№ 1
2024
Основан в июне 1929 г.

АГРОХИМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

Научно-практический журнал Государственной агрохимслужбы МСХ РФ

УЧРЕДИТЕЛИ
Министерство сельского хозяйства РФ
Автономная некоммерческая организация "Редакция "Химия в сельском хозяйстве"

«Широко распростирает химия руки свои в дела человеческие… Куда ни посмотрим, куда ни оглянемся, везде обращаются перед очами нашими успехи ее прилежания»
М.В. Ломоносов

Журнал входит в базу данных российских научных журналов Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science (WoS), включен в международные базы данных Chemical Abstracts (CAS (pt)), Agricultural Research Information System (AGRIS), Crossref, Goggle Scholar и Research Bible.

СОДЕРЖАНИЕ

СВОЙСТВА И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Устинова В.В., Барашкова Н.В., Прокопьев А.В., Васильева В.А. Оценка состояния и изменения плодородия мерзлотных почв сельскохозяйственных угодий в окрестностях города Якутска....3

Титова В.И., Мартьянова О.С., Рыбин Р.Н. Динамика агрохимических показателей почв свинокомплекса за 10 лет его функционирования....7

Кириллова Е.В., Гилев С.Д., Ефремов В.П., Лопарева Е.И. Интенсивность накопления растительных остатков при минимизации обработки почвы и баланс гумуса в четырехпольном зернопаровом севообороте Зауралья....12

Завалин А.А., Карашаева А.С., Хусайнов Х.А. К вопросу эмиссии и секвестирования углерода в земледелии Чеченской Республики....19

Воронина Л.В., Горленко А.С., Яковлев А.С. Оценка искусственного почвогрунта на основе отхода производства фосфорных удобрений (фосфогипса)....24

Азовцева Н.А., Парфенова А.М. Электромагнитные параметры почв и особенности содержания тяжелых металлов в урбаноземах Северо-Восточного административного округа города Москвы....32

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Лапушкина А.А., Лапушкин В.М. Влияние солей микроэлементов (Se, V, W, I) на устойчивость гречихи к дефициту влаги при разной обеспеченности почвы подвижным фосфором....41

Маланкина Е.Л., Терехова В.И., Ткачева Е.Н. Стратегия применения ауксинов и аминокислотных препаратов для повышения качества рассады иссопа лекарственного и мелиссы лекарственной....47

Котова З.П., Филиппова П.С., Данилова Т.А., Тюкалов Ю.А. Изучение возможности биофортификации картофеля йодом в условиях Северо-Запада РФ....51

Мельченко Е.А., Криворотов С.Б., Мазиров М.А., Мельченко А.И. Накопление стронция-90 в землянике в зависимости от расположения его в почве....55

Савина А.И., Колесник Н.С., Воронина О.А., Зайцев С.Ю. Взаимосвязь содержания церулоплазмина с некоторыми аминокислотами и биохимическими показателями сыворотки крови гибридных свиней....59

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Якушев В.В., Ломакин В.С., Часовских С.В., Телал Б.А., Матвеенко Д.А. Подход к автоматизации процесса проектирования агротехнологий в условиях перехода к ведению отрасли растениеводства по правилам АЛСЗ с элементами точного земледелия....63

ОБЗОРЫ

Овчаренко М.М., Некрасов Р.В., Степанова О.И. Анализ обеспеченности фосфором пахотных почв Кузбасса....71

Папаскири Т.В., Митрофанов С.В., Орлова Н.В., Савина Н.П., Богданчиков И.Ю. Применение удобрений в сельском хозяйстве Испании: влияние на баланс питательных веществ и эмиссию парниковых газов....79

РАБОТЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Чекин М.Р. Опыт микробиологической индикации агроистощения чернозема выщелоченного....88

Османи М.Х. Влияние гиббереллина на рост и развитие сои в Афганистане....95

Габитов Р.Х. Приемы повышения продуктивности зональных почв Республики Татарстан....98

Главный редактор: И.С. Прохоров, к.с.-х.н.

Редакция: И.И. Прохорова (директор), М.А. Королькова, Н.В. Куроптева, М.В. Царева, к.с.-х.н., С.Г. Царева

Редколлегия: А.И. Беленков, д.с.-х.н., С.Л. Белопухов, д.с.-х.н., к.х.н., Н.М. Белоус, д.с.-х.н., Т.Ю. Бортник, д.с.-х.н., И.И. Дмитревская, д.с.-х.н., Л.А. Дорожкина, д.с.-х.н., А.А. Завалин, д.с.-х.н., С.Ю. Зайцев, д.б.н., д.х.н., А.Л. Иванов, д.б.н., Л.В. Кирейчева, д.т.н., А.В. Кураков, д.б.н., С.В. Лукин, д.с.-х.н., С.М. Лукин, д.б.н., М.Г. Мустафаев, д.с.-х.н. (Азербайджан), С.М. Надежкин, д.б.н., М.М. Овчаренко, д.с.-х.н., к.х.н., А.В. Пасынков, д.б.н., Т.Ф. Персикова, д.с.-х.н. (Беларусь), О.А. Подколзин, д.с.-х.н., Т.Р. Рыспеков (Казахстан), к.с.-х.н., Н.И. Санжарова, д.б.н., В.М. Семенов, д.б.н., В.И. Титова, д.с.-х.н., П.А. Чекмарев, д.с.-х.н., О.Х. Эргашева, к.б.н. (Узбекистан)

Адрес для переписки: 115419, г. Москва, ул. Шаболовка, 65-1-50. **Моб.**: +7-965-183-20-79, **Тел/факс**: +7-495-952-76-25

www.agrochemv.ru ***e-mail: agrochem_herald@mail.ru***

Отпечатано в ООО «САМ Полиграфист», г. Москва, 109316, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 5

Подписано в печать 20.02.2024 г. Печать цифровая. Формат 60x90/8. Заказ 26021.

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации 29 апреля 1997 г. № 011095.

© Химия в сельском хозяйстве, 2024

УДК 631.445(470.311-25) DOI: 10.24412/1029-2551-2024-1-006

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЧВ И ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В УРБАНОЗЕМАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА ГОРОДА МОСКВЫ

[1]**Н.А. Азовцева**, *к.б.н.*, [2]**А.М. Парфенова**
[1]*ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, e-mail: Azovtseva@mail.ru*
[2]*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, e-mail: parf_07@mail.ru*

В 2023 г. проведено изучение экологического состояния почв тестовых участков двух районов Северо-Восточного административного округа города Москвы, подверженных интенсивной антропогенной нагрузке. Для исследований были применены современные информативные электромагнитные методы. Был разработан и использован авторский прибор магнитометр «Волна-2» и пакет авторских программ к прибору. Солевое состояние почв тестовых участков изучали кондуктометрическим методом. Исследование электролитического состояния и кислотности почв выявило, что содержание тяжелых металлов в почвах тестовых территорий в ряде случаев превышало в три раза содержание валовых форм в естественной среде. В исследованиях загрязненности почв тяжелыми металлами и изучении электромагнитного состояния почв тестовой территории опирались на официальные документы города Москвы: на Законы и перечень требований. Результаты исследований могут быть использованы для развития научнообоснованной нормативно-правовой базы оценки экологического качества почв мегаполиса, как первоочередной задачи Закона г. Москвы от 4 июля 2007 г. № 31 «О городских почвах».

Ключевые слова: *тяжелые металлы, магнитная индукция, магнитометр, электрическая проводимость, pH почвенного раствора.*

ELECTROMAGNETIC PARAMETERS OF SOILS AND FEATURES OF HEAVY METALS CONTENT IN URBANOZEMS NORTH-EASTERN ADMINISTRATIVE DISTRICT OF MOSCOW CITY

[1]*Ph.D.* **N.A. Azovtseva**, [2]**A.M. Parfenova**
[1]*FIC Soil Institute named after V.V. Dokuchaev, e-mail: Azovtseva@mail.ru*
[2]*Lomonosov Moscow State University, e-mail: parf_07@mail.ru*

In 2023 the ecological state of soils in test areas exposed to intense anthropogenic load was studied in the North-Eastern Administrative Okrug of Moscow with the use of modern informative electromagnetic methods. An original magnetometer Volna-2 and corresponding software tools developed by the authors were applied. The salt status of the soils was investigated by conductometry. The electrolytic state and acidity of the soils were determined. The bulk content of heavy metals in the soils of test areas is some cases exceeded the natural background level by three times. The conducted study of soil contamination by heavy metals and electromagnetic state of the soils was based on official laws and normative requirements adopted in Moscow. The results of this study can be used to develop a scientifically sound regulatory framework for assessing the environmental quality of megalopolis soils, as a priority task of stated in the Law of Moscow «On Urban Soils» № 31 from July 4, 2007 [1-3].

Keywords: *heavy metals, magnetic induction, magnetometer, electrical conductivity, pH of soil solution.*

Развитие городов и усиление процесса урбанизации приводит к росту загрязнения городских почв, которое неблагоприятно влияет на окружающую среду и здоровье людей. Основным видом техногенного загрязнения почв является загрязнение тяжелыми металлами, источники которых – автотранспорт, промышленные предприятия, жилищно-коммунальное хозяйство [1-5]. Проблеме загрязнения почв тяжелыми металлами посвящено множество научных работ [6-11].

В последние десятилетия в крупных городах из-за использования в больших количествах различных противогололедных препаратов и разнообразных мелиорантов обострилась проблема изменения солевого состояния почв по сравнению с фоновым. Изменение электролитического состояния почв приводит к разрушению почвенной структуры, вызывает диспергацию, распыление почв и создает неблагоприятные условия существования растений в городской среде [12]. Исследование магнитного

состояния почв позволяет выявить распространение тяжелых металлов в профиле почв и их влияние на органическое вещество почв.

Цель исследований – изучение солевого и электромагнитного состояния почв тестовых участков в Бабушкинском и Лосиноостровском районах города Москвы для проведения в дальнейшем мониторинговых и восстановительных мероприятий.

Объекты и методы. Тестовые участки Лосиноостровского и Бабушкинского районов Северо-Восточного административного округа (СВАО) города Москвы расположены поблизости от автомагистралей (ул. Летчика Бабушкина, ул. Верхоянская), железнодорожной станции «Лосиноостровская» Ярославской железной дороги [13]. Тестовая точка Т40 расположена на границе Лосиноостровского и Бабушкинского района в парковой зоне поблизости от путей Ярославской железной дороги. Тестовые точки Т41 и Т42 расположены в 200 м южнее точки Т40 и находятся на газоне на разном расстоянии по транссекте от оживленной магистрали – ул. Летчика Бабушкина напротив Автомойки и в примерно в 60 м севернее АЗС. Точка Т41 располагается в 10 м от автомагистрали, а Т42 – в 4 м от ул. Летчика Бабушкина.

Почвы тестового участка в Бабушкинском районе в соответствии с Классификацией почв России (2004) [14] можно определить как насыпные агроземы, а именно: агроземы текстурно-дифференцированные со схемой почвенного профиля: Р; В; С. Представленный профиль характеризуется однородным рыхлым агрогоризонтом, искусственно насыпанным на промежуточный горизонт, располагающийся на срединных горизонтах, сменяющихся почвообразующей суглинистой породой. Описание почвы сделано с использованием Полевого определителя почв России [15].

Согласно принятой классификации городских почв и международной почвенной классификации исследованные почвы определены как урбаноземы гумусированные средне- и сильномощные на культурном (техногенном) слое, подстилаемом покровными суглинками (Urbic Technosol по WRB, 2014) [16, 17].

Удельную электрическую проводимость почвенных растворов почв тестовых территорий определяли с помощью кондуктометра МАРК-603, госреестр № 83242-21 (предприятие-изготовитель ООО «ВЗОР», г. Нижний Новгород). Удельная электрическая проводимость служит интегральным показателем солевого состояния почв. Кондуктометр измеряет солесодержание в почвенном растворе. Тяжелые металлы: Co, Mn, Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr, Mg, Fe были определены по валовому содержанию спектрофотометрически с использованием атомно-адсорбционного спектрофотометра (AAS-3). Определение pH_{H2O}, pH_{KCl} проведено потенциометрически. Потери при прокаливании определены по содержанию гумуса по Тюрину и обменных катионов K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} – по Шолленбергеру.

Все лабораторные исследования выполнены в трехкратной повторности с использованием статистического аппарата программы Excel [18].

Почвенный магнетизм – ведущий фактор взаимосвязи таких почвенных параметров, как содержание в почве железа и общего количества металлов в почвенном профиле, содержание и распределение гумуса в слоях почв. Для этого был разработан прибор (регистрационный номер № 2021666155/69) «Магнитометр Волна-2» [19], который способен измерять магнитное поле Земли над поверхностью и в толще почвы с привязкой к географическим координатам и времени. Измерения выполнены в пятидесятикратной повторности с использованием разработанного авторами пакета программ [19, 20]. Исследование значений магнитной индукции с глубиной почвенного профиля в почвах тестовых территорий проведено в 2023 г.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 наглядно представлено сравнение валового содержания металлов в образцах почв тестовых районов СВАО г. Москвы с кларком этих металлов.

На рисунке 1 приведены значения валового содержания тяжелых металлов в образцах почв тестовых участков. Ввиду резкого (три порядка) отличия содержания железа диаграмма для железа приведена отдельно.

На рисунке 2 видно, что распространение меди резко зависит от глубины почвенного профиля в точке Т40, убывает с глубиной от 42 мг/кг в верхнем пятисантиметровом слое до 10 мг/кг на глубине 50 см, в то время как в почвах тестовых участков Т41 и Т42 валовое содержание меди практически, с учетом разброса данных, не меняется с глубиной и составляет примерно 20 мг/кг для всех верхних слоев.

1. Валовое содержание металлов и кларк в образцах почв СВАО г. Москвы (2023 г.)

Элемент	Т-40, $млн^{-1}$	±	Т-41, $млн^{-1}$	±	Т-42, $млн^{-1}$	±	Кларк, мг/кг
Медь	27,1	8,1	36,5	10,9	20,9	6,3	100
Цинк	**115,1***	34,5	**105,5**	31,7	**82,7**	24,8	50
Свинец	**35,7**	10,7	**16,7**	5,0	**17,4**	5,2	1,5
Никель	11,3	3,4	10,5	3,2	7,9	2,4	100
Кобальт	4,8	1,4	3,5	1,1	2,8	0,8	40
Хром	16,0	4,8	14,9	4,5	10,6	3,2	200
Кадмий	< 1		< 1		< 1		0,5
Железо	11190		9426		7397		50000
Выделены значения, значительно превышающие ПДК, установленные в РФ.							

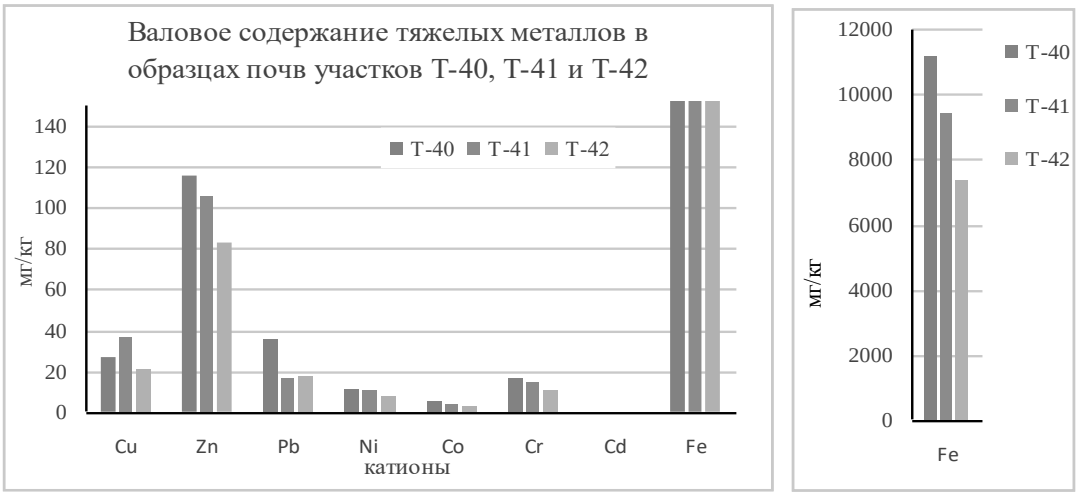

Рис. 1. Валовое содержание тяжелых металлов в образцах почв тестовых участков

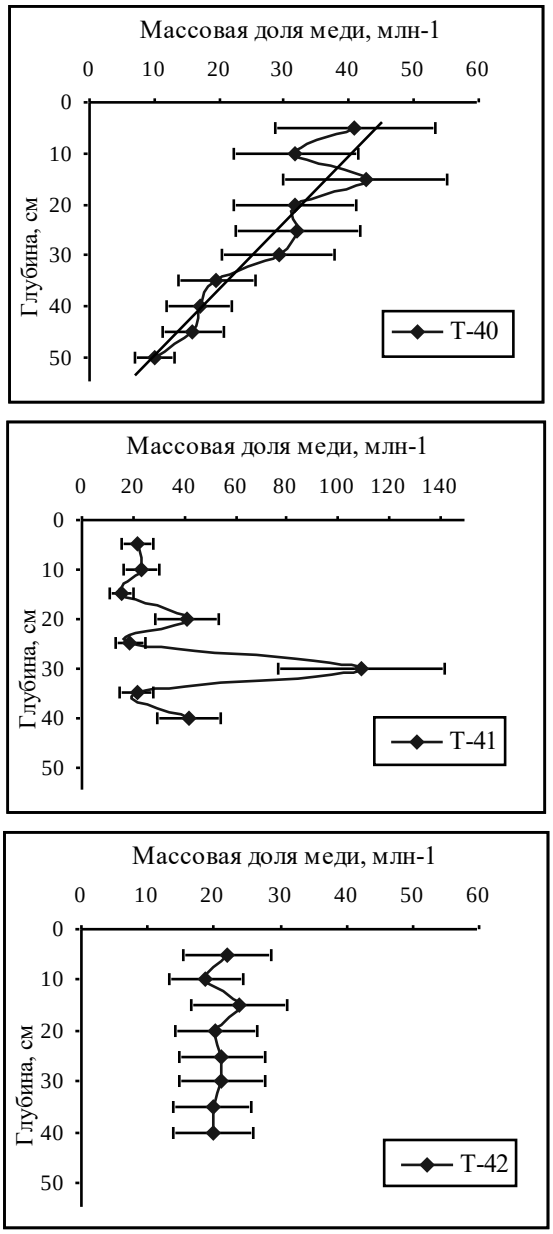

Рис. 2. Валовое содержание меди в образцах почв Т-40 (а), Т-41 (б) и Т-42 (в)

На рисунке 3 показано, что распределение цинка в точке Т40 резко уменьшается по глубине почвенного профиля и составляет от 200 мг/кг в верхнем слое до 50 мг/кг с учетом разброса данных, в то время как в образцах почвы на участке Т-41 распределение меди по горизонтам происходит волнообразно от 120 мг/кг в верхнем до 145 мг/кг на глубине 40 см с учетом разброса данных, на участке Т-42 тестовых территорий происходит увеличение содержания меди по почвенным слоям от 65 мг/кг в верхнем до 130 мг/кг с учетом разброса данных, что может быть связано с влиянием насыпного грунта на этих участках и близостью железной дороги и автомагистрали.

На рисунке 4 видно, что в образцах почвы Т40 распределение свинца происходит скачкообразно с последовательным уменьшением значений содержания с глубиной от 45 мг/кг в верхнем почвенном горизонте до 12 мг/кг на глубине 40 см. Для почв Т41 и Т42 распределение свинца по почвенному профилю более равномерное и составляет от 17 мг/кг с экстремальными значениями содержания свинца до 35 мг/кг на глубине 20 см для Т41 и равномерно снижающегося распределения валового содержания свинца в почвенном образце в точке Т42 со значениями от 30 мг/кг в верхнем слое до 17,5 мг/кг на глубине 40 см.

Следует отметить, что содержание цинка и свинца в почвенных образцах тестовых участков в 3 раза превышает кларк этих металлов (табл. 1). Это можно объяснить привнесенными действиями человека на участках с насыпным грунтом и совокупным влиянием на почвы автодорожной сети и промышленных предприятий.

Данные на рисунке 5 показывают, что содержание никеля мало изменятся с глубиной и составляет с учетом их разброса от 17 до 10 мг/кг для образцов почв Т-40, от 12 до 15 мг/кг для образцов почв Т-41 и от 9 до 7 мг/кг в точке Т-42.

На рисунке 6 видно, что содержание кобальта мало изменяется с глубиной почвенного профиля. В

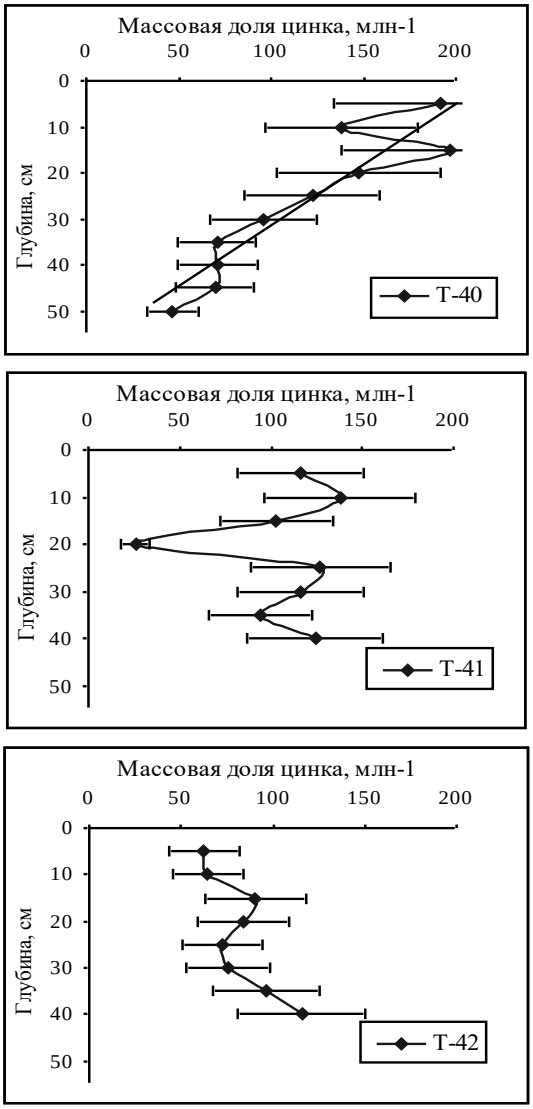

Рис. 3. Валовое содержание цинка в образцах почв Т-40 (а), Т-41 (б) и Т-42 (в)

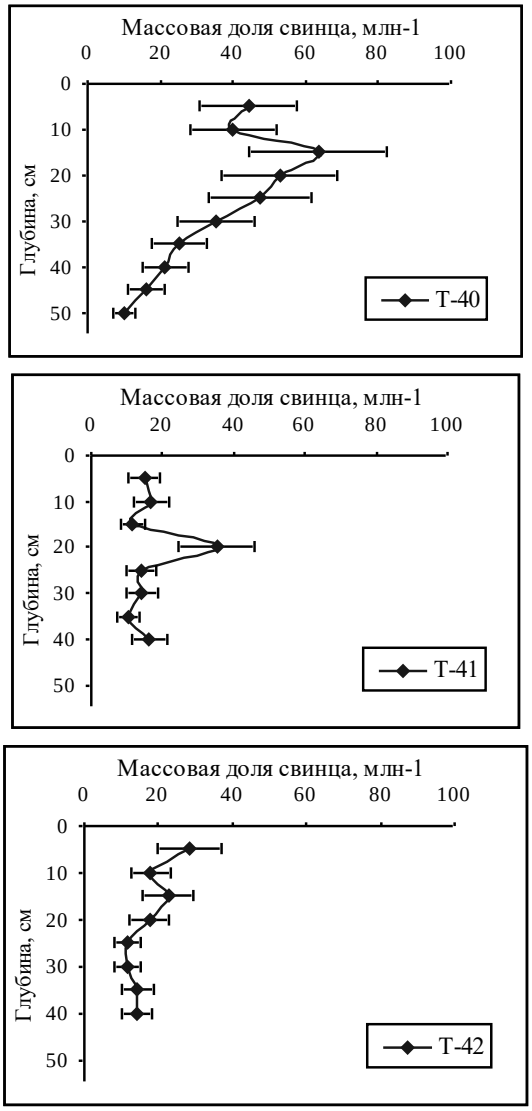

Рис. 4. Валовое содержание свинца в образцах почв Т-40 (а), Т-41 (б) и Т-42 (в)

точке Т40 в верхнем слое почвенного профиля содержание кобальта достигает 6,5 мг/г и достигает 4 мг/кг с учетом разброса данных на глубине 50 см. В образцах почв в точке Т41 и точке Т42 содержание кобальта в верхних слоях составляет 3-4 мг/кг и достигает 5 мг/г с учетом разброса данных.

На рисунке 7 показано относительно равномерное, снижающееся по массовой доле, распределение содержания хрома в образцах почв Т40 от 24 мг/кг с превышениями до 18 мг/г, в то время как содержание хрома в почвах Т41 и Т42 мало изменяется по глубине с учетом разброса данных и достигает 15 мг/г на глубине 0-5 см и 16 мг/г на глубине 40 см в образцах почвы в точке Т41 и 10-11 мг/г по всему профилю для точки Т42.

На рисунке 8 видно относительно равномерное уменьшение содержания железа по глубине почвенного профиля в образцах почвы Т40, что можно объяснить положением тестового участка. Напомним, что участок находится в парковой зоне Лосиноостровского района со структурным состоянием почв более близким к фоновому, тогда как определенные резкие изменения содержания железа в почвах участков Т41 и Т42 можно объяснить наличием в них слоев насыпного грунта, влияющих на распределение железа по почвенному профилю.

Было проведено определение кислотности почвенного раствора образцов почв Т-40, Т-41, Т-42 (рис. 9). Значения pH водных и солевых вытяжек образцов почв Т40, Т41, Т42 колеблются от 7 до 8. Значения pH водной вытяжки почвенных образцов Т42 сдвинуты в щелочную зону. Это является пограничным состоянием, но почвы не засолены [21].

Кислотность почвенных растворов на территориях, наиболее подверженных антропогенному воздействию, выше, чем почв в естественном состоянии. Это вызвано поступлением в них больших количеств уличной пыли, содержащей карбонаты, хлориды и другие соли щелочных и щелочноземельных металлов (в первую очередь, кальция и магния),

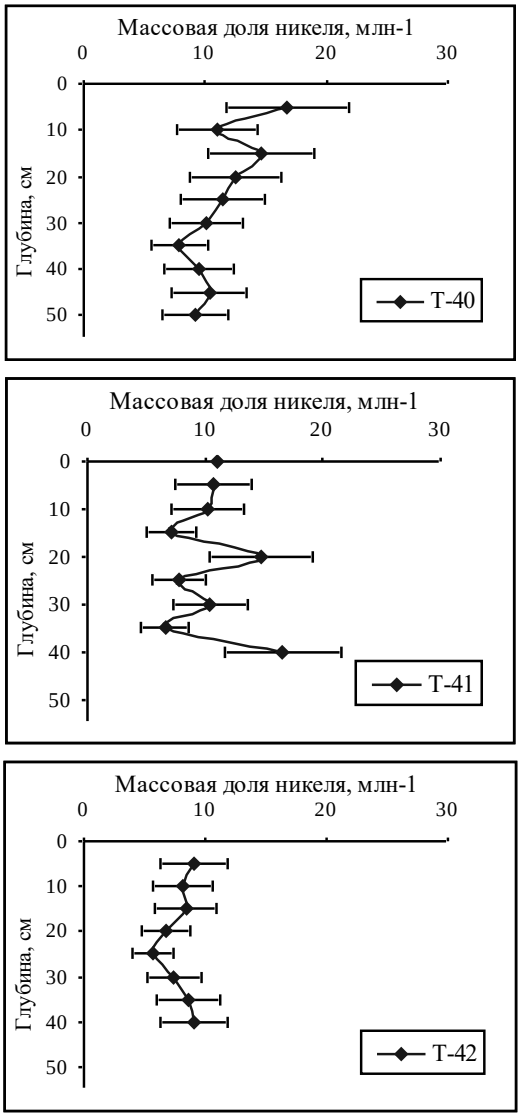

Рис. 5. Валовое содержание никеля в образцах почв Т-40 (а), Т-41 (б) и Т-42 (в)

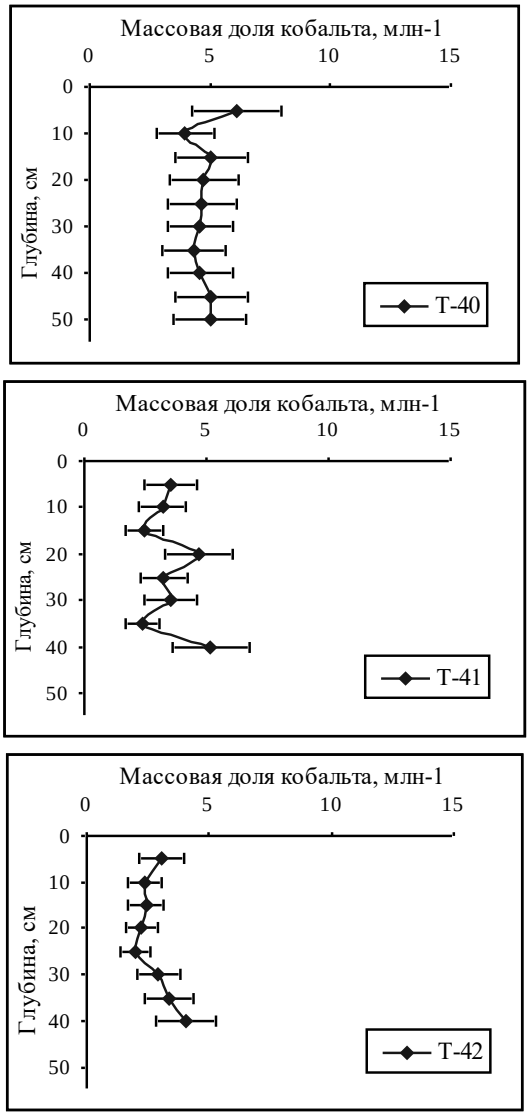

Рис. 6. Валовое содержание кобальта в образцах почв Т-40 (а), Т-41 (б) и Т-42(в)

источником которых служат автомобильные дороги, промышленные предприятия, а также широко применяемые в г. Москве в холодный период года противогололедные реагенты [22].

Были определены значения удельной электрической проводимости почв, являющейся показателем почвенного электролитического состояния образцов почв тестовых точек Т40, Т41, Т42, которые свидетельствуют об их незасоленности (рис. 10).

Исследования в почвах тестовых точек Т31 и Т34, расположенных примерно в 80 м к северу от точек Т41 и Т42 показали, что их можно отнести к урбанозему гумусированному средне-сильномощному на культурном слое и покровном суглинке.

При изучении электролитического состояния почв тестовых участков были рассчитаны уровни значений SAR почвенных растворов почв, которые показали их осолонцевание около автомагистралей (рис. 11), а также выявлена опасность разрушения почвенной структуры и перехода почвенных частиц в пылеобразную форму. Это неблагоприятно отражается на росте и развитии трав городских газонов и древесных растений, а также животных и человека, в дыхательные пути которых поступает ультратонкая пыль.

При исследовании магнитных свойств почв тестового участка использовали магнитометр «Волна-2» с пакетом программ: «Программа для магнитометра Волна-2 2021666155/69»; программа для магнитометра Волна-2 (SOFT) № 2022611909. Магнитометр измеряет значения магнитной индукции ((B), мТл). С параметром магнитной индукции «B» формульно связан параметр магнитной восприимчивости «H», определяемый при мониторинге загрязнения почв городских и агроландшафтов тяжелыми металлами [23].

Магнитную восприимчивость можно использовать в качестве индикатора антропогенного загрязнения почв тяжелыми металлами. При помощи магнитометра «Волна-2» и пакета авторских программ [19, 20]

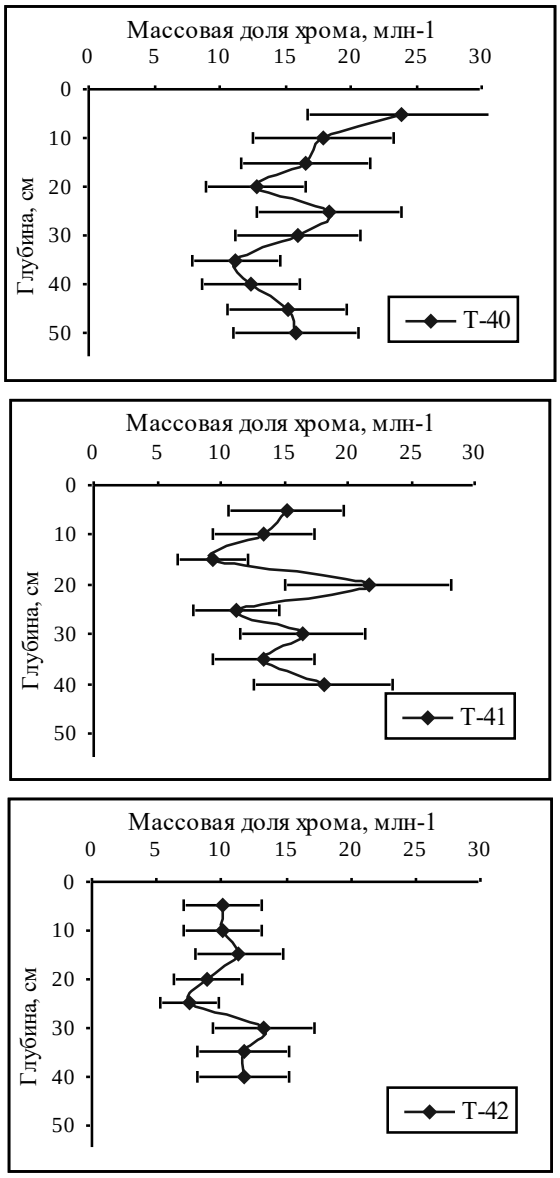

Рис. 7. Валовое содержание хрома в образцах почв Т-40 (а), Т-41 (б) и Т-42 (в)

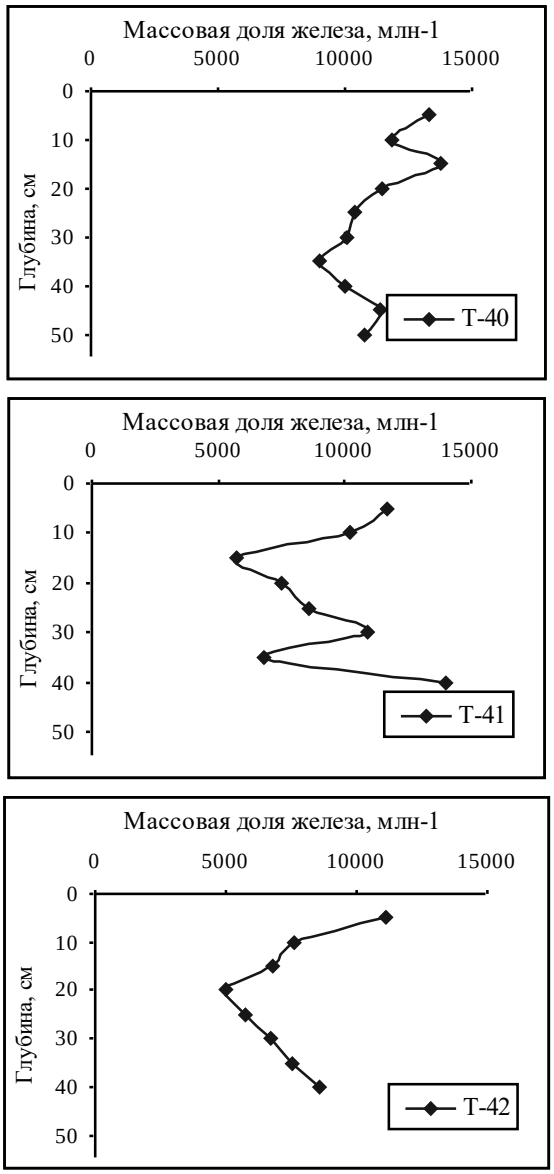

Рис. 8. Валовое содержание железа в образцах почв Т-40 (а), Т-41 (б) и Т-42 (в)

были построены магнитные профили исследуемых почв тестовой территории, которые отражают строение почвенного профиля почв исследуемых участков. На рисунке 12 представлены графики зависимости индукции магнитного поля (В, мкТл) от глубины почвенного профиля почв тестовых точек Т31 и Т34.

Почвенный профиль исследуемых почв определяли в соответствии с изменением напряженности магнитного поля (мкТл) с глубиной и он обозначен как схема магнитного профиля почвы (табл. 2), которая отражает полученную зависимость индукции магнитного поля от глубины залегания почвенных слоев. Резкие переходы значений зависимости магнитной индукции от глубины верхних слоев почвенного профиля исследуемых почв между слоями почвенного профиля на фоне естественных почвообразовательных процессов (гумусообразование, гумусонакопление, трансформация и иллювиальный вынос почвенных составляющих с потоками почвенного влаги) могут быть связаны с влиянием характера внесенных слоев насыпного грунта в исследуемых почвах. В данном случае в почвах были обнаружены следы строительного мусора, фрагменты асфальта и слои торфяной смеси.

График зависимости индукции магнитного поля от глубины расположения почвенных слоев на рисунке 12 показывает, что в профиле почвы в точке Т34 слабомагнитный верхний почво-растительный слой со значениями индукции магнитного поля от 57,80 мкТл на глубине примерно 5 см до 57,96 мкТл на глубине 17,5 см, из практически вертикального направления, перемещаясь через заметно меняющийся на глубине 22,5 см участок графика со значениями индукции магнитного поля от 58,82 мкТл до 56,68 мкТл на глубине 32,5 см, скачкообразно переходит в магнитные осадочные слои песка, а затем и суглинки со значениями

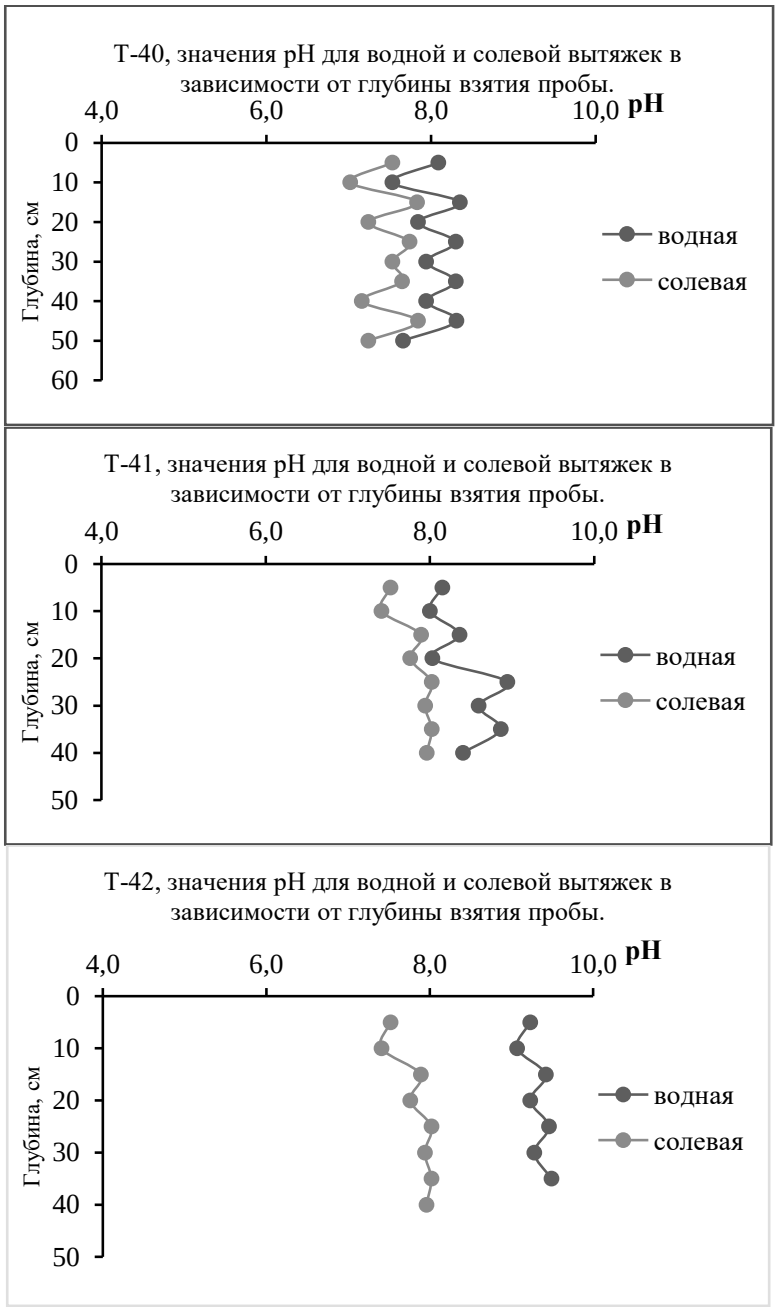

Рис. 9. Влияние глубины взятия пробы на величину pH водной и солевой вытяжек в зависимости от глубины взятия пробы в Т-40 (а), Т-41 (б), Т42 (с)

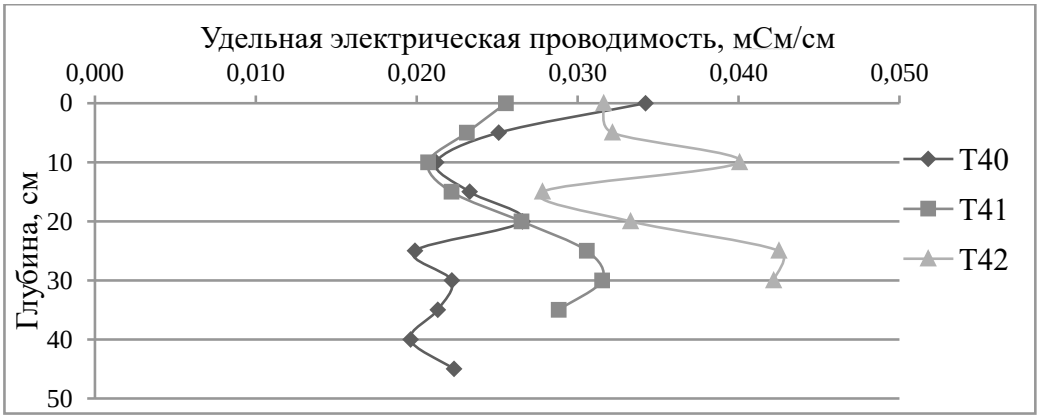

Рис. 10. Значения удельной электрической проводимости почвенных образцов тестовых точек Т40, Т41, Т42

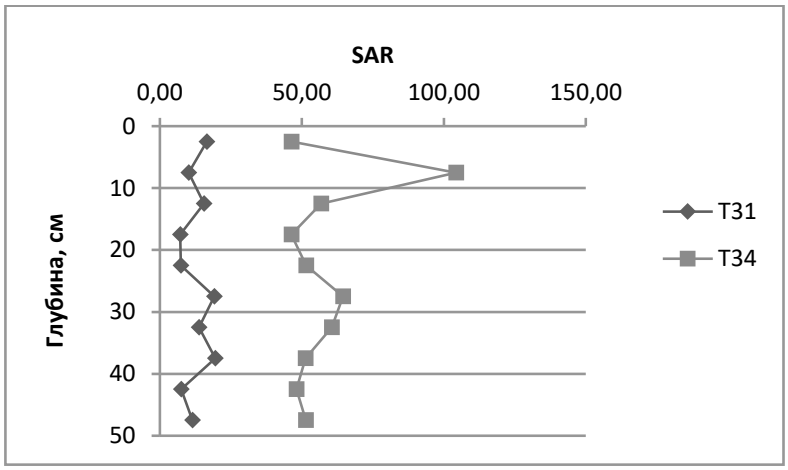

Рис. 11. SAR почвенных растворов почв Т31 и Т34 тестовых участков (2023 г.)

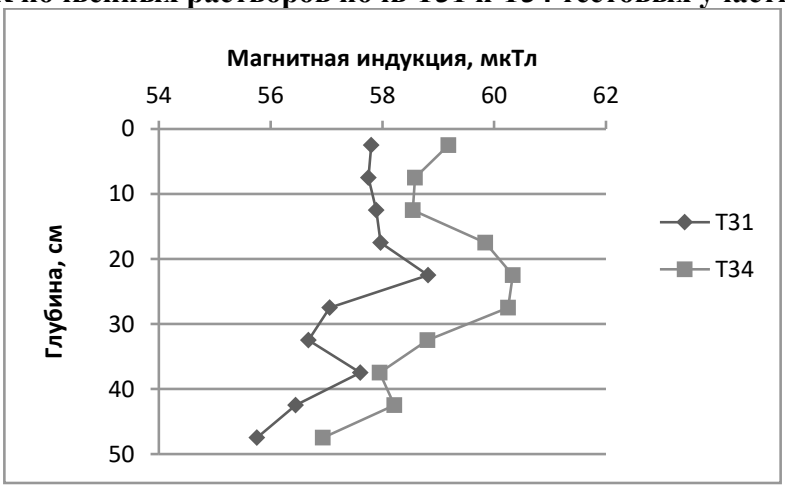

Рис. 12. Зависимость магнитной индукции от глубины профиля урбанозема в почвах тестовых точек Т31, Т34

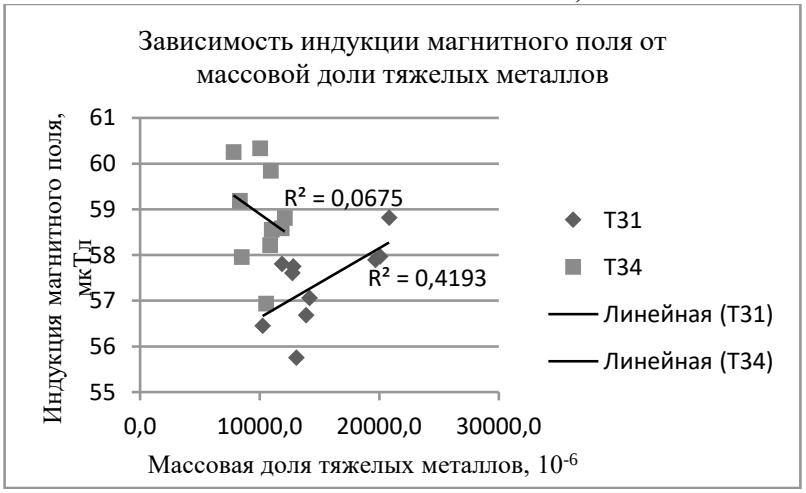

Рис. 13. Зависимость индукции магнитного поля от массовой доли тяжелых металлов

2 Схема магнитного профиля урбанозема на тестовом участке Т34

Горизонт	Глубина, см
PY	2,5-17,5
EI	17,5-22,5
BT	22,5-32,5
UG2	32,5-37,5
G2	37,5-47,5

индукции магнитного поля от 57,60 мкТл на глубине 37,5 см до 55,75 мкТл на глубине 47,5 см.

На основе измерений значений магнитной индукции в почвах тестовых участков была получена зависимость индукции магнитного поля от массовой доли тяжелых металлов для почв в точках Т31 и Т34 из тех же участков, что и описываемые в точках Т40, Т41 и Т42, взятые ранее на тестовом участке в парке вдоль ул. Летчика Бабушкина в Бабушкинском районе (рис. 13).

Выводы: 1. На основании исследований содержания и распределения тяжелых металлов в верхних слоях почв тестовых территорий Лосиноостровского и Бабушкинского районов СВАО города Москвы обнаружено, что изменения электромагнитных параметров могут дать объективную информацию об особенностях содержания тяжелых металлов в урбаноземах для проведения в дальнейшем мониторинговых и восстановительных мероприятий. 2. Превышение значений содержания Zn и Pb (первой категории опасности [24]) в несколько раз по сравнению с фоном и ГНТ СанПиН свидетельствует о необходимости проведения мероприятий по очистке тестовых территорий от таких опасных с точки зрения экологии металлов, как свинец и цинк. 3. Результаты исследования значений кислотности и удельной электрической проводимости свидетельствуют о подщелачивании и незасоленности почв. В целом ситуация по кислотно-основным показателям пока не опасная. 4. Зависимость индукции магнитного поля от массовой доли тяжелых металлов в верхних слоях почв участков тестовых территорий свидетельствует о большой неоднородности городских почв по сравнению с фоном. 5. Технология электромагнитного мониторинга показала возможность ее использования для выявления загрязнения почв металлополютантами и может быть полезной для предотвращения деградации городских почв и сельскохозяйственных земель. 6. Результаты исследований загрязненности почв тяжелыми металлами, изучение электромагнитного состояния почв тестовой территории Северо-Восточного административного округа города Москвы созданы на базе официальных документов города Москвы: Законов и перечня требований поэтому могут быть использованы для развития научнообоснованной нормативно-правовой базы оценки экологического качества почв мегаполиса, как первоочередной задачи Закона г. Москвы от 4 июля 2007 г. № 31 «О городских почвах» [25-27].

Работа выполнена в рамках государственного задания № 075-01477-22-00 Минобрнауки России на 2022 г. и плановый период 2023 и 2024 гг., темы 0439-2022-0013, государственного задания «Коллоидная химия» (номер ЦИТИС 121031300084-1) и государственного задания «Экология» (номер ЦИТИС:122040600057-3).

Литература

1. Гладков Е.А. Тяжелые металлы как одни из основных загрязнителей почвенного покрова города Москвы // Электронный научный журнал Курского государственного университета, 2018, № 4 (20). – С. 1-4.

2. Корчагина К.В. Оценка загрязнения городских почв тяжелыми металлами с учетом профильного распределения их объемных концентраций: дисс. к.б.н. – М., 2014. – 145 с.

3. Наместникова О.В, Бузаева М.В. Мониторинг загрязнения свинцом городских почв в системе обеспечения экологической безопасности урбанизированных территорий // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности», 2017, выпуск № 4(74). – С. 220-230 (http://academygps.ru/ttb)

4. Башкин В.Н., Завалин А.А., Жеребцова Г.П., Прохоров И.С., Карпова Д.В., и др. Программа первоочередных мероприятий по оздоровлению городских почв. – М.: ДПиООС, 2004. – 198 с.

5. Щербаков А.Ю., Карев С.Ю., Абрамцев В.С., Прохоров И.С., Шаповалов Д.А., Скибарко А.П. Вопросы подготовки и контроля качества искусственно созданных грунтов для озеленения московских газонов // Экологические системы и приборы, 2012, № 10. – С. 28-33.

6. Су С., Цзян Л., Чжан В. Обзор загрязнения тяжелыми металлами в почве во всем мире: ситуация, воздействие и методы восстановления. 2014, № 3. – С. 24-38.

7. Тихуис Л., Браттли Б., Сэтэр Геохимическая съемка верхнего слоя почвы в городе Осло, Норвегия // Геохимия окружающей среды и здоровье, 2002, № 24. – С. 67-94.

8. Таутуа А., Мартин Б., Онигбинде В., Адебайо О., Дьяпрейе Е. Оценка некоторых тяжелых металлов и физико-химических свойств в поверхностных почвах муниципального открытого полигона отходов в Йенагоа // Нигерийский академический журнал, 2014, № 8. – С. 41-47.

9. Ябе Дж., Ишизука М., Умемура Т. Текущий уровень загрязнения тяжелыми металлами в Африке // Журнал ветеринарной медицинской науки, 2010, № 72. – С. 1257-1263.

10. Водяницкий Ю.Н. Формулы оценки суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидами // Почвоведение, 2010, № 3. – С. 1276-1280.

11. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почва. – М.: РАСХН, Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 164 с.

12. Азовцева Н.А., Смагин А.В. Динамика физических и физико-химических свойств городских почв при использовании солевых противогололедных средств // Почвоведение, 2018, № 1. – С. 118-128.

13. Почвенная карта Москвы. http://www.etomesto.ru/map-eco_pochva/

14. Классификация и диагностика почв России: авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

15. Полевой определитель почв. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.

16. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение, 2014, № 10. – С. 1155-1164.

17. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps / World Soil Resources Reports, 2014, № 106. FAO, Rome. 181.

18. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении / науч. ред. Ю.Н. Благовещенский, Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: URSS, 2008. – 326 с.: ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-397-00039-0

19. Азовцева Н.А., Францев В.В. «Магнитометр ВОЛНА-2» «Программа для магнитометра ВОЛНА-2» № 2021666155/69».

20. Азовцева Н.А., Францев В.В. Программа для магнитометра ВОЛНА-2 (SOFT) #2022611909.

21. Манжина С.А. К вопросу выявления химизма и степени засоления почв: российские и зарубежные практики // Мелиорация и гидротехника, 2021, Т. 11, № 3. – С. 163-181. URL: http:www.rosniipm-sm.ru/article?n=1220 (дата обращения: 18.08.2021).

22. Гладышева М.А., Иванов А.В., Строганова М.Н. Выявление ареалов техногенного загрязнения почв Москвы по их магнитной восприимчивости // Почвоведение, 2007, № 2. – С. 235-242.

23. Макаров О.А., Кубарев Е.Н., Чистова О.А., Карева О.В., Крикуненко А.С., Балджиев А.С. Магнитная восприимчивость почв на придорожных территориях // Земледелие, 2019, № 2. – С. 17-20.

24. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания IV. Почва населенных мест и сельскохозяйственных угодий. http://test.safe-work.ru/Bibl/BibOT/n123685-21_4.html

25. Закон города Москвы от 4 июля 2007 г. № 31 «О городских почвах».

26. Постановление Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. № 514 «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве».

27. Государственные доклады о состоянии окружающей среды в городе Москве (сайт ДПиООС, Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2022 году»: под ред. А.О. Кульбачевского. – Москва, 2023. – 276 с. https://www.mos.ru/eco/2023gosdoklad_1.pdf.