



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ  
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

## Сборник докладов

### ЧЕТВЕРТОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ ОТКРЫТОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

### «ПОЧВЕННЫЕ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ: СОСТОЯНИЕ, ОЦЕНКА, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ»

к 95-летию основания  
Почвенного института имени В.В. Докучаева

5 - 7 декабря 2022 г., Москва

УДК 631.4  
ББК 40.3

*Под редакцией*  
академика РАН А.Л. Иванова

*Составитель:*  
Н.В. Савицкая

**Современные проблемы изучения почвенных и земельных ресурсов.** Сборник докладов Четвертой Всероссийской открытой конференции. Москва, 5 - 7 декабря 2022 г., – М.: ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», 2022. – 486 с.

Сборник содержит избранные доклады Четвертой Всероссийской открытой конференции «Почвенные и земельные ресурсы: состояние, оценка, использование», приуроченной к 95-летию основания Почвенного института имени В.В. Докучаева. В них освещается широкий круг вопросов, касающихся инвентаризации, мониторинга, оценки и планирования рационального использования почвенных и земельных ресурсов.

ISBN 978-5-86921-083-8



© ФИЦ «Почвенный Институт им. В.В. Докучаева»,  
2022

## Прочностные характеристики урбаноземов города Москвы

© 2022 г. Н.А. Азовцева<sup>1\*</sup>, А.М. Парфенова<sup>2</sup>, В.В. Францев<sup>3</sup>,  
Е.Б. Варламов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Россия,  
119017, Москва, Пыжевский пер, 7, стр. 2,  
\* azovtseva@mail.ru

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Московский государственный  
университет имени М.В. Ломоносова», Россия,  
119991, Москва, Ленинские горы, 1, стр.3.

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «МИРЭА - Российский  
технологический университет», Россия,  
119454 Москва, проспект Вернадского, 78

**Резюме:** С целью анализа прочностной устойчивости городских почв, последующей систематики антропогенно-измененных почв, мониторинга состояния почвенного покрова, в соответствии с Законом города Москвы приведены послойные данные для верхних горизонтов почв, отобранных в двух Административных районах города Москвы. Приведены и проанализированы данные гранулометрического состава, измерения пенетрометрической прочности в зависимости от влажности, значения магнитной индукции в зависимости от глубины слоя, а также проанализирован минералогический состав. Максимальное значение прочности для образцов урбаноземов из района Свиблово наблюдается в горизонте 0 – 7 см при влажности 37%, а в горизонте 7 – 14 см при влажности 25%. Для образцов урбодерново-подзолистой почвы из района Новокосино максимум прочности наблюдается в горизонте 0 – 7 см при влажности 35%, а для горизонта 7 – 14 см при влажности 20%. Минералогические исследования илистой фракции двух наиболее контрастных в морфологическом плане образцов показали присутствие минералов с жесткой каркасной структурой, что является не свойственной этой фракции особенностью. Высокое содержание тонкодисперсной размерностью кластогенных минералов в илистой фракции, свидетельствует о специфических характеристиках почвообразующего минерального субстрата этих почв. Главной особенностью отличий данных почв от фоновых естественных ценозов – это сохранение в составе ила обломочного состава кластогенных минералов. Показано, что

прочностные измерения урбаноземов могут служить способом наблюдения за экологическим состоянием городских почв. Данные метода измерения магнитной индукции, коррелируя с рядом других параметров, могут способствовать всестороннему наблюдению за состоянием почв городских территорий.

**Ключевые слова:** почва, гранулометрический состав, пенетрометрическая прочность, почвенный магнетизм, рентгендифрактометрические измерения.

## Strength characteristics of urban soils of Moscow

© 2022 N.A. Azovtseva<sup>1\*</sup>, A.M. Parfenova<sup>2</sup>, V.V. Frantsev<sup>3</sup>,

E.B. Varlamov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Federal Research Centre “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute”,  
7 Bld. 2 Pyzhevskiy per., Moscow 119017, Russian Federation,  
\* e-mail: \* azovtseva@mail.ru*

<sup>2</sup>*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education  
“M.V.Lomonosov Moscow State University”,  
Lomonosov Moscow State University, GSP-1, Leninskie Gory, Moscow,  
119991, Russian Federation*

<sup>3</sup>*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education  
“MIREA – Russian technological university”,  
78 Vernadsky Avenue, Moscow 119454, Russian Federation*

**Abstract:** To further systematize anthropogenic-altered soils, monitor the state of soil cover, in accordance with the Law of the City of Moscow, the layered data for the upper soil horizons selected in two districts of the city of Moscow are given. The data of granulometric composition, measurements of penetrometric resistance depending on humidity, magnetic induction values depending on the depth of the layer, as well as mineralogical composition are given and analyzed. The maximum resistance value for samples of urbanozems from the Sviblovo area is observed in the horizon of 0 – 7 cm at a humidity of 37%, and in the horizon of 7 – 14 cm at a humidity of 25%. For samples of urban-podzolic soil from the Novokosino area, the maximum resistance is observed in the horizon of 0 – 7 cm at a humidity of 35%, and for the horizon of 7 – 14 cm at a humidity of 20%. Mineralogical studies of the silty fraction of the two morphologically most contrasting samples showed the presence of minerals with a rigid frame structure, which is not a characteristic feature of this fraction. The high content of fine-grained clastogenic minerals in the silty fraction indicates the specific characteristics of the soil-forming mineral substrate of these soils. The main feature of the differences between these soils and the background natural

cenoses is the preservation of the clastic composition of clastogenic minerals in the silt. It is shown that strength measurements of urban soils can serve as a way to monitor of their ecological state. The data of the magnetic induction method correlated with a number of other parameters can be used for comprehensive monitoring of the soil condition of urban areas.

**Keywords:** soil, granulometric composition, penetrometric strength, soil magnetism, X-ray diffractometric measurements.

## ВВЕДЕНИЕ

По данным переписи населения Российской Федерации (Таб. 1), происходит увеличение числа жителей городов, и усиливается нагрузка на урбосистемы и городские почвы. Это подчёркивает значимость внимания к городским условиям и почве, в частности.

Почвы выполняют разнообразные биогеоценотические, биосферные, ноосферные, экологические функции. Акцент в исследованиях функций почв мегаполисов направлен на те из них, которые в наибольшей степени определяют экологические основы качества жизни населения. Городские почвы имеют специфические особенности состава и высокую антропогенную нагрузку. Потоки вещества на городские почвы формируются за счет поступления в почву: а) твердых, жидких и газообразных веществ из атмосферы, б) жидких и газообразных веществ из грунтовых вод, в) веществ, образующихся в результате метаболизма живых организмов и почвенных процессов. Проходя через почву, вышеуказанные, вещества полностью или частично изменяют свой состав и свойства. Это происходит в результате разнообразных межфазных взаимодействий, включая комплексообразование, сорбцию, избирательное поглощение растениями или выпадение в осадок, обмен с ППК почвы. Антропогенные почвообразующие породы имеют существенные отличия от естественных как по составу, так и по строению. Главным отличительным их признаком является гетерогенный состав и строение, кроме того, они содержат значительное количество включений. В условиях мегаполиса становится необходимым развитие методов доступного, информативного, компактного исследования прочностного и ферромагнитного состояния почв. Целью работы послужило исследование прочностных характеристик верхних слоёв городских почв (0 – 20 см от поверхности почвы).

Таблица 1. Таблица городского и сельского населения.

| Соотношение численности городского и сельского населения<br><a href="https://matveychevoleg.livejournal.com/7625043.html?view=comments">https://matveychevoleg.livejournal.com/7625043.html?view=comments</a><br>(по данным переписей населения; в процентах) |           |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|
| Год                                                                                                                                                                                                                                                           | Городское | Сельское |
| 1897                                                                                                                                                                                                                                                          | 14,7      | 85,3     |
| 1926                                                                                                                                                                                                                                                          | 17,7      | 82,3     |
| 1939                                                                                                                                                                                                                                                          | 33,5      | 68,5     |
| 1959                                                                                                                                                                                                                                                          | 52,2      | 47,8     |
| 1970                                                                                                                                                                                                                                                          | 62,1      | 37,9     |
| 1979                                                                                                                                                                                                                                                          | 69,1      | 30,9     |
| 1989                                                                                                                                                                                                                                                          | 73,4      | 26,6     |
| 2002                                                                                                                                                                                                                                                          | 73,3      | 26,7     |
| 2019                                                                                                                                                                                                                                                          | 73,7      | 26,3     |

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явились почвы двух тестовых территорий в городе Москве, подвергающиеся разной степени антропогенной нагрузки (Почвенная карта Москвы. [Электронный ресурс] / – Электрон. текстовые дан. – Москва – Режим доступа: [http://www.etomesto.ru/map-eco\\_pochva/](http://www.etomesto.ru/map-eco_pochva/), свободный]. Данные исследования являются частью цикла работ, проведённых Авторами на почвах этих тестовых территорий в 2017-2021 годах (Азовцева и др., 2019; Azovtseva et.al., 2020). Исследования городских почв (TechnoUrbic) были проведены летом-осенью в 2021 года в Северо-Восточном административном округе города Москвы, почвы которых подвергаются загрязнению выбросами промышленных предприятий (Асфальтовый, Электромеханический, Московский нефтеперерабатывающий заводы, ЖБК «Ростокино») и автомобильных магистралей (ул. Верхоянская, ул. Летчика Бабушкина, Ярославская ж/д, Северо-Восточная хорда (пр. Серебрякова), ул. Амундсена) расположенных в непосредственной близости от трансект с точками пробоотбора. Исследования почв участков тестовых территорий были проведены методом трансекты и ключевым методом в точках T1, T2, T3, T4, T5. Образцы почв отбирали послойно (шаг 4 см) из верхних горизонтов почв исследуемых участков до глубины 24 см голландским буром пробоотборником AMS в трёхкратной повторности. Почвы представлены урбаноземами

гумусированными средне- и сильномоющими на культурном (техногенном) слое, подстилаемом покровными суглинками.

В качестве фона были выбраны урбодерново-подзолистые почвы на флювиогляциальных отложениях рекреационной зоны парка (50 м от пруда), окаймляемой с запада ул. Салтыковской (Новокосино, ВАО г. Москвы). Были исследованы прочностные характеристики, прочность (обычно пластическая прочность), почв (урбанозёмы и реплантозёмы) тестовых территорий, расположенных в районе Свиблово СВАО и в районе Новокосино ВАО города Москвы (Азовцева Н.А. и др., 2017). Для образцов урбанозёма на покровном суглинке подстилаемом мореной, расположенном на участке между ЖБК «Ростокино» и автомобильной трассой «Северо-восточного диаметра» в районе Свиблово, а также урбодерново-подзолистой почвы на флювиогляциальных отложениях Парк в Новокосино, была исследована пластическая прочность пенетрационным методом с помощью конического пластомера (Гросс Е.Е. и др., 2013) в 7-ми кратной повторности образцов почв тестовых территорий, как показатель их устойчивости. Метод конического пластомера или пенетометрический метод основан на определении усилия, которое необходимо приложить к конусу для погружения его в систему на известную глубину (Практикум по коллоидной химии: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. В.Г. Куличихина. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2012; Shariatmadari, N. et.al., 2020). Определение гранулометрического состава почв точек в районе Новокосино и тестовых точек в Северо-Восточных районах г. Москвы (Бабушкинский район, Лосиноостровский район, район Свиблово) было проведено с помощью лазерного анализатора размеров частиц Microtrac Bluewave Microtrac Inc. (США).

Прочностные свойства почв зависят от их минералогических характеристик (Азовцева Н.А., 2017). В 2022 году было проведено исследование минералогических характеристик городских почв тестовых территорий в Лаборатории минералогии и микроморфологии почв ФГБНУ ФИЦ "Почвенный институт имени В.В. Докучаева. Методами минералогических исследований был изучен состав глинистых и кластогенных фракции <1мкм. Фракционное разделение образцов проведено по методике Горбунова (1963) путем последовательного исчерпывающего отмучивания, органическое и аморфные вещества перед фракционированием удалялись.

Минералогический состав исследовали с помощью универсального рентгендифрактометра HZG-4a. Режим съемки: излучение Cu напряжение на трубке 30кВ сила тока 20мА. угловая скорость движения счетчика 2 $\theta$  град/мин. расчеты производили с применением программного обеспечения дифрактометр-авто. версия 2018 разработчик ООО «Ирис». Съемка ориентированных препаратов, насыщенных магнетитом выполнена для фракции <1мкм в трех состояниях образца: воздушно-сухом, сольватированном этиленгликолем, после прокаливании в течении 2-х часов при температуре 550°C с целью уточнения особенностей кристаллохимического строения лабильных минералов. Препараты кластогенных минералов других фракций имеющие жесткую кристаллическую структуру при указанных обработках своих свойств не меняли. Качественный состав минералов установлен по известным рекомендациям (Рентгеновские методы и структура... 1965; Градусов. 1967; Соколова и др. 2005). Количественный анализ проведен по методикам: для глинистых минералов полуколичественное по соотношению основных минеральных фаз метод (Biscaue. 1965), кластогенные минералы – методом (Cook at. al. 1975).

Почвенный магнетизм является ведущим фактором взаимосвязи почвенных параметров: содержания в почве железа и общего количества металлов в почвенном профиле, содержания и распределения гумуса в слоях почв. Был разработан прибор (регистрационный номер № 2021666155/69) названный «Магнитометр ВОЛНА-2» (Азовцева, Францев, 2021). Прибор 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 (Азовцева, Францев, 2020; Азовцева, Францев, 2021; Азовцева, Францев, 2022).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На рисунке 1 представлены результаты исследования гранулометрического состава верхних слоёв почвы из точки Т1, как примера, из точек 1-7 тестовой территории СВАО г. Москвы.

Из анализа полученных данных, следует, что почвы из точек Т1, Т2 и Т3 по гранулометрическому составу близки (преобладает

пылевая фракция во всех горизонтах), почвы из Т4 и Т5 гранулометрически близки - преобладает песчаная фракция, резко отличаются Т2 и Т5.

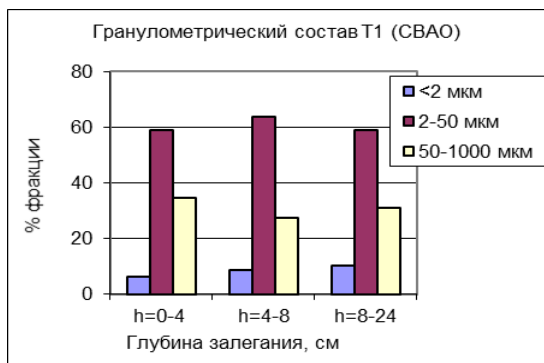


Рис. 1. Гранулометрический состав верхних слоёв почв Т1

Для образцов воздушно-сухих почв penetromетром были промерены прочности. Результаты представлены в таблице 2.

Можно отметить, что прочность несколько растёт с глубиной. Как видно из представленных в таблице 2 данных, прочности сухих образцов из точек из районов Свиблово и Новокосино практически не различаются. Можно лишь отметить несколько различающийся разброс значений. Однако картина кардинально меняется в случае последовательного увеличения влажности. На рисунках 5 и 6 представлены результаты исследований зависимости прочности почвенных образцов верхних слоёв почв от влажности почвы.

На графиках зависимости прочности почвенных образцов верхних слоёв почв из Новокосино и Свиблово от влажности почвы наблюдается отчетливая разница прочности в зависимости от глубины залегания горизонтов. Это связано с гранулометрическим составом почв (Табл. 2). Общая картина - увлажнение до 5% приводит к заметному росту прочности, далее прочность с ростом влажности еще увеличивается, а при достижении некоторого значения начинает уменьшаться, и падает до минимальных значений при некоторой «предельной» влажности. При этом величина максимального значения достигаемой прочности и предельное увлажнение, при котором образец теряет прочность, чувствительны к распределению

частиц по размерам в пробах образца. Следует отметить, что изменения прочностных характеристик по слоям почвенного профиля, полученные для городских почв тестовых участков, согласовывались с результатами модельных экспериментов в системе глина-песок, проведенных авторами ранее (Азовцева и др., 2017).

Таблица 2. Прочность почв тестовых территорий в районах Свиблово и Новокосино г. Москвы со средним квадратичным отклонением, повторность  $n=7$ .

| № точки на тестовой территории | Глубина взятия образцов, h, см | Прочность, кг/см <sup>2</sup> | Ср. квадр. Откл., $n=7$ |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Свиблово                       |                                |                               |                         |
| T6                             | h=0-7 см                       | 0,0667                        | 0,0018                  |
| T6                             | h=7-14см                       | 0,0774                        | 0,0037                  |
| T6                             | h=14-21см                      | 0,0757                        | 0,0012                  |
| T7                             | h=0-7 см                       | 0,0679                        | 0,0042                  |
| T7                             | h=7-14 см                      | 0,0696                        | 0,0043                  |
| T7                             | h=14-21                        | 0,0794                        | 0,0083                  |
| Новокосино                     |                                |                               |                         |
| T1                             | h=0-7 см                       | 0,0623                        | 0,002                   |
| T1                             | h=7-14                         | 0,07                          | 0,0032                  |
| T1                             | h=14-21                        | 0,07                          | 0,0033                  |
| T3                             | h=7-14                         | 0,064                         | 0,0014                  |
| T3                             | h=14-21 см                     | 0,0797                        | 0,0025                  |
| T4                             | h=0-7                          | 0,067                         | 0,0012                  |
| T4                             | h=7-14                         | 0,067                         | 0,0018                  |
| T4                             | h=14-21                        | 0,0692                        | 0,0022                  |

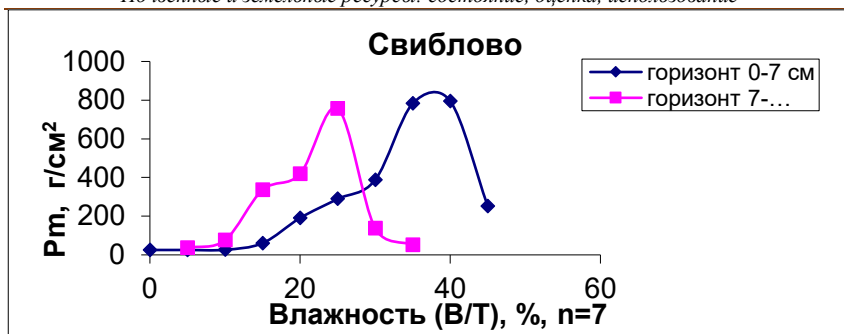


Рис. 2. Зависимость прочности почвенных образцов верхних слоёв почв из Свиблово от влажности почвы

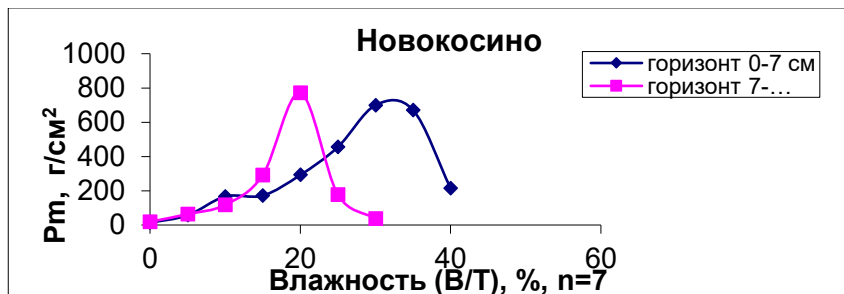


Рис. 3. Зависимость прочности почвенных образцов верхних слоёв почв из Новокосино от влажности почвы

Прочность почв зависит, в числе прочего, от их ферромагнитного состояния. Почвенный магнетизм является ведущим фактором взаимосвязи почвенных параметров: содержания в почве железа и общего количества металлов в почвенном профиле, содержания и распределения гумуса в слоях почв (Гладышева М.А. и др., 2007; Azovtseva N.A., Frantsev V.V., 2021; Азовцева и др., 2022).

Было проведено исследование изменения значений магнитной индукции с глубиной почвенного профиля в почвах тестовых территорий (Рис. 4). Измерения магнитной индукции с использованием магнитометра «ВОЛНА-2» методически происходят на высоте 1 м над поверхностью почвы, как стартовой точкой почвенного магнитного профиля, а далее измерения магнитной индукции происходят, погружаясь в почвенные слои, что отражено на рис. 4 в виде калибровочной точки и далее. Были проведены исследования

магнитных почвенных характеристик в точке 11 расположенной западнее на 80 м от Т7 на трансекте в Свиблово. Почва определена как урбанозём с включениями кирпича и строительного мусора. Обнаружено, что поступление в почвенный профиль антропогенных включений различной природы отражается на изменении индукции магнитного поля в слоях урбанозёма, что продемонстрировано скачкообразными переходами кривой зависимости индукции магнитного поля (мкТл) от глубины почвенного профиля на рисунке 5.

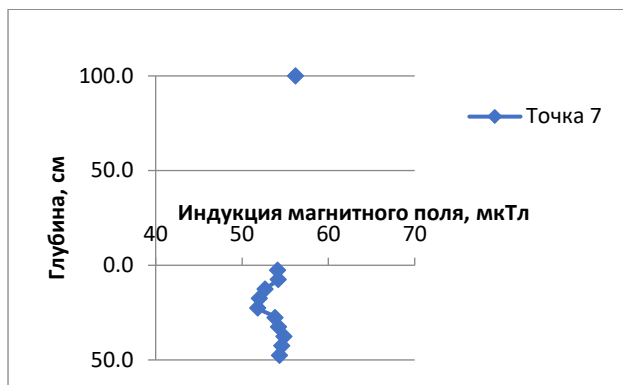


Рис. 4. Зависимость индукции магнитного поля от глубины почвенного профиля, мкТл, Точка 7, Свиблово

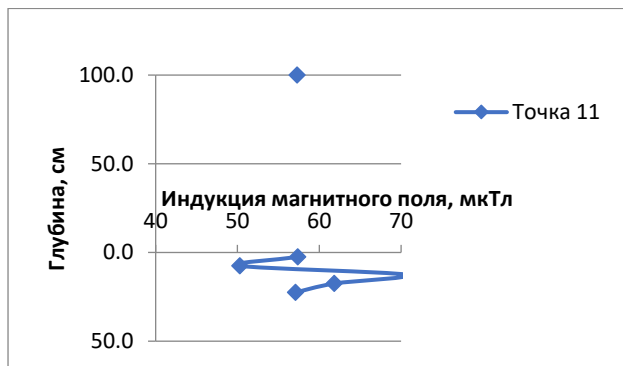


Рис. 5. Зависимость индукции магнитного поля от глубины почвенного профиля, мкТл, Точка 11, Свиблово

Прочностные свойства почв зависят от их минералогических характеристик (Азовцева Н.А., 2017). В 2022 году было проведено исследование минералогических характеристик городских почв тестовых территорий в Лаборатории минералогии и микроморфологии почв ФГБНУ ФИЦ "Почвенный институт имени В.В. Докучаева. Методами минералогических исследований был изучен состав глинистых фракции <1мкм. Минералогическим анализом установлено, что в составе тонкодисперсной фракции присутствуют в значительном количестве кластогенные минералы, а также кальцит. Данный факт можно связать с глубокой физической диспергацией исходного почвообразующего субстрата. По-видимому, высокое содержание кластогенных минералов в илистой фракции связано с запредельной антропогенной нагрузкой, в результате которой происходит глубокое физическое дробление почвенной массы, нельзя и исключать синлитогенного поступления пыли. Установлено наличие незначительного количества глинистых минералов и полное отсутствие минералов лабильных минералов смектитового типа. Данный компонент является обязательным для почв городской среды. На рентгендифрактограмме илстых фракций: Образец 2 (Рис.6) наиболее богатый в минералогическом отношении образец, представлен слоистыми каркасными минералами с жесткой кристаллической структурой, в котором диагностировано: кварц, слюда, полевые шпаты двух разновидностей альбит и плагиоклаз, хлорит железистой разновидности и в небольшом количестве амфиболы и каолинит, кальцит.

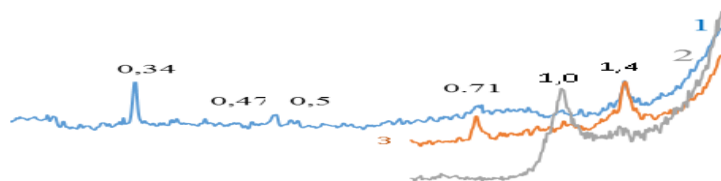


Рис. 6. Рентгендифрактограммы илстых фракций: Образец 2. 1-Воздушно-сухая съемка; 2 сольватированный этиленгликолем; 3 прокаленный при 550°C. Подписи над рефлексам, нм.

Установлено присутствие в образцах слоистые силикаты: слюды, полевые шпаты, хлорит магнезиально-железистой разновидности, кварц и в небольшом количестве кальцит и каолинит.

## ВЫВОДЫ

1. Прочностные измерения верхних почвенных слоёв в почвах в урбосреде – являются способом наблюдения за экологической устойчивостью городских почв.

2. Мы установили, что в верхнем слое почв на глубине 20 см почвенного профиля происходит изменение магнитных свойств почв.

3. Преобладающее присутствие минералов с жесткой каркасной структурой в составе фракции <1 мкм образцов является не свойственной этой фракции особенностью.

4. Главной особенностью минералов тонкодисперсной всех образцов – это сохранение в составе обломочного состава тонкодисперсной размерности кластогенных минералов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон города Москвы от 29 апреля 2015 года N 19; в редакции, введенной в действие с 27 июня 2022 года Законом города Москвы от 8 июня 2022 года N 17 Глава 4. Управление в области охраны и рационального использования городских почв Статья 12. Мониторинг городских почв.
2. Azovtseva N A, A V Smagin, N B Sadovnikova, A V Kirichenko and E V Lasareva. Physical-chemical predictors of soil pollution in the megapolis / //Journal of Physics: Conference Series. — 2020. — Vol. 1592, no. 012010. — P. 012010.
3. Азовцева Н.А., Лазарева Е.В., Парфенова А.М. Исследование прочности почв и почвенных модельных систем. Сборник материалов докладов Первой открытой конференции молодых ученых Почвенного института имени В.В. Докучаева «ПОЧВОВЕДЕНИЕ: ГОРИЗОНТЫ БУДУЩЕГО», ФГБНУ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» Москва, 2017. С.172- 176.
4. Азовцева Н.А., Парфенова А.М., Францев В.В. Магнитная индукция и другие физические свойства городских почв. Статья в сборнике Природная и антропогенная неоднородность почв и статистические методы ее изучения: сборник науч. статей по материалам Всерос. Науч. интернет-конференции с межд. участием, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного профессора Е.А. Дмитриева, издательство Издательско-

торговая корпорация "Дашков и К" (Москва). 2022. С. 230-232 DOI редакторы Кондрашкина Марина Иосифовна, Мешалкина Юлия Львовна, Самсонова Вера Петровна).

5. *Гладышева М.А., Иванов А.В., Строганова М.Н.* Исследование состояния техногенного загрязнения городских почв каппаметрическим методом. В сборнике Материалы II международной научной конференции «Современные проблемы загрязнения почв». М. МГУ, 2007, том 2, с. 188-191.

6. *Azovtseva N.A., Fransev V.V.* The relationship of magnetic induction with the content of heavy metals and humus in soil Сборник Book of Abstracts Sixth International Conference of the CIS IHSS on humic innovative technologies "Humic substances and ecoadaptive technologies" (HIT-2021), 2021 место издания NP CBR "Humus Sapiens" Moscow, тезисы, с. 26-27

7. *Азовцева Н.А., Францев В.В.* ««Магнитометр ВОЛНА-2» регистрационный номер № 2021666155/69, 2021 г.

8. *Азовцева Н.А., Францев В.В.* Программа для магнитометра ВОЛНА-2 (SOFT) #2022611909, 4 февраля, 2022