

## ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.4

### ПОЧВЫ ПАВЛОВСКОГО ПАРКА (САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)<sup>1</sup>

© 2019 г. Н. Н. Матинян<sup>a, \*</sup>, К. А. Бахматова<sup>a</sup>, В. С. Горбунова<sup>a</sup>, А. А. Шешукова<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,  
Университетская наб., 7–9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

\*e-mail: n.matinyan@spbu.ru

Поступила в редакцию 15.02.2019 г.

После доработки 22.03.2019 г.

Принята к публикации 24.04.2019 г.

Изучены почвы Павловского парка (Санкт-Петербург) – крупнейшего пейзажного парка в Европе. Преобладающей почвообразующей породой являются озерно-ледниковые пески и супеси, а в долине р. Славянки – аллювиальные отложения. Выполнено крупномасштабное картографирование почвенного покрова основных районов парка, которое показало, что среди природных почв в парке доминируют дерново-подзолы иллювиально-железистые, среди антропогенно-преобразованных преобладают стратоземы серогумусовые, подстилаемые озерно-ледниковыми отложениями, и стратоземы серогумусовые на погребенных почвах. Ареалы урбостратоземов занимают наибольшую площадь в районе “Долина р. Славянки”. Мощность стратифицированной толщи стратоземов и урбостратоземов составляет 40–120 см. В парке преобладают почвы с кислой реакцией, кроме района Долина р. Славянки, где большинство почв имеет нейтральную и щелочную реакцию. Содержание органического углерода в поверхностных горизонтах почв Павловского парка – 0.9–4.4%. Большинство почв характеризуется пониженным содержанием подвижного калия, содержание подвижного фосфора отличается значительной вариабельностью. Результаты почвенного обследования могут послужить основой мониторинговых исследований и быть использованы при разработке мероприятий по сохранению и восстановлению насаждений парка.

*Ключевые слова:* дерново-подзолы, классификация почв, стратоземы, урбостратоземы, Albic Podzols, Hortic Anthrosols, Phaeozems

DOI: 10.1134/S0032180X19110066

#### ВВЕДЕНИЕ

Павловский парк (площадь 600 га) – крупнейший пейзажный парк в Европе, включенный в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО. Богатое прошлое Павловска, судьбы его царственных владельцев, интерьеры и художественные коллекции дворцово-паркового ансамбля всегда вызывали интерес специалистов в области истории и архитектуры, что нашло отражение в многочисленных публикациях [7, 12, 26]. Значительно меньшее внимание уделялось изучению природных комплексов парка. В частности, комплексного изучения почвенного покрова парка, составления почвенных карт его территории никогда не проводилось. В архиве государственного музея-заповедника “Павловск” имеются лишь необработанные материалы выборочного почвенного обследования, проведенного в 1947 г. В 1998 г. было выполнено почвенно-агрохимическое обследование территории парка под цветниками и разновозрастными насаждениями дуба, которые на тот

момент вызывали наибольшие опасения по ухудшению состояния растений [10]. Исследование почв Павловского парка предоставляет возможность изучить результаты многолетней целенаправленной трансформации почвенного покрова и рассмотреть строение и свойства антропогенно-преобразованных почв, формирующихся на периферии мегаполиса. Почвы городов привлекают внимание широкого круга исследователей, и количество посвященных им публикаций, начиная с 1970–1980-х гг., постоянно возрастает. Непрерывно совершенствуются подходы к классификации городских почв [2, 6, 18, 32, 33, 38]. Немало работ, в которых рассматривается генезис почв городских парков, скверов, охраняемых природных территорий в городской черте [8, 14, 15, 19, 20, 22, 24, 25, 34, 35].

Цель исследования – выявление особенностей почвообразования и систематизация разнообразия природных и антропогенно-преобразованных почв на территории государственного музея-заповедника “Павловский парк”. В задачи исследования входил анализ факторов, определяющих свойства и строение почвенного покрова парка;

<sup>1</sup> Дополнительная информация для этой статьи доступна по doi 10.1134/S0032180X19110066.

изучение морфологического строения и определение классификационного положения почв парка; исследование химических свойств и гранулометрического состава основных типов и подтипов почв парка.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для изучения почвенного покрова парка было выполнено картографирование ключевых участков в масштабе 1 : 2500, заложен 241 почвенный разрез. Диагностика почв выполнена в соответствии с классификацией почв России [9], при исследовании антропогенно-преобразованных почв использовали подходы, предложенные в работе Прокофьевой с соавт. [17].

Все виды анализа почв проводили по общепринятым методикам [27, 28]. Определение рН водной и солевой суспензий выполняли потенциометрическим методом с использованием комбинированных электродов. Определение гидролитической кислотности проводили по Каппену титриметрическим методом. Для определения количества общего органического углерода использовали метод бихроматного окисления по Тюрину с титриметрическим окончанием. Определение доступных растениям соединений фосфора выполняли фотокolorиметрическим методом в вытяжке Кирсанова, соединений калия — пламенно-фотометрическим методом также в вытяжке Кирсанова. Определение гранулометрического состава проводили пирофосфатным методом [21].

При статистической обработке полученных данных использовали программу PAST 3.17 [30].

### ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

На памятнике основанию Павловска написано, что “Павловское” начато строить в 1777 г., когда местность современного Павловска — 362 десятины земли вместе с “лесами, пашнями, двумя маленькими деревушками и с крестьянами” — была подарена Екатериной II сыну Павлу и его супруге Марии Федоровне в связи с рождением их сына, будущего императора Александра I [13]. В 1780 г. под руководством шотландского архитектора Ч. Камерона начиналась планировка и строительство архитектурно-паркового ансамбля. Именно Ч. Камерон наметил границы парка, определил облик многих его районов и, прежде всего, долины р. Славянки, которая явилась центральным звеном, связующим все районы парка. Последнее упоминание о работах Ч. Камерона в Павловске датировано 1811 г. [29]. В дальнейшем в Павловске трудились другие прославленные мастера: В. Бренна, А. Воронихин, К. Росси, П. Гонзаго, которые продолжали развивать принципы построения пейзажного парка, заложенные Ч. Камероном. Во второй половине XIX—начале XX в. проводимые в парке работы в основном были на-

правлены на поддержание его исторического облика. С июня 1918 г. Павловский дворец и парк были преобразованы в исторический музей. С 17 сентября 1941 г. по 24 января 1944 г. Павловск был оккупирован фашистами. Дворец использовался в качестве штаба гестапо и военного госпиталя, а при отступлении оккупантов был подожжен. Великая Отечественная война оставила тяжелый след в парке: оккупантами было сооружено 800 блиндажей и дотов, заложены тысячи мин, вырублено 70000 из 100230 деревьев, разрушены многие постройки. В послевоенный период дворец и насаждения были восстановлены на основании материалов довоенной “Архитектурно-пейзажной инвентаризации” и фотографий [13].

### ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Павловский дворцово-парковый ансамбль находится на склоне Балтийско-Ладожского уступа, на берегу р. Славянка, в 30 км к югу от исторического центра Санкт-Петербурга и в 5–6 км от г. Пушкин (ранее Царское село). Парк находится в административных границах города. Координаты 59°41'8" N, 30°27'12.7" E.

Климат изучаемой территории — переходный от морского к умеренно-континентальному. Самым холодным месяцем является февраль (средняя температура –8.5°C), самым теплым — июль (16.6°C). Количество дней в году с положительной температурой составляет 216 дней, с температурой выше 10°C — 118 дней. Сумма активных температур — 1677°C. Количество осадков составляет 595 мм, большая их часть (423 мм) выпадает в виде дождей в период с апреля по октябрь [1].

Павловский парк располагается на террасированной озерно-ледниковой равнине, формирование которой связано с существовавшим около 10 тыс. лет назад Балтийским ледниковым озером [5], слабодренированной и заболоченной. Абсолютные отметки составляют 28–44 м над ур. м. Мелководная р. Славянка, с извилистым руслом шириной от 3–4 до 10–12 м, пересекает территорию парка с юго-запада на северо-восток на протяжении 3.5 км. Склоны речной долины местами подвергались целенаправленной трансформации для придания им геометрически правильной формы, вследствие чего в разрезах в средней и нижней части склона в районе Дворца выявлена значительная подсыпка мелкозема на исходную поверхность почв. Согласно историческим свидетельствам [23], проводились укрепление берегов и расчистка русла р. Славянки для предотвращения весенних паводков, которые не только производили разрушения в парке, но и представляли опасность для фундамента дворца.

Основными почвообразующими породами являются озерно-ледниковые пески и супеси, аллювиальные пески, ленточные и кембрийские

глины. Озерно-ледниковые пески и супеси слагают водораздельные пространства парка и верхние и средние части склонов долины Славянки. Аллювиальные пески распространены в прирусловой части речной долины. Местами аллювиальные отложения содержат ракушечник и являются карбонатными. Ленточные глины изредка вскрываются в почвенных профилях в средних и нижних частях склонов долины Славянки. Кембрийские глины – коренные породы данной территории – близко подходят к дневной поверхности у уреза воды, возможно, вследствие углубления русла р. Славянка. В пойме реки часто встречаются двучленные отложения: аллювиальные пески или насыпные слои легкого гранулометрического состава, подстилаемые ленточными или кембрийскими глинами.

Природная растительность территории парка соответствует подзоне южной тайги и представлена хвойными и мелколистными лесами с напочвенным покровом из бореальных видов.

Зональные почвы на отложениях легкого гранулометрического состава – подзолы и дерново-подзолы (Albic Podzols (Arenic)), на моренных суглинках – дерново-подзолистые (Albic Retisols (Loamic, Cutanic, Ochric)), на ленточных глинах – дерново-элювиально-метаморфические (Luvic Retic Albic Stagnosols (Epiloamic, Endoclayic, Ochric)). Широко распространены глееватые разности. Прилегающие к парку земли в основном распаханы и мелиорированы.

Композиция парка включает 7 районов: Придворцовый, Долина реки Славянки, Большая звезда, Старая Сильвия, Новая Сильвия, Парадное поле и Белая Береза (рис. 1). В парке гармонично сочетаются открытые луговые пространства и газоны, куртины широколиственных пород и массивы хвойного леса. Среди основных древесных пород, формирующих лесные сообщества Павловского парка, встречаются хвойные: ель обыкновенная (*Picea abies*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), а также интродуценты – пихта сибирская (*Abies sibirica*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), туя западная (*Thuja occidentalis*); широколиственные – дуб черешчатый (*Quercus robur*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), вяз гладкий (*Ulmus laevis*), клен остролистный (*Acer platanoides*) и мелколиственные – береза повислая (*Betula pendula*) и пушистая (*B. pubescence*), осина обыкновенная (*Populus tremula*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), ива белая (*Salix alba*), черемуха обыкновенная (*Prunus padus*), тополь белый (*Populus alba*) [4]. Для лугов Павловска типичен богатый разнотравно-злаковый травостой, представленный более 200 видами травянистых растений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что почвенный покров парка формируют как природные, так и антропогенно-пре-

образованные почвы. Доля антропогенно-преобразованных почв составляет от 38 до 86%.

Все почвы парка принадлежат к трем стволам почвообразования: Постлитогенные, Синлитогенные и Органогенные (табл. S1). Органогенные почвы (торфяные низинные – Hemic Histosols) изредка встречаются на надпойменных террасах р. Славянки (рис. 2). Природные разности синлитогенных почв – аллювиальные серогумусовые (Eutric Fluvisols (Ochric)) приурочены к пойме реки. Наиболее распространены аллювиальные серогумусовые глееватые остаточо-карбонатные почвы (Calcaric Gleyic Fluvisols (Ochric)), сформированные на карбонатном аллювии. Постлитогенные почвы парка представлены следующими отделами: альфегумусовые, текстурно-дифференцированные, органо-аккумулятивные и глеевые. Чаще всего встречаются альфегумусовые почвы. Преобладают дерново-подзолы иллювиально-железистые (Albic Podzols) (74 разреза), в том числе глееватые. В парке широко распространены стратифицированные дерново-подзолы, турбированные дерново-подзолы и турбированные стратифицированные дерново-подзолы. Строение антропогенно-преобразованных дерново-подзолов иллюстрирует разр. 45, который заложен в районе Большая звезда на выровненном участке под елово-широколиственными насаждениями. Почва: дерново-подзол иллювиально-железистый турбированный супесчаный (Albic Podzol (Arenic) согласно WRB [33]):

AУ, 0–16(23) см. Буровато-серый (10YR 3/3), увлажненный, супесчаный, структура непрочнокомковатая, слегка уплотненный, включения – корни. Переход ясный, граница сильно волнистая.

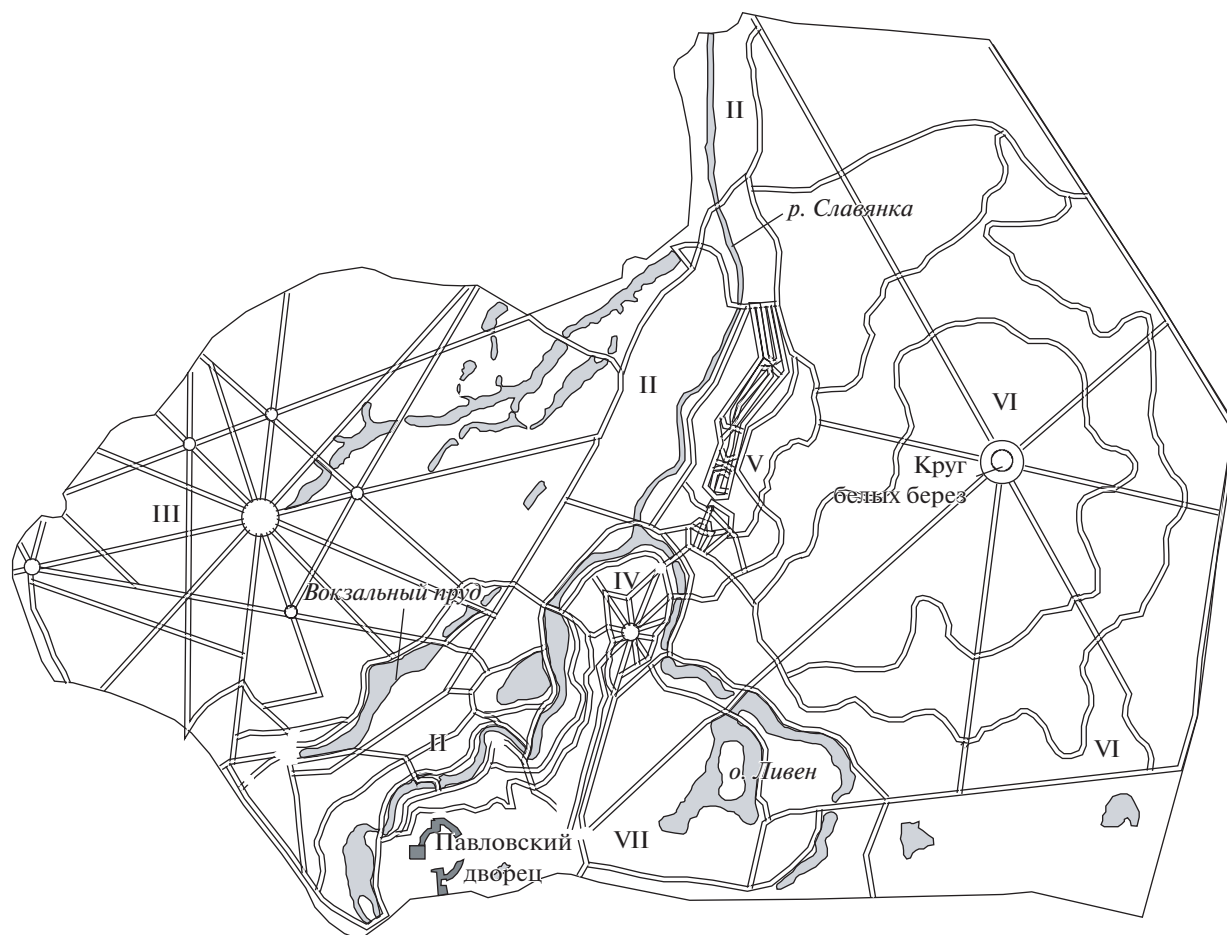
[A + E + B]tr, 16(23)–47 см. Неоднородно окрашен: буровато-желтый (7.5YR 6/6) с белесыми пятнами (2.5Y 7/2), увлажнен, супесчаный, непрочнокомковатый, слегка уплотненный, пронизан корнями. Переход постепенный.

BF, 47–66 см. Светло-желтый (10YR 6/6) с бурыми, ржавыми пятнами, увлажненный, уплотненный, супесчаный, структура непрочнопризматическая, встречаются корни. Переход постепенный.

BC, 66–121 см. Палевый (10YR 7/4) с желтыми пятнами, увлажненный, супесчаный, уплотненный, непрочная плитчатая структура.

Глеевые почвы представлены серогумусово-глеевыми, темногумусово-глеевыми, перегнойно-глеевыми, реже – торфяно-глееземами.

Серогумусовые типичные и иллювиально-ожелезненные почвы характерны для центрального района парка – Долина р. Славянки, но не встречаются на прилегающих к парку территориях. Серогумусовые почвы характеризуются одним ясно выраженным гумусовым горизонтом, который постепенно переходит в почвообразующую



**Рис. 1.** Схема расположения районов Павловского парка: I — Придворцовый район, II — Долина р. Славянки, III — Большая звезда, IV — Старая Сильвия, V — Новая Сильвия, VI — Белая Береза, VII — Парадное поле.

породу (профиль АУ–С), и залегают на склонах речной долины. Типичным примером серогумусовой иллювиально-ожезненной супесчаной почвы на озерно-ледниковых отложениях (Chromic Argosol) является разр. 104, заложенный на правом берегу р. Славянки, на склоне западной экспозиции, под злаково-разнотравной растительностью:

АУ, 0–22(23) см. Темно-серый с буроватым оттенком (5YR 3/2), супесчаный, мелкокомковатый, уплотнен больше, чем предыдущий. Включения — корни, верхние 6–8 см — слабо уплотненная дернина. Переход ясный по окраске и плотности, граница волнистая.

Cf, 22(23)–37 см. Палево-желтый (7.5YR 6/6), свежий, связный песок, уплотненный (плотнее предыдущего), единичные корни. Переход ясный по окраске и плотности.

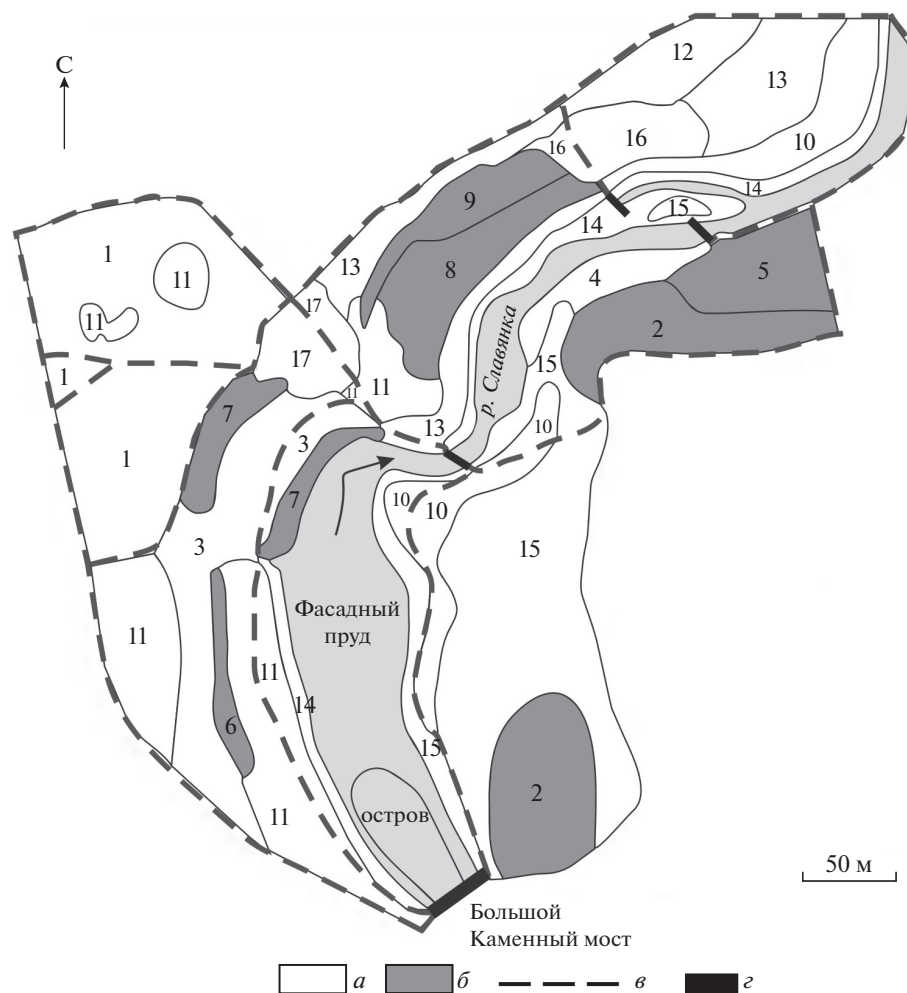
C, 37–60 см. Серо-палевый (7.5YR 6/3), свежий, уплотненный, но рыхлее предыдущего, рыхлый песок, единичные корни.

Вероятно, серогумусовые иллювиально-ожезненные почвы сформировались под луговой

растительностью на участках, где природные альфегумусовые почвы были уничтожены эрозией или в результате деятельности человека.

Синлитогенные антропогенно-преобразованные почвы представлены стратоземами и урбостратоземами. По результатам изучения 60 разрезов, средняя мощность стратифицированной толщи равна 64 см (стандартная ошибка — 2.78 см), медиана — 60 см, минимальное значение — 40 см, максимальное — 120 см (рис. 3). Стратоземы серогумусовые и стратоземы серогумусовые на погребенных почвах встречаются примерно с одинаковой частотой (22 и 24 разреза соответственно). Значительно реже встречаются стратоземы серогумусовые глеевые (7 разрезов). Если стратоземы представлены во всех обследованных районах парка, то урбостратоземы встречаются преимущественно в районе Долина р. Славянки. Всего описано 19 разрезов урбостратоземов, подстилаемых естественными отложениями, и 12 разрезов урбостратоземов на погребенной почве.

Мощная гумусированная насыпная толща целенаправленно создавалась под куртиной Семейная роща в районе Долина р. Славянки. В Семей-



**Рис. 2.** Почвенная карта участка Придворцовая часть долины р. Славянки. Антропогенно-преобразованные почвы (а): 1 – дерново-подзол иллювиально-железистый турбированный стратифицированный, 3 – серогумусовая стратифицированная, 4 – серогумусовая глееватая стратифицированная, 10 – стратозем серогумусовый, 11 – стратозем серогумусовый на погребенной почве, 12 – стратозем серогумусовый глееватый, 13 – стратозем серогумусовый глеевый, 14 – стратозем серогумусовый глеевый смытый, 15 – урбостратозем серогумусовый, 16 – урбостратозем серогумусовый глееватый, 17 – урбостратозем серогумусовый глеевый; естественные почвы (б): 2 – серогумусовая типичная, 5 – темногумусовая намытая, 6 – темногумусовая глеевая намытая, 7 – перегнойно-глеевая, 8 – торфяно-глеезем, 9 – торфяная почва; пешеходные дорожки (в), мосты (z).

ной роще деревья сажала сама Мария Федоровна, Павел и их дети, отмечая памятные семейные даты. Почвы Семейной рощи представлены стратоземами серогумусовыми супесчаными (Hortic Anthrosol) на погребенных серогумусово-глеевых почвах (Eutric Gleysol (Arenic, Ochric)), строение которых вскрывается в разр. 210, залежном в нижней части пологого склона к террасе:

RY1, 0–11 см. Серый (10YR 3/1), рыхлый, комковато-пылеватый, супесчаный, пронизан корнями травянистой растительности. Переход заметный по плотности и постепенный по цвету.

RY2, 11–44 см. Серый с коричневатым оттенком (10YR 3/2), уплотненный, супесчаный, непрочнo-призматический, обильно пронизан древесными корнями, встречаются щебень гранита, дождевые черви. Переход заметный по цвету.

RY3, 44–73 см. Неоднородно окрашен: желтовато-бурый (10YR 5/6) с гумусовыми пятнами серого цвета (10YR 4/3). Уплотненный, супесчаный, пронизан древесными корнями. Встречаются червороины, копролиты, уголь. Переход заметный по цвету, граница волнистая.

[AY], 73–85 см. Однородно серый (10YR 3/2), уплотненный, супесчаный, структура ореховато-призматическая. Встречаются копролиты. Более оструктуренный и содержит больше корней, чем вышележащий. Встречаются шаровидные железистые конкреции. Переход заметный по цвету, граница неровная.

[AG], 85–112 см. Неоднородно окрашен: оливковый (10YR 5/3) с гумусовыми затеками. Уплотненный (плотнее предыдущего), призматическая

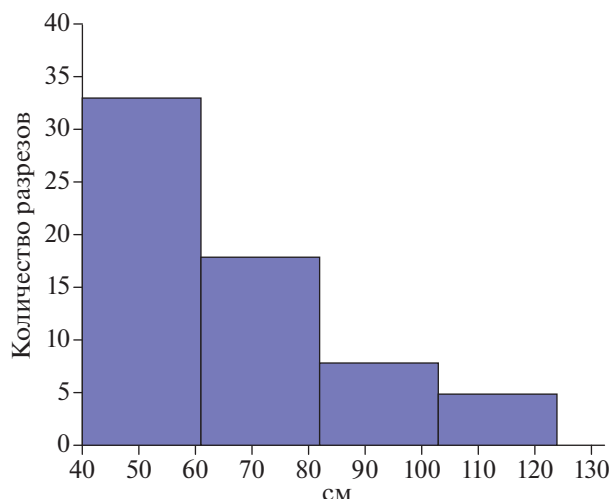


Рис. 3. Мощность насыпного слоя стратоземов и урбостратоземов (60 разрезов).

структура, много мелких железистых конкреций. Копролиты, единичные корни.

[CG], 112–140 см. Сизый (10YR 6/2), супесчаный, железистые конкреции, гумусовые затеки, мелкие железистые пятна, структура непрочно-плитчато-призматическая.

Строение стратозема серогумусового песчаного на погребенном подзоле иллювиально-железистом глееватом (Umbric Albic Gleis Podzol (Arenic)) показывает разр. 567, заложенный на злаково-разнотравном лугу в районе Белая берега:

RY1, 0–21 см. Серый (10YR 3/1) с бурыми (10YR 4/6) небольшими пятнами, мелкокомковато-пылеватый, песчаный, свежий, рыхлый. Обилие корней, верхние 7 см – уплотненная дернина. Переход постепенный по окраске, граница неровная.

RY2, 21–49 (55) см. Серовато-коричневый (10YR 4/4), свежий, среднекомковатый, песчаный. На лицевой стенке на глубине 42–48 см – отдельное белесое пятно гор. Е (2.5Y 6/2). Переход заметный по окраске, граница ровная.

[BFg], 55–61 см. Неоднородный по окраске: желтый с охристыми разводами (2.5Y 5/4). Песок мелкозернистый, бесструктурный, мокрый. Редкие корни. Редкие включения гранита. Переход постепенный по цвету, граница неровная.

[BCg], 6.1–92 см. Темнее предыдущего (10YR 4/4), песчаный, бесструктурный, мокрый, сочится вода. Мелкие марганцевые точки.

Особенностью урбостратоземов Павловского парка является относительно небольшое количество антропогенных включений, представленных в основном осколками кирпича разной величины и частицами угля. Урбостратоземы обычно встречаются поблизости от различных зданий и сооружений на территории парка (Дворец, Амфитеатр,

Краснодолинный павильон, спортивная площадка и др.). Их строение демонстрирует разр. 101, заложенный на правом берегу р. Славянки, на выпуклом склоне крутизной 8° северо-западной экспозиции под разнотравно-злаковым лугом. Почва – урбостратозем глубокооуглеенный песчаный, подстилаемый озерно-ледниковыми отложениями (Phaeozem (Arenic, Bathygleysic)):

UR, 0–29 см. Коричневато-серый (2.5Y 4/3), плотнее предыдущего, мелкокомковатый, свежий, в верхней части выражена уплотненная дернина, супесчаный, включения – корни, крупные обломки кирпича (10–15%), мелкие осколки кирпича (1–3 мм). Переход постепенный по плотности.

RY1, 29–48 см. Серо-коричневый (2.5Y 3/3), свежий, рыхлее предыдущего, песчаный, комковатый. Корней меньше, чем в вышележащем горизонте. Встречаются кусочки древесного угля. Переход ясный по окраске и плотности, граница слабоволнистая.

RY2, 48–60 см. Светло-серо-коричневый (2.5Y 3/2), с рыжими пятнами, песчаный, свежий, рыхлее предыдущего, непрочнокомковатый. Включения: уголь, единичные осколки кирпича, редкие корни. Переход ясный по цвету и плотности, граница слабоволнистая.

S1, 60–120 см. Рыжевато-коричневый (10YR 5/8), свежий, рыхлый. Песчаный, бесструктурный. В верхней части – корни. Переход ясный по окраске и плотности, граница слабоволнистая.

S2g, 120–137 см. Окраска неоднородная: сизовато-белесая (2.5Y 6/2) с ржаво-бурыми пятнами (2.5Y 6/4), супесь с линзами глины, плотный. Железистые стяжения.

Химические свойства некоторых наиболее распространенных почв Павловского парка представлены в табл. 1–2. В Павловском парке встречаются кислые, нейтральные и щелочные почвы (рис. 4). В условиях антропогенного воздействия (внесение извести, строительного мусора) серогумусовые горизонты могут приобретать несвойственную им щелочную реакцию. На рост значительный рН по мере увеличения содержания включений строительного мусора указывают авторы, проводившие сравнительный анализ почв разной степени антропогенной трансформации [6, 19]. Обращают на себя внимание преобладание почв с нейтральной и щелочной реакцией в районе Долина р. Славянки, широкое распространение почв с кислой реакцией на Парадном поле и в районе Белая берега. В районе Большая звезда почвы преимущественно слабокислые ( $pH_{H_2O}$  5.8–6.8). Кислая и сильнокислая реакция, как и следовало ожидать, наблюдается в дерново-подзолах и в стратоземах серогумусовых на погребенных подзолах и дерново-подзолах. Кислая реакция насыпных горизонтов стратоземов может быть

**Таблица 1.** Химические свойства и гранулометрический состав дерново-подзолов Павловского парка

Горизонт	Глубина, см	рН		Нг	ΣСа <sup>2+</sup> Мg <sup>2+</sup>	С <sub>орг</sub> , %	Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub>	К <sub>2</sub> О	Содержание фракций (мм), %		
		Н <sub>2</sub> О	КСl						смоль(экв)/кг		мг/100 г
Разр. 45. Дерново-подзол иллювиально-железистый турбированный супесчаный на озерно-ледниковых песках											
AY	0–16	5.8	5.1	4.8	15.6	2.7	2.0	3.0	0	11	9
[A + E + B]tr	23–47	6.1	4.7	3.6	4.2	0.9	4.4	8.0	0	8	5
BF	50–65	6.1	4.8	1.0	1.5	0.3	14.3	8.0	0	2	2
BC	80–90	6.3	4.5	0.9	2.2	0.1	41.1	5.0	0	2	1
Cg	90–105	6.2	4.8	1.0	1.8	0.1	44.5	5.0	0	8	2
Разр. 562. Дерново-подзол иллювиально-железистый глееватый постагрогенный супесчаный на озерно-ледниковых песках, подстилаемых суглинками											
AУра	3–24	4.8	4.2	5.5	4.0	2.5	10.8	3.5	4	12	7
E	24–28	5.0	4.7	1.5	0.5	0.3	22.2	8.0	0	1	0
BFG	28–40	5.2	4.5	1.5	1.2	0.2	4.9	8.0	10	7	6
D	42–70	4.5	3.8	2.3	16.3	0.1	9.6	1.9	0	27	12

**Таблица 2.** Химические свойства и гранулометрический состав антропогенно-преобразованных почв Павловского парка

Горизонт	Глубина, см	рН		Нг	Са <sup>2+</sup> + Мg <sup>2+</sup>	С <sub>орг</sub> , %	Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub>	К <sub>2</sub> О	Содержание фракций (мм), %		
		Н <sub>2</sub> О	КСl						смоль(экв)/кг		мг/100 г
Разр. 101. Урбостратозем глубокооуглеенный песчаный на озерно-ледниковых отложениях											
UR	0–8	5.8	5.2	Не опр.		1.1	27.0	9.0	1	6	2
UR	8–29	6.1	5.5			0.9	8.0	2.0	3	3	2
RY1	29–48	6.3	5.7			1.0	10.0	1.0	4	5	3
C1	60–90	6.5	5.9			0.5	50.0	1.0	1	2	0
C2g	130–135	7.3	6.2			0.6	50.0	4.0	1	17	1
Разр. 210. Стратозем серогумусовый супесчаный на погребенной серогумусово-глеевой почве											
RY1,ca	0–11	7.0	6.7	Вскипает		3.0	44.4	12.0	13	13	5
RY2,ca	11–44	7.8	7.2	от HCl		0.9	44.7	5.0	9	16	3
RY3,ca	44–73	7.9	7.4			0.6	39.0	3.7	13	10	3
[AY]	73–85	7.6	6.9	0.3	1.0	1.7	14.4	2.9	5	16	5
[G]	85–112	7.5	6.7	0.5	0.4	0.7	5.8	2.0	0	11	2
[CG]	112–140	7.5	6.7	0.3	0.4	0.6	19.8	2.4	0	4	0
Разр. 567. Стратозем серогумусовый песчаный на погребенном подзоле иллювиально-железистом глееватом											
RY1	10–18	5.1	4.4	5.0	5.6	1.6	5.8	2.0	0	9	1
RY2	29–38	5.2	4.5	3.3	2.3	0.8	9.3	1.2	0	6	4
[E]	42–48	5.3	4.7	9.8	1.1	0.4	8.3	1.0	0	5	3
[BF]	55–60	5.3	4.7	1.3	0.9	0.1	22.7	1.0	0	5	0
[BC]	64–72	5.3	4.6	0.8	4.9	0.1	13.1	5.0	0	1	0

объяснена использованием для подсыпки бескарбонатного мелкоземистого субстрата местного происхождения. Аналогичным образом, в парках Нью-Йорка почвы, сформированные в насыпном слое с малым количеством артефактов, имеют рН 4–6, а при высоком содержании строительного мусора в профиле – 7–8 ед. [31]. При этом в Павловском парке техногенные карбонаты происхождения (строительный мусор) играют меньшую роль в формировании рН по сравнению с составом почвообразующих и подстилающих пород: карбонатсодержащего аллювия в долине р. Славянки, с большим содержанием раковин пресноводных моллюсков, и подстилающих

четвертичные отложения ордовикских известняков. Известняки оказываются ближе к поверхности на пойме реки и склонах ее долины. В этом одна из причин того, что почвы, вскипающие от соляной кислоты, встречаются в районе Долина р. Славянки, но не в других районах парка.

Вследствие легкого гранулометрического состава большинства почв парка содержание обменных оснований невысокое (0.5–6.0 смоль(экв)/кг почвы), гидролитическая кислотность также в большинстве случаев не превышает 5 смоль(экв)/кг. Распределение этих показателей по почвенному профилю отвечает природным закономерностям.

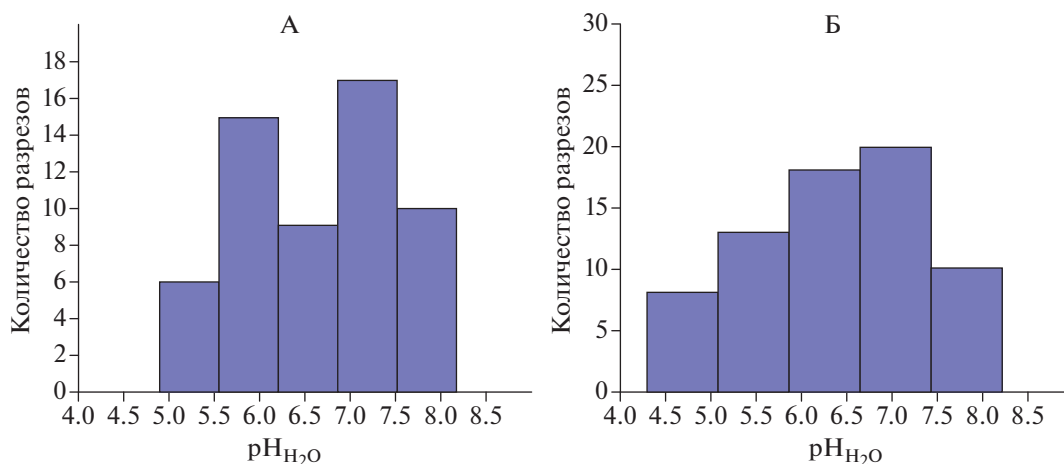


Рис. 4. pH водной суспензии: А – стратоземов (58 образцов); Б – естественных почв (69 образцов).

Содержание органического углерода в поверхностных горизонтах почв Павловского парка – 0.9–4.4% (рис. 5). В работе Апарина с соавт. [3] приводится значение 2–4% органического углерода, как наиболее распространенное в поверхностных гумусовых горизонтах почв Санкт-Петербурга. В гумусовых горизонтах почв Баболовского парка, расположенного в Пушкинском районе Санкт-Петербурга, по данным Ковязина с соавт. [11], содержание органического углерода находится в диапазоне 1.8–3.1%. По нашим данным [37], медианное значение содержания органического углерода в почвах городских садов XVIII в. составляет около 2%. Высоким содержанием органического углерода выделяются темно-гумусово-глебовые и серогумусово-глебовые почвы, в которых избыточное увлажнение замедляет минерализацию органического вещества. В целом, повышенное содержание органического углерода характерно для почв района Долина р. Славянки, где его накоплению, очевидно, способствует присутствие в почвах свободных карбонатов. Стратоземы в поверхностных горизонтах содержат в среднем около 2% органического углерода. Характер его распределения по профилю у большинства исследованных почв – аккумулятивный, однако в стратоземах на погребенных почвах появляется второй максимум содержания органического вещества в профиле, соответствующий погребенному гумусовому горизонту. Погребенные горизонты содержат в 1.5–4 раза меньше  $C_{орг}$ , чем современные поверхностные, что косвенно указывает на повышение плодородия почв благодаря созданию и функционированию парка.

Для большинства почв Павловского парка характерен недостаток подвижного калия. Это объясняется преобладанием почв легкого гранулометрического состава. При этом содержание доступного фосфора в почвах варьирует от низкого до очень высокого. Повышенное содержание по-

движного фосфора в почвах характерно для почв селитебной зоны [6], некоторые авторы отмечают повышенное содержание в этих почвах как фосфора, так и калия [36].

Высокое содержание подвижного фосфора по всему профилю наблюдается в почвах вблизи Дворца (район Долина р. Славянки), для которых характерна максимальная антропогенная нагрузка. В почвах района Парадное поле содержание подвижного фосфора низкое, за исключением нижних горизонтов. Рост содержания подвижного фосфора с глубиной отмечается и в других районах парка. Предполагаем, что это явление связано с гидрогенной аккумуляцией соединений железа, фосфора и марганца, морфологически проявляющейся в формировании стяжений в нижних горизонтах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компонентный состав почвенного покрова Павловского парка обусловлен как его природными особенностями, так и длительной и сложной историей формирования парка. Деятельность человека привела к увеличению почвенного разнообразия за счет появления турбированных и стратифицированных подтипов природных почв, стратоземов и урбостратоземов.

Можно выделить несколько направлений трансформации почвенного покрова в Павловском парке. Во-первых, преобразование почв для создания оптимальных условий произрастания декоративных растений: строительство дренажной системы, подъем территории для снижения уровня грунтовых вод; подсыпка гумусированного материала для увеличения мощности плодородного корнеобитаемого слоя и др. Во-вторых, мероприятия по расчистке и приданию формы руслу р. Славянки и укреплению ее берегов, что выразилось в появлении почв с насыпными горизонтами. В-третьих, регулярно возобновлявшиеся



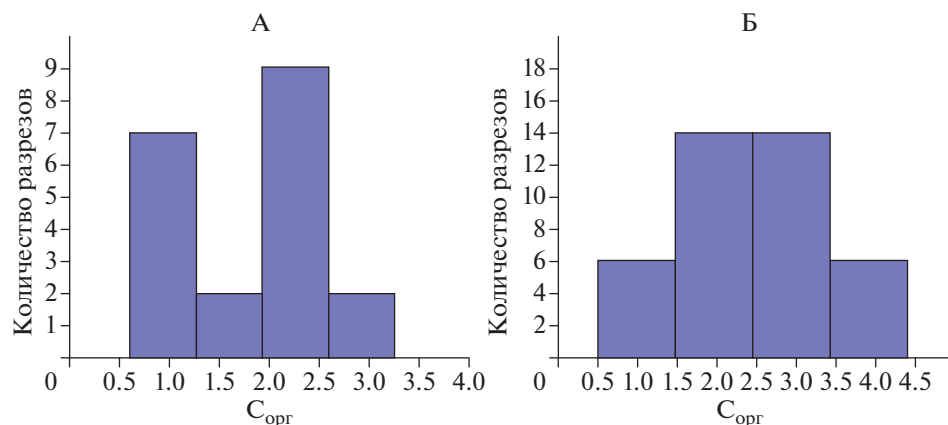


Рис. 5. Содержание  $C_{орг}$ : А – в поверхностных насыпных горизонтах стратоземов (20 образцов); Б – в поверхностных горизонтах естественных почв (40 образцов).

работы по прокладке дорожек, уходу за насаждениями, строительство мостов, дворцов, парковых павильонов, военные разрушения и последующие восстановительные работы – все это способствовало механическому нарушению почв (стратификация, турбация) и появлению в почвах включений строительного мусора. Наиболее высокая степень антропогенного преобразования почв (до 90%) выявлена для центрального района парка – Долины р. Славянки. В почвенном покрове парка преобладают дерново-подзолы иллювиально-железистые, среди которых значительная часть трансформирована деятельностью человека (стратифицированные, турбированные, постагрогенные подтипы), а также стратоземы серогумусовые и стратоземы серогумусовые на погребенных почвах. Урбостратоземы приурочены в основном к району Долина р. Славянки. В Павловском парке распространены почвы легкого гранулометрического состава с кислой реакцией. Присутствие почв с высоким содержанием органического вещества и нейтральной реакцией в Павловске чаще объясняется не столько антропогенным воздействием, сколько природными причинами (карбонатсодержащие почвообразующие породы, избыточное увлажнение).

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Таблица S1. Систематический список почв Павловского парка.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический справочник по Ленинградской области. Л.: Гидрометеиздат, 1959.
2. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. Методологические основы классификации почв мегаполиса на примере Санкт-Петербурга // Вестник Санкт-Петербург. ун-та. Сер. 3. 2013. Вып. 2. С. 115–122.
3. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю., Булышева А.М., Лазарева М.А. Гумусовые горизонты почв урбоэкосистем // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1071–1084. <https://doi.org/10.1134/S0032180X1809010>
4. Геоботаническая характеристика растительности Павловского парка на территории долины реки Славянка. Научный отчет. Отв. исполнитель: А.И. Сумина. Санкт-Петербург. Санкт-Петербург, 2008. 69 с. Рукопись.
5. Геологический атлас Санкт-Петербурга. Санкт-Петербург: Комильфо, 2009. 57 с.
6. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы (генезис, классификация, рекультивация и использование). М., 2003. 267 с.
7. Зеленова А.И. Павловский парк: справочник-путеводитель. Ленинград: Лениздат, 1964. 151 с.
8. Капелькина Л.П., Мельничук И.А., Часовская В.В. Почвы Летнего сада // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2007. Вып. 180. С. 86–95.
9. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
10. Кобрин Н.Ю. Отчет “Почвенно-агрохимическое обследование территории под цветниками и разновозрастными насаждениями дуба в Павловском музейном парке Санкт-Петербурга”. Санкт-Петербург, 1998. Рукопись.
11. Ковязин В.Ф., Усков И.Б., Державин Л.М. Парковые экосистемы Санкт-Петербурга различной степени урбанизации и агрохимические свойства их почв // Агрохимия. 2010. № 5. С. 58–66.
12. Кючарианиц Д.А., Раскин А.Г. Павловск: Дворец, парк, павильоны. Санкт-Петербург: Лениздат, 2007. 366 с.
13. Масси С. Павловск. Жизнь русского дворца. Санкт-Петербург: Лики России, 1997. 480 с.
14. Матинян Н.Н., Бахматова К.А. Почвы парков Петергофа. Санкт-Петербург: Изд-во Филологического ф-та С.-Петерб. ун-та, 2012. 96 с.
15. Матинян Н.Н., Бахматова К.А., Коренцевит В.А. Почвы Летнего сада (Санкт-Петербург) // Почвоведение. 2017. № 6. С. 643–651. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17060065>
16. Практикум по агрохимическому анализу почв. Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2005. 88 с.
17. 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.И. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв Рос-

- сии // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1155–1164. <https://doi.org/10.1134/S1064229314100093>
18. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И. Городские почвы: диагностика и классификационное определение по материалам научной конференции SUITMA-9 по Москве // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1057–1070. <https://doi.org/10.1134/S0032180X18090095>
  19. Прокофьева Т.В., Попутников В.О. Антропогенная трансформация почв парка Покровское-Стрешнево (Москва) и прилегающих жилых кварталов // Почвоведение, 2010. № 6. С. 748–758.
  20. Прокофьева Т.В., Розанова М.С., Попутников В.О. Некоторые особенности органического вещества почв на территориях парков и прилегающих жилых кварталов г. Москвы // Почвоведение. 2013. № 3. С. 302–314.
  21. Растворова О.Г. Физика почв (практическое руководство). Л.: Изд-во ЛГУ, 1983.
  22. Розанова М.С., Прокофьева Т.В., Лысак Л.В., Рахлева А.А. Органическое вещество почв Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова Ленинских горах // Почвоведение. 2016. № 9. С. 1079–1092. <https://doi.org/10.7868/S0032180X16090124>
  23. Семевский М.И. Павловск. Очерк истории и описание. 1777–1877. Санкт-Петербург: Коло, 2011. 528 с.
  24. Семенюк О.В., Силева Т.М., Пеленева М.В. Минеральная основа антропогенных почв объектов ландшафтной архитектуры // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2011. № 4. С. 17–21.
  25. Строганова М.Н., Раппопорт А.В. Антропогенные почвы ботанических садов крупных городов южной тайги // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1094–1101.
  26. Телепоровский В.Н. Павловский парк. Санкт-Петербург: Коло, 2005. 161 с.
  27. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Воробьевой Л.А. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
  28. Химический анализ почв. Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1995.
  29. Чекмарев В.М. Влияние английской художественной культуры на становление и развитие русского садово-паркового искусства (до середины XIX в.). Дис. ... докт. искусствоведения. М., 2015. 390 с.
  30. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. V. 4. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
  31. Huot H., Joyner J., Córdoba A., Shaw R.K., Wilson M.A., Walker R., Muth T.R., Cheng Z. Characterizing urban soils in New York City: profile properties and bacterial communities // J. Soil Sediments. 2017. V. 17. P. 393–407. <https://doi.org/10.1007/s11368-016-1552-9>
  32. IUSS Working group WRB. 2006. World reference base for soil resources. World Soil Resources Reports № 103. FAO, Rome.
  33. IUSS Working Group WRB. 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports № 106. FAO, Rome. 181 p.
  34. Kawai N., Murata T., Watanabe M., Tanaka H. Influence of historical manmade alterations on soil-forming processes in a former imperial estate (Shrogane-goryouchi), the Institute for nature study: Development of a soil evaluation technique and importance of inventory construction for urban green areas // Soil Science and Plant Nutrition. 2015. V. 61. P. 55–69. <https://doi.org/10.1080/00380768.2015.1048662>
  35. Krupski M., Kabala C., Sady A., Gliński R., Wojcieszak J. Double- and triple-depth digging and Anthrosol formation in medieval and modern-era city (Wrocław, SW Poland). Geoarchaeological research on past horticultural practices // Catena. 2017. V. 153. P. 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.01.028>
  36. Lehmann A., Stahr K. Nature and significance of anthropogenic urban soils // J. Soils Sediments. 2007. V. 7. P. 247–260. <https://doi.org/10.1065/jss2007.06.235>
  37. Matinian N.N., Bakhmatova K.A., Sheshukova A.A. Anthropogenic and natural soils of urban and suburban parks of Saint Petersburg, Russia // Urbanization: Challenge and Opportunity for Soil Function and Ecosystem Services. Conference proceedings, SUITMA 2017. Springer, 2019. P. 212–220. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-89602-1\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-319-89602-1_26)
  38. Rossiter D.G. Classification of urban and industrial soils in the World Reference Base for Soil Resources // J. Soils Sediments. 2007. V. 7. P. 96–100. <https://doi.org/10.1065/jss2007.02.208>

## The Soils of the Pavlovsk Park (Saint Petersburg)

N. N. Matinian<sup>1, #</sup>, K. A. Bakhmatova<sup>1</sup>, V. S. Gorbunova<sup>1</sup>, and A. A. Sheshukova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, 199034, Russia

<sup>#</sup>e-mail: n.matinyan@spbu.ru

Soils of the Pavlovsk Park, which is the largest landscape park in Europe, were studied. Limnoglacial and alluvial deposits are the predominant soil forming materials in the park. Large-scale mapping of the soil cover of the main areas of the park was performed. Soddy podzols (Umbric Podzols) are the most common among the natural soils, and gray-humus stratozems (Hortic Anthrosols) are the most common among the anthropogenic soils of the park. Thickness of the stratified layer of stratozems and urbostratozems ranges within 40 and 120 cm. The acid soils predominate in the park with the exception of “Slavyanka valley” region, where the majority of soils are neutral and alkaline. Organic carbon content in topsoils was 0.9–4.4%. The majority of the park soils are characterized by low concentration of mobile forms of potassium, the phosphorous content strongly varies. Results of the soil survey may serve as a basis for monitoring and be used in the development of measures for the conservation and restoration of the park’s tree stands.

**Keywords:** soil classification, Albic Podzols, HorticAnthrosols, Phaeozems