

УДК 631.4

DOI: 10.19047/0136-1694-2026-127-92-125



Ссылки для цитирования:

Герасимова М.И., Орлова К.С., Виндекер Г.В., Вернюк Ю.И., Соболев Н.С. Почвы парка “Дендрарий” города Сочи: признаки деградации // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2026. Вып. 127. С. 92-125. DOI: 10.19047/0136-1694-2026-127-92-125

Cite this article as:

Gerasimova M.I., Orlova K.S., Vindeker G.V., Vernyuk Yu.I., Sobolev N.S., Soils of the “Arboretum” Park in Sochi: signs of degradation, Dokuchaev Soil Bulletin, 2026, V. 127, pp. 92-125, DOI: 10.19047/0136-1694-2026-127-92-125

Благодарность:

Исследование выполнено в рамках грантового проекта: “Экологическое состояние почв и ландшафтов г. Сочи в постолимпийское десятилетие (2014–2024), разработка рекомендаций по восстановлению его уникальных природных территорий (на примере парка “Дендрарий”)” согласно договору № 01/2024-И.

Acknowledgments:

The research was conducted within the framework of a grant-funded project titled: 'Ecological Condition of Soils and Landscapes in the City of Sochi during the Post-Olympic Decade (2014–2024), Formulation of Recommendations for the Restoration of Its Unique Natural Territories (a Case Study of the Arboretum Park)' under Agreement No. 01/2024-I.

Почвы парка “Дендрарий” города Сочи: признаки деградации

© 2026 г. М. И. Герасимова^{1,2}, К. С. Орлова^{1*}, Г. В. Виндекер¹,
Ю. И. Вернюк¹, Н. С. Соболев^{1,2}

¹ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, Россия,
119017, Москва, Пыжевский пер, 7, стр. 2,

* <https://orcid.org/0000-0003-3063-0604>, e-mail: orkse@yandex.ru.

²МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия,
119991, Москва, Ленинские горы, 1.

Поступила в редакцию 16.05.2025, после доработки 26.05.2025,
принята к публикации 27.01.2026

Резюме: Сочинский Дендрарий расположен в интервале абсолютных высот 8–140 м и включает Нижний парк на плоской морской террасе и Верхний парк с участками ровных неогеновых террас и крутых склонов, что определяет различия в деградационных трендах: переувлажнение элювиально-поверхностно-глеевых желтоземов и эрозионно-оползневые процессы в желтоземах и дерновых почвах соответственно. Масштабы их относительно невелики. Рост переувлажнения проявляется в усилении внутрпочвенного оглеения и застоя воды на поверхности и объясняется нарушением работы поверхностного дренажа. В Верхнем парке переувлажнение локально и приурочено к отдельным небольшим западинам, а основными видами деградации является смыв (эрозия) и оползни, особенно заметные на очень крутом склоне под природным лесом, а также рекреационное уплотнение. Развитию деградационных процессов способствуют свойства желтоземных почв: тяжелый гранулометрический состав, высокая плотность и компактность срединных слабо водопроницаемых метаморфических горизонтов, участие смектита в составе илистой фракции, а также крутые склоны и большое количество осадков.

Ключевые слова: лесопарковый ландшафт; желтоземы; желтоземы элювиально-глеевые; переувлажнение; дренаж; эрозия; уплотнение почв.

Soils of the “Arboretum” Park in Sochi: signs of degradation

© 2026 M. I. Gerasimova^{1,2}, K. S. Orlova^{1*}, G. V. Vindeker¹,
Yu. I. Vernyuk¹, N. S. Sobolev^{1,2}

¹*Federal Research Centre “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute”,
7 Bld. 2 Pyzhevskiy per., Moscow 119017, Russian Federation,
<https://orcid.org/0000-0003-3063-0604>, e-mail: orkse@yandex.ru.

²*Lomonosov Moscow State University,
1 Leninskie Gori, Moscow 119991, Russian Federation.*

Received 16.05.2025, Revised 25.05.2025, Accepted 27.01.2026

Abstract: The Sochi Arboretum is located at absolute altitudes of 8–140 m and includes the Lower Park on a low and flat marine terrace and the Upper Park comprising areas of weakly inclined Neogene terraces and steep slopes, which determines the differences in degradation trends: water logging of eluvial-surface-gley zheltsozems in the Lower park, and erosion-colluvial processes in zheltsozems and grey-humus soils in the Upper park. Both degradation types

are not strongly pronounced. The increasing water logging is manifested in the increasing gleyzation and surface water stagnation owing to the breakdown of the drainage system. In the Upper park, water logging is local and confined to small depressions, and the main types of degradation are removal of soil upper layers (erosion) and landslides, especially noticeable on a very steep slope under the natural forest. One more degradation process is the recreational compaction of small paths. The properties of zheltozems are favorable for the development of degradation processes, these are: heavy texture, high density and massive fabric of poorly permeable subsoils, participation of smectite in the clay fraction, as well as landscape features: steep slopes and abundant rainfall.

Keywords: forest park landscape; zheltozems (Haplic Alisols); eluvial-gley zheltozems (Albic Stagnic Alisols); water logging; artificial drainage; erosion; landslides; soil compaction.

ВВЕДЕНИЕ

Деградация почв является одной из ключевых экологических проблем, как для природных, так и для урбанизированных территорий. Изменение свойств почв в результате деградационных процессов приводит к нарушению механизмов реализации почвами их экологических функций (Добровольский, Никитин, 1986), ограничивает биоразнообразие, устойчивость экосистем к изменениям климата, снижает рекреационный потенциал парковых ландшафтов, создавая дополнительные трудности в поддержании их эстетической привлекательности и в сохранении зеленых насаждений. Особую актуальность исследование процессов деградации приобретает на территории парка “Дендрарий” города Сочи (далее – Дендрарий), где в условиях высокой антропогенной нагрузки и нередких опасных природных явлений формируются уникальные псевдоприродные лесопарковые экосистемы с единственными в России желтоземами.

Дендрарий расположен в центре города Сочи на древних морских террасах. В 1892 г. публицистом и искусствоведом С.Н. Худековым была создана усадьба “Надежда” с коллекцией субтропических растений, которая в 1922 г. была преобразована в научно-исследовательскую организацию. В настоящее время Дендрарий является не только зоной активной рекреации (до 6 000 чел./день (<https://sochi.ru/>)), но и местом сохранения ценных

видов растений и редких почв. Однако усиление антропогенного воздействия в последние годы в виде роста числа посетителей и строительства многоэтажных зданий вплотную к границам Дендрария не могло не сказаться на квазиприродных лесопарковых ландшафтах Дендрария, состоящего из Верхнего и Нижнего парков, где развиваются, соответственно, эрозионные процессы и переувлажнение. Им способствуют природные особенности Дендрария: влажнотропический климат (осадки > 1 500 мм/год, среднегодовая температура +14.1 °С), затопление ливневыми осадками и водами поверхностного стока весной – ранним летом. В Верхнем парке к этому добавляются крутые склоны, глинистый элювий аргиллитов и желтоцветный глинистый делювий, периодические крупные оползни; в Нижнем парке – ровная поверхность Новочерноморской низкой морской террасы и исходная заболоченность. Высокая активность гипергенных процессов в Дендрарии иллюстрируется данными И.А. Гурова по биологической активности и миграциям ила в почвах (Гуров, 2010).

Деятельность научных сотрудников Дендрария направлена на поддержание лесопарковых ландшафтов и сохранение уникальных почв. Однако созданию эффективной системы управления территорией необходим мониторинг состояния почвенного покрова с учетом факторов деградации.

В рамках исследований, проведенных сотрудниками географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова на территории Дендрария в 2004–2010 гг., была составлена детальная почвенная карта, карты опасности переувлажнения, установлен ряд закономерностей почвообразования в желтоземах. Желтоземы и родственные им почвы в районе Сочи обладают особыми генетическими характеристиками, связанными с их положением на северной границе влажных субтропиков (Герасимова и др., 2010). Они приурочены к узкой приморской полосе не выше 200–300 м н. у. м., занимают всего 0.05% площади страны, и считаются некоторыми авторами “исчезающими”, в том числе в результате исключительно высокой рекреационной нагрузки. Почти весь ареал желтоземов в районе Сочи занят санаторно-курортными комплексами и жилыми домами с небольшими участками садов, парков и скверов (Захарихина, 2020).

Целью данной работы является оценка современного состояния почв в парке “Дендрарий” города Сочи и выявление факторов и проявлений деградации почв на основе полевых исследований и анализа материалов географического факультета МГУ, полученных в 2004–2010 гг. (Асадулина и др., 2008; Электронная ГИС, 2009; Гуров, 2011).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Дендрарий находится в высотном интервале 8–140 м н. у. м., граница между Нижним и Верхним парками проходит на высоте 10–12 м (рис. 1). В геоморфологическом отношении территория включает: склон гряды Лысая гора (с серией древних морских террас); левый пологий склон долины ручья Гуипс; правый крутой склон долины речки Гнилушка крутизной 20–30 градусов.

Гряда сложена серыми и буровато-оливковыми тонкосланцеватыми карбонатными аргиллитами (20–25% карбонатов) с прослоями ржаво-бурого песчаника. Участки неогеновых аккумулятивных морских террас перекрыты желтоцветным глинистым делювием мощностью 3–7 м, к которому приурочены наиболее типичные профили желтоземов. В основании террас встречаются слои крупной гальки мощностью до 10 м, местами они подходят близко к поверхности. В центральной части Верхнего парка древние террасы и часть склонов Лысой горы перекрыты крупным оползнем (Инженерно-геологическая..., 1945).

Дендрарий расположен в области с максимальной в пределах России среднегодовой продолжительностью безморозного периода и среднегодовой температурой, по данным метеостанции “М-2 Сочи”. Средняя температура воздуха наиболее жаркого месяца – августа – +23.6 °С, наиболее холодного месяца – января – +6.1 °С. Средняя годовая температура поверхности почвы (для желтозема тяжелосуглинистого) составляет 15.9 °С с максимумом в июле (29.3 °С) и минимумом в январе (4.2 °С). Наибольшая глубина промерзания почвы – 4 см (в 1950 г.), средняя из максимальных глубин – 2 см. Средняя годовая влажность воздуха – 75%, а количество осадков – 1 633 мм с максимумом в декабре (190 мм) и минимумом в мае (99 мм) (Технический отчет..., 2022). Летом выпадают интенсивные и продолжительные ливни, что имеет значе-

ние для водно-эрозионных процессов и гидротермического режима почв.

На почвенной карте Дендрария показано около 30 различных вариантов почв, 20 из которых можно назвать условно природными (Электронная..., 2009; Гуров, 2011). Наиболее характерны желтоземы, в том числе элювиально-поверхностно-глеевые, и дерновые (серогумусовые) почвы; желтоземы занимают порядка 21% всей территории парка, а дерновые – 51%. Долины ручьев заняты аллювиальными почвами тяжелого гранулометрического состава, переувлажненными, но не всегда глеевыми. Почти все почвы Дендрария в разной степени изменены деятельностью человека, есть также локусы специфических фитогенных и орнитогенных почв, соответственно, под бамбуком и в птичьих вольерах. Значительное влияние на почвы отмечено вблизи построек, дорог и бетонно-асфальтовых дорожек, в районе свалки, а также участков благоустройства с “новыми” почвами.

Лабораторные анализы (табл. 1) проведены в аккредитованной лаборатории Испытательного лабораторного центра ФГБНУ ФИЦ “Почвенный институт имени В.В. Докучаева” согласно утвержденным методикам: рН (Н₂О) – ГОСТ 26423-85, рН (НСl) – ГОСТ 26483, содержание углерода (гумус методом Тюринга, %) – ГОСТ 26213, обменный (подвижный) Аl – по методу ЦИНАО, мг/100 г почвы – ГОСТ 26485-85, гранулометрический состав – пипеточным методом согласно ГОСТ 12536-2014.

Определение плотности было выполнено буром Качинского (объемом 98.17 см³) по генетическим горизонтам почв и на тропичной сети, в результаты введена поправка на влажность.

Картографический материал и база ГИС созданы с помощью программного пакета QGIS 3.28.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно рекогносцировочным обследованиям и информации, любезно предоставленной сотрудниками Дендрария, основными факторами деградационных процессов в почвах на территории парка являются: крутизна склонов, определяющая эрозию почв в Верхнем парке, местами в сочетании с оползневыми явлениями, подтопление, а также рекреационная активность, проявля-

ющаяся в вытаптывании незаасфальтированных поверхностей и замусоривании дорожек и куртин. Для оценки возможных изменений проводились маршрутные наблюдения и заложение почвенных разрезов в таких “горячих точках”; результаты сравнивались с материалами географического факультета МГУ за 2004–2010 гг.

Наиболее распространенными и идентифицируемыми среди деградационных явлений оказались склоновые процессы в Верхнем парке и процессы переувлажнения в Нижнем парке.

Склоновые процессы

Склоновые процессы проявляются локально в Верхнем парке на склонах Лысой горы и в долине ручьев Гуипс, Малый и реки Гнилушка (рис. 1). Свойства почв и пород – желтоземов и желтоцветного делювия благоприятны для их развития, однако они искусственно ограничены различными сооружениями типа подпорных стенок, рациональным размещением интродуцентов, поддержанием искусственных газонов (из паспалума) на крутых склонах. В центральной части Верхнего парка сконцентрированы архитектурные сооружения: фонтаны, лестницы, площадки, павильоны. Тем не менее в отдельных местах можно наблюдать проявления смыва и аккумуляции перемещенного материала. Одним из примеров слабого проявления склоновых процессов может быть пара разрезов 2007 г. и 2024 г. в центральной (самой благополучной в отношении эрозионного контроля) части парка в 60 м к юго-западу от виллы “Надежда” под чилийскими араукариями старше 60–80 лет. Разрез 2007 г. представляет центральный образ желтозема на желтоцветном глинистом делювии (Гуров, 2009; 2011; Герасимова и др., 2010; Ромашкевич, 1979). Разрезы заложены на расстоянии приблизительно 5 м друг от друга (рис. 2). Приведем описание разреза 2024 г. (разрез 7-24)¹.

¹ Индексы горизонтов даны по Классификации почв России, 2004.

Таблица 1. Результаты лабораторных анализов почвенных образцов
Table 1. Results of laboratory analyses of soil samples

Глубина, см	Разрез	Горизонт	pH _{водн.}	pH _{сол.}	Массовая доля органического вещества (по Тюри-ну), %	Обмен-ный (по-движный) алюми-ний, ммоль/100 г	Содержа-ние физи-ческой глины, <0.01мм, %	Плотность, г/см ³
Разрез 1. Желтозем элювиально-поверхностно-глеевый суглинисто-глинистый на желтоцветном делювии								
0–5	1	AΥrz	5.3	4.8	5.6	<	60.47	0.92
5–20	1	AΥ/EL	5.4	3.9	2.32	0.621	64.44	1.16
20–45	1	Elnn	5.3	4.1	1.86	0.493	45.29	1.44
45–55	1	BMg	5.4	3.7	0.63	0.756	64.22	1.51
Разрез 2. Желтозем элювиально-поверхностно-глеевый суглинисто-глинистый (дренированный) на желтоцветном делювии								
0–30	2	AΥrz - AΥ	4.6	3.9	5.44	0.686	54.55	1.16
30–50	2	AΥ/ELtur	6.3	4.6	1.21	0.077	58.14	1.53
50–100	2	BM	4.5	3.6	0.79	0.726	65.56	1.5

Продолжение таблицы 1
Table 1 continued

Глубина, см	Разрез	Горизонт	pH _{водн.}	pH _{сол.}	Массовая доля органического вещества (по Тюри- ну), %	Обмен- ный (по- движный) алюми- ний, ммоль/ 100 г	Содержа- ние физи- ческой глины, <0.01мм, %	Плотность, г/см ³
Разрез 3. Серогумусовая остаточно-карбонатная глееватая глинисто-иллювирированная тяжелосуглинистая на насыпном грунте								
0–6	3	AΥrz	6.5	-	7.75	<	22.91	0.75
7–20	3	AΥca	7.4	7	4.34	<	39.26	1.33
25–45	3	BСt,ca,g	8.3	7.2	2.98	<	40.39	1.55
Разрез 4. Желтозем элювиально-поверхностно-глеевый тяжелосуглинистый водонасыщенный на желтоцветном делювии								
0–10	4	AΥrz	6.3	5.6	5.92	<	37.82	0.98
30–40	4	BM1	7	6.1	1.01	<	49.13	1.49
70–80	4	BM2g	6.8	4.5	0.76	0.05	76.8	1.48
Разрез 6. Серогумусовая маломощная пылевато-легкосуглинистая переуплотненная на антропогенном грунте								
5–31	6		6.9	5.3	2.49	<	44.84	1.44

Продолжение таблицы 1
Table 1 continued

Глубина, см	Разрез	Горизонт	pH _{водн.}	pH _{сол.}	Массовая доля органического вещества (по Тюри- ну), %	Обмен- ный (по- движный) алюми- ний, ммоль/ 100 г	Содержа- ние физи- ческой глины, <0.01мм, %	Плотность, г/см ³
Разрез 7. Желтозем конкреционный (сегрегационно-отбеленный) суглинисто-глинистый на желтоцветном делювии								
0–10	7	AУ	5.5	4.7	5.36	0.006	37.66	1.28
окт.30	7	AУ/BELnn	6.9	5.2	2.07	<	45.66	1.59
30–45	7	BELnn	6.8	5.4	0.93	<	70.1	1.56
Разрез 8. Серогумусовая стратифицированная глинистая остаточно-карбонатная на делювиальных отложениях								
0–10	8	Ayrz	5.8	4.9	5.11	<	40.38	1.35
10–40	8	Rb	6.3	4.4	1.95	0.06	64.68	1.56
40–60	8	C1ca	7.4	5.8	1.12	<	56.86	1.5
Разрез 9. Урбостратозем пылевато-суглинистый на техногенном материале								
0–11	9	AУ	5	4.5	7.19	<	29.38	1.39
11–33	9	C1	7.2	5.7	3.26	<	23.01	1.62

Продолжение таблицы 1
Table 1 continued

Глубина, см	Разрез	Горизонт	pH _{водн.}	pH _{сол.}	Массовая доля органического вещества (по Тюри- ну), %	Обмен- ный (по- движный) алюмини- ний, ммоль/ 100 г	Содержа- ние физи- ческой глины, <0.01мм, %	Плотность, г/см ³
Разрез 10. Стратозем гумусово-перегнойный глееватый остаточно-карбонатный глубоковскипающий суглинистый на карбонатных аргиллитах								
20–30	10	RCg	8.1	7.3	4.62	<	60.06	-
Разрез 11. Стратозем глееватый остаточно-карбонатный глубоковскипающий урбистратифицированный на карбонатных аргиллитах								
10–20	11	Rur	8.6	7.2	3.57	<	58.67	-
Образцы, отобранные с поверхности почвы (0–5 см)								
0–5	Бамбук		6.3	5.6	7.03	<	35.23	1.15
0–5	Секвойя		6.9	5.9	7.11	<	51.46	1.35





Рис. 2. Слева – Разрез 5-07; справа – Разрез 7-24.
Fig. 2. Left: soil profile 5-07. Right: soil profile 7-24.

AY, 0–10 (13) см. Буровато-темно-серый (10YR3/3), средний ближе к тяжелому суглинок, ореховато-комковатый, копролиты, плотный. Скопления корней. Единично нодули: черные, диаметром около 1 см. Встречаются по всему профилю, кроме горизонта BM. Нодули черные, крупные (4 см), черные с ржавой каемкой. Единично мелкие камни и галька (до 5 см), мелкие обломки кирпича. Переход ясный по цвету, граница клиновидно-волнистая.

AY/BELnn, (13) –30 см. Палево-серый (10YR5/3), неоднородный, влажный, тяжелый суглинок, неясно комковатый. Немного живых корней, есть разложившиеся корни, копролиты. Много крупных нодулей, выветрелые обломки аргиллитов. Переход постепенный по цвету.

BE_{Lnn}, 30–45 см. Палевый, мелкопятнистый: охристо-ржавый (10YR5/8) и палевый (2.5 YR 6/2), влажный, тяжелосуглинистый, угловато-комковатый, плотный, вязкий. Гравий, в том числе, обломки кирпича, копролиты, редкие мелкие слаборазложившиеся корни. Переход ясный по цвету (появляется желтизна и слабая мраморовидность).

BM₁, 45–75 см. Окраска неоднородная: охристо-желтый (10YR5/8 и 2.5Y6/2), мраморовидный, умеренно-контрастный. Влажный, очень плотный, глинистый.

По аналитическим свойствам разрезы почти не различаются (табл. 1). Значения $pH_{\text{водн}}$ колеблются от 5.4 до 6.8, более высокие – в новом разрезе, как и содержание гумуса: на глубине 0–10 и 15–25 см оно составляет 4.3–1.8 и 5.4–2.1% соответственно.

Морфологические различия между разрезами более заметны. В разрезе 7-24 больше мощность горизонта AY и выраженность горизонта BE_{Lnn} при его большей насыщенности нодулями, в горизонте BM слабее мраморовидность и желтая окраска. Можно предположить немного более контрастные условия увлажнения разреза 7-24 по более активной сегрегации соединений железа в нодули и осветления горизонта BE_{Lnn}; нельзя исключить и слабый намыв, судя по различиям в облике гумусового горизонта. Однако оба явления выражены слабо.

Локальные склоновые процессы – плоскостной смыв, возможно, в сочетании с оползневыми, и аккумуляции делювия иллюстрируются парой разрезов № 9 и № 8, расположенных на ровной спланированной поверхности террасы и в нижней части находящегося под ней склона. Разрез на террасе заложен на искусственно выровненном участке (рис. 3). Профиль состоит из нескольких слоев: 0–12 см, 12–38 см (до слоя гальки), содержит включения гальки и артефакты; почва определена как серогумусовая суглинистая на природно-техногенной породе. Это молодая почва искусственного газона на перемешанном субстрате с повышенным содержанием гумуса (удобрения) и различиями в величинах pH: 5.0 и 7.2 в пределах верхних 40 см.

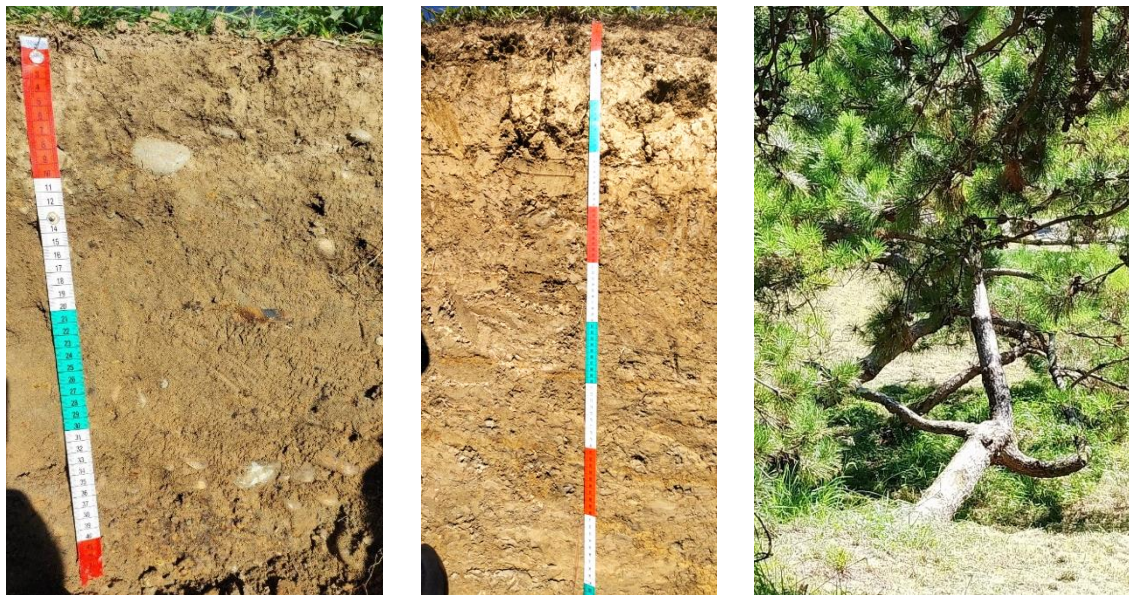


Рис. 3. Слева – дерновая (серогумусовая) на техногенных отложениях (разрез № 9); в середине – дерновая (серогумусовая) стратифицированная остаточно-карбонатная на делювиальных отложениях (разрез № 8); справа – кривые стволы сосен на мелких оползнях вблизи разреза № 8.

Fig. 3. Soddy (grey-humus) soil on technogenic deposits (Profile No. 9); in the center: stratified soddy (grey-humus) residual-calcareous soil on colluvial deposits (Profile No. 8); on the right: curved pine trunks on small landslides near Profile No. 8.

В разрезе в нижней части склона также выделяется несколько слоев. С глубины 70 см прослеживается отчетливая слоистость, параллельная склону (делювий); слой 20–50 см отличается массивным сложением и очень высокой плотностью, в его верхней части заметны трещины, верхние 10–12 см представляют горизонт АУ. Трещины прослеживаются и на поверхности, они являются результатом позднелетнего иссушения желтоземов, и их образование связано с участием смектитов в составе их глинистого материала (Чижикова, Гулов, 2012).

Физические свойства желтоземов не являются непосредственной причиной развития оползневых процессов, но они создают для них благоприятные условия. Как было показано исследованиями сотрудников географического факультета МГУ и подтверждено нами проведенными наблюдениями, для желтоземов характерно резкое увеличение содержания физической глины и илистой фракции в горизонте ВМ на глубине около полуметра. Благодаря большому количеству атмосферных осадков этот горизонт в течение почти всего года водонасыщен, он имеет массивное сложение, в нем практически не выражена структура, и проникновение влаги через него осуществляется преимущественно по ходам корней. В таком состоянии горизонт оказывается не только водоупором, но и слоем “скольжения” на склонах, и по нему происходит сползание массы верхних почвенных горизонтов.

Совершенно особые склоновые процессы наблюдаются на крутом (20–40°) восточном склоне Лысой горы, где местами сохранились естественные широколиственные леса с участием бука, граба, бука (редко – сосны) с густым кустарниковым ярусом и почти голой поверхностью почвы. На склон постоянно сбрасывается всевозможный мусор, как повсеместно, так и по крупным ложбинам. Поверхность склона исключительно неровная, местами ступенчатая за счет террасовидных оплывин, мелких эрозионных промоин, вывалов старых деревьев. В верхней и средней частях склона имеются крупные ложбины, нижние части которых заполнены суглинистым делювием с артефактами. Нижняя часть крутого склона представляет собой мощную намытую толщу, “упирающуюся” в забор Дендрария.

Почвенный покров склона состоит из смытых и намывных (стратифицированных) дерновых почв. В верхней и средней части склона образуются дерновые маломощные щебнистые почвы на карбонатных аргиллитах, в то время как у подножия, а также в ложбинах, в результате постоянной аккумуляции материала формируются серогумусовые стратифицированные почвы и стратоземы. Некоторые из них могут быть названы урбостратоземами, поскольку по всему профилю (до глубины 120 см) встречаются артефакты, включая строительный мусор, и обломки выветрелых аргиллитов.

Почвы слабощелочные (рН 8.1–8.6), вскипание в средней части профиля, в урбостратоземе ложбины есть признаки оглеения (рис. 4). Развитие эрозии определяется следующим сочетанием факторов: большая крутизна склона, отсутствие травяного яруса, поверхностная корневая система большинства деревьев, подстиление полуметрового мелкоземистого слоя делювия выветривающимися карбонатными аргиллитами.

На восточном склоне Лысой горы были обнаружены и другие проявления эрозионно-аккумулятивных явлений. В его нижней части в 35 м к югу от научно-исследовательского корпуса (рис. 1) на верхней относительно пологой поверхности склона под смешанным лесом был описан разрез серогумусовой пылевато-легкосуглинистой почвы мощностью 0.5 м на слое желтоцветного делювия, перекрывающим погребенную гумусированную почву на суглинках с галькой (№ 6). Ниже разреза до забора Дендрария находится короткий склон крутизной не более 10° , с неровной бугристой поверхностью, ямами вывалов деревьев, сильно нарушенный строительными и другими работами. Таким образом, крутизна и протяженность восточного склона уменьшаются с севера на юг; соответственно, уменьшаются масштабы проявлений современных склоновых процессов.

Переувлажнение почв

Подтопление территорий наиболее интенсивно проявляется в Нижнем парке, расположенном на Новочерноморской морской террасе, сложенной глинистыми отложениями и периодически затопляемой водами поверхностного стока. На террасе имеется

пруд с болотными почвами на его окраине и участки заболоченных почв. Искусственный дренаж в виде бетонных лотков, заглубленных на 10–15 см и разгружающихся в коллекторы, был сооружен в 1890–1910-х и реконструирован в 1940-х годах. К настоящему времени он утерял свою эффективность: частично разрушился и/или забит листьями и мелкоземом (рис. 5). Большая часть таких поверхностных дрен находится в западной части Нижнего парка.



Рис. 4. Урбостратозем глееватый, остаточно-карбонатный на карбонатных аргиллитах в ложбине в вершинной части восточного склона Лысой горы (разрез №10).

Fig. 4. Gleyic Residual-Calcareous Urbic Technosol on calcareous argillites in a hollow on the summit part of the eastern slope of Lysaya Mountain (Profile No. 10)



Рис. 5. Забитые мусором дренажи: слева – в Нижнем парке, справа – в Верхнем парке.

Fig. 5. Drains blocked with plant remains: left – in the Lower Park, right – in the Upper Park.

В почвенном покрове Нижнего парка под смешанными лесами, представленными преимущественно интродуцированными видами: магнолии, криптомерии, глицинии, а также клены, дубы, сосны и др., преобладают желтоземы элювиально-поверхностно-глеевые (рис. 6). Кроме литолого-геоморфологических факторов, оглеению способствуют вышеупомянутые физические свойства желтоземов. Содержание илистой фракции в верхней части профиля в два раза ниже, чем в горизонте ВМ, плотность которого колеблется около 1.5 г/см^3 (табл. 2).

Приведем описание разреза (№ 1, рис. 6) желтозема элювиально-поверхностно-глеевого на желтоцветном делювии.

АУ, 0–5 см. Буровато-темно-серый 10YR 3/3, влажный, зернисто-комковатый, пылеватый средний суглинок, слабо уплотненный, много мелких копролитов (2–5 мм), редкие Fe-Mn нодулы, единичные тонкие черные мягкие пластинки по всему профилю (возможно, кора сосны), среднее количество мелких корней трав и горизонтальные древесные корни около 2 см в диаметре,

мало мелких дождевых червей, встречаются роренштейны; граница ровная, переход ясный по цвету.

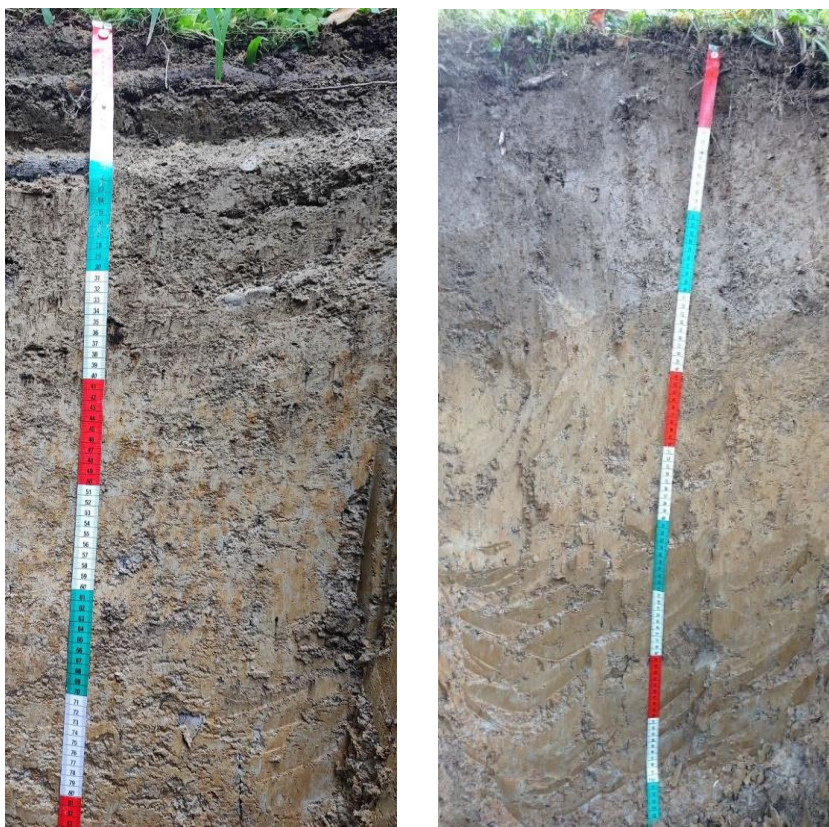


Рис. 6. Желтоземы элювиально-поверхностно-глеевые на желтоцветном делювии; слева – разрез № 1, дренаж нарушен; справа – разрез № 2 на пологом склоне, дренаж частично сохранился.

Fig. 6. Eluvial-surface-gley zheltozems (Albic Stagnic Alisols) on yellow-colored colluvium; left – Profile No. 1 (drainage impaired); right – Profile No. 2 on a gentle slope (drainage partially preserved).

AY/EL, 5–20 см. Буровато-серый 10YR 5/3, влажный, зернисто-комковатый, структура выражена лучше, чем в предыдущем; средний к тяжелому суглинок, уплотненный, копролитов больше, чем в предыдущем, среднее количество мелких Fe-Mn нодулей. Мало мелких корней трав, отдельные крупные корни; граница ровная, переход постепенный по цвету.

ELnn, 20–40(45) см. На светло-сером фоне с бурым оттенком 10YR 5/4 – черные размытые Fe-Mn пятна-стяжения, влажнее и плотнее предыдущего, зернисто-комковатый, тяжелый суглинок, много плотных Fe-Mn нодулей (1.5–3 см, рис. 7) ржавого цвета снаружи и иссиня-черных внутри, единичные валуны и обломки породы до 10 см, редкие живые корни трав, мелкие тонкие коричневато-черные сгнившие корни; граница слабоволнистая, переход ясный по цвету и нодулям.

BMg, 40–60/67 см. Неоднородная окраска: чередование белесых и охристо-буро-рыжих пятен: 10 YR 7/4 – белесый, 10 YR 6/8 – рыжий, сырой, слабо оструктуренный, глыбистый с угловатостью, глинистый, плотный, единичные Fe-Mn нодули, много тонких и средних неразложившихся коричневых корней, по ходам которых наблюдается осветление (слабая сизоватость), в нижней части горизонта начинается мраморовидность, переход постепенный по цвету.

BMg/CLM, 60–100 см. Неоднородная яркая окраска: 10 YR 6/6 – рыжий, 5Y 7/1 – сизый, 5Y 6/1 – сизые кутаны (трубки) толщиной около 3 мм по ходам корней (рис. 7). Неоднородная окраска: мраморовидность, чередование белесовато-сизых и охристых пятен, мокрый – сочится вода, массивный, глинистый, очень плотный.

На почвенной карте 2009 г. (Гуров, 2011; Электронная..., 2009) разрез № 2 находится в ареале желтоземов поверхностно-глеевых недренированных глинистых на желтоцветном делювии. Можно предположить, что последние 17 лет дренаж практически не функционирует, и ранее дренированные участки испытывают изменение гидрологического режима вплоть до застойного с яркими и своеобразными проявлениями оглеения, что видно на примере заложённых в 2024 г. двух разрезов.



Рис. 7. Проявления оглеения в разрезе № 1: слева – нодулы в горизонте BELnn, справа – глеевые глинистые трубки по ходу слабо разложенного корня в нижней мраморовидной части горизонта BM.

Fig. 7. Signs of gleization in Profile No. 1: on the left – nodules in the BELnn horizon; on the right – gleyed clay tubes along a slightly decomposed root in the lower, “marbled” part of the BM horizon.

Помимо сравнения разновременных разрезов, косвенные признаки избытка влаги зафиксированы также в западной части Нижнего парка в ареале желтоземов элювиально-поверхностно-глеевых на слабонаклонной поверхности с густым покровом трав. Здесь несколько лет назад были произведены посадки деревьев, часть которых погибла, и на их месте образовались заполненные водой ямки глубиной 30–50 см. Почвенный разрез № 4 был заполнен водой в пределах первых 10 см.

Внешних признаков переувлажнения не было обнаружено в почвах газонов у скульптуры “Адам и Ева” (разрез № 3) и южнее на куртине с пальмами (разрез № 6); в обоих случаях были диагностированы серогумусовые почвы на насыпных субстратах.

В западной части Нижнего парка на пойме реки Гнилушки имеется куртина бамбука, созданная, по-видимому, с целью осушения. Почва под густыми зарослями бамбука отличалась исключительно высокой плотностью и сухостью, густой сетью корней в гумусовом горизонте, наличием трещин в горизонте BM (как в рассмотренном выше разрезе № 8). Участки с густыми зарослями бамбука, расположенные также в центральной части Нижнего парка, вероятно, выполняют функцию осушения.

В Верхнем парке посадки бамбука связаны с небольшими понижениями и долинами ручьев Малый и Гуипс. В отдельных участках в восточной части Дендрария проложены бетонные лотки, регулирующие сток со склонов (рис. 5); они, по-видимому, еще частично функционируют, однако местами были замечены нарушения в виде скоплений листьев и илистого материала в местах разгрузки лотков в коллекторы.

Рекреационное воздействие – уплотнение почв

На территории Дендрария расположены объекты капитального строительства, обеспечивающие административно-научную деятельность парка, постройки без фундамента, объекты рекреационного назначения и проложена сеть асфальтовых дорог и незапечатанных организованных троп. В процессе строительства, благоустройства и последующего рекреационного режима почвы были значительно нарушены: верхние горизонты перемешаны, перекрыты асфальтом (запечатаны), переуплотнены, загрязнены бытовым мусором.

Поскольку в Верхнем парке немало крутых склонов, посетители с целью сокращения пути по асфальтовому серпантину или из желания двигаться по индивидуальному маршруту, выходят за пределы организованной тропиной сети, создавая хаотичные тропы, где в результате происходит переуплотнение почв. В результате переуплотнения и нарушения естественного дренажа размывается верхний гумусовый горизонт.

Нарушения верхней части почвенных профилей тропиной сетью вызывает оголение корней деревьев, угнетение травянистой растительности, развитие эрозии и оползания участков склонов. Оптимальной плотностью почв для древесной растительности являются значения 1.0–1.35 г/см³ для лиственных и 0.9–1.15 г/см³ для хвойных пород; выпадение лесных видов трав происходит при плотности 1.2–1.3 г/см³, а сорные растения выдерживают плотность 1.5–1.7 г/см³ (Оборин, 2010). При высоком уровне рекреационной нагрузки плотность поверхностных горизонтов (0–3 см) возрастает в 1.5–2.0 раза. Уплотнение почвенной массы способствует уменьшению порозности на 30–50% за счет сокращения макропор, и приводит к нарушению влаго- и воздухообмена, а

также угнетению развития корневой системы растений (Кузнецов, 2015).

Оценка рекреационного уплотнения проводилась на нескольких тропах с наиболее сильными нарушениями (рис. 8). Отбор образцов на тропе № 1 производился вдоль линии тропы в ареале желтоземов конкреционно-галечниковых глинистых на желтоцветном делювии с галькой. Образцы отбирались с интервалом 0.4 м при перепаде высот 1.5 м: точка № 1 – верх тропинки, точка № 5 – нижняя точка. Образцы отбирались в центральной части тропинки и параллельно на расстоянии метра от центра на “фоновой линии” вне тропы (табл. 2, рис. 9.).



Рис. 8. Пример эрозивно-тропиночной деградации (тропа № 1).
Fig. 8. Example of trail-induced erosion degradation (Trail No. 1).

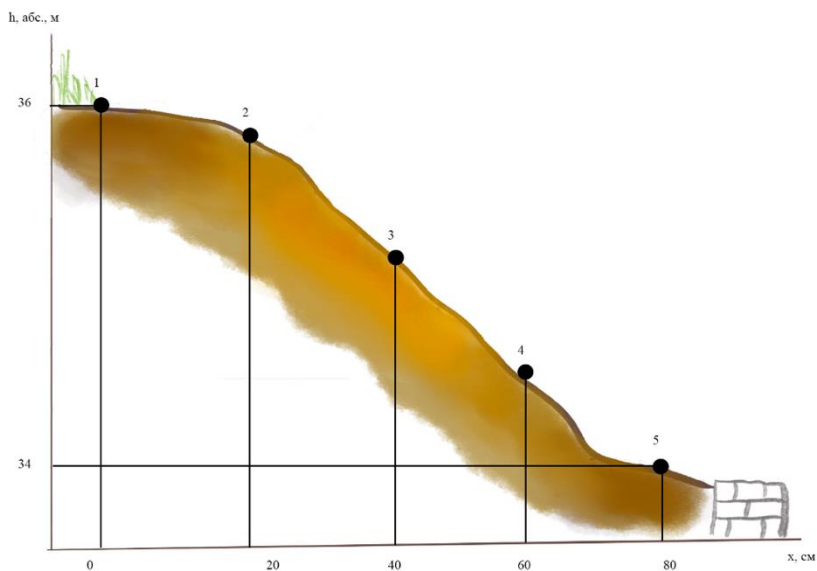


Рис. 9. Схема расположения точек на тропе № 1.
Fig. 9. Location of sampling points on Trail No. 1

Таблица 2. Свойства почв слоя 0–5 см поверхностных образцов (0–5см) на тропе № 1

Table 2. Soil properties of the 0–5 cm surface layer, Trail No. 1

Фон					
№№ точки	1–1	1–2	1–3	1–4	1–5
$pH_{\text{водн}}$	5.6	4.6	6.8	6.8	6.3
$C_{\text{орг}}$, %	6.96	6.25	11.33	11.09	6.34
Плотность (ρ), г/см ³	1.23	1.36	1.00	0.95	1.28
Содержание физ. глины, %	29.17	44.95	29.83	35.36	36.83
Центр					
№№ точки	1–1	1–2	1–3	1–4	1–5
$pH_{\text{водн}}$	5.9	6.5	4.6	6.6	6.5
$C_{\text{орг}}$, %	11.38	6.11	3.46	11.38	9.28
Плотность (ρ), г/см ³	1.07	1.49	1.54	1.04	1.13
Содержание физ. глины, %	28.59	37.37	39.47	28.32	25.42

Отбор образцов на тропе № 2 (табл. 3, рис. 10) производился поперек тропы через каждые 20 см в ареале желтоземов маломощных глинистых, подстилаемых карбонатными аргиллитами. Уклон на тропе составляет 2–3°, где наивысшая точка – 1–5, находится вне тропы.

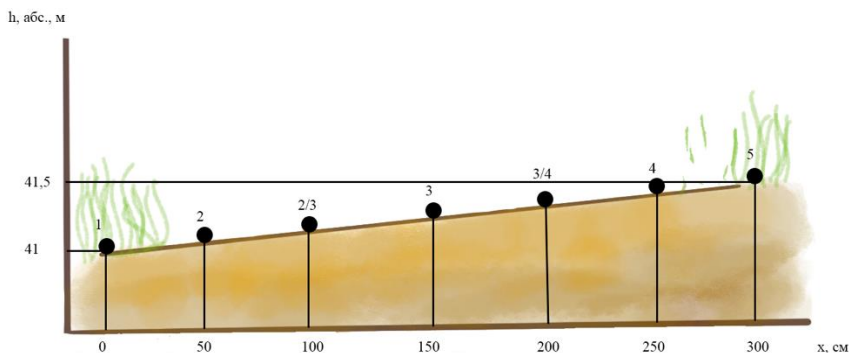


Рис. 10. Схема расположения точек на тропе № 2.

Fig. 10. Location of sampling points on Trail No. 2.

Таблица 3. Свойства почв поверхностных образцов (0–5см) на тропе № 2

Table 3. Soil properties of the 0–5 cm surface layer, Trail No. 2

№ точки	тропа 2-1 (фон)	тропа 2-2	тропа 2-2/3	тропа 2-3 (центр)	тропа 2-3/4	тропа 2-4	тропа 2-5 (фон)
pH _{водн.}	5.1	5.3	4.8	5.7	4.7	5.7	5.4
C _{орг} , %	8.01	5.32	4.7	6.92	4.98	7.51	6.17
Плотность, г/см ³	1.29	1.27	1.54	1.43	1.48	1.27	1.23
Содержание физ. глины, %	50.38	56.49	59.2	58.49	59.16	56.37	51.04

Отбор образцов на тропе № 3 (табл. 4, рис. 11) производился поперек тропы также в ареале желтоземов маломощных глинистых, подстилаемых карбонатными аргиллитами. Участок находится на ровной поверхности, образцы отбирались каждые 20 см так, что точка 3-1 соответствует центру тропы, а точка 3-4 отобрана на фоновом участке вне тропы.

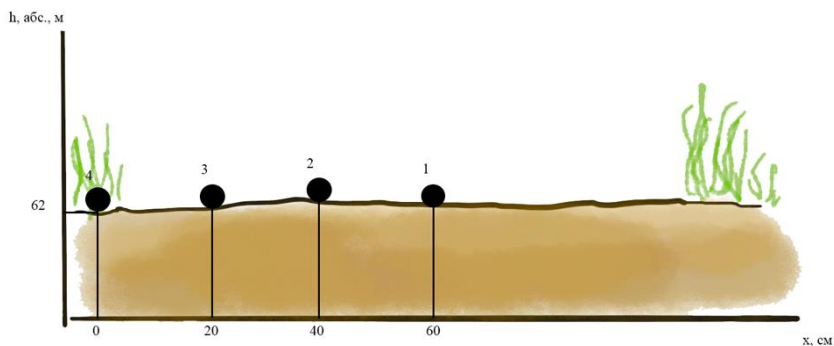


Рис. 114. Схема расположения точек на тропе № 3.

Fig. 11. Location of sampling points on Trail No. 3.

Таблица 4. Свойства почв поверхностных образцов (0–5см) на тропе № 3

Table 4. Soil properties of the 0–5 cm surface layer, Trail No. 3

№ точки	тропа 3-1 (центр)	тропа 3-2	тропа 3-3	тропа 3-4 (фон)
$pH_{\text{водн}}$	5.8	5.4	5.9	5.5
$C_{\text{орг}}$, %	5.96	6.73	7.47	7.46
Плотность, $г/см^3$	1.47	1.4	1.34	1.2
Содержание физ. глины, %	49.19	50.59	45.9	48.41

Плотность в образцах почв, отобранных в центральных частях дорожек, достигает 1.54 г/см^3 , что сравнимо с плотностью образцов, отобранных в срединных глинистых горизонтах желтоземов (табл. 2). На самых плотных участках значительно уменьшается мощность гумусового горизонта, содержание $C_{\text{орг}}$ понижено – 4.5–4.7% в сравнении с горизонтами АУ желтоземов, где содержание $C_{\text{орг}}$ более 5%. На поверхность выходит желтоцветный глинистый делювий, который при высыхании имеет тенденцию к растрескиванию и образованию корок. Значения $\text{pH}_{\text{водн}}$ уменьшаются на деградированных участках в сравнении с фоновыми, достигая величин 4.7–4.8, что может быть связано с выщелачиванием Ca и Mg вследствие постоянных обильных осадков, а также с подкислением за счет опада хвойных деревьев, часто задерживающегося на тропях. Плотность образцов, отобранных в почве под кроной секвойи (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.) в Верхнем парке, составляет 1.35 г/см^3 , что неблагоприятно для существования насаждений.

Учитывая меньшую устойчивость к деградации суглинистых и глинистых почв (Землянский, 2020), а также троп на склонах, развитие хаотичной тропиной сети может провоцировать усиление эрозии на переуплотненных участках в результате рекреационных нагрузок.

Ареалы проявлений признаков деградации почв

Составлена схема зон деградации почвенного покрова на территории Дендрария, дифференцированная по типам и интенсивности негативных процессов: переувлажнения, эрозионно-оползневых явлений и антропогенного воздействия (рис. 12).

Согласно полевому обследованию, в 2024 г. в Нижнем парке сильнее выражено переувлажнение почв в сравнении с 2009 г., а также более обширны зоны проявления склоновых процессов в Верхнем парке. Рекреационное воздействие, преимущественно вытаптывание и уплотнение открытой поверхности, отмечается в Верхнем парке в долине ручья Малый, а также в центральной части Верхнего парка. Риск переувлажнения минимален на склонах с близким залеганием карбонатных аргиллитов и песчаников; за-

стаивание влаги характерно для морских террас с выположенным рельефом, перекрытых глинистым желтоцветным делювием.

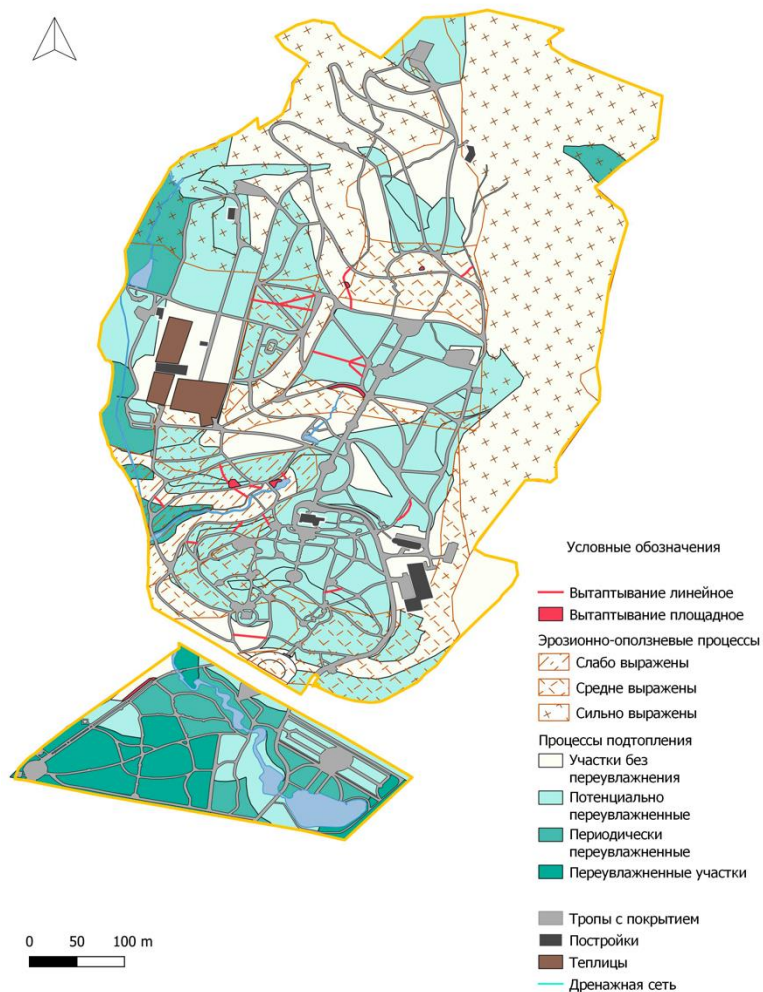


Рис. 12. Ареалы проявления признаков деградации почв в Верхнем и Нижнем парках Дендрария.

Fig. 12. Distribution of soil degradation features in the Upper and Lower Arboretum Parks.

На участках с посадками бамбука почвы оказываются очень сухими (осенью) и риск переувлажнения отсутствует. Интенсивность эрозионно-оползневых процессов напрямую зависит от крутизны склонов, однако в центральной части Верхнего парка в силу противоэрозионных и противооползневых мероприятий, проводимых сотрудниками Дендрария, склоновые процессы слабо выражены.

ВЫВОДЫ

Деградационные явления в почвах Сочинского Дендрария не имеют широкого распространения, и они вызваны как изменениями природных условий, так и антропогенным фактором. Их набор и интенсивность проявления дифференцированы по частям Дендрария. В Верхнем парке отмечены отдельные небольшие участки с негативными явлениями на склонах с желтоземами и серогумусовыми почвами и обширный ареал природно-антропогенных нарушений на крутом восточном склоне с серогумусовыми маломощными (смытыми) почвами и урбостратоземами. Антропогенное воздействие в Верхнем парке оказывается комплексным, и оно проявляется на крутом восточном и относительно пологих западных склонах под деревьями и кустарниками со слабо развитым травяным ярусом и выражается в вытаптывании открытого почвенного покрова, локально провоцируя усиление эрозии.

В Нижнем парке имеет место усиление переувлажнения исходно влажных элювиально-поверхностно-глеевых желтоземов.

Опасность деградационных явлений в желтоземных почвах в значительной мере определяется их физическими свойствами, связанными с составом глинистых минералов и влажносубтропическим климатом, иногда с коротким сухим сезоном. Свойства срединного горизонта ВМ желтоземных почв: глинистый состав, высокая плотность, массивное сложение, низкая водопроницаемость могут быть причиной оползневых явлений и эрозии. В годы с засушливым летом в верхней части профиля образуются трещины, и почвенная масса становится очень твердой. Однако высокая интенсивность почвенных процессов восстанавливает природные свойства почв, сглаживая результаты антропогенного воздействия.

Слабокислая реакция и высокое содержание подвижного алюминия, как “классические” негативные свойства желтоземов, в почвах Дендрария не проявляются в основном благодаря участию в составе почвообразующих пород легко выветривающихся карбонатных аргиллитов или их обломков в желтоцветном делювии.

Сравнение с почвенной картой, составленной в 2010-е годы сотрудниками географического факультета МГУ, проведенное путем маршрутных наблюдений и анализа дистанционных материалов показали отсутствие существенных изменений в составе почвенного покрова. Почвы Нижнего парка сохраняют свое прежнее название с некоторым усилением глеевых признаков; в Верхнем парке отмечается более широкое распространение серогумусовых (дерновых) почв на склонах. Антропогенные насыпные почвы газонов и клумб существенно не изменяются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимова М.И., Колесникова Н.В., Асадулина Р.М., Гуров И.А. и др. Сочинский Дендрарий: опыт комплексного почвенно-геохимического исследования экологических проблем. Отчет Сочи, 2008. 94 с.
2. Герасимова М.И., Колесникова Н.В., Гуров И.А. Литолого-геоморфологические факторы формирования желтоземов и других почв во влажных субтропиках РФ (Сочинский дендрарий) // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, География. 2010. № 3. С. 61–65.
3. Гуров И.А. Кавказские желтоземы – сквозь призму времени // Вестник аграрной науки. Тбилиси, 2009. № 1. С. 27–32.
4. Гуров И.А. Целлюлозолитическая активность почв влажных субтропиков на примере Дендрария Сочи // Проблемы региональной экологии. 2010. № 2. С. 129–136.
5. Гуров И.А. Желтоземы древних морских террас в районе Сочи. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. М., 2011. 23 с.
6. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 136 с.
7. Захарихина Л.В., Буртовой А.В. Антропогенная эволюция желтоземов санаторной зоны г. Сочи // Почвоведение. 2020. № 6. С. 751–761.
8. Инженерно-геологическая карта Сочинского Дендрария. Масштаб 1 : 2 000. Ред. П.И. Ивченко / Леса СССР. Сочи, 1945.
9. Классификация и диагностика почв России. Смоленск. Ойкумена, 2004. 342 с.

10. Кузнецов В.А. Почвы и растительность парково-рекреационных ландшафтов Москвы: Дисс. ... канд. биол. наук. Москва, 2015.
11. Оборин М.С. Особенности анализа рекреационной и антропогенной нагрузки вследствие санаторно-курортной и туристской деятельности // Географический вестник. 2010. № 2. С. 19–24.
12. Почва, город, экология / под ред. акад. РАН Г.В. Добровольского. М., 1997. 320 с.
13. Ромашкевич А.И. Желтоземы СССР и их генетические особенности // Почвоведение. 1972. № 6. С. 3–17.
14. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации (91-ИИ/2022-ИГИ) “Индивидуальный жилой дом по адресу: г. Сочи, Центральный район, ул. Севастопольская 3/У 9Б с кадастровым участком №23:49:0205031:1991”. 2022. 64 с.
15. Краснодарский край. Статистический ежегодник. 2023: Стат. сб. / Краснодарстат. Краснодар, 2024. 279 с.
16. Чижикова Н.П., Гуров И.А. Минералогический состав элювиально-глеевых желтоземов (на примере почв Дендрария г. Сочи) // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2012. Вып. 69. С. 60–76. DOI: <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2012-69-60-76>.
17. Экологическая емкость туристских территорий: подходы к оценке, индикаторы и алгоритмы расчета: коллективная монография / Д.Ю. Землянский, О.А. Климанова, О.А. Илларионова, Е.Ю. Колбовский. Всероссийская академия внешней торговли Минэкономразвития России. М.: ВАВТ, 2020. 102 с.
18. Шейн Е.В. Курс физики почв. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.
19. Электронная ГИС. Почвы Дендрария (с пояснительным текстом). М. 2009 / Герасимова М.И., Гуров И.А., Колесникова Н.В.
20. Официальный портал города-курорта Сочи. URL: <https://sochi.ru/press-sluzhba/novosti/69/173986>.
21. Справочник REST-сервисов ArcGIS. URL: https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery.

REFERENCES

1. Gerasimova M.I., Kolesnikova N.V., Asadulina R.M., Gurov I.A., et al., *Sochi arboretum: an experience of integrated soil-geochemical study of environmental problems*, Sochi Report, 2008, 94 p.
2. Gerasimova M.I., Kolesnikova N.V., Gurov I.A., Lithological and geomorphological factors of formation of zheltозems and other soils in the *Moscow University. Series 5, Geography*, 2010, No. 3, pp. 61–65.

3. Gurov I.A. Caucasian zheltozems – through the prism of time, *Bulletin of Agrarian Science*, Tbilisi, 2009, No. 1, pp. 27–32.
4. Gurov I.A., Cellulolytic activity of soils in the humid subtropics: the example of the Sochi Arboretum, *Problems of Regional Ecology*, 2010, No. 2, pp. 129–136.
5. Gurov I.A., *Zheltozemy drevnikh morskikh terras v rayone Sochi*. Avtoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk (Yellow soils of ancient marine terraces in the Sochi region: Extended Abstract of Cand. Agri. Sci. thesis), Moscow, 2011, 23 p.
6. Dobrovolsky G.V., Nikitin E.D., *Ekologicheskiye funktsii pochvy* (Ecological functions of soil), Moscow: Moscow State University Press, 1986, 136 p.
7. Zakharikhina L.V., Burtovoy A.V., Antropogennaya evolyutsiya zheltozemov sanatornoy zony g. Sochi (Anthropogenic evolution of yellow soils in the Sochi sanatorium zone), *Pochvovedeniye*, 2020, No. 6, pp. 751–761.
8. Ivchenko P.I. (Ed.), Engineering-geological map of the Sochi Arboretum. Scale 1 : 2 000, Forests of the USSR, Sochi, 1945.
9. *Classification and diagnostics of soils of Russia*, Smolensk: Oikumena, 2004, 342 p.
10. Kuznetsov V.A., *Pochvy i rastitel'nost' parkovo-rekreatsionnykh landshaftov Moskvy: Diss. ... kand. biol. nauk* (Soils and vegetation of park and recreational landscapes of Moscow: Cand. Biol. Sci. thesis), Moscow, 2015.
11. Oborin M.S., Osobennosti analiza rekreatsionnoy i antropogennoy nagruzki vsledstviye sanatorno-kurortnoy i turistskoy deyatelnosti (Features of the analysis of recreational and anthropogenic load due to health resort and tourist activities), *Geograficheskiy vestnik*, 2010, No. 2, pp. 19–24.
12. Dobrovolsky G.V. (Ed., Academician of the Russian Academy of Sciences), *Pochva, gorod, ekologiya* (Soil, city, ecology), Moscow, 1997, 320 p.
13. Romashkevich A.I., Zheltozemy SSSR i ikh geneticheskiye osobennosti (Yellow soils of the USSR and their genetic features), *Pochvovedeniye*, 1972, No. 6, pp. 3–17.
14. Technical report on the results of engineering and geological surveys for the preparation of design documentation (91-II/2022-IGI) “Individual Residential Building at the Address: Sochi, Central District, Sevastopolskaya St., Land Use Property 9B, with Cadastral Plot No. 23:49:0205031:1991.” 2022, 64 p.
15. Krasnodar Krai, Statistical Yearbook, 2023: Stat. Collection, Krasnodar: Krasnodarstat, 2024, 279 p.

16. Chizhikova N.P., Gurov I.A., Mineralogical composition of eluvial-gley zheltozems as exemplified by soils of the Arboretum in Sochi city, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2012, Vol. 69, pp. 60–76, DOI: <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2012-69-60-76>.
17. Zemlyanskiy D.Yu., Klimanova O.A., Illarionova O.A., Kolbovskiy E.Yu., *Ecological capacity of tourist areas: approaches to assessment, indicators, and calculation algorithms: a collective monograph*, All-Russian Foreign Trade Academy of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation, Moscow: VAVT, 2020, 102 p.
18. Shein E.V., *Kurs fiziki pochv* (Soil Physics Course), Moscow: Moscow State University Press, 2005, 432 p.
19. Gerasimova M.I., Gurov I.A., Kolesnikova N.V., *Electronic GIS. Arboretum Soils (with explanatory text)*, Moscow, 2009.
20. Official Portal of the Resort City of Sochi, URL: <https://sochi.ru/press-sluzhba/novosti/69/173986>.
21. ArcGIS REST Services Directory, URL: https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery.