) надпойменной террасы Волги. Рельеф равнинный, слабоволнистый, с абсолютными отметками 24–32 м и общим уклоном к западу и юго-западу в сторону рек Волга и Большой Иргиз. Глубина залегания грунтовых вод составляет 0,9–3,0 м. Элементарный тип ландшафта — супераквальный. Почвообразующие породы — аллювиальные и озерно-морские четвертичные отложения супесчаного, песчаного, суглинистого и глинистого состава. Почвенный покров в окрестностях полигона представлен черноземами южными маломощными, малогумусными, солонцеватыми и неполноразвитыми. Преобладают ветра юго-западного, западного и северо-восточного направлений.

Полигон действует с 1976 г. с расчетным сроком эксплуатации до 2025 г. Эксплуатирующая организация имеет лицензию на обращение с отходами 3–4-го классов опасности и ТБО. Площадь полигона — 45 га, проектная вместимость — 7245,03 тыс. тонн. На момент исследований по данным государственной статистической отчетности заполнение полигона отходами составило 5211,312 тыс. т. (~72% от проектного). Захоронение отходов происходит по высотной схеме, хаотично, без разбивки по картам и секторам. Полигон с трех сторон имеет земляную обваловку высотой от 2 до 3 м, по внешнему периметру которой обустроена нагорная канава глубиной до 1,5 м. Потенциальными неорганизованными источниками за-



грязнения служат выбросы газообразных веществ от свалочного тела и сезонного периодического возгорания несортированных отходов.

С востока к полигону ТБО примыкает промышленная зона с рядом ликвидированных и законсервированных предприятий; с южной стороны расположены земли сельскохозяйственного назначения; с западной — территория очистных сооружений МУП «Балаковский водоканал» и заброшенные садовые участки; с северной — осваиваемые садовые участки и Балаковский обводной канал, служащий для отвода ливневых, дренажных и сбросных вод с территории города и части промышленных предприятий (рис. 1).

Результаты и их обсуждение

В пределах зоны влияния объекта отобрано 63 почвенные пробы, в которых исследованы содержание гумуса, гранулометрический состав, рН, МВ, валовое содержание и содержание подвижных форм ТМ — Zn, Cu, Cd, Pb, Cr и Ni.

Содержание гумуса в почвах составляет 1,7–3,1%, при этом для 90% проб характерны значения 2–3%. Диапазон процентного содержания физической глины достаточно широк (12,4–75,1%), то есть изменяется от супеси до глины средней. Преобладают суглинки легкие (33%) и суглинки средние (27%), им подчинены суглинки тяжелые (16%) и супеси (15%), в единичных пробах определены глина легкая и средняя (по классификации Н.А. Качинского). По периметру тела полигона преобладают суглинки тяжелые и средние; при удалении они сменяются суглинками легкими и супесями. Две небольшие зоны распространения легкой глины приурочены непосредственно к участкам,

граничащим с телом полигона на северо-западе и юго-востоке территории. Возможно, подобная пестрая картина пространственного распределения исследуемого параметра обусловлена широким набором литологических разностей почвообразующих пород.

Значения рН в почвах составляют 7,52–9,58 единицы. Слабощелочная среда ($7 < \text{pH} < 8$) отмечается в 22% почвенных образцов; щелочная ($8 < \text{pH} < 9$) — в 59%; сильнощелочная ($9 < \text{pH} < 11$) — в 19%. Пространственное распределение водородного показателя почв следующее: 1) большей части почв присуща щелочная реакция среды; 2) в северо-западной части территории и на нескольких небольших локальных участках, обрамляющих границу полигона, почвы характеризуются слабощелочной средой; 3) для юго-западной части территории характерна сильнощелочная среда.

Магнитная восприимчивость почв изменяется в широком диапазоне от 16,50 до $291,90 \times 10^{-5}$ ед. СИ. Пространственные особенности распределения показателя отличаются достаточно сложной картиной (рис. 2). Почвы с фоновыми значениями МВ занимают удаленную от границ полигона территорию на юго-востоке участка, распространены в юго-западной части и, локально, вблизи северо-восточной границы полигона. Зона распространения почв с величинами МВ, превышающими фоновые значения, занимает практически всю северную половину участка и охватывает границы полигона с юго-запада и востока. Пробы с самыми высокими превышениями значений параметра над фоном концентрируются непосредственно вблизи юго-западной и северо-восточной границ тела полигона, что совпадает с преобладающими направлениями ветров.

На территории г. Балаково сотрудниками Саратовского госуниверситета проведены исследования за-

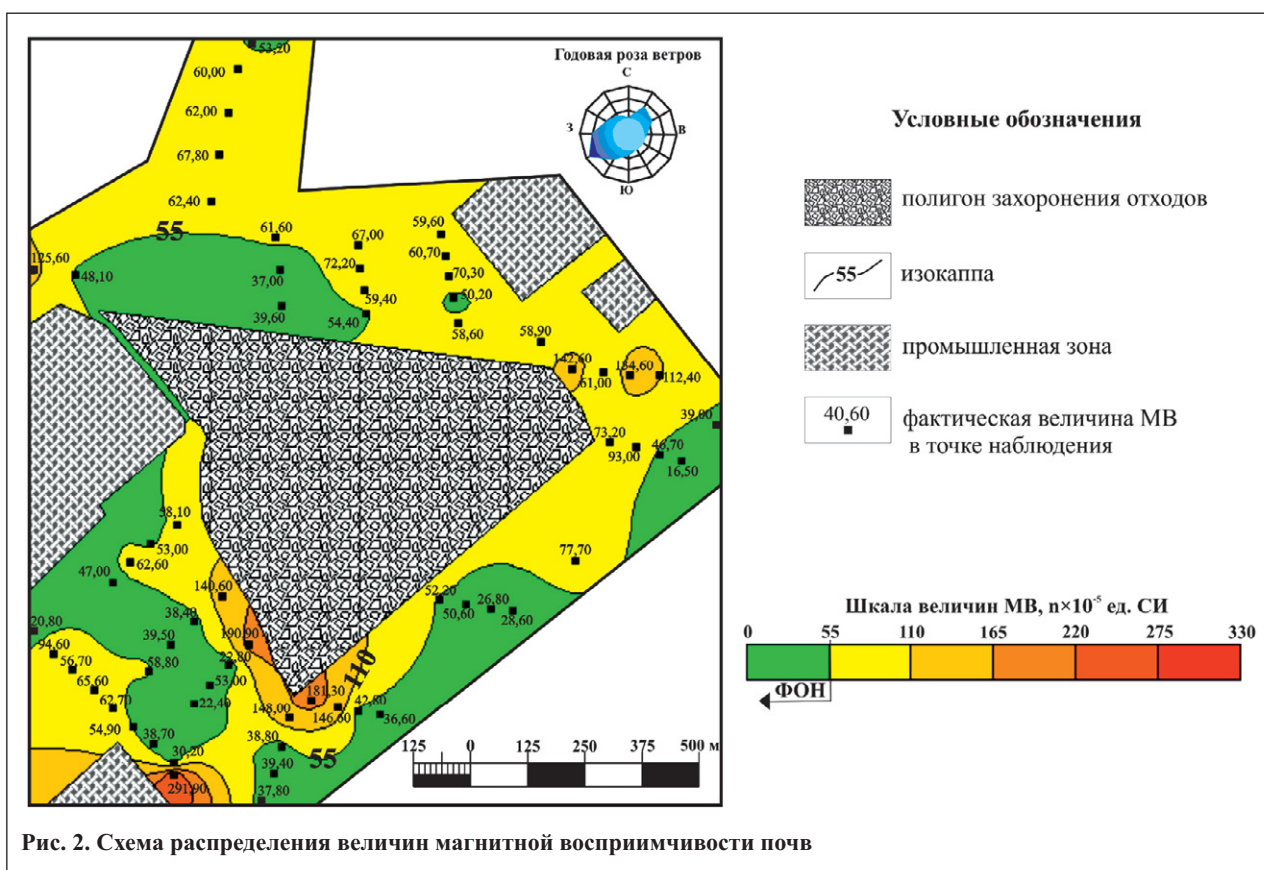


Рис. 2. Схема распределения величин магнитной восприимчивости почв

Таблица 1

Фоновые концентрации ТМ в почвах в зоне влияния Балаковского полигона захоронения ТБО		
ТМ	Содержание, мг/кг	
	Подвижная форма	Валовое
Zn	40,00	60,00
Ni	13,3	14,1
Cu	8,00	21,00
Cr	2,50	11,00
Cd	0,25	0,30
Pb	0,65	1,20

грязнения почвенного покрова ТМ и на участках, расположенных вблизи Балаковского полигона захоронения ТБО, зафиксированы по единичным пробам почв концентрации Cu, Ni, Zn, Pb, превышающие их фоновые значения. Только для Cr концентрации не превышали фоновых значений. Концентрации Cu, Ni, Zn, Pb в 20–100 раз превышали нормативные значения. По значениям суммарного показателя загрязнения Zс исследованные участки были отнесены к категории земель с опасным уровнем загрязнения [12].

Для определения локальных фоновых значений концентраций ТМ выбраны модельные площадки с типичными почвами агроценозов, расположенные на удалении в 2,0 км от техногенных источников загрязнения, в том числе полигона. По гранулометрическому составу почвы относятся к суглинистым. В почвах каждой модельной площадки отобрано по шесть проб, определено валовое содержание и содержание подвижных форм ТМ и путем среднеарифметического расчета получены их фоновые концентрации (табл. 1).

Пространственные особенности распределения в почвах значений валового содержания и концентраций подвижных форм исследованных ТМ в зоне влияния полигона рассмотрены ниже.

Цинк. Концентрации подвижных форм изменяются в пределах 0,59–145,42 мг/кг. Большую часть исследованной территории занимают почвы со значениями концентраций ниже фоновых, при этом фиксируются две достаточно большие по площади зоны с повышенными концентрациями элемента, в десятки раз превышающими фоновую величину. Данные зоны располагаются в юго-западной и северо-восточной частях территории и вплотную подступают к

границам полигона, причем именно около него прослеживаются аномальные «ядра» концентраций.

Валовое содержание составляет 40,69–196,14 мг/кг, достигая значений 325,95 и 359,02 мг/кг в двух аномальных пробах. Пространственное распределение практически идентично картине, наблюдаемой для подвижных форм.

Никель. Концентрации подвижных форм составляют от 4,38 до 20,81 мг/кг и практически повсеместно не превышают фоновое значения. Отдельные мелкие зоны с незначительным превышением концентраций над фоном окружают южную границу полигона, а также выявлены на севере участка.

Значения валовых содержаний составляют 8,56–21,53 мг/кг. Практически все почвы имеют повышенные относительно фоновых концентрации элемента. Небольшие по площади зоны с концентрациями ниже фона выявлены в юго-западной и северо-восточной частях участка.

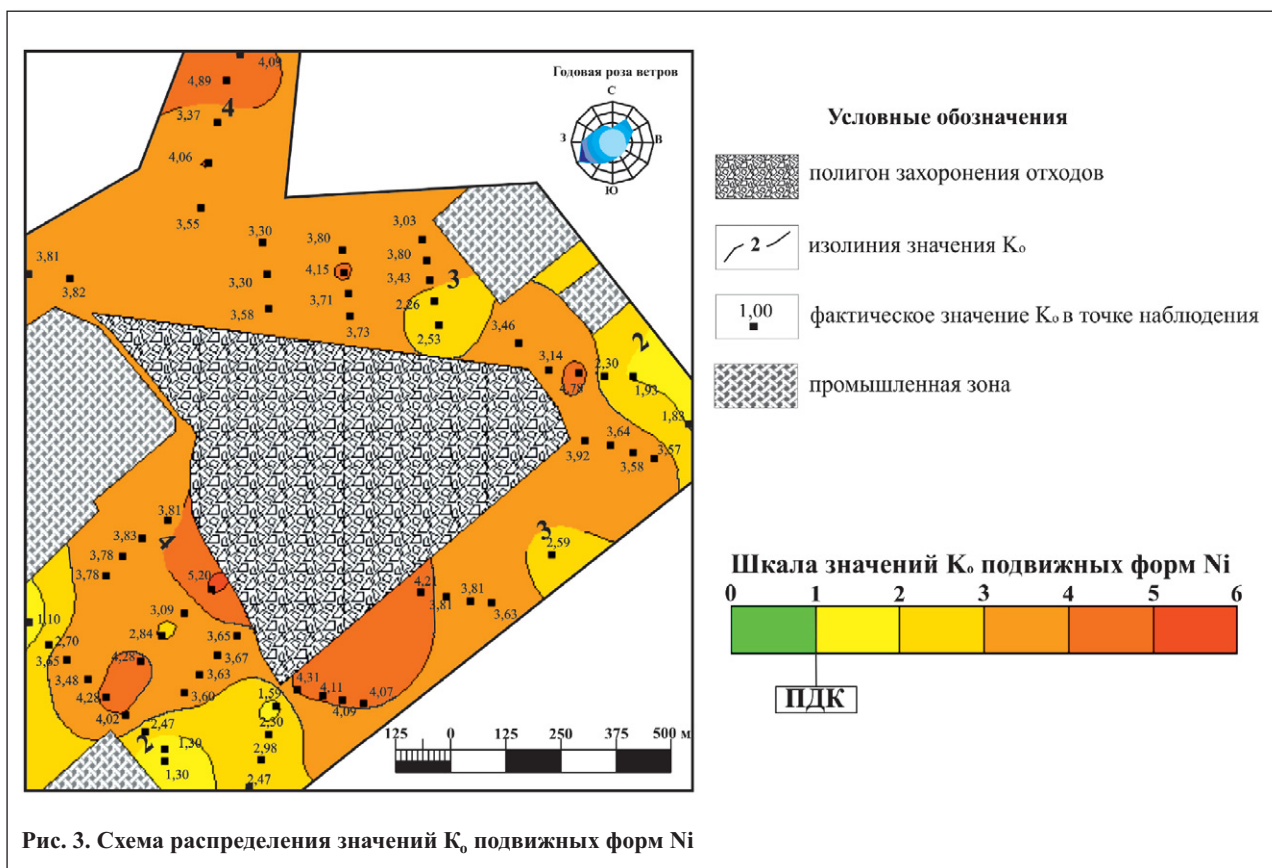
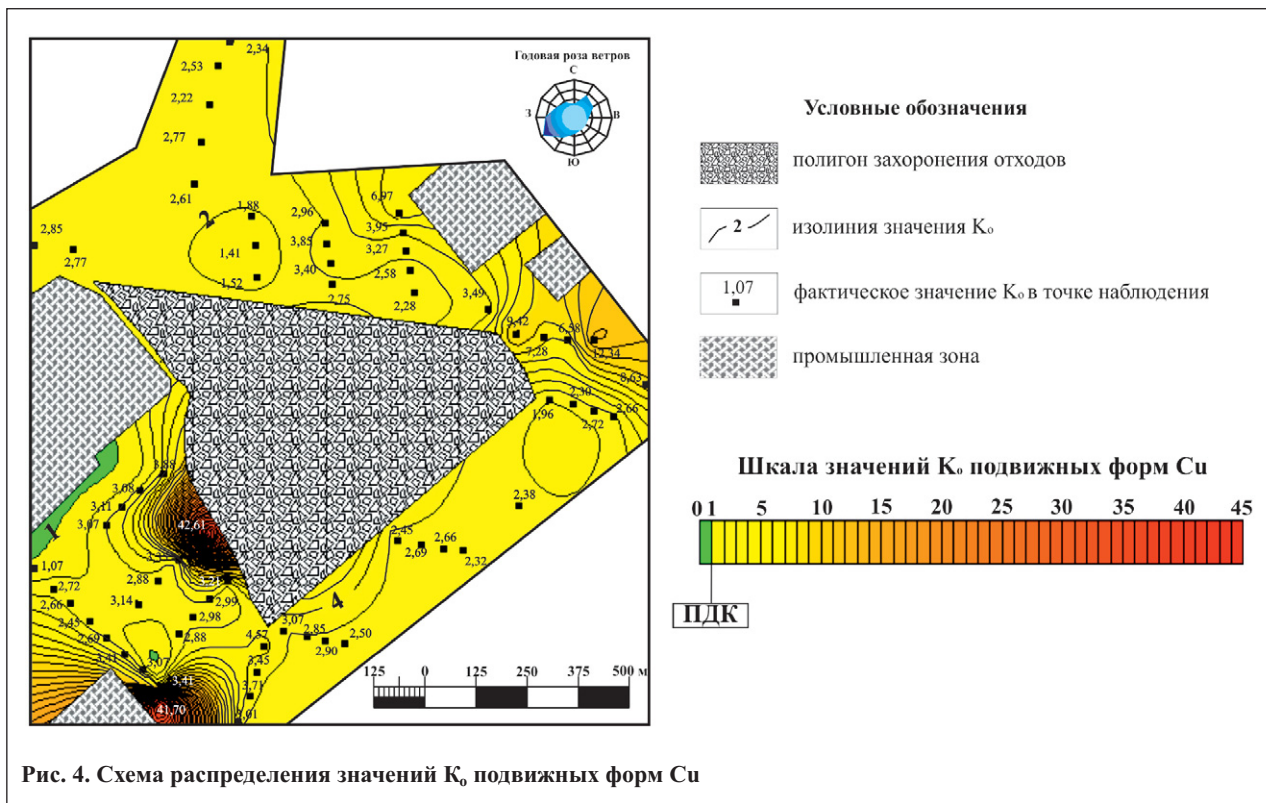


Рис. 3. Схема распределения значений K_0 подвижных форм Ni



Медь. Концентрация подвижных форм варьирует от 3,20 до 37,03 мг/кг. Практически по всему периметру полигона концентрации в несколько раз выше фоновых. Наиболее высокие значения (более 15 раз над фоном) приурочены к юго-западным границам полигона. Участки с концентрациями ниже фоновых значений распространены в западном, северо-западном и юго-восточном направлениях на удалении от полигона.

Валовое содержание составляет 15,24–48,54 мг/кг, в двух пробах отмечены значения 131,56 и 134,15 мг/кг. Пространственное распределение сходно с выявленным для подвижных форм элемента.

Хром. Концентрации подвижных форм изменяются от 0,76 до 8,45 мг/кг. Полигон полностью окружен почвами с превышением концентраций (до двух раз) над фоновыми значениями. У юго-западной и северо-восточной границ полигона обособляются мелкие зоны с контрастно высокими концентрациями, превышающими фон в несколько раз. Почвы с фоновыми концентрациями элемента удалены от границ полигона и располагаются в юго-восточной, юго-западной, северной и северо-западной частях территории.

Значения валового содержания составляют 6,13–23,37 мг/кг и пространственно характеризуются преобладанием фоновых значений. С запада, юга, востока и северо-востока границы полигона обрамляет узкая зона почв с повышенными относительно фона (до двух раз) концентрациями.

Кадмий. Значения концентраций подвижных форм от 0,01 до 0,94 мг/кг. Для большей части территории характерны почвы с концентрациями ниже фоновых значений, а участки с их превышением (в 2–3 раза) занимают небольшие изолированные зоны, спорадически встречающиеся вблизи границ полигона.

Валовое содержание составляет 0,02–0,74 мг/кг. Площадное распределение по своему характеру ана-

логично особенностям, выявленным для подвижных форм элемента.

Свинец. Концентрации подвижных форм варьируют от 0,40 до 8,26 мг/кг (106,67 мг/кг в единичной пробе) и практически повсеместно превышают фоновые. Контрастно выглядит аномалия, приуроченная к восточной границе полигона, где фон превышен в 12–164 раза. Только в единичных случаях выявлены концентрации на уровне фоновых значений.

Значения валового содержания составляют 1,11–4,59 мг/кг (47,70 мг/кг в единичной пробе), повсеместно превышают фоновые отметки, при этом их пространственное распределение обнаруживает практически полное сходство с картиной для подвижных форм.

Особенности пространственного распространения валовых содержаний и концентраций подвижных форм ТМ в почвенном покрове относительно фона позволяет провести зонирование территории с выделением трех типов распределения.

Первый тип включает участки почвенного покрова с повсеместным преобладанием фоновых концентраций элементов и присутствием нескольких разрозненных, небольших по площади зон с концентрациями элементов выше фоновых, как правило, группирующихся вблизи границ полигона. Подобное распределение свойственно для подвижных форм никеля и кадмия и валового содержания хрома и кадмия.

Второй тип характеризует наличие участков почв как с фоновыми, так и выше них значениями концентраций элементов, занимающих приблизительно одинаковые площади. При этом зоны с заметным превышением концентраций элементов над фоновыми значениями ориентируются в направлениях, близких господствующим ветрам. Подобная картина характерна для валового содержания и концентрации подвижных форм Zn и Cu.

Третий тип свойственен распределению подвижных форм Cr и Pb и валовых содержаний Ni и Pb, и характеризуется преобладанием в почвах их концентраций выше фоновых значений. Подчиненные зоны с фоновыми уровнями встречаются на периферийных участках, удаленных от границ полигона.

Доля подвижных форм металлов относительно их валового содержания составляет 96% для никеля, 92% для свинца, 85% для кадмия, 65% для цинка, 44% для меди и 26% для хрома, что свидетельствует, вероятно, о недавнем времени загрязнения почвенного покрова данными элементами.

Результаты аналитических исследований почв статистически обработаны с целью определения закона распределения концентраций форм ТМ, расчета кларков их концентраций для выяснения состояния нахождения микроэлементов в среде. Проведена оценка корреляционных взаимосвязей между концентрациями ТМ в валовом содержании и в подвижных формах, при этом критические их значения приняты для уровня значимости 1% — $r = (0,01)$.

В почвах объекта распределение валового содержания и подвижных форм Zn, Cr Cd, Pb и подвижных форм Cu подчиняется логнормальному закону в отличие от валового содержания и подвижных форм Ni, которые характеризуются нормальным законом распределения. Расчет кларков концентраций производился только для валового содержания ТМ. Установленные значения параметра превышают единицу только для Zn и Cu, что указывает на их нахождение в стадии активной аккумуляции, а все остальные элементы находятся в рассеянном состоянии.

Анализ корреляционных зависимостей валовых содержаний и концентраций подвижных форм ТМ в почвах выявил определенные закономерности. Устойчиво фиксируется наличие достоверной корреляции

между валовым содержанием и концентрациями подвижных форм Ni, Zn, Cu и Cd. В общей сложности достоверные корреляции между валовым содержанием и концентрациями подвижных форм, в разном их сочетании, устанавливаются для всех элементов, образуя 19 корреляционных пар (табл. 2).

Таким образом, почвы в зоне влияния полигона загрязнены широким спектром ТМ. Этому способствуют особенности почвообразующих пород, представленных литологически пестрой глинисто-суглинисто-супесчаной толщей отложений второй надпойменной террасы Волги. В почвах преобладают мелко-размерные фракции, обладающие высокими сорбционными возможностями к аккумуляции ТМ. При этом их накоплению в почвах способствует расположение объекта на территории выровненной волжской террасы в условиях супераквального ландшафта с воздействием господствующих ветров, беспрепятственно переносящих аэрозольные выбросы от полигона.

Для оценки экологической опасности загрязнения почв тяжелыми металлами рассчитан коэффициент опасности (K_o) по формуле:

$$K_o = C_i / ПДК,$$

где C_i — концентрация тяжелого металла в образце (мг/кг), ПДК (или ОДК) — предельно (или ориентировочно) допустимая концентрация ТМ (мг/кг).

При расчетах приняты значения ПДК и ОДК согласно нормативным документам [8, 9, 13]. Концентрации подвижных форм Zn из 63 почвенных проб превышают ПДК в 38 ($K_{o\text{ макс}} = 28,93$), Ni и Cu — во всех пробах ($K_{o\text{ макс}} = 5,2$ и $42,61$ соответственно), Cr — в двух, Cd — в трех, Pb — в четырех.

В пространственном распределении значений K_o выявлены достаточно большие площади с опасным,

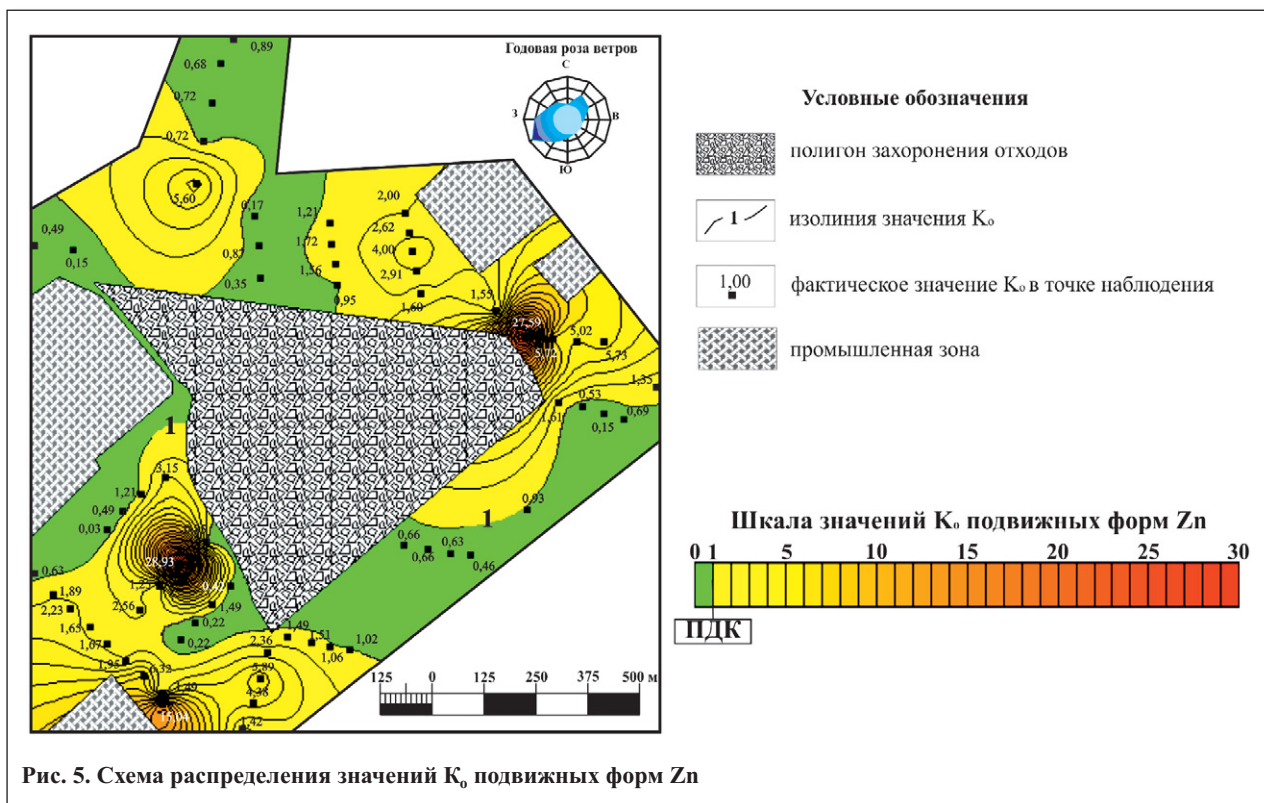


Рис. 5. Схема распределения значений K_o подвижных форм Zn

Таблица 2

Матрица достоверных корреляционных связей валовых содержаний и концентраций подвижных форм тяжелых металлов в почвах*

		Zn		Ni		Cu		Cr		Cd		Pb	
		подв.	вал.	подв.	вал.	подв.	вал.	подв.	вал.	подв.	вал.	подв.	вал.
Zn	подв.												
	вал.	0,98											
Ni	подв.	-0,23	-0,18										
	вал.	-0,23	-0,22	0,53							<i>n</i>	63	
Cu	подв.	0,28	0,29	-0,09	-0,15							<i>p</i>	0,01
	вал.	0,27	0,30	-0,04	-0,11	0,98						<i>r</i>	0,32
Cr	подв.	0,12	0,15	0,38	-0,05	0,37	0,37						
	вал.	0,10	0,14	0,44	-0,04	0,32	0,32	0,91					
Cd	подв.	0,64	0,65	-0,06	0,01	0,32	0,36	-0,03	-0,06				
	вал.	0,58	0,60	0,05	0,07	0,3	0,35	0,01	0,01	0,94			
Pb	подв.	0,07	0,07	-0,14	-0,06	0,08	0,08	0,02	0,01	0,16	0,16		
	вал.	0,07	0,07	-0,14	-0,06	0,08	0,08	0,02	0,01	0,16	0,16	1,00	

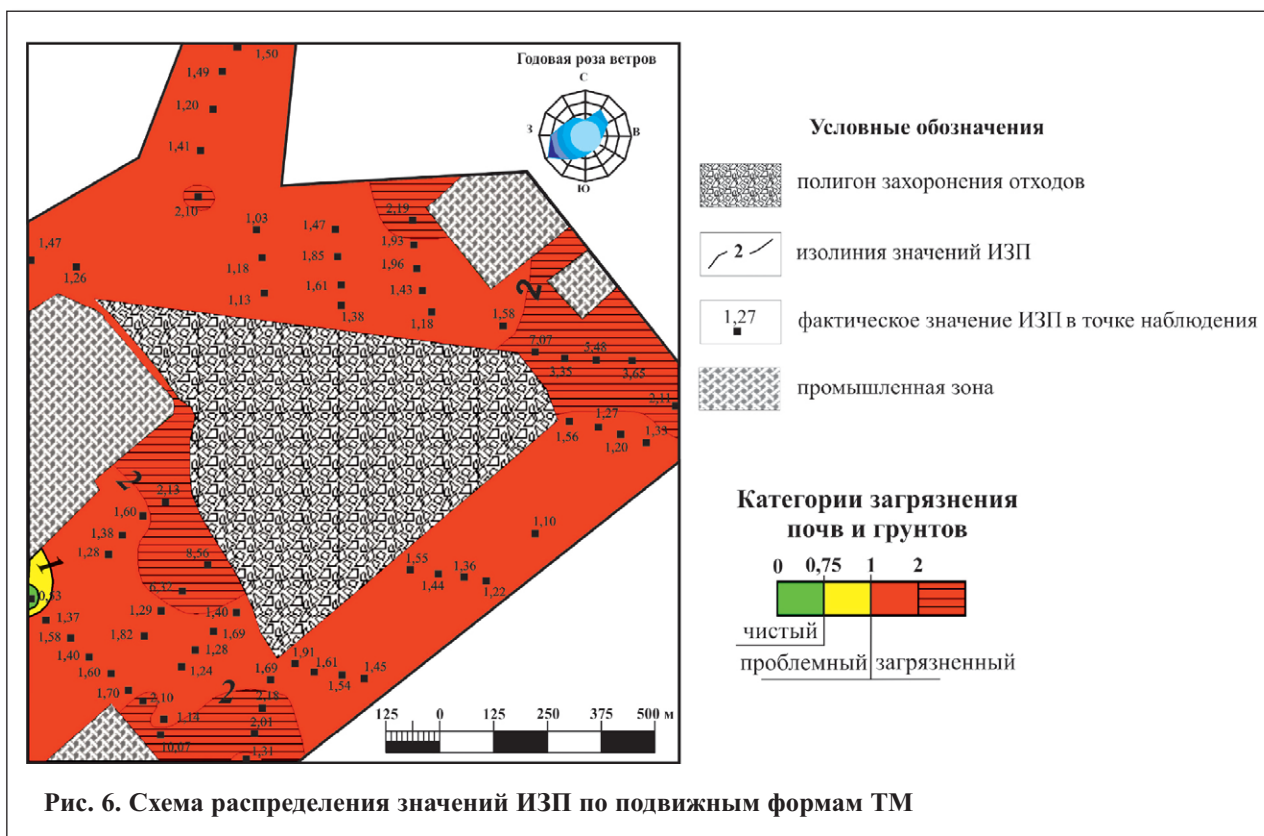
* *n* — выборка (количество проб), *p* — вероятность, *r* — критическое значение

в разной степени, загрязнением почвенного покрова подвижными формами Ni (рис. 3), Cu (рис. 4) и Zn (рис. 5).

По результатам определения K_0 по валовому содержанию элементов установлено, что концентрации Zn превышают ОДК в семи пробах ($K_{0\text{ макс}} = 3,59$), Cu — в двух ($K_{0\text{ макс}} = 2,44$), а концентрации Pb превышают ПДК в одной пробе ($K_{0\text{ макс}} = 1,59$) при отсутствии опасного загрязнения для Ni, Cr и Cd. Локально почвенный покров у северо-восточных и юго-запад-

ных границ полигона имеет повышенные значения K_0 для Zn, Cu и Pb, что коррелируется с направлениями господствующих северо-восточных и юго-западных ветров.

Оценка степени загрязнения почвенного покрова группой ТМ согласно нормативным документам [13, 18, 19] проводится через суммарный показатель загрязнения Zс, расчет которого ведется с использованием фоновых концентраций. Интегральная оценка почв в данной работе выполнена согласно методике,



предложенной Н.А. Богдановым [4, 5], по индексу загрязнения почв (ИЗП), использующему нормативные лимитирующие гигиенические показатели ПДК и ОДК. Подобный подход к оценке структуры и степени загрязнения позволяет уйти от достаточно субъективного процесса выбора фонового значения и учитывать широкий спектр гигиенически нормируемых веществ, в том числе не только валовое содержание, но и подвижные формы металлов. Выделяются следующие категории состояния химического загрязнения почв по ИЗП (качество почвогрунта): <0,75 — хорошее (чистый), 0,75–1,0 — удовлетворительное (проблемный), >1,0 — неудовлетворительное (загрязненный) [4, 5]. Опасность загрязнения тем выше, чем больше значение ИЗП. Расчет ИЗП ведется по формуле:

$$\text{ИЗП} = \Sigma(K_0)/n,$$

где K_0 (коэффициент опасности) — отношение содержания вещества в точке отбора пробы к нормативу ($C_i/C_{\text{ПДК}}$ или $C_i/C_{\text{ОДК}}$), n — любое, но фиксированное на обследуемой площади количество ингредиентов.

Результаты расчета ИЗП в зоне влияния Балаковского полигона захоронения твердых бытовых отходов приведены в табл. 3.

ИЗП по валовому содержанию ТМ в 60 пробах (95,2%) характеризует почвы как чистые (хорошее состояние) и лишь в трех пробах (4,8%) как проблемные (удовлетворительное состояние).

По содержанию подвижных форм ТМ к категории чистых относятся почвы лишь в одной пробе (рис. 6). По 62 пробам (98,4%) ИЗП>1, т.е. почвы загрязнены и имеют неудовлетворительное состояние. Наиболее высокая опасность загрязнения отмечена по 14 пробам, где ИЗП превышает величину «2». Пространственное распределение подобных проб образует в почвенном покрове пять «ядер», из которых два непосредственно примыкают к юго-западным и северо-восточным границам полигона. Местоположение установленных аномалий коррелируется с направлениями преобладающих ветров, что может свидетельствовать о поступлении в почвы ТМ путем их аэрозольного переноса от тела полигона захоронения ТБО. В пределах части площади данных аномалий расположены садоводческие участки и сельхозземли.

Таблица 3

Индексы загрязнения почв тяжелыми металлами (Zn, Cu, Cd, Pb, Cr и Ni)								
№ пробы	ИЗП		№ пробы	ИЗП		№ пробы	ИЗП	
	Валовое содержание	Подвижные формы		Валовое содержание	Подвижные формы		Валовое содержание	Подвижные формы
1	0,22	1,13	22	0,23	1,38	43	0,23	1,60
2	0,36	1,18	23	0,22	1,28	44	0,24	1,70
3	0,20	1,03	24	0,37	1,47	45	0,31	2,10
4	0,25	1,56	25	0,22	1,26	46	0,16	1,14
5	0,23	1,27	26	0,23	1,38	47	0,30	2,10
6	0,22	1,20	27	0,25	1,61	48	0,22	1,41
7	0,23	1,33	28	0,24	1,85	49	0,22	1,20
8	0,24	1,55	29	0,22	1,47	50	0,25	1,49
9	0,23	1,44	30	0,23	1,18	51	0,65	8,56
10	0,23	1,36	31	0,25	1,43	52	0,78	6,32
11	0,22	1,22	32	0,28	1,96	53	0,25	1,29
12	0,28	1,91	33	0,27	1,93	54	0,26	1,82
13	0,25	1,61	34	0,28	2,19	55	0,27	1,69
14	0,24	1,54	35	0,77	7,07	56	0,32	2,18
15	0,23	1,45	36	0,38	3,35	57	0,29	2,01
16	0,23	1,40	37	0,59	5,48	58	0,23	1,31
17	0,26	1,69	38	0,37	3,65	59	0,24	1,50
18	0,22	1,28	39	0,17	0,53	60	0,24	2,11
19	0,21	1,24	40	0,23	1,37	61	0,19	1,10
20	0,30	2,13	41	0,24	1,58	62	0,24	1,58
21	0,25	1,60	42	0,22	1,40	63	0,83	10,07

Выводы

Впервые проведенное исследование загрязнения тяжелыми металлами в районе полигона захоронения ТБО города Балаково позволило выявить следующие основные особенности.

1. Пробы с самыми высокими превышениями значений магнитной восприимчивости почв над фоном концентрируются непосредственно вблизи юго-западной и северо-восточной границ тела полигона, что совпадает с преобладающими направлениями ветров и может свидетельствовать о достоверности предположения об аэрозольном переносе магнитных частиц в составе выбросов от функционирования полигона.

2. Установлено экологически опасное площадное загрязнение почв Ni, Zn и Cu, что вызвано рядом причин: во-первых, полигон функционирует многие десятилетия; во-вторых, вмещает огромные массы отходов, в том числе 3–4-го классов опасности; в-третьих, аэрозольные выбросы от функционирования полигона беспрепятственно разносятся ветрами. Совокупность

факторов обусловила длительное техногенное загрязнение почв тяжелыми металлами. Наиболее неудовлетворительное состояние по значениям индекса загрязнения почв характерно для территорий, непосредственно примыкающих к юго-западным и северо-восточным границам полигона. Пространственное местоположение установленных аномалий коррелируется с направлениями преобладающих ветров, что может свидетельствовать о поступлении в почвы ТМ путем их аэрозольного переноса от тела полигона захоронения ТБО.

3. В зоне загрязнения почв находятся земельные участки, используемые населением для садоводства и огородничества, что создает опасную экологическую ситуацию. ❄

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 1757) и гранта президента РФ для поддержки молодых российских ученых (проект МК-5424.2015.5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашихмина Т.В. Геоэкологический анализ состояния окружающей среды и природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области: дис. ... канд. геогр. наук. Воронеж, 2014. 187 с.
2. Башаркевич И.Л., Ефимова Р.И. Влияние городских свалок на загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами // Эколого-геохимический анализ техногенного загрязнения. М.: ИМГРЭ, 1992. С. 137–151.
3. Безуголова О.С., Невидомская Д.Г., Морозов И.В. Почвы территорий полигонов твердых бытовых отходов и их экология. Ростов н/Д: ЮФУ, 2010. 263 с.
4. Богданов Н.А. Анализ информативности интегральных показателей химического загрязнения почв при оценке состояния территорий // Гигиена и санитария. 2012. № 1. С. 10–13.
5. Богданов Н.А. Диагностика территорий по интегральным показателям химического загрязнения почв и грунтов // Гигиена и санитария. 2014. № 1. С. 92–97.
6. Витковская С.Е. Твердые бытовые отходы: антропогенное звено биологического круговорота. СПб.: АФИ, 2012. 132 с.
7. Водяницкий Ю.Н. Современные тенденции загрязнения почв тяжелыми металлами // Агрехимия. 2013. № 9. С. 88–96.
8. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
9. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 10 с.
10. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Изд-во стандартов, 1985. 12 с.
11. Иванова Ю.С., Горбачев В.Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами под влиянием несанкционированных свалок (медико-экологический аспект) // Ульяновский медико-биологический журнал. 2012. № 1. С. 119–124.
12. Михайлова Е.В., Проказов М.Ю. Оценка загрязнения почвенного покрова г. Балаково тяжелыми металлами // Наука в інформаційному просторі. Матеріали ІХ міжнародної науково-практичної конференції. Т. 7. Сучасні проблеми та їх вирішення. Дніпропетровськ: Біла К.О., 2013. С. 55–59.
13. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Методические указания. М.: Федеральный центр Госкомсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. 38 с.
14. Намазова В.Н., Романова Е.М. Сезонная динамика миграции тяжелых металлов в почвах свалок и полигонов ТБО, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения в Ульяновской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. Т. 4. № 20(1). С. 163–166.
15. Плаксицкая И.П. Геоэкологическая типизация полигонов твердых бытовых и промышленных малотоксичных отходов: дис. ... канд. геогр. наук. Воронеж, 2010. 193 с.
16. Подлипский И.И. Эколого-геологическая характеристика полигонов бытовых отходов и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. СПб., 2010. 22 с.
17. Попутникова Т.О. Экологическая оценка почв и отдельных компонентов окружающей среды в зоне размещения полигона твердых бытовых отходов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2010. 24 с.
18. СанПиН 2.1.7.1287-03. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М.: Федеральный центр Госкомсанэпиднадзора России, 2004. 16 с.
19. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Госстрой России, 2013. 110 с.
20. Федоров П.М. Мониторинг геоэкологической системы «Полигон твердых бытовых отходов» на примере г. Санкт-Петербурга: дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2005. 133 с.

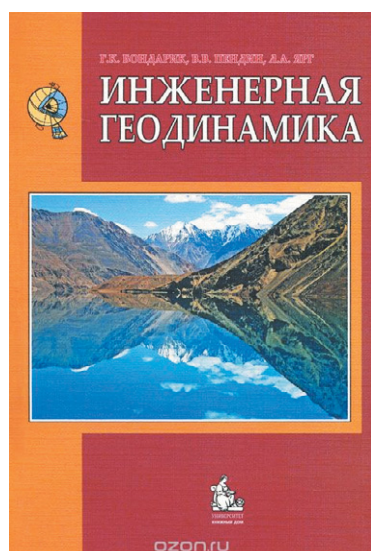


Трехосные испытания грунтов: теория и практика
Монография / А.Ю. Мирный. 2015.

ISBN 978-5-905138-18-8

В настоящем издании рассматривается проведение специальных трехосных испытаний дисперсных грунтов с целью определения их механических свойств. Подробно рассмотрены особенности конструкции приборов трехосного сжатия – стабилометров, принципы их работы, обслуживание и уход за приборами. В монографии представлены рекомендации по подготовке образцов грунтов, определению условий испытания и интерпретации результатов, в том числе для получения параметров современных грунтовых моделей.

Для инженеров-изыскателей, работающих в области определения механических свойств дисперсных грунтов, а также магистрантов и аспирантов, занимающихся экспериментальными исследованиями.

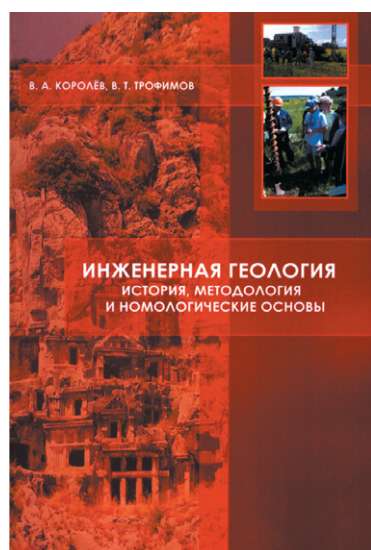


Бондарик Г.К., Пендин В.В., Ярг Л.А.
Инженерная геодинамика: учебник. 4-е изд. доп. 2015.

ISBN 978-5906226-71-6

В учебнике изложены современные представления о теоретических основах инженерной геодинамики – одного из главных научных направлений инженерной геологии. Подробно рассмотрены объект, предмет и структура инженерной геодинамики. Приводятся классификация экзогенных геологических процессов и основы концепции раннего предупреждения негативных инженерно-геологических процессов. Систематически, по единому плану описаны экзогенные геологические процессы, связанные с различными причинами и протекающие в различных условиях.

Учебник предназначен для студентов и аспирантов, обучающихся по специальности «Поиск и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания». Книга может быть полезна научным работникам и специалистам-практикам, в области инженерно-геологических изысканий и проектирования различных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях.



Инженерная геология: история, методология и номологические основы
Монография. В.А. Королёв, В.Т. Трофимов. 2016.

ISBN 978-5-91304-630-7

Монография посвящена истории, методологии, номологическому анализу (от греч. *nomos* – закон и *logos* – слово, учение) и систематизации научных знаний и открытий в области инженерной геологии: основным понятиям, научным законам, закономерностям, гипотезам и теориям, сформулированным, открытым и выработанным в разные годы инженер-геологами, в том числе и самими авторами в области инженерной геологии и её основных научных направлений – грунтоведения, инженерной геодинамики и региональной инженерной геологии. Работа отражает современный теоретический уровень инженерной геологии, свод теоретико-методологических исследований, выполненных к настоящему времени в указанных областях, и является первым теоретическим обобщением подобного рода.

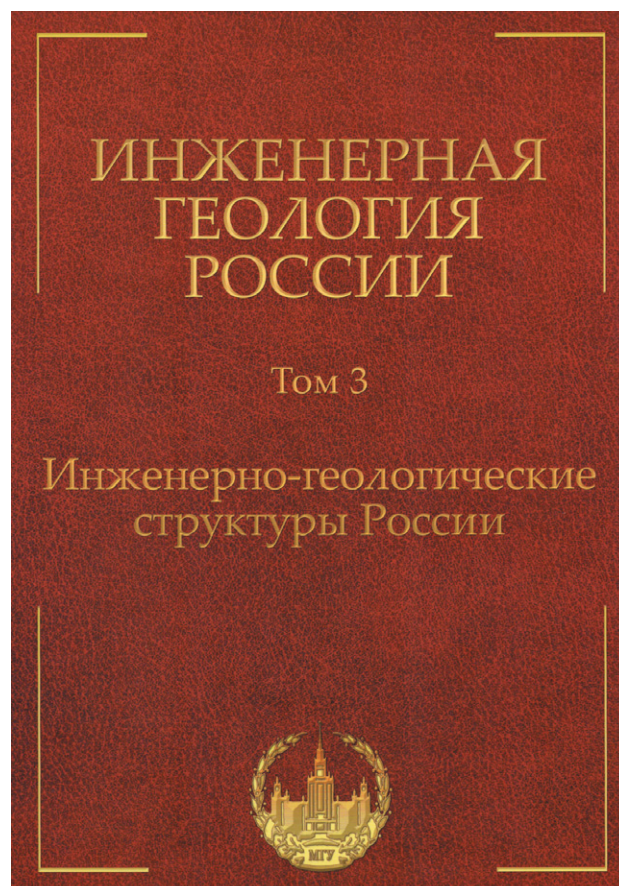
Для инженер-геологов, экогеологов, гидрогеологов, геокриологов, геоэкологов и широкого круга специалистов и изыскателей, работающих в области инженерно-геологических изысканий, проектирования и строительства различных инженерных сооружений, а также для студентов и аспирантов геологических специальностей вузов.

**Инженерная Геология России:
Монография / Под общей редакцией В.Т. Трофимова.
М.: Издательский дом «КДУ», 2011.**

**Том 3 Инженерно-геологические структуры России:
Монография / Под общей редакцией В.Т. Трофимова и Т.А. Аверкиной.
М.: Издательский дом «КДУ», 2015. 710 с.: табл., ил.**

ISBN 978-598277-753-4

ISBN 978-598277-943-9 (Том 3)



В первой части монографии рассмотрены представления о понятии «инженерно-геологические структуры», их иерархии, о закономерностях пространственного распределения супер- и мегаструктур Земли. Во второй части описаны типологические инженерно-геологические структуры, а в третьей – региональные инженерно-геологические структуры территории России. Четвертая часть посвящена характеристике антропогенно преобразованных инженерно-геологических структур России.

Книга предназначена для широкого круга специалистов – геологов, инженер-геологов, геокриологов, географов, а также студентов и аспирантов различных специальностей, связанных с изучением инженерно-геологических условий.

УДК 55:624.131(035.3)

ББК 26.3; 62.3

Рецензия

НА МОНОГРАФИЮ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ РОССИИ. ТОМ 3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ РОССИИ»*

Монография «Инженерно-геологические структуры России» из трехтомного произведения «Инженерная геология России», представляет собой фундаментальное исследование и отражает последние достижения в области региональной инженерной геологии. Первые два тома — «Грунты России» и «Инженерная геодинамика территории России» были опубликованы в 2011 и 2013 годах соответственно. «Инженерно-геологические структуры России» — последний, 3-й, том серии, завершает всестороннюю характеристику инженерно-геологических условий нашей страны.

Монография состоит из введения и четырех частей, содержащих 22 главы. Во введении обосновывается необходимость исследования пространственных закономерностей изменения инженерно-геологических условий крупных территорий путем выделения различных инженерно-геологических структур, обособляемых по сочетанию региональных и зональных геологических факторов.

Первая часть монографии состоит из двух глав, в первой из них обсуждается понятие «инженерно-геологические структуры», методика их обособления, приведены классификация и парагенетические ряды инженерно-геологических структур Земли. Глава 2 посвящена описанию закономерностей пространственного распределения на земном шаре инженерно-геологических супер- и мегаструктур.

Во второй части монографии (главы 3–8) описано многообразие типов инженерно-геологических структур России. Приведена их систематика и схема пространственного распределения. Охарактеризованы инженерно-геологические особенности и закономерности распространения различных типов инженерно-геологических структур. Каждый тип представлен на территории России несколькими региональными единицами, имеющими свои специфические особенности, которые делают их индивидуальными. Схема соотношения типологических и региональных инженерно-геологических структур завершает вторую часть работы.

В третьей части (главы 9–20) рассматривается многообразие региональных инженерно-геологических структур России. Это самая большая по объему часть монографии, составленная большим коллективом авторов. Именно в ней дана всесторонняя инженерно-геологическая характеристика различных территорий России — различных региональных инже-

нерно-геологических структур с указанием их специфических особенностей.

Часть включает 3 раздела. В разделе I (главы 9–14) описаны региональные континентальные преимущественно субаэральные инженерно-геологические структуры России. Характеризуются инженерно-геологические особенности региональных структур древних и молодых платформ, древних, молодых и новейших орогенов и новейших рифтогенов. Описание структур дается по единой схеме, включающей информацию по всем компонентам инженерно-геологических условий: рельефу; условиям залегания, составу, строению и свойствам пород; подземным водам; геокриологическим особенностям и современным геологическим процессам. В заключение приводятся сведения об опыте строительства в пределах рассматриваемой территории.

В разделе II (главы 15–18) по той же схеме рассматриваются региональные континентальные преимущественно субаквальные (с включениями субаэральных) инженерно-геологические структуры России, а в разделе III (главы 19, 20) региональные переходные и океанические преимущественно субаквальные (с включениями субаэральных) инженерно-геологические структуры.

В 4-й, заключительной, части (главы 21, 22) обсуждается антропогенное преобразование инженерно-геологических структур России. Описаны особенности реакции инженерно-геологических структур разных типов на антропогенное воздействие, а также критерии и методика оценки их измененности. Приведены схематические карты измененности различных компонентов инженерно-геологических условий — рельефа, грунтов, подземных вод, глубины сезонного промерзания (протаивания), проявлений современных геологических процессов, а также карта измененности инженерно-геологических структур в целом.

Монография хорошо оформлена и проиллюстрирована. Описания сопровождаются большим количеством рисунков, таблиц, схематических карт и фрагментов карт.

Книга будет интересна и полезна не только геологам, занимающимся изучением инженерно-геологических условий территории России, но и географам, почвоведом, студентам и аспирантам разных специальностей.

* Инженерная геология России: [монография]/ Под общей редакцией В.Т. Трофимова. – М.: Издательский дом «КДУ», 2011. Том 3. Инженерно-геологические структуры России / Под редакцией В.Т. Трофимова и Т.И. Аверкиной. – М.: Издательский дом «КДУ», 2015. 710 с.: табл., ил.