

УДК 631.4

DOI: 10.19047/0136-1694-2025-126-90-116



Ссылки для цитирования:

Моргач Ю.Р., Сухачева Е.Ю. Особенности структуры почвенного покрова горнопромышленных комплексов Ленинградской области // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2025. Вып. 126. С. 90-116. DOI: 10.19047/0136-1694-2025-126-90-116

Cite this article as:

Morgach Yu.R., Sukhacheva E.Yu., Features of soil cover structures of mining and industrial complexes in the Leningrad Oblast, Dokuchaev Soil Bulletin, 2025, V. 126, pp. 90-116, DOI: 10.19047/0136-1694-2025-126-90-116

Особенности структуры почвенного покрова горнопромышленных комплексов Ленинградской области

© 2025 г. Ю. Р. Моргач^{1*}, Е. Ю. Сухачева^{1,2**}

¹Центральный музей почвоведения им. В. В. Докучаева –
филиал ФИЦ “Почвенный институт им. В. В. Докучаева”, Россия,
197375, Санкт-Петербург, Биржевой проезд, д. 6,

*<https://orcid.org/0000-0002-2422-8638>, e-mail: tima204@yandex.ru.

²Санкт-Петербургский государственный университет, Россия,
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9,

**<https://orcid.org/0000-0003-3612-6265>, e-mail: lenasoil@mail.ru.

Поступила в редакцию 13.12.2024, после доработки 16.05.2025,
принята к публикации 13.11.2025

Резюме: Исследования почв и почвенного покрова проводились на территории горнопромышленных комплексов по добыче гранита, песка и песчано-гравийной смеси, глины и на торфоразработках. Разработка месторождений полезных ископаемых приводит к кардинальному изменению почв и почвенного покрова (ПП), к появлению новых почвенных разностей и не имеющих аналогов в естественных ландшафтах структур почвенного покрова (СПП). Ареалы антропогенно-преобразованных почв, непочвенных образований и вновь формирующихся почвенных комбинаций на таких территориях часто имеют геометрически правильную форму. В местах, где естественный ПП был полностью уничтожен (выработка карьера), образуется водоем

или новые неконтрастные СПП наиболее близкие к естественным ташетам, компонентами которых являются слаборазвитые почвы. Вдоль подъездных грунтовых дорог к карьерам, в зависимости от добываемого ископаемого, формируются различные формы новых антропогенных СПП. Для торфозабоделхарактерны регулярно-ячеистые прямоугольные формы почвенных комбинаций, обусловленные технологиями добычи торфа. На территории карьера по добыче глины формируются СПП близкие к естественным сложным мозаикам. Выявленные СПП, формирующиеся на территории горнопромышленных комплексов, в большинстве случаев не имеют аналогов среди естественных, и для целей картографирования этих территорий, а также оценки изменения экологических функций почв антропогенно-преобразованных территорий требуется дальнейшая проработка типологии антропогенных СПП.

Ключевые слова: антропогенно-преобразованные почвы; почвенные комбинации; карьеры; почвенное картографирование.

Features of soil cover structures of mining and industrial complexes in the Leningrad Oblast

© 2025 Yu. R. Morgach^{1*}, E. Yu. Sukhacheva^{1,2**}

¹*V.V. Dokuchaev Central Soil Museum, Branch of the Federal Research Centre "V.V. Dokuchaev Soil Science Institute",*

6 Birzhevoy proezd, Saint Petersburg 199034, Russian Federation,
<https://orcid.org/0000-0002-2422-8638>, e-mail: tima204@yandex.ru.

²*Saint Petersburg University,*

7–9 Universitetskaya Embankment, Saint Petersburg 199034,
Russian Federation,

***<https://orcid.org/0000-0003-3612-6265>, e-mail: lenasoil@mail.ru.*

Received 13.12.2024, Revised 16.05.2025, Accepted 13.11.2025

Abstract: Studies of soils and soil cover were conducted in the territory of mining complexes for the extraction of granite, sand and sand-gravel mixture, clay and peat mining. The development of mineral deposits leads to cardinal changes in soils and soil cover (SC), to the appearance of new soil varieties and soil cover structures (SCS) that have no analogues in natural landscapes. The areas of anthropogenically transformed soils, non-soil formations and newly formed soil combinations in such areas often have a geometrically regular shape. In places where natural SC has been completely destroyed

(quarry excavation), a water body or new non-contrasting SCS are formed, which are closest to natural tchets and whose components are underdeveloped soils. Along the access roads to the quarries, depending on the extracted minerals, different forms of new anthropogenic SCS are formed. The access road to the sand pit does not have high shoulders fixed by vegetation cover, which allows the formation of a two-way relationship, manifested in the transfer of sandy material from the road surface to the shoulders (stratified soils) and in the opposite direction. Peat mining is characterized by regular-cellular rectangular forms of soil combinations due to peat extraction technology. On the territory of the clay quarry, SCS close to natural mosaics are formed. The identified SCS formed on the territory of mining-industrial complexes in most cases have no analogues among natural ones, and for the purposes of mapping these territories, as well as assessing changes in the ecological functions of soils of anthropogenically transformed territories, further development of the typology of anthropogenic SCS is required.

Keywords: anthropogenically transformed soils; soil combinations; quarries; soil mapping.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время изучению структуры почвенного покрова (СПП) уделяется недостаточно внимания, несмотря на то что такие исследования крайне необходимы в условиях значительной трансформации почвенного покрова под влиянием человека. Выявление разнообразия почвенного покрова, определение характеристик и особенностей новых типов СПП, которые не имеют естественных аналогов, а также их отображение на почвенных картах являются актуальными задачами современности (Сухачева, 2024).

Известно, что отправной точкой для активного развития учения о СПП стала монография В.М. Фридланда (Фридланд, 1972). С 1973 по 1998 гг. в журнале “Почвоведение” было опубликовано более 70 статей, посвященных СПП. В последующие десятилетия интерес к этой теме снизился практически в 10 раз. При этом анализ поискового запроса в eLIBRARY.RU показал следующую динамику – постепенное уменьшение количества работ, посвященных исследованию СПП в естественных ландшафтах, с увеличением интереса к изучению СПП в агроландшафтах. В последние годы стали появляться немногочисленные работы, посвященные методологии исследований СПП территорий, преобра-

зованных в результате строительства городов, прокладки газо- и нефтепроводов, ЛЭП, разработки карьеров. Однако в большинстве работ объектом исследований является ПП урбанизированных территорий (Хитров, 2010; Парамонова, 2010; Сухачева, 2019). Работы, посвященные изучению СПП горнопромышленных комплексов, практически отсутствуют (Timofeeva, 2021).

Карьеры занимают относительно небольшие площади, но они являются наиболее экологически неблагополучными территориями с максимально нарушенными функциями почв. Горнодобывающая промышленность уничтожает целые природные экосистемы на локальных участках, нарушая ландшафтное разнообразие целых регионов. При разработке месторождений часто полностью уничтожается растительность, почвы, изменяются гидрогеологические условия, формируются новые антропогенные формы рельефа (карьеры, отвалы, терриконы, овраги) и новые СПП.

Целью работы являлась характеристика компонентов почвенного покрова территорий различных горнопромышленных комплексов и выявление особенностей формирования новых СПП.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являются почвы и ПП горнопромышленных комплексов Ленинградской области (рис. 1). Минерально-сырьевая база региона включает множество крупных карьеров по добыче различных полезных ископаемых, площадь которых увеличивается ежегодно.

Разнообразие месторождений обусловлено геологическим строением территории Ленинградской области. Значительная часть региона находится на Восточно-Европейской равнине. Здесь распространены месторождения песков и песчано-гравийной смеси (ПГС). Они приурочены к ледниковым отложениям, образующим различные ледниковые формы рельефа – озы, камы, зандровые равнины.

Часть территории области расположена в пределах Балтийского кристаллического щита. На севере Карельского перешейка выходят на поверхность граниты, гнейсы и гранито-гнейсы. Здесь находятся карьеры по их добыче. В северо-восточной части области на уступе к Онежскому озеру уже не первое десятилетие добы-

вают габбро-нориты.

Месторождения карбонатных пород приурочены к Ордовикскому плато, которое простирается в широтном направлении с востока на запад (Беляев, 2022). На востоке области добывают бокситы, а на западе региона расположены месторождения горючих сланцев, сформировавшиеся примерно 400 млн лет назад, во время ордовикского периода.

Ленинградская область сильно заболочена. Наиболее крупные болотные территории распространены на востоке области, где в районе Приладожья находятся большие массивы торфозаготовок (Пестряков, 1973). Также торф добывают на Привуоксинской низменности на севере области и в центральной части в Приневской низменности. На территории Ленинградской области был обследован ПП различных горнопромышленных предприятий. Горнопромышленным комплексом принято считать “целенаправленное сочетание предприятий и производств по эффективной комплексной добыче и переработке минерального сырья одного или нескольких месторождений, расположенных в пределах определенной территории и связанных между собой тесными производственно-технологическими связями” (Пахомов, 1989). Таким образом, в границы наших исследований входила собственно выработка (сухая или затопленная); выработанные карты (на торфозаготовках); борта карьеров, которые часто имеют ступенчатую форму; отвалы; а также прилегающая территория, затронутая антропогенным воздействием, в том числе подъездные дороги и дренажная сеть.

Для выявления особенностей влияния технологических процессов добычи полезных ископаемых на ПП были проведены полевые исследования и анализ космоснимков территории 22 горнопромышленных комплексов: 3 карьеров по добыче гранита, 9 – по добыче песка и ПГС, 3 – торфозаготовок, 2 – по добыче сланцев и известняка и по одному карьеру по добыче габбро, бокситов, глины.

На территории всех горнопромышленных комплексов было выявлено значительное разнообразие почвенных разностей (естественных и антропогенно-преобразованных), дана характеристика почвенных ареалов и непочвенных образований (НПО), особое

внимание при исследовании было уделено выявлению взаимосвязей между компонентами ПП.

Для иллюстрации выявленных закономерностей в статье рассмотрен ПП территории горнопромышленных комплексов по добыче четырех полезных ископаемых: гранита, песка и ПГС, глины и торфа (рис. 1).

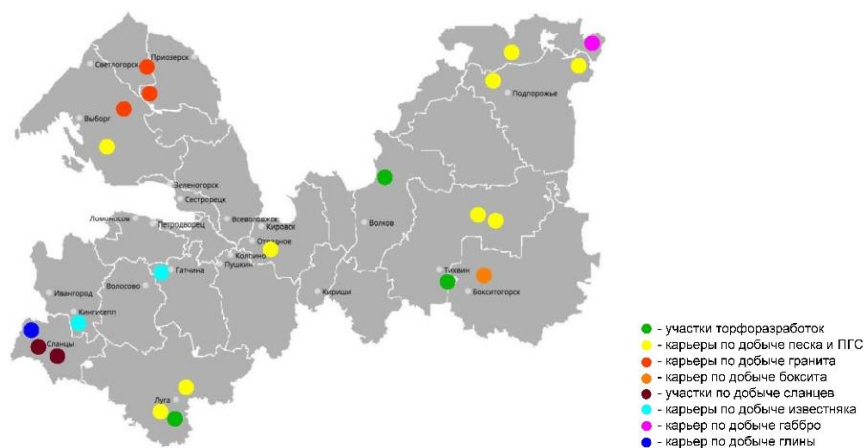


Рис. 1. Расположение объектов исследования.

Fig. 1. Location of the study objects.

Учитывая, что СПП является сложной системой, состоящей из многократного повторения одного или нескольких основных элементов (Фридланд, 1972), в границах горнопромышленных комплексов были заложены ключевые участки размером 100×50 м, представляющие наиболее характерные типы формирующихся антропогенных СПП.

Выбор местоположения и границ ключевых участков был обусловлен следующими факторами:

- наличие на выбранной территории характерных трансформаций ПП, связанных с технологией добычи;
- в границы участков не включались ареалы естественных

почв, не измененных под влиянием антропогенного фактора.

В основу исследований СПП территорий горнопромышленных комплексов была положена концепция В.М. Фридланда. Принадлежность к хорошо известным по литературе типам СПП (комплексам, пятнистостям, сочетаниям, вариациям, мозаикам и ташетам) в настоящем исследовании определялась характером межкомпонентных связей и контрастностью компонентов ПП. Учитывалось также то, что согласно типологии антропогенно-преобразованных СПП (Сухачева и др., 2019), с одной стороны, они могут частично соответствовать определенным типам СПП в естественных ландшафтах, а с другой – значительно отличаются по своим характеристикам от таковых в природных условиях.

Учитывая, что ПП исследованных участков значительно преобразован в результате мощного антропогенного воздействия, при характеристике почв была использована “Классификация и диагностика почв России” (Шишов, 2004). Это позволило отобразить практически все разнообразие антропогенно-преобразованных почв. Также в пределах горнопромышленных комплексов выявлены водные объекты, дороги, выходы горных пород, отвалы, промышленные объекты. Все они были объединены общим термином – непочвенные образования (НПО). Термин ТПО (Шишов, 2004) практически не использовался, так как он имеет более узкое значение. Названия естественных почв, которые находились на территории карьеров до начала антропогенного воздействия, даны по литературным данным в соответствии с “Классификацией и диагностикой почв СССР” (Егоров, 1977).

Исследованные карьеры по добыче гранита находятся на северо-западе Ленинградской области в Приозерском и Выборгском районах. Рельеф территории – плосковершинные гряды (сельги, сложенные кристаллическими породами или рыхлыми ледниковыми отложениями) около 1.5 км в основании, возвышающиеся над дном ложбин, выстланных тяжелыми суглинками и ленточными глинами.

В условиях сельгового рельефа формируются дерново-подзолистые почвы различной степени оглеения, подзолистые, болотные, грубогумусовые буроземы, подбуры и примитивные органо-литогенные (Касаткина, 1993). Пространственная неоднород-

родность почвенного покрова сельгового ландшафта обусловлена различиями рельефа и почвообразующих пород. СПП представлено сложными сочетаниями-мозаиками, состоящими из более простых почвенных комбинаций в различных частях рельефа (Гагарина и др., 1995).

В камовом рельефе в Тосненском районе на юге области был изучен ПП вокруг карьера по добыче песка и ПГС. В настоящее время образовавшаяся карьерная выработка затоплена грунтовыми водами. ПП камовых холмов до антропогенного воздействия был представлен подбурами и дерново-подбурами (Пестряков, 1973), что подтверждается картой реконструкцией почвенного покрова Ленинградской области (Сухачева, 2020).

Еще один объект, связанный с добычей песка, – это отвалы действующего карьера на востоке Ленинградской области в Подпорожском районе. Участок расположен на озерно-ледниковой равнине, для которой характерны вариации и сочетания подзолов глееватых, торфяно-подзолов глеевых и торфяно-глеевых почв (Пестряков, 1973).

На западе Ленинградской области изучен ПП горнодобывающего комплекса по добыче глины. Участок расположен на озерно-ледниковой равнине, где на дренируемых территориях расположены дерново-подзолистые поверхностно-иллювиально-железистые песчаные почвы в сочетании с болотными (Гагарина и др., 1995).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ ПП горнопромышленных комплексов показал, что он значительно отличается от ПП естественных ландшафтов Ленинградской области. Несмотря на схожие тенденции трансформации ПП на всех изученных территориях, особенности почвенного покрова зависят от типа добываемого полезного ископаемого.

Почвенный покров ключевого участка на территории горнопромышленного комплекса “Гранит-Кузнечное”

В горнопромышленном комплексе “Гранит-Кузнечное”, расположенном в Приозерском районе Ленинградской области на

Карельском перешейке, добыча гранита производится с 1954 г. В состав предприятия входит 3 действующих карьера площадью более 2.5 км² (карьер “Кузнечное”, “Кузнечное-1”, “Ровное-1”) и промышленные площадки (комплексы дробильно-сортировочного оборудования).

По результатам полевого обследования было установлено, что трансформация естественного ПП на территории комплекса происходит по трем направлениям: полное уничтожение почв на месте выработок; частичное уничтожение и значительное преобразование ПП вдоль грунтовых подъездных дорог и на технологических площадках; и незначительная стратификация естественных почв в результате запыления в направлении “розы ветров” от карьеров и вдоль подъездных дорог.

Ключевой участок был заложен на подъезде к выработке в северо-западной части карьера “Кузнечное-1”. Участок пересекает автомобильная грунтовая дорога, по которой осуществляется транспортировка вскрышного материала, заброшенная площадка для складирования щебня, подъездная грунтовая дорога к площадке и территория с сохранившимися слабоизмененными естественными почвами и лесной растительностью вдоль дороги (рис. 2).



Рис. 2. Расположение участка исследования и часть территории ключевого участка.

Fig. 2. Location of the study site.

По контрастности между компонентами ПП и их взаимосвязи на ключевом участке нами было выделено два типа СПП.

На месте складирования отсева дробления гранитной крошки формируются слаборазвитые почвы – петроземы, состоящие из подстильно-торфяного горизонта, залегающего на мелкоземисто-щебнистой толще (рис. 3). Заращение таких территорий происходит крайне медленно (Абакумов, 2003). Под пятнами мхов и лишайников и редким подростом, состоящим из осины, сосны и березы, формируются петроземы гумусовые. Петроземы и петроземы гумусовые занимают наибольшую площадь ключевого участка (51.2% от общей площади) и образуют ташет, главным фактором формирования которого выступает смена растительности (табл. 1).

Второй тип СПП, выявленный на участке, не имеет аналогов в естественном ПП. Его компонентами являются – слабоизмененные естественные почвы (дерново-подзолистые почвы с привнесенной пылью на поверхность), стратоземы и НПО (дорога).

Слабоизмененные дерново-подзолистые почвы на ключевом участке расположены вдоль дороги под естественной лесной растительностью. На поверхности этих почв отмечается “запыленность”, однако мощность слоя пыли менее 1 см, что не дает возможности выделить стратифицированный подтип. На их долю приходится около 9% от общей площади ключевого участка (рис. 3).

Стратоземы диагностированы вдоль дороги на искусственно созданных возвышениях – линейных формах рельефа высотой от 0.4 м до 0.9 м и шириной до 3 м. Они были сформированы при строительстве дороги и состоят из привнесенного гумусированного и органо-минерального материала с включениями фрагментов гранита. Мощность верхнего горизонта более 40 см, что позволяет диагностировать их как стратоземы, а их ареалы имеют правильную геометрическую линейную форму и занимают более 5% участка.

Дорога является непочвенным образованием и, по существу, ее можно не рассматривать компонентом ПП. В то же время именно строительство дороги повлияло на образование стратоземов, а пыль с дорожного покрытия оказывает постоянное воздействие на почвы, расположенные вдоль дороги. Таким образом,

существует тесная взаимосвязь между ареалами “запыленных” почв и дорогой.



Рис. 3. Почвенный покров ключевого участка горнопромышленного комплекса “Гранит-Кузнецкое”.

Fig. 3. Key site at the Granit-Kuznechnoye mining complex.

Между стратоземами и слабоизмененными естественными почвами также формируется устойчивая односторонняя связь, проявляющаяся в поступлении влаги и растворов с насыпи на поверхность дерново-подзолистых почв (табл. 1). Следовательно, по своему генезису и контрастности формирующаяся почвенная комбинация соответствует сочетаниям, однако, по форме рельефа, размерам почвенных ареалов и их характеристикам она не соответствует естественным аналогам. Если в эту комбинацию включать ареал НПО, то ее можно охарактеризовать как сложное сочетание-мозаику.

Таблица 1. Структура почвенного покрова участков горнопромышленных комплексов
Table 1. Structure of soil cover of mining complexes sites

Почвенная комбинация	Компоненты комбинации	Контрастность компонентов	Преобладающая связь	Фактор формирования	Форма комбинации	Отличие формируемого СПП от СПП по Фридланду
Карьер: гранитный Участок: площадка для складирования гранитной крошки						
Ташет	Петрозем, Петрозем гумусовый	Неконтрастный	Отсутствует	Смена растительности	Изоморфная	Без значительных различий
Карьер: гранитный Участок: подъездная грунтовая дорога к карьеру						
Сложная мозаика-сочетание	Слабоизмененные естественные почвы, Стратозем, НПО	Контрастный	Односторонняя	Смена породы, перераспределение влаги	Линейная	- Вновь формируемые почвы после антропогенного воздействия - форма комбинации

Продолжение таблицы 1

Table 1 continued

Почвенная комбинация	Компоненты комбинации	Контрастность компонентов	Преобладающая связь	Фактор формирования	Форма комбинации	Отличие формируемого СПП от СПП по Фридланду
Карьер: песчаный Участок: подъездная грунтовая дорога к карьере						
Комплекс	Стратифицированные почвы (с признаками стратификации), НПО	Контрастный	Двусторонняя	Микрорельеф	Линейная	- Вновь формируемые почвы после антропогенного воздействия; - форма комбинации
Карьер: песчаный Участок: мелиоративная сеть (дно канавы)						
Вариация	Абраземы альфегумусовые, Абраземы стратифицированные	Неконтрастный	Односторонняя	Микрорельеф	Линейная	- Вновь формируемые почвы после антропогенного воздействия; - рельеф; - форма комбинации

Продолжение таблицы 1
Table 1 continued

Почвенная комбинация	Компоненты комбинации	Контрастность компонентов	Преобладающая связь	Фактор формирования	Форма комбинации	Отличие формируемого СПП от СПП по Фридланду
Карьер: песчаный Участок: мелиоративная сеть (кавалер канавы)						
Сложное сочетание	Подбур стратифицированный, Вариация абразема альфегумусового и абразема стратифицированного	Контрастный	Односторонняя	Микрорельеф	Линейная	- Вновь формируемые почвы после антропогенного воздействия; - рельеф; - форма комбинации
Карьер: песчаный Участок: отвал						
Ташет	Псаммозем, Псаммозем гумусовый, Псаммозем оподзоленный	Неконтрастный	Отсутствует	Смена растительности	Изоморфная	Вновь формируемые почвы после антропогенного воздействия

Продолжение таблицы 1
Table 1 continued

Почвенная комбинация	Компоненты комбинации	Контрастность компонентов	Преобладающая связь	Фактор формирования	Форма комбинации	Отличие формируемого СПП от СПП по Фридланду
Карьер: торфоразработки Участок: выработанный участок						
Мозаика-сочетание	Стратифицированные торфяные почвы, стратоземы на торфе, НПО, торфяные почвы на остаточном торфе	Контрастный	Выраженная однонаправленная	Смена породы, перераспределение влаги	Прямоугольная	- Вновь формируемые почвы после антропогенного воздействия; - форма комбинации
Карьер: глина Участок: начальный этап разработки участка (мелиоративная канава)						
Сочетание	Подзол, абрадированный подзол, НПО	Контрастный	Односторонняя	Смена породы, микрокомбинация	Прямоугольная	- Вновь формируемые почвы после антропогенного воздействия; - рельеф; - форма комбинации

Продолжение таблицы 1
Table 1 continued

Почвенная комбинация	Компоненты комбинации	Контрастность компонентов	Преобладающая связь	Фактор формирования	Форма комбинации	Отличие формируемого СПП от СПП по Фридланду
Карьер: глина Участок: начальный этап разработки участка (выровненная площадка)						
Ташет	Псаммозем, стратифицированный подзол, НПО	Неконтрастный	Отсутствует	Смена растительности	Изоморфная	- Вновь формируемые почвы после антропогенного воздействия; - форма комбинации
Карьер: глина Участок: начальный этап разработки участка (подъездная дорога)						
Мозаика	НПО, Стратифицированный абразем альфегумусовый глеевый, Псаммозем	Контрастный	Отсутствует	Смена породы	Прямоугольная	- Вновь формируемые почвы после антропогенного воздействия; - форма комбинации

Почвенный покров горнопромышленных комплексов по добыче песка и ПГС

Почвенный покров ключевого участка на территории горнопромышленного комплекса “Шапкинский”

Шапкинский карьер располагается в массиве холмисто-котловинного камового рельефа (Пестряков, 1973). Разработка карьеров осуществлялась с начала XIX в. В настоящее время горнопромышленный комплекс представлен шестью карьерами общей площадью около 70 га. В результате добычи песка естественный ландшафт значительно изменился – на месте камовых холмов образовались отрицательные формы рельефа в виде карьерных выемок, заполненных водой. Часть карьеров в настоящее время используется в рекреационных целях.

При полевом исследовании территории выявлено несколько типов антропогенно-преобразованных СПП, образование которых связано с технологией добычи песка, особенностями зарастания и рекреацией.

Ключевой участок был заложен в непосредственной близости от заброшенного в настоящее время карьера и включил в себя часть склона выработки, подъездную грунтовую дорогу и фрагмент мелиоративной сети.

Крутизна склона выработки более 30°, без признаков зарастания, поэтому этот контур был выделен как НПО.

Развитие новой СПП выявлено вдоль подъездной грунтовой дороги. Проезжая часть дороги представлена НПО, а обочины – подбурами с признаками стратификации (верхняя часть сформирована привнесенным материалом мощностью от 2 см до 5 см). Если ареал проезжей части (НПО) считать одним из компонентов почвенной комбинации, то обнаруживается двусторонняя связь между линейным ареалом подбура с признаками стратификации, занимающего незначительное возвышение вдоль дороги, и ареалом НПО (дорога). Материал с возвышенной обочины с атмосферными осадками смывается вниз на слабоизмененные естественные почвы и на дорогу, а с поверхности дороги под влиянием автотранспорта он вновь переносится на прилегающую территорию. Таким образом формируется линейная контрастная комби-

нация с двусторонней связью между компонентами (подбуры с признаками стратификации и НПО) (табл. 1). Но, как и в предыдущем случае, мощность перемещенного слоя мала для определения “стратифицированный”.

Еще один тип СПП формируется в местах заложения мелиоративных канав. Строительство сети открытых канав вдоль стенки карьера обусловлено необходимостью водоотвода поверхностных и талых вод, что предусмотрено технологией разработок полезных ископаемых. На дне канав выявлены абраземы альфегумусовые, лишенные верхних горизонтов. Помимо этого, в понижениях на дне канавы диагностированы абраземы альфегумусовые стратифицированные, которые формируются в результате привноса гумусированного материала с потоком воды. Таким образом, на дне канавы формируется двухкомпонентная неконтрастная СПП, наиболее близкая по генезису к вариациям.

Кавальеры канавы представлены стратифицированными подбурами, в профиле которых имеется как погребенный гумусовый горизонт, так и вновь формирующийся органогенный на поверхности. С поверхности кавальеров наблюдается перенос материала и растворов в канаву, формируется однонаправленная связь между ареалами стратифицированного подбура и вариацией на дне канавы. В результате возникает контрастная регулярно-линейная СПП, которая по характеру связей наиболее близка к сложному сочетанию, однако по формам рельефа, компонентному составу ПП, форме почвенных ареалов и их характеристикам не имеет аналогов в естественном ПП (табл. 1).

Почвенный покров ключевого участка на территории горнопромышленного комплекса “Толстое”

Карьер “Толстое” – действующий карьер по добыче песчано-гравийного материала – расположен на востоке Ленинградской области в Подпорожском районе в 15 км на запад от города Подпорожья.

Характерной чертой этого горнодобывающего комплекса является территория внешних отвалов. Подобный ландшафт был описан В.А. Андрохановым при картографировании почвенного покрова техногенных ландшафтов Кузбасса (Андроханов, 2005).

Ключевой участок был заложен в северо-восточной части горнопромышленного комплекса. На исследованной территории выявлена система гребневидных или одиночных холмообразных вытянутых насыпей. Холмы имеют вытянутую форму, местами спускаются небольшими террасами вниз. Понижения имеют вторичную холмистость, создающую волнистую поверхность. Перепад высот составляет до 7 м (рис. 5).



Рис. 5. Холмистая поверхность отвалов действующего карьера по добыче песка и ПГС.

Fig. 5. Hilly surface of the spoil dumps of the quarry for the extraction of sand and gravel.

На дне выработки и склонах отвалов под мохово-лишайниковым покровом формируются ташеты, компонентами которых являются различные подтипы псаммоземов – псаммозем, псаммозем гумусовый, и псаммозем оподзоленный (рис. 6). Установлено, что признаки оподзоливания в виде отмытых зерен встречаются только под сосной, что подтверждается и литературными данными (Абакумов, 2010). Почвенная комбинация на данном участке формируется исключительно под влиянием растительности, так как, несмотря на хорошо выраженный рельеф, отвалы имеют рыхлое сложение за счет песчано-гравийного матери-

ала, что обеспечивает практически провальную фильтрацию (табл. 1). Таким образом, на данном этапе формирования почвенной комбинации связи между компонентами ПП не выявлено.



Рис. 6. Почвенный покров ключевого участка карьера “Толстое”. Масштаб 1 : 100.

Fig. 6. Soil cover of the key site of the Tolstoy quarry. Scale 1 : 100.

Почвенный покров торфоразработок

Обследование территории выработанных торфяников проходило на трех участках в Ленинградской области: пос. Селиваново (Волховский район); пос. Красава (Тихвинский район); дер. Городец (Лужский район). Исследуемые выработанные торфоразработки представлены участками с частично удаленной торфяной толщей (фрезерные поля) и регулярной сетью мелиоративных канав и дорог. В границах исследуемых участков сформирована сложная комбинация, состоящая из трех типов СПП.

На выработанных полях торфяников нами диагностированы торфяные почвы. Как и для естественных почв, для них характерен торфяной профиль различной мощности, но не менее 30 см. Торфяной горизонт является остаточным слоем торфа, а его мощность и характер связаны с первичной неоднородностью залежи (Инишева, 2022). Следовательно, здесь формируются слабоконтрастные комбинации торфяных почв, различающихся по мощно-

сти и степени увлажнения. Контуры таких комбинаций имеют прямоугольную форму, что связано с фрезерным способом добычи торфа.

В местах прокладки грунтовых дорог с подсыпкой минерального грунта выявлены линейные ареалы НПО, реже стратоземов, и ниже по искусственным линейным формам рельефа – стратифицированных, либо турбированных торфяных почв. Здесь формируются комбинации, по контрастности и характеру взаимосвязи между компонентами наиболее близкие к сочетаниям. Однако, как и на ранее рассмотренных участках, форма рельефа, геометрия ареалов и компонентный состав не имеют аналогов в естественном ПП.

Вдоль осушительных канав также формируются линейные комбинации стратифицированных и абрадированных торфяных почв разной степени увлажнения.

Таким образом, СПП территории торфоразработок формируется по типу сложной регулярно-ячеистой мозаики-сочетания. Компонентами этой комбинации являются регулярно линейные сочетания-мозаики вдоль дорог, вариации вдоль осушительных канав и пятнистости торфяных почв, образующиеся на остаточном торфе (табл. 1).

Почвенный покров карьера по добыче озерно-ледниковых глин

Месторождение цементных глин “Большие поля” находится в 2 км севернее г. Сланцы. Добыча глины ведется с 2000-х годов в полезной толще (озерно-ледниковые ленточные глины). Естественный ПП до начала разработок был представлен вариацией подзолов разной степени гидроморфности. В результате антропогенной деятельности на территории горнопромышленного комплекса был практически полностью уничтожен ПП, растительность и кардинально изменился рельеф. Кроме этого, на месте разработки на дневной поверхности оказались глины, которые в естественном ландшафте были перекрыты песчаными озерными отложениями. Таким образом, были изменены все факторы почвообразования, за исключением климата.

ПП территории данного горнопромышленного комплекса

формируется в результате нескольких видов антропогенного воздействия, которое привело к появлению разных типов СПП.

В ходе полевого обследования было установлено, что в границах горнопромышленного комплекса преобладают НПО, которые занимают 57% от общей площади. НПО представлены ячейками 6×45 м, большинство из которых заполнено водой; отвалами породы по краям ячеек высотой от 1 до 2 м, выровненными площадками и подъездными дорогами (рис. 8).



Рис. 8. Общий вид ячеек на территории карьера по добычи глины.
Fig. 8. General view of cells at the clay quarry site.

Подъездные дороги, проходящие по всей территории и ведущие к ячейкам, сложены обломками известняка (НПО), в редких случаях их можно диагностировать как стратифицированный абразем альфегумусовый глеевый.

В местах, где ранее был полностью уничтожен ПП (подготовленное к добыче и заброшенное карьерное поле), выделена слабоконтрастная комбинация псаммоземов, абраземов альфегумусовых и выходы песчаной породы (НПО). Генетическая связь между этими компонентами отсутствует, поэтому по генезису формирующаяся комбинация является ташетом. Эта комбинация распространена на 27% от общей площади участка.

По краю карьера с восточной стороны проходит расчищенная от растительности территория шириной 5–6 м и возвышающая-

яся над карьерным полем на 0.5 м. Поверхность закреплена редкой растительностью: кипрей узколистный, мать-и-мачеха, лисохвост короткоостный. Здесь формируется слабоконтрастная комбинация, компонентами которой являются подзолы абрадированные и подзолы стратифицированные.

Вдоль границы соснового леса с карьером проложена мелиоративная канава шириной 4 м и глубиной до 3 м. Вдоль канав расположены подзолы, склоны канавы представлены абрадированными подзолами, а дно – НПО – чередованием слоев песка и глины разной мощности. Такое строение обусловлено расположением участка на озерно-ледниковых отложениях и дополнительным привнесом материала с вышележащей поверхности. В результате образуется контрастная почвенная комбинация по типу сочетания с преобладанием однонаправленной связи.

Все почвенные ареалы участка обладают геометрически правильной конфигурацией, которая определяется технологией добычи. Вытянутая форма характерна для линейных объектов: дороги, канавы и отвалы, прямоугольная – для ячеек, где осуществляется добыча глины.

В целом ПП всего горнопромышленного комплекса по добыче глины следует охарактеризовать как сложную мозаику.

ВЫВОДЫ

Исследования показали, что разработка месторождений различных полезных ископаемых имеет общие тенденции в преобразовании ПП. В результате практически полного уничтожения ПП на части территории всех горнопромышленных комплексов выявлены крупные округлые или прямоугольной формы ареалы НПО или комбинации почв первичного ствола почвообразования. В местах прокладки подъездных грунтовых дорог и мелиоративных канав диагностируются линейные ареалы стратоземов, стратифицированных почв и НПО, которые образуют контрастные почвенные комбинации по типу сочетаний-мозаик. Прилегающая территория к карьерам и другим объектам горнопромышленных комплексов представлена естественными слабонарушенными почвами (измененный водный режим, “запыление” поверхности). При этом характер изменений ПП определяется конкретным типом добыва-

емого полезного ископаемого.

Установлено, что при разработке карьеров формируются как известные типы СПП, характерные для естественных территорий, так и совершенно новые, не имеющие аналогов в естественных ландшафтах.

Горнопромышленные предприятия на территории Ленинградской области активно развиваются и это приводит к кардинальной трансформации ПП на значительных площадях. Для созданий почвенных карт крупных агропромышленных регионов и для оценки экологических функций ПП на нарушенных территориях необходимо дальнейшее исследование антропогенно-преобразованных и антропогенных СПП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абакумов Е.В., Гагарина Э.И.* Начальные стадии почвовосстановления на отвалах отсева дробления гранитов в районе горнодобывающего комплекса пос. Кузнечное (Ленинградская область) // Вестник СПбГУ. 2003. Сер. 3. № 3(19). С. 87–95.
2. *Андроханов В.А.* Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка: Дис. ... доктора биологических наук: 03.00.27. Новосибирск, 2005. 379 с.
3. *Андроханов В.А., Курачев В.М.* Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 223 с.
4. *Беляев Д.С., Чхетия С.Б., Мурашко И.И., Торопова Н.М.* Состояние окружающей среды в Ленинградской области. СПб, 2022. 528 с.
5. *Гагарина Э.И., Матинян Н.Н., Счастлиная Л.С., Касаткина Г.А.* Почвы и почвенный покров Северо-Запада России. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1995. 234 с.
6. *Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н. и др.* Классификация и диагностика почв СССР. М.: Изд-во “Колос”, 1977. 221 с.
7. *Инишева Л.И.* Предложения к классификации торфяных почв // Почвоведение. 2022. № 2. С. 168–175.
8. *Касаткина Г.А.* Особенности почвообразования в условиях сельгового ландшафта Карельского перешейка: автореферат Дис. ... канд. биол. н.: 06.01.03, 1993. 18 с.
9. *Парамонова Т.А., Тишкина Э.В., Краснов С.Ф., Толстихин Д.О.* Структура почвенного покрова и основные свойства почв природного

парка Воробьевы горы // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2010. № 1. С. 24–34.

10. Пахомов В.П. Комплексная социально-экономическая оценка минеральных ресурсов при производстве геологоразведочных работ в районах нового хозяйственного освоения на примере Уральского Севера: Автореф. дис. ... докт. экон. н. М., 1989. 13 с.

11. Пестряков В.К. Почвы Ленинградской области. Л.: Лениздат, 1973. 344 с.

12. Сухачева Е.Ю., Апарин Б.Ф. Структура почвенного покрова антропогенно-измененных ландшафтов Ленинградской области // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1140–1154.

13. Сухачева Е.Ю., Апарин Б.Ф., Андреева Т.А., Казаков Э.Э., Лазарева М.А. Принципы и методы создания цифровой среднемасштабной почвенной карты Ленинградской области // Науки о Земле. 2019. № 64. С. 100–113.

14. Сухачева Е.Ю. Почвы и почвенный покров антропогенно-преобразованных территорий: Дис. ... докт. геогр. н.: 25.00.23. СПб, 2020. 563 с.

15. Сухачева Е.Ю. Учение о структуре почвенного покрова: новые вызовы и новые возможности // ПОЧВЫ – ОПОРА РОССИИ. Тезисы докладов IX съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Москва-Казань: МАКС-Пресс, 2024. С. 387–389.

16. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М., 1972. 423 с.

17. Хитров Н.Б., Лойко С.В. Структура почвенного покрова плоских водораздельных пространств Каменной степи // Почвоведение. 2010. № 12. С. 1411–1423.

18. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 235 с.

19. Abakumov E., Trubetskoy O., Demin D., Celi L., Cerli C., Trubetskaya O. Humic acid characteristics in podzol soil chronosequence // Chem. Ecology. 2010. No. 26. pp. 59–66. DOI:

<https://doi.org/10.1080/02757540.2010.497758>.

20. Timofeeva Y.R., Suhacheva E.Y., Zakharova M.K. Soil cover of areas of mining sand and sand-gravel material in the Leningrad region // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 862 012064. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/862/1/012064>.

REFERENCES

1. Abakumov E.V., Gagarina E.I. Nachal'nye stadii pochvosostanovleniya

na otvalakh otseva drobleniya granitov v raione gornodobyvayushchego kompleksa pos. Kuznechnoe (Leningradskaya oblast') (Initial stages of soil remediation on granite crushing waste dumps in the area of mining complex of Kuznechnoye settlement (Leningrad region)), *Vestnik SPbGU*, 2003, Ser. 3, No. 3 (19), pp. 87–95.

2. Androkhanov V.A., *Pochvenno-ekologicheskoe sostoyanie tekhnogennykh landshaftov: dinamika i otsenka: Diss. ... dokt. biol. nauk* (Soil and ecological state of technogenic landscapes: dynamics and evaluation, Dr. Bio. Sci. thesis), Novosibirsk, 2005, 379 p.

3. Androhanov V.A., Kurachev V.M., *Pochvenno-jekologicheskoe sostojanie tehnogennykh landshaftov: dinamika i ocenka* (Soil-ecological state of technogenic landscapes: dynamics and assessment), Novosibirsk: Izd-vo SO RAS, 2010, 223 p.

4. Belyaev D.S., Chkhetiya S.B., Murashko I.I., Toropova N.M., *Sostoyanie okruzhayushchei sredy v Leningradskoi oblasti* (State of the environment in the Leningrad Region), Saint-Petersburgs, 2022, 528 p.

5. Gagarina E.I., Matinyan N.N., Schastnaya L.S., Kasatkina G.A., *Pochvy i pochvennyi pokrov Severo-Zapada Rossii* (Soils and soil cover of North-West Russia), Saint-Petersburg.: Izd-vo SPbGU, 1995, 234 p.

6. Egorov V.V., Fridland V.M., Ivanova E.N. et al., *Klassifikacija i diagnostika pochv SSSR* (Classification and diagnostics of soils of the USSR), Moscow: Kolos, 1977, 221 p.

7. Inisheva L.I., *Predlozheniya k klassifikatsii torfyanykh pochv* (Ideas for the classification of peat soils), *Pochvovedenie*, 2022, No. 2, pp. 168–175.

8. Kasatkina G.A., *Osobennosti pochvoobrazovaniya v usloviyah sel'govogo landshafta Karel'skogo pereshejka: avtoref. diss. biol. nauk* (Peculiarities of soil formation in conditions of rural landscape of the Karelian Isthmus, Extended abstract of Cand. Biol. Sci. thesis), 1993, 18 p.

9. Paramonova T.A., Tishkina E.V., Krasnov S.F., Tolstikhin D.O., *Struktura pochvennogo pokrova i osnovnye svoystva pochv prirodnogo parka Vorob'evy gory* (Soil cover structure and main soil properties of the Vorobyovy Gory Nature Park), *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 17. Pochvovedenie*, 2010, No.1, pp. 24–34.

10. Pakhomov V.P., *Kompleksnaya sotsial'no-ekonomicheskaya otsenka mineral'nykh resursov pri proizvodstve geologorazvedochnykh rabot v raionakh novogo khozaystvennogo osvoeniya na primere Ural'skogo Severa: Avtoref. diss. ... dokt. ekonom. nauk* (Complex socio-economic assessment of mineral resources in the production of geological exploration in areas of new economic development in the example of the Ural North, Diss. Dr. Econ. Sci. thesis), Moscow, 1989, 13 p.

11. Pestryakov V.K., *Pochvy Leningradskoi oblasti* (Soils of the Leningrad

region), Leningrad: Lenizdat, 1973, 344 p.

12. Sukhacheva E.Yu., Aparin B.F., *Struktura pochvennogo pokrova antropogenno-izmenennykh landshaftov Leningradskoj oblasti* (Soil cover patterns in anthropogenically transformed landscapes of Leningrad oblast), *Pochvovedenie*, 2019, No. 9, pp. 1140–1154.

13. Sukhacheva E.Yu., Aparin B.F., Andreeva T.A., Kazakov E.E., Lazareva M.A., Printsipy i metody sozdaniya tsifrovoy srednemasshtabnoi pochvennoi karty Leningradskoi oblasti (Principy i metody sozdaniya cifrovoj srednemasshtabnoj pochvennoj karty Leningradskoj oblasti), *Nauki o Zemle*, 2019, No. 64, pp. 100–113.

14. Suhacheva E.Yu., *Pochvy i pochvennyj pokrov antropogenno-preobrazovannykh territorij: diss. ... dokt. geogr. n.* (Soils and soil cover of the anthropogenically transformed areas, Dr. Goegr. Sci. thesis, 25.00.23), St. Petersburg, 2020, 563 p.

15. Suhacheva E.Yu., Uchenie o strukture pochvennogo pokrova: novye vyzovy i novye vozmozhnosti (Teaching about the structure of the soil cover: new challenges and new opportunities), *Pochvy – Opora Rossii*, Proc. IX Congress of the Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev, Moscow-Kazan: MAKSS-Press, 2024, pp. 387–389.

16. Fridland V.M., *Struktura pochvennogo pokrova* (Structure of the soil cover), Moscow, 1972, 423 p.

17. Khitrov N.B., Loiko S.V., *Struktura pochvennogo pokrova ploskikh vodorazdel'nykh prostranstv Kamennoi stepi* (Soil cover structure of flat watershed spaces of the Kamennaya Steppe), *Pochvovedenie*, 2010, No. 12, pp. 1411–1423.

18. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I., *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* (Classification and diagnostics of soils in Russia), Smolensk: Oikumena, 2004, 235 p.

19. Abakumov E., Trubetskoj O., Demin D., Celi L., Cerli C., Trubetskaya O., Humic acid characteristics in podzol soil chronosequence, *Chem. Ecology*, 2010, No. 26, pp. 59–66, DOI: <https://doi.org/10.1080/02757540.2010.497758>.

20. Timofeeva Y.R., Suhacheva E.Y., Zakharova M.K., Soil cover of areas of mining sand and sand-gravel material in the Leningrad region, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 862 012064, DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/862/1/012064>.