

УДК 631.4

*Антропогенное почвообразование в Мурманске: первые результаты морфологического и физико-химического изучения*

Тарасова Алина Александровна, Абакумов Евгений Васильевич

*Аннотация:*

Рассмотрены особенности антропогенного почвообразования в условиях заполярного города. Проведено исследование почв 4-х различных функциональных зон. Установлено, что в городской экосистеме доминируют урбаностратоземы при наличии урбоестественных почв. В пределах города почвы трансформированы не существенно, если сравнивать с другими крупными городами России.

*Ключевые слова:* урбаностратоземы, природные почвы, полярный регион.

*Anthropogenic soil formation in Murmansk: first results of morphological and physico-chemical study.*

Alina Tarasova, Evgeniy Abakumov.

*Abstract:*

The features of anthropogenic soil in a northern polar city. Soils of 4 functional zones were studied. Urbanostratotomy dominates in soil cover of a city with less presence of natural soils affected by anthropic influence. Soils of the are not essentially transformed if compare with other cities of Russia.

*Keywords:* urbanostratotomy, natural soil, the polar region.

## **Введение**

Современные крупные города понимаются как места формирования особых экосистем, в которых природные факторы существенно трансформированы под влиянием человека. В начале 1890-х годов В.В. Докучаевым был разработан проект изучения природы Санкт-Петербурга и его окрестностей. Василий Васильевич был первым, кто начал исследования окружающей среды крупного города и факторов, ее изменяющих [7]. В наибольшей степени различные аспекты проявления антропогенной деятельности сказываются на почвах и почвенном покрове, именно поэтому в пределах городов почвы сильно трансформированы. Здесь формируются новые почвоподобные образования, часто не имеющие аналогов в естественной среде. Основным антропогенным фактором формирования почв в городе является способ и тип землепользования [6].

Почвообразование в городских экосистемах изучалось ранее многими исследователями. На примере города Санкт-Петербург рассматривали особенности почвообразования и функционирования почв в городских экосистемах [9]. Изучали эколого-генетические особенности почв городских экосистем на примере ленинского района Москвы [15]. В Нижнем Новгороде занимались экологической оценкой загрязненных почв урбанизированных территорий и промышленных зон [5]. Существует исследование на тему: «Почвы урболандшафтов г. Ростов-на-Дону, их экологическое состояние и оценка загрязнения» [4]. Также в Якутске занимались эколого-геохимической оценкой почв территории [2].

Разные виды деятельности человека можно сгруппировать по видам его воздействия на почву. Среди них выделяются – техногенные процессы (связанные с добычей и переработкой полезных ископаемых, промышленностью, транспортом и т.д.), агрогенные воздействия (земледельческие) и урбаногенные влияния – связанные с воздействием городской среды. Как правило, виды антропогенных воздействий сочетаются друг с другом или сменяют друга во времени. Таким образом, свойства почв, в разной степени преобразованных различными видами деятельности человека, изменяются постепенно. Постепенность изменений определяется определенной инерционностью, консервативностью почвенных тел, поскольку существенный вклад в морфологию профиля вносят признаками с большими характерными временами. В ряду почв от естественных через антропогенно-измененные до антропогенных имеется много переходных вариантов. Они различаются соотношениями естественных и антропогенных элементов строения профиля и его отдельных горизонтов [14].

Почвы городов существенно отличаются от природных. Почвообразование под влиянием человека протекает активнее в антропогенно-измененных почвах, чем в естественных, что находит отражение в существенной морфологической трансформации профиля. Это определяет совокупность факторов, таких как, механическое регулярное перемешивание, внесение готового органического вещества, отсутствие буферного эффекта естественной растительности [14]. В почвах города создаются условия, способствующие более быстрому протеканию некоторых биохимических и физических процессов, чем в природных почвах. Почвенный покров крупных городов отличается также и высокой контрастностью, неоднородностью из-за сложной истории развития города, перемешанности погребенных разновозрастных исторических почв и культурных слоев. Негативное влияние условий города на зеленые насаждения проявляется через изменения свойств почв,

через загрязнение атмосферы и грунтовых вод, повышенный уровень шума, а также через механические повреждения.

## **Объекты и методы**

Исследование проводили в черте города Мурманск. К настоящему времени почвенный покров полярных регионов остается практически не изученным. Почвы такого крупного заполярного города как Мурманск ранее не были исследованы, в связи с чем изучение антропогенной трансформации почвенного покрова в полярных условиях представляет особый интерес.

Городу сто лет, он относительно молодой, что позволяет изучить особенности формирования почв в ходе 20-го столетия. Основными отраслями экономики Мурманска являются рыболовство и рыбопереработка (действует рыбокомбинат), морской транспорт, судоремонт, морские, железнодорожные и автомобильные перевозки, металлообработка, пищевая промышленность, морская геология, геологоразведочные работы на шельфе арктических морей. На начало 2016 года общее число жителей составило около 300000. Мурманск является крупнейшим в мире городом, расположенном за Северным полярным кругом. Общая площадь города составляет около 150 км<sup>2</sup>.

Мурманск расположен на восточном скалистом берегу Кольского залива Баренцева моря и находится в атлантико-арктической зоне умеренного климата, при этом влияние Баренцева моря усиливает воздействие течения Гольфстрим. Этот фактор способствует формированию специфического климата, отличающего Мурманск от большинства городов, расположенных за Северным полярным кругом.

Город находится на границе лесной и тундровой зон, в зоне распространения элювиальных и массивно-кристаллических почвообразующих пород, многолетнемерзлые породы отсутствуют.

Растительный покров достаточно разнообразен, характеризуется преобладанием еловых и сосновых лесов и тундры [10]. В городе леса занимают 43 % от площади города, естественные природные насаждения преобладают на сопках и на окраинах города. В Мурманске произрастают ели, сосны, липы, ивы, также присутствуют много рябиновых и березовых насаждений.

Исследование почвенного покрова города проводилось в сентябре 2015 года. В пределах Мурманска на территории 4-х различных функциональных зон: промышленной, жилой, неосвоенной городской территории и в парково-рекреационной зоне (рис. 1).



Рис. 1 Карта-схема города Мурманска с точками отбора образцов

В черте города почвы существенно трансформированы. Здесь на песчано-супесчаных щебнистых породах формируются подбуры, а на менее щебнистых почвообразующих породах – торфяно-подбуры и глееземы. Мощность исследуемых почв здесь варьируется от 35 см (на породах тяжелого гранулометрического состава до 1 м (на породах легкого гранулометрического состава).

Методика исследования включала определение гранулометрического состава, биологических и общих физико-химических характеристик мелкозема почв. Производились измерения дыхания почвы – методом инкубации [17], содержание органического углерода – по методу Тюрина со спектрофотометрическим окончанием, рН активной, потенциальной, обменной и гидролитической кислотности – потенциометрически со стеклянным электродом [12]. Гранулометрический состав грунтов определяли по методу Качинского [16].

## Результаты и обсуждение

Процессы формирования почв в пределах города Мурманск разнообразны в связи с разными видами антропогенных изменений в соответствующих функциональных зонах. Ниже приведено краткое описание исследованных почв.

Разрез 1. В зоне неосвоенной городской территории.

Строение профиля почвы: О (0—2 см) – RTE – (2—14 см) – RG – (14—24 см) – [Т] – (24—36 см) – [ВНФ] – (36—52 см). Среди антропогенных включений преобладают остатки строительного мусора. Почва – торфяно-стратозем на погребенном торфяно-подбуре.

Разрез 2. В пределах техногенной зоны.

Строение профиля: О – (0—2 см) – UR – (2—32 см) – ВНФ – (32—49 см) – G – (49—90 см). Почва – урбо-стратозем иллювиально-железисто-гумусовый глеевый [11].

Разрез 3. Городской парк.

Строение профиля: TE – (0—12 см) – ВНФ – (12—24 см) – G – (24—42 см) – С – (42—52 см). Почва – торфяно-подзол глеевый.

Разрез 4. Жилая зона, во дворе.

Строение профиля: Т – (0—11 см) – ВНФ – (11—38 см) – G – (38—84 см). Почва – торфяно-подбур глеевый.

Установлено, что в пределах промышленной зоны пробы почв характеризуются сильнокислой (рН 3,5—4,5), а в пределах трех остальных функциональных зон – кислой (рН 4,5—5,5) реакцией среды (табл. 1). Анализ полученных данных по обменной кислотности показал, что почти все пробы обладают очень кислой (рН <4,5) реакцией среды, кроме образцов с неосвоенной территории, где реакция среды кислая (рН 4,5—5,0) (табл. 1). Снижение кислотности вниз по профилю характерно для подбуров.

Таблица 1 – рН мелкозема почвы и содержание органического углерода

Горизонт	Глубина, см	рН водный	рН солевой	Обменная кислотность (мг-экв/100г)	Гидролитическая кислотность (мг-экв/100г)	Сорг, %
Разрез 1. Торфяно-стратозем на погребенном торфяно-подбуре						
О	0-2	4,25	3,08	0,1	0,5	Не опр
RTE	2-14	4,63	3,15	0,1	0,5	12,3
RG	14-24	4,8	3,07	0,3	1	3,3
Т	24-36	5,03	3,88	0,5	1,1	4,3
ВНФ	36-52	5,99	4,27	0,1	0,4	2,02

Разрез 2. Урбо-стратозем иллювиально-железисто-гумусовый глеевый						
O	0-2	4,85	4,06	0,1	0,2	5,5
UR	2-32	4,15	3,52	0,3	0,6	Не опр.
BHF	32-49	3,58	3,51	0,2	0,4	19,2
G	49-90	4,12	3,67	0,2	0,8	Не опр.
Разрез 3. Торфяно-подзол глеевый						
TE	5-16	4,51	3,67	0,1	1	Не опр.
BHF	16-24	4,91	3,54	0,2	0,5	2,6
G	24-42	4,92	3,91	0,3	0,9	3,5
C	42-52	4,93	4,19	0,1	0,6	3,2
Разрез 4. Торфяно-подбур глеевый						
T	4-11	4,83	4,18	0,1	0,5	Не опр.
BHF	11-38	5,82	4,92	0,1	0,2	2,6
G	38-84	5,56	4,9	0,1	0,1	2,35

Эмиссия диоксида углерода почвами оценивается как очень низкая, т.к. ее величины не превышают 100-150 мгСО<sub>2</sub>/100г/сутки в жилой зоне и в парке, а в промышленной и неосвоенной городской территории значения варьируют от 100 до 120 мгСО<sub>2</sub>/100г/сутки (табл. 2). Такие значения эмиссии свидетельствуют об относительно низкой биологической активности почв.

Максимальное содержание углерода органических соединений характерно для верхних органогенных горизонтов большинства образцов (32-40 %), кроме участка в промышленной зоне (2-10 %). Также для верхних горизонтов характерно высокое содержание азота. На исследуемой территории опад листьев и трав беден азотом (отношение C/N лежит в диапазоне 18-27) (табл. 1).

Таблица 2 – Некоторые химические и физические свойства почв.

Горизонт	Глубина, см	Базальное дыхание С О <sub>2</sub> , мгСО <sub>2</sub> /100г/сут	Плотность твердой фазы, г/см <sup>3</sup>	Физ. песок, %	Физ. глина, %	Скелет, %	Мелко зем, %
Разрез 1. Торфяно-стратозем на погребеном торфяно-подбуре							
O	0-2	159	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
RTE	2-14	118	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
RG	14-24	145	2,84	90,6	9,4	17	83

T	24-36	88	2,46	92,4	7,6	43	57
BHF	36-52	145	2,61	88,9	11,1	48	52
Разрез 2. Урбо-стратозем иллювиально-железисто-гумусовый глеевый							
O	0-2	132	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
UR	2-32	57	2,37	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
BHF	32-49	30	2,69	82,1	17,9	17	83
G	49-90	85	1,8	94,5	5,5	Не опр.	Не опр.
Разрез 3. Торфяно-подзол глеевый							
TE	5-16	78	2,22	91,7	8,3	Не опр.	Не опр.
BHF	16-24	142	2,69	93	7	26	74
G	24-42	125	2,69	91,8	8,2	30	70
C	42-52	213	2,67	91,1	8,9	34	66
Разрез 4. Торфяно-подбур глеевый							
T	4-11	102	2,18	97,5	2,5	Не опр.	Не опр.
BHF	11-38	142	2,78	87,1	12,9	25	75
G	38-84	71	2,83	86	14	14	86

Почвы Мурманска относятся к песчаным и супесчаным по гранулометрическому составу (табл. 2). Для легких и щебнистых отложений, характерна большая водопроницаемость, наличие нисходящих токов почвенных растворов, свободный внутренний дренаж, господство окислительных процессов и отсутствие оглеения [14]. Почвы – не сильнощебнистые с повышенным содержанием физического песка, в связи с чем, ожидается их низкая буферная и сорбционная способность, а также низкая устойчивость к техногенным загрязнениям.

Таким образом, почвы города Мурманск представлены преимущественно сезонно-промерзающими урбо-естественными вариантами с кислой реакцией среды и легким гранулометрическим составом. При этом в пределах изученных профилей не наблюдается признаков криогенного массообмена.

## Выводы

Отличие городских почв Мурманска от почв других городов бореального и полярного поясов России [8,13,1] определяется своеобразием техногенных субстратов и их сочетаниями с природными почвообразующими породами. В отличие от других городов, в Мурманске

почвы не столь сильно трансформированы и не отмечается существенного антропогенного влияния.

Физико-химические свойства городских почв Мурманска значительно отличаются от почв городов Воркута [8], Якутск [13] и Ухта [1]. Во-первых, в Мурманске отсутствуют крупные промышленные предприятия, которые являются основными источниками загрязнения почвы и воздуха. Во-вторых, город является относительно молодым, в связи с этим химический состав почв мало трансформирован, в отличие от почв других городов, где антропогенное воздействие сильно повлияло на состояние почвенного покрова.

Почвы в Мурманске – преимущественно урбо-естественные и несут признаки природных почв, что связано с относительно коротким сроком освоения территории, преобразованность почвенного покрова зависит от степени запечатанности территории и застройки почвенного пространства.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол-а-вед 15-34-20844

## Список литературы

1. Абакумов Е.В., Максимова Е.И., Лагода А.В., Кощева Е.М. Почвообразование на отвалах по добыче известняка и глин в районе г. Ухта // Почвоведение. 2011. № 4. С. 417–423.
2. Аммосова М.В., Легостаева Я.Б. Эколого-геохимическая оценка почв территории города Якутска // Экологические исследования Москвы и Московской области. 2011. С. 127-147.
3. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы. Генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена, 2003. С. 268-273.
4. Гобров С.Н. Почвы урболандшафтов г. Ростов-на-Дону, их экологическое состояние и оценка загрязнения. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.б.н. Ростов-на-Дону, 2002. 25 с.
5. Дабахов М.В. Экологическая оценка техногенно загрязненных почв урбанизированных территорий и промышленных зон г. Нижнего Новгорода. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д.б.н. Москва, 2012. 31с.
6. Добровольский, Г.В., Строганова, М.Н. Почвы Москвы // Наука в России. 1996. № 4. С. 69–72.
7. Докучаев В.В. Детальное естественноисторическое, физико-географическое и сельскохозяйственное исследование С.-



- Петербурга и его окрестностей//VIII съезд русских естествоиспытателей и врачей. Общий отдел. СПб, 1890. С. 119-124.
8. Дымов А. А, Д. А. Каверин, Д. Н. Габов. Свойства почв и почвоподобных тел. Почвоведение. Москва, 2013. № 2. С. 240.
  9. Капелькина, Л.П. Экологические особенности почв Санкт-Петербурга // Экологическая безопасность: науч.-информ. бюл. СПб., 2007. № 1-2(17-18)С. 48-56.
  10. Королева Н.Е. Растительность Мурманской области как компонент биоразнообразия. Вестник Мурманского государственного технического университета. 2009. Т. 12. № 1. С. 153-166.
  11. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. 2014. № 10. С.1155-1164.
  12. Расторова О.Г., Андреев Д.П. Химический анализ почв. Учебное пособие СПб.: Изд-во С.-Пб. университета, 1995. 264 с.
  13. Сивцева Н.Е., Легостаева Я.Б., Маркаров В.С., Васильев Н.Ф. Экологическая оценка состояния территории г. Якутска по суммарному показателю загрязнения почвенного покрова // Вестник СВФУ. 2011. Т. 8. № 2. С. 30–35.
  14. Смагин А.В. Теория и методы оценки физического состояния почв // Почвоведение. 2003. №3. С.328-341
  15. Строганова М.Н., Агаркова М.Г., Жевелева Е.М., Яковлев А.С. Экологическое состояние почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере Москвы и Пушкино), // "Экологические исследования Москвы и Московской области. — Москва, 1990. — С. 127–147.
  16. Шеин Е.В., Архангельская Т. А., Гончаров В. М., Губер А. К., Початкова Т.Н., Сидорова М.А., Смагин А. В., Умарова А. Б. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв. М.: Изд-во МГУ, 2001. 198 с.
  17. Lal R., Kimble J.M., Follett R.F. and Stewart B.A. (Eds) Assessment Methods for Soil Carbon. CRC/Lewis Press, Boca Raton, FL, 2001. 676 pp.

### Spisok literatury

1. Abakumov E.V., Maksimova E.I., Lagoda A.V., Koshheva E.M. Pochvoobrazovanie na otvalah po dobyche izvestnjaka i glin v rajone g. Uhta // Pochvovedenie. 2011. № 4. S. 417–423.

2. Ammosova M.V., Legostaeva JA.B. JEkologo-geohimicheskaja ocenka pochv territorii goroda JАkutska // JEkologicheskie issledovanija Moskvy i Moskovskoj oblasti. 2011. S. 127-147.
3. Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokof'eva T.V. Antropogennye pochvy. Genezis, geografija, rekul'tivacija. Smolensk: Ojkumena, 2003. S. 268-273.
4. Gobrov S.N. Pochvy urbolandshaftov g. Rostov-na-Donu, ih jekologicheskoe sostojanie i ocenka zagruznenija. Avtoref. dis. na soisk. uchen. step. k.b.n. Rostov-na-Donu, 2002. 25 s.
5. Dabahov M.V. JEkologicheskaja ocenka tehnogenno zagruznyh pochv urbanizirovannyh territorij i promyshlennyh zon g. Nizhnego Novgoroda. Aftoref. dis. na soisk. uchen. step. d.b.n. Moskva, 2012. 31s.
6. Dobvol'skij, G.V., Stroganova, M.N. Pochvy Moskvy // Nauka v Rossii. 1996. № 4. С. 69–72.
7. Dokuchaev V.V. Detal'noe estestvennoistoricheskoe, fiziko-geograficheskoe i sel'skohozjajstvennoe issledovanie S.-Peterburga i ego okrestnostej//VIII s#ezd russkih estestvoispytatelej i vrachej. Obshhij otdel. SPb, 1890. С. 119-124.
8. Dymov A. A, D. A. Kaverin, D. N. Gabov. Svojstva pochv i pochvopodobnyh tel. Pochvovedenie. Moskva, 2013. № 2. S. 240.
9. Kapel'kina, L.P. JEkologicheskie osobennosti pochv Sankt-Peterburga // JEkologicheskaja bezopasnost': nauch.-inform. bjul. № 1-2(17-18). SPb., 2007. S. 48-56.
10. Koroleva N.E. Rastitel'nost' Murmanskoj oblasti kak komponent bioraznoobrazija. Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2009. T. 12. № 1. S. 153-166.
11. Prokof'eva T.V., Gerasimova M.I., Bezuglova O.S., Bahmatova K.A., Gol'eva A.A., Gorbov S.N., ZHarikova E.A., Matinjan N.N., Nakvasina E.N., Sivceva N.E. Vvedenie pochv i pochvopodobnyh obrazovanij gorodskih territorij v klassifikaciju pochv Rossii // Pochvovedenie. 2014. № 10. S.1155-1164.
12. Rastorova O.G., Andreev D.P. Himicheskij analiz pochv. Uchebnoe posobie SPb.: Izd-vo S.-Pb. universiteta, 1995. 264 s.
13. Sivceva N.E., Legostaeva JA.B., Markarov V.S., Vasil'ev N.F. JEkologicheskaja ocenka sostojanija territorii g. JАkutska po summarnomu

pokazatelju zagrjaznenija pochvennogo pokrova // Vestnik SVFU. 2011. T. 8. № 2. S. 30–35.

14. Smagin A.V. Teorija i metody ocenki fizicheskogo sostojanija pochv // Pochvovedenie. 2003. №3. S.328-341

15. Stroganova M.N., Agarkova M.G., ZHeveleva E.M., JAkovlev A.S. JEkologicheskoe sostojanie pochvennogo pokrova urbanizirovannyh territorij (na primere Moskvy i Pushhino), // "JEkologicheskie issledovanija Moskvy i Moskovskoj oblasti. — Moskva, 1990. — S. 127–147.

16. SHein E.V., Arhangel'skaja T. A., Goncharov V. M., Guber A. K., Pochatkova T.N., Sidorova M.A., Smagin A. V., Umarova A. B. Polevye i laboratornye metody issledovanija fizicheskikh svojstv i rezhimov pochv. M.: Izd-vo MGU, 2001. 198 s.

17. Lal R., Kimble J.M., Follett R.F.and Steshhart B.A. (Eds) Assessment Methods for Soil Carbon. CRC/Leshhis Press, Boca Raton, FL, 2001. 676 pp.