

Техногенное нарушение ландшафтной структуры северо-запада Кольского полуострова

Д. С. Мюльгаузен, К. В. Чистяков, Л. А. Панкратова

Санкт-Петербургский государственный университет,
Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

Для цитирования: Мюльгаузен, Д. С., Чистяков, К. В., Панкратова, Л. А. (2019). Техногенное нарушение ландшафтной структуры северо-запада Кольского полуострова. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле*, 64 (1), 44–64. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2019.103>

На основе результатов полевых исследований проанализированы пространственные особенности техногенного воздействия горно-металлургического комбината (ГМК) «Печенганикель», расположенного на северо-западе Кольского п-ова, на местные ландшафты. Проведено ландшафтное картографирование окрестностей комбината в масштабе 1 : 50 000, разработана типология природных комплексов, отражающая особенности ландшафтной структуры и ее антропогенной трансформации. В структуре ландшафтов преобладают природные комплексы двух типов: тунтури (массивы многовершинных возвышенностей на общем цоколе с высотной поясностью) и вараки (скальные гряды). Доминируют смешанные кустарничковые леса на подзолах, на высотах более 220 м они переходят в березовое кустарничковое редколесье на подзолах и подбурах, на вершинах выше 320 м господствуют тундровые кустарничковые сообщества на литоземах и петроземах. Однако высотно-зональная дифференциация растительности размывается из-за техногенного воздействия. Более половины ландшафтов (58 %) окрестностей горно-металлургического комбината «Печенганикель» характеризуются нарушенным почвенно-растительным покровом: лес сменился редколесьем, значительная часть естественного редколесья превратилась в редины, мхи и лишайники практически полностью исчезли из напочвенного покрова. Большие площади, преимущественно в восточных окрестностях комбината, занимают гари и пустоши на абразмах альфегумусовых, образовавшихся в результате эрозии типичных для рассматриваемой территории альфегумусовых почв, возникающей из-за отсутствия сомкнутого растительного покрова. Ландшафты техногенного происхождения (карьеры, шлаковые отвалы, площадки разработок) занимают сравнительно незначительную часть (около 5 %) окрестностей комбината. Таким образом, техногенное воздействие (выбросы комбината, разнос пыли от шлаковых отвалов) приводит к значительному изменению почвенно-растительного покрова и способствует формированию техногенных ландшафтов.

Ключевые слова: техногенное влияние, ландшафтная структура, высотная поясность, растительный покров, Кольский п-ов, пгт Никель.

Введение

Металлургическое производство негативно влияет на природную среду и путем механического воздействия, связанного с разведкой и добычей рудного сырья и хранением отходов, и путем загрязнения территорий выбросами загрязняющих

веществ и сбросами загрязненных сточных вод. Наиболее значительный отрицательный эффект техногенного воздействия наблюдается на территориях, расположенных в высоких широтах, за северным полярным кругом, так как природные условия, в первую очередь климатические, обуславливают здесь высокую чувствительность природных компонентов и ландшафтов в целом к любым внешним воздействиям, которые могут привести к их полной деградации. В связи с этим важной научной задачей становится контроль состояния таких природных комплексов, за основу которого стоит принять системные ландшафтные исследования, позволяющие комплексно оценить антропогенную (техногенную) динамику ландшафтов.

На северо-западе Кольского п-ова основной источник техногенного влияния — горно-металлургический комбинат (ГМК) «Печенганикель», который с 1945 г. ведет добычу и переработку сульфидной медно-никелевой руды (Комбинат..., 2008). Результаты международных и российских научно-исследовательских проектов, в ходе которых были исследованы водные объекты, растительность, почвы, представители животного мира, свидетельствуют о химическом загрязнении прилегающих к промзоне комбината территорий соединениями серы и тяжелых металлов и связанных с ним изменениях в природных компонентах (State..., 2007; Miulgauzen and Pankratova, 2015, Копчик и др., 1998; Ежов, 2010; Поликарпова и др., 2013). Поэтому представляется значимым провести комплексные ландшафтные исследования, чтобы выяснить, как техногенные нарушения в отдельных компонентах ландшафта сказываются (и прямо, и косвенно) на всей ландшафтной структуре территории, подверженной техногенному воздействию. Здесь уже проводились схожие исследования (Ларькова и Хлебосолова, 2013), однако они были направлены скорее на оценку степени трансформации ландшафтов территории, нежели на выявление закономерностей происходящих изменений. Соответственно, цель настоящего исследования — выявить основные признаки и закономерности изменения ландшафтной структуры окрестностей ГМК «Печенганикель», вызванного техногенной нагрузкой.

Формирование ландшафтного облика рассматриваемой территории определяется преимущественно ее климатическими условиями (в силу положения на периферии материка и океана) и литолого-геоморфологическими особенностями. Здесь наблюдаются довольно мягкая зима ($-7...-12^{\circ}\text{C}$) при средней мощности снежного покрова 50 см и прохладное лето ($10-14^{\circ}\text{C}$), высокая облачность (7–8 баллов), значительное количество осадков (450–550 мм) с выраженным летним максимумом, сезонность преобладающих ветров (южные и юго-западные ветра в холодный период года, северные и северо-восточные ветра — в теплый), но с преобладанием за год ветров южных румбов (Алисов, 1956; Хлебосолов и др., 2007). Рельеф имеет расчлененный возвышенно-равнинный характер и несет черты ледниковой обработки в эпоху Валдайского оледенения. Он представлен низкими горными глыбовыми массивами (массив Печенгских тундр, 631 м), холмисто-грядовым рельефом возвышенной равнины и низменной слаборасчлененной равниной, сложенной четвертичными отложениями, с разделяющими эти структуры депрессиями. Преобладающий тип четвертичных отложений — грубообломочная щебнистая песчаная основная морена, по минералогическому составу соответствующая архейским гнейсо-гранитам, распространенным к юго-западу от исследованной территории, откуда происходило движение ледника. Распространены отсортированные слои-

стые гравийно-галечные песчаные отложения в виде камов, озов и дельт, а также формы водно-ледниковой экзарации — нагорные и равнинные ложбины стока и долины стока. Морские трансгрессии неоплейстоцен-голоцена по основной водной артерии этого региона — р. Паз — обусловили формирование плоских терра-сированных равнин, сложенных слоистыми песчано-глинистыми морскими отложениями (Лаврова, 1960; Геологическая карта..., 1963; Никонов, 1964). Коренные породы представлены преимущественно среднепротерозойскими магматическими породами основного состава, реже метаморфическими и осадочными (Печенгская серия). Это амфиболизированные диабазы, диабазовые порфириты, миндалека-менные спилиты, спилозиты, филлиты, туффиты, алевролиты с интрузиями пироксенитов и габбро-диабазов, частью амфиболизированных, а также серпентинитов, перидотитов и пироксенитов, к которым и приурочены сульфидные медно-никелевые руды. В западной части исследованной территории есть участок, сложенный архейскими биотитовыми гнейсами (Кольская серия) с крупными интрузиями олигоклазовых мигматизированных гнейсо-гранитов раннего архея, а также нижнепротерозойскими гранатовыми плагиоклазовыми амфиболитами (Тундровая серия) (Геологическая карта..., 1963).

Вышеописанные климатические особенности обуславливают переходное в природно-зональном отношении положение этой территории — в подзоне предтундровых лесов (Классификационные..., 1979), а характер рельефа — наличие высотной поясности. Фактически эти леса, образованные сосной Фриза, или лапландской (*Pinus friesiana* Wich.), произрастают здесь на пределе своего распространения. Они отличаются низкорослостью (12–16 м), редкостойностью (покрытие крон 0,2–0,5), низким классом бонитета (Va). Это преимущественно сосновые кустарничково-зеленомошные леса с доминированием в травяно-кустарничковом ярусе брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.), реже водяники гермафродитной (*Empetrum hermaphroditum* Hagerup.) и мхов родов *Pleurozium* и *Hylocomium* с участием лишайников рода *Cladonia* в мохово-лишайниковом покрове. Часто наблюдается примесь березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), а первичные березовые болотно-травяные леса распространены по берегам рек и ручьев. Выше 200 м леса сменяются березовым мохово-кустарничковым (преимущественно бруснично- и чернично-водяниковым) редколесьем, образованным березой извилистой (*Betula tortuosa* Ledeb.) и березой субарктической (*Betula subarctica* N. I. Orlova). Выше 300 м господствуют кустарничково-лишайниковые тундровые сообщества, преимущественно водяниковые, с лишайниками рода *Cladonia*, *Cetraria*, *Alectoria*. Из-за особенностей рельефа и близкого залегания грунтовых вод, а также значительной мощности снежного покрова и его медленного стаивания широко распространены преимущественно комплексные сочетания олиготрофных, эутрофных и мезотрофных болот (Раменская, 1972; Костина, 2003; Хлебосолов и др., 2007). Преобладание легких по гранулометрическому составу завалуненных почвообразующих пород, обеспечивающих свободный внутренний дренаж почв, окислительные условия, гумидность климата и наличие трудноразлагаемого растительного опада обуславливают доминирование на данной территории альфегумусовых почв — подбуров и подзолов. Под участками с луговой растительностью сформировались серогумусовые (дерновые) почвы. На суглинисто-глинистых или слоистых песчано-супесчаных отложениях

при недостаточном внутреннем дренаже и аэрации формируются глееземы (Таргульян, 1971; Переверзев, 2004).

Рассматриваемая территория входит в Печенгский ландшафтный район (ландшафт), в Печенгско-Кейвский округ лесотундровой провинции, в Кольскую подобласть Лапландско-Кольской ландшафтной области Фенноскандии. Наиболее характерным типом местности являются тунтури — крупные скалистые многовершинные возвышенности (высотой более 200 м) на общем цоколе, разделенные заболоченными понижениями, и всегда с высотной поясностью (лесной пояс — лесотундровый пояс березового криволесья — горно-тундровый пояс). Также очень типичны низкие (высотой до 120 м) вараки — кристаллические скалистые гряды с мощным, но прерывистым чехлом четвертичных отложений (высокие вараки высотой до 200 м отличаются фрагментарным развитием высотной поясности) (Казакова, 1972).

1. Методика исследования и фактический материал

В основе настоящего исследования лежит принцип системного ландшафтного подхода (Исаченко, 1991), реализованный в ландшафтном картографировании исследованной территории (ее площадь около 375 км²). В окрестностях ГМК «Печенганикель» (промплощадка в пгт Никель) в ходе маршрутной съемки в 2013, 2015 и 2016 гг. выполнено 137 ландшафтных описаний, охватывающих все типы ландшафтов и их техногенных производных. На основе полевых данных, топографической карты Генштаба 1980 г. масштаба 1 : 50 000 и спутниковых снимков¹ в масштабе 1 : 50 000² составлена ландшафтная карта окрестностей ГМК «Печенганикель» в формате ГИС MapInfo Professional (рис. 1 и 2).

При полевых работах, построении карты, ее анализе и дальнейшей типизации ландшафтов на ее основе использованы подходы Г. А. Исаченко и А. И. Резникова (Исаченко, 1998). Тип ландшафта выделяется по типу его местоположения — мезоформе рельефа и характеру подстилающих пород (механическому составу пород в верхнем метровом слое, скелетности, дренированности). Например, вышеупомянутые тунтури и вараки относятся к двум разным типам местоположений (типам ландшафтов). В связи с основными особенностями рельефа и пород внутри типов выделяются виды местоположений (виды ландшафтов). К примеру, тип тунтури — комплексный, он подразделяется на следующие виды: вершины и привершинные части склонов, склоны различной крутизны, седловины, ступени, ложбины и др. Также авторы настоящей статьи дополнительно для отображения более мелких особенностей местоположений выделили подтипы и подвида местоположений (подтипы и подвиды ландшафтов). Например, тип «торфяники» разделен на подтипы по микрорельефу и типу увлажнения, вид «склон тунтури» — на подвиды по крутизне. Описанным в настоящей статье типам ландшафтов соответствуют природные комплексы ранга сложных урочищ и даже местностей, видам ландшафтов соответствуют простые и сложные урочища. Для каждого подразделения ландшафта (тип/подтип/вид/подвид) выявлены их типичные многолетние состояния³,

¹ Программа SAS. Планета: ресурсы Google Maps, Bing Maps, Яндекс.Карты.

² На карте приведен масштаб отображения 1 : 90 000.

³ Под многолетним состоянием типов/видов ландшафтов в настоящей работе согласно указанному подходу понимается именно сочетание растительных ассоциаций с почвами, а не характеристика всех свойств ландшафта в указанный момент времени.

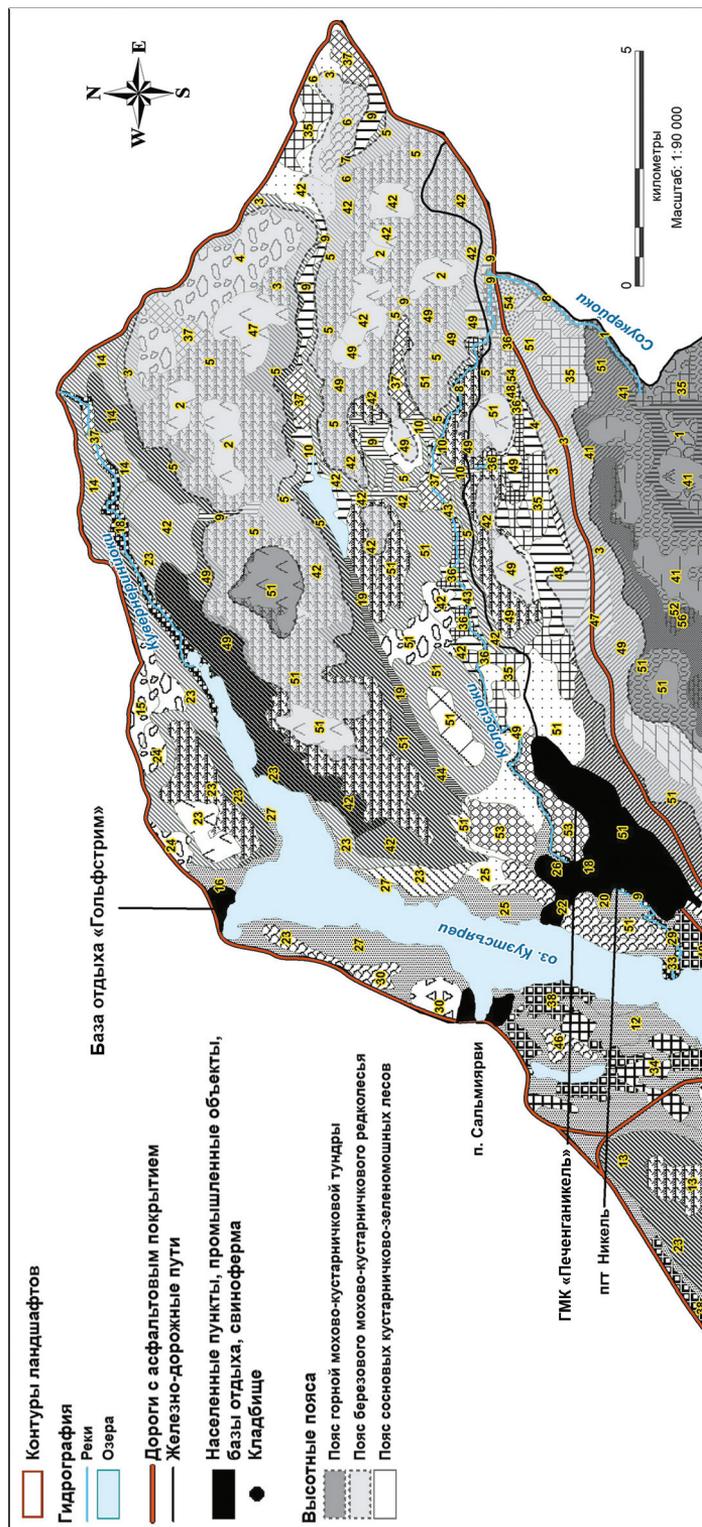


Рис. 1. Северный фрагмент ландшафтной карты окрестностей ГМК «Печenganикель»

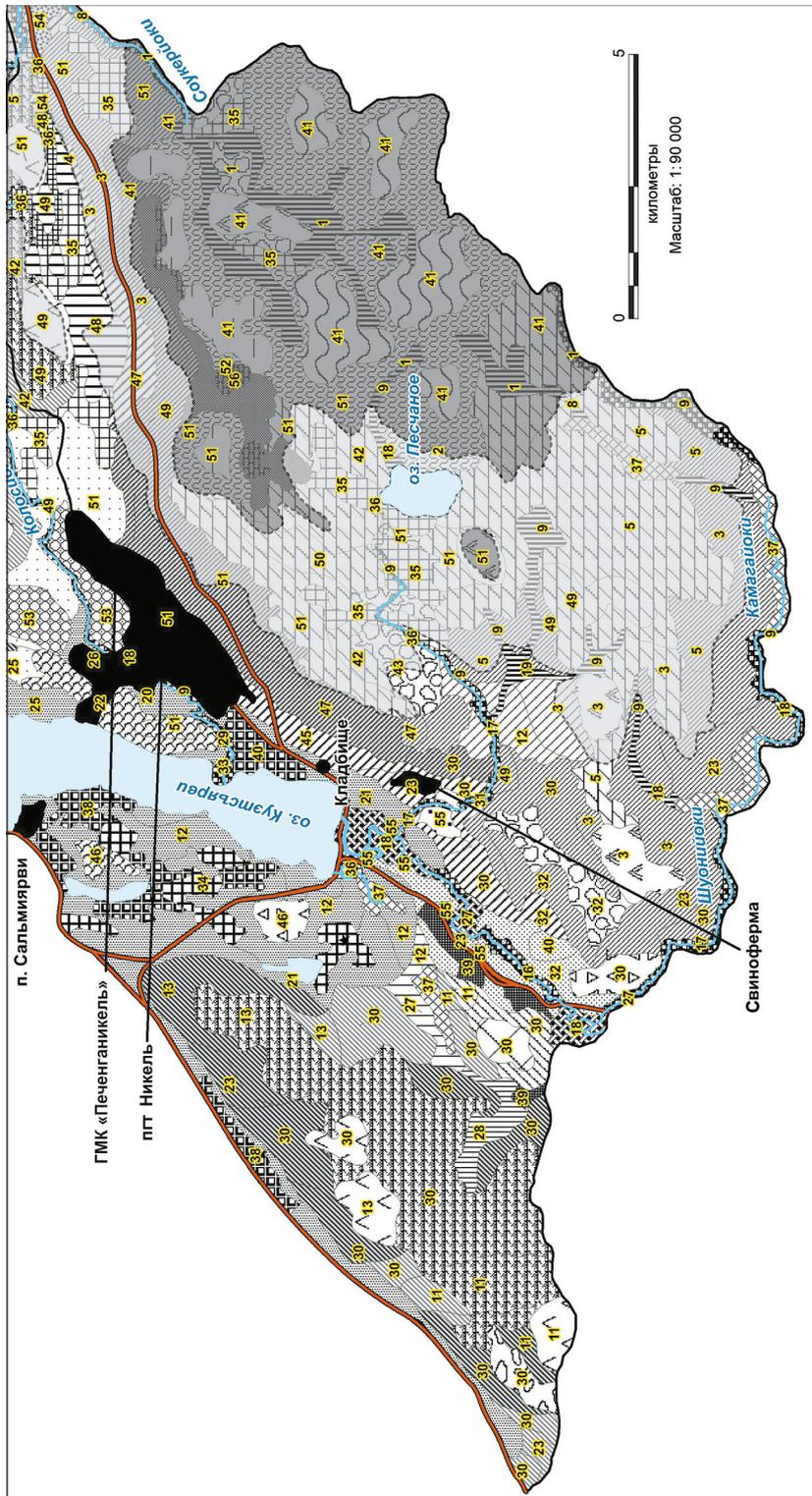
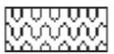
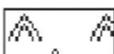
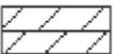
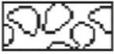
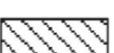
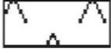
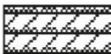
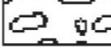
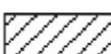
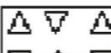
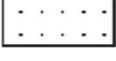
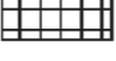


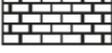
Рис. 2. Южный фрагмент ландшафтной карты окрестностей ГМК «Печenganickel'»

Таблица 1. Легенда к карте (см. рис. 1 и 2): местоположения

Обозначение на карте	Расшифровка	
<p>Тип А — крупные массивы возвышенностей на общем цоколе с превышениями более 200 м (тунтури), часто с выходами кристаллических пород, расчлененные долинами ручьев и ложбинами стока; внутренне дифференцированные по условиям дренажа, с песчаным щебнисто-валунным чехлом отложений (элюво-делювий, морена)</p>		
	<p>Вид Аа — отдельные крупные вершины и привершинные части склонов со скальными выходами, слаборасчлененные, на элюво-делювии коренных пород</p>	<p>Подвид Ааа — то же, округлые</p>
	<p>Подвид Ааб — то же, плоские</p>	
	<p>Вид Аб — комплекс седловин и крутых (15–35°) и среднекрутых (8–15°) расчлененных склонов крупных вершин, местами обрывистых, со скальными выходами, на элюво-делювии коренных пород</p>	
	<p>Вид Ас — крупные возвышенности с плоскими вершинами и среднекрутыми расчлененными склонами на элюво-делювии коренных пород</p>	
	<p>Вид Ад — комплекс переходящих друг в друга пологонаклонных (до 3°) ступенчатых поверхностей, местами переувлажненных (мощность торфа менее 0,5 м) и небольших (до 30 м) среднекрутых и пологих (4–8°) склонов на элюво-делювии коренных пород и щебнисто-валунных песках и супесях (морена)</p>	
	<p>Вид Ае — крупные пологонаклонные расчлененные ступени, местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м) на элюво-делювии коренных пород и щебнисто-валунных песках и супесях (морена)</p>	
	<p>Подвид Афа — среднекрутой, реже крутой ступенчатый расчлененный склон со скальными выходами</p>	
	<p>Подвид Аfb — пологий, реже среднекрутой холмисто-ступенчатый расчлененный склон со скальными выходами</p>	
	<p>Подвид Аfc — нижняя пологая часть склона, местами переувлажненная (мощность торфа менее 0,5 м)</p>	
	<p>Подвид Аfd — очень пологий склон (2–4°), переувлажненный (мощность торфа менее 0,5 м)</p>	
	<p>Вид Аg — корытообразные ложбины стока в пределах тунтури (нагорные), часто висячие, местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м) на щебнисто-валунных песках и супесях (морена) и гравийно-галечных отсортированных песках (водно-ледниковые)</p>	

Обозначение на карте	Расшифровка	
	<p>Тип В (подтип ВА) — кристаллические гряды с превышениями менее 200 м (вараки), часто с выходами кристаллических пород, расчлененные долинами ручьев и ложбинами стока; внутренне дифференцированные по условиям дренажа, с песчаным щебнисто-валунным чехлом отложений (элюво-делювий, морена)</p>	
	<p>Вид ВАа — отдельные крупные плоские вершины и привершинные части склонов со скальными выходами, слаборасчлененные, на элюво-делювии коренных пород</p>	
	<p>Вид VAb — крупные возвышенности с плоскими вершинами и среднекрутыми и пологими расчлененными склонами на элюво-делювии коренных пород</p>	
	<p>Вид VAc — комплекс переходящих друг в друга пологонаклонных ступенчатых поверхностей и небольших (превышение 20–30 м) расчлененных среднекрутых и пологих склонов этих поверхностей на элюво-делювии коренных пород и щебнисто-валунных песках и супесях (морена)</p>	
	<p>Вид VAd — крупные пологонаклонные расчлененные ступени, местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м) на элюво-делювии коренных пород и щебнисто-валунных песках и супесях (морена)</p>	
	<p>Вид VAe — расчлененные склоны различной крутизны на элюво-делювии коренных пород (в нижних частях — на делювии) и щебнисто-валунных песках и супесях (морена)</p>	<p>Подвид VAea — крутой скалистый расчлененный склон</p>
		<p>Подвид VAeb — среднекрутой, реже крутой ступенчатый расчлененный склон со скальными выходами</p>
		<p>Подвид VAec — пологий, реже среднекрутой ступенчатый расчлененный склон</p>
		<p>Подвид VAed — очень пологий склон, местами переувлажненный (мощность торфа менее 0,5 м)</p>
	<p>Вид VAf — корытообразные ложбины стока в пределах варак (нагорные), часто висячие, местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м) на щебнисто-валунных песках и супесях (морена) и гравийно-галечных отсортированных песках (водно-ледниковые)</p>	
	<p>Тип VB — отдельные слаборасчлененные вараки с округлыми вершинами и ступенчатыми склонами различной крутизны (до 25°) на элюво-делювии коренных пород, щебнисто-валунных песках и супесях (морена), торфе</p>	
	<p>Подтип VC — комплекс нескольких отдельных следующих друг за другом слаборасчлененных варак с плоскими вершинами и небольшими (до 30 м) пологими склонами, вытянутых в одном направлении</p>	

Обозначение на карте	Расшифровка
	Тип С — шлаковые отвалы конусовидной формы с плоскими вершинами
	Подтип СА — комплекс шлаковых отвалов конусовидной формы с плоскими вершинами и прудков-отстойников технических вод
	Тип D — трапециевидные ложбины стока между склонами возвышенностей («равнинные»), местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м) на щебнисто-валунных песках и супесях (морена) и гравийно-галечных отсортированных песках (водно-ледниковые)
	Тип E — долины стока, состоящие из комплекса ущелеобразных узких ложбин и широких долинных участков, местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м) на щебнисто-валунных песках и супесях (морена) и гравийно-галечных отсортированных песках (водно-ледниковые)
	Подтип EA — то же, на двучленных наносах (песчаные щебнистые и суглинистые безвалунные): щебнисто-валунные пески и супеси (морена) и гравийно-галечные отсортированные пески (водно-ледниковые) с песчано-суглинистыми (морские) отложениями
	Тип F — U-образные долины рек с фрагментарно выраженной поймой и террасами, местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м) на галечных слоистых песках (аллювий)
	Тип G — волнистая пологонаклонная равнина с озовой дельтой (превышение до 10 м), местами переувлажненная (мощность торфа менее 0,5 м) на гравийно-галечных песках (водно-ледниковые)
	Тип H — волнистые равнины с единичными некрупными холмами и грядами (превышения до 15 м), местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м) на щебнисто-валунных песках и супесях (морена)
	Тип I — плоские и слабоволнистые террасированные равнины, часто переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м) на безвалунных слоистых супесчано-суглинистых отложениях (морские)
	Тип J — плоская часть речной долины со старицами разной степени зарастания, часто с маломощным торфом (<0,5 м) — бывшая пойма реки на галечных слоистых песках (аллювий)
Тип K — плоские и слабовыпуклые равнины на торфяных отложениях (торфяники) с постоянным избыточным увлажнением (мощность торфа более 0,5 м)	
	Подтип КА — кочковатые мезоолиготрофные и мезотрофные торфяники слабопроточных равнинных понижений с грядово-озерковыми и грядово-мочажинными комплексами
	Подтип KB — плоские и мелкобугристые мезотрофные и мезоевтрофные торфяники слабопроточных понижений в пределах равнин и ступеней возвышенностей с грядово-озерковыми и грядово-мочажинными комплексами
	Подтип KC — мезоевтрофные и евтрофные торфяники проточных ложбин и долин

Обозначение на карте	Расшифровка
	Подтип KD — комплекс мезотрофных, мезоевтрофных и евтрофных торфяников проточных понижений, ложбин и долин с участком грядово-озерковых и грядово-мочажинных комплексов
	Тип L — осушенные окультуренные торфяники с микрорельефом осушительных канав на безвалунных слоистых супесочно-суглинистых отложениях (морские)
	Подтип LA — то же, на гравийно-галечных отсортированных песках (водно-ледниковые)
	Тип M — площадки разработок рыхлых отложений (гравийно-галечные отсортированные пески), местами искусственно выровненные
	Тип N — карьеры рыхлых отложений (гравийно-галечные отсортированные пески) с осыпающимися бортами
	Тип O — карьеры кристаллических пород, местами засыпанные шлаком, со ступенчатыми бортами

под которыми понимаются растительные ассоциации в сочетании с преобладающими типами почв. Особо отметим, что одному местоположению ландшафта обычно соответствует несколько многолетних состояний. По выраженности основных точек (вершины), линий (гребни) и граней (склоны) рельефа, относительным превышениям и степени дренированности (увлажненности) типы ландшафтов объединены в классы. В связи с проявлением высотной поясности выделены высотные пояса, выявленные при сопоставлении спутниковых снимков, топографической и ландшафтной карт.

Разработанная для ландшафтной карты система обозначений приведена в табл. 1 и 2. Штриховкой показаны все выявленные на исследованной территории типологические единицы (типы, подтипы, виды и подвиды) ландшафтов (местоположений). Цифровой индекс обозначает многолетнее состояние ландшафтов. Тоновой заливкой на карте показаны высотные пояса. Иерархия в легенде местоположений (табл. 1) соответствует их иерархии в типологии — по уменьшению превышений (вплоть до отрицательных форм рельефа) и увеличению увлажненности. Иерархия в легенде состояний (табл. 2) выстроена по нескольким критериям:

- 1) по высотным поясам сверху вниз,
- 2) по возрастанию нарушенности,
- 3) по возрастанию увлажненности.

Тонкой черной рамкой в легенде выделены состояния с признаками незначительных нарушений, жирной черной рамкой — значительно нарушенные состояния.

Таблица 2. Легенда к карте (см. рис. 1 и 2): многолетние состояния

1	Тундровые кустарничково-разнотравные и разнотравные сообщества, часто с ивой, местами горелье, на литоземах и перегнойно-глеевых почвах с участками кустарничково-осоковых и осоково-кустарничковых болот на торфяных почвах	8	Редколесье березовое разнотравное на перегнойно-глеевых почвах	15	То же, с участками кустарничково-осоковых и осоково-кустарничковых болот на торфяных почвах	22	Поросль сосново-березового кустарничкового леса, местами березовый кустарничковый лес, на подбурях и подзолах
2	Редколесье березовое (злаково-) кустарничковое разреженное, переходящее в тундровые кустарничковые сообщества, на подбурях и литоземах	9	То же, с участками комплексных болот на торфяных почвах	16	Березовый разнотравно-кустарничковый лес на подзолах	23	Сосново-березовый кустарничковый лес, местами березовый кустарничковый лес, на подбурях и подзолах
3	Редколесье березовое (злаково-) кустарничковое на подбурях и подзолах	10	Редколесье березовое разнотравное разреженное на перегнойно-глеевых почвах	17	Березовый разнотравный лес на перегнойно-глеевых и сероугумусовых почвах	24	То же, с участками кустарничково-осоковых и осоково-кустарничковых болот на торфяных почвах
4	То же, с участками комплексных болот на торфяных почвах	11	Редколесье березово-сосновое (злаково-) кустарничковое на подбурях и подзолах	18	То же, с участками комплексных болот на торфяных почвах	25	Сосново-березовый кустарничковый разреженный лес на сероугумусовых почвах, подзолах и торфяно-подзолах с участками комплексных болот на торфяных почвах
5	Редколесье березовое (злаково-) кустарничковое разреженное на подбурях и подзолах	12	То же, с участками комплексных и пушицево-кустарничковых болот на торфяных почвах	19	Березовый разнотравный разреженный лес на перегнойно-глеевых почвах с участками комплексных болот на торфяных почвах	26	Поросль сосново-березового кустарничково-разнотравного леса на сероугумусовых почвах и подзолах
6	Редколесье березовое (злаково-кустарничковое) разреженное на подбурях и подзолах	13	Редколесье березово-сосновое (злаково-) кустарничковое разреженное, местами горелое, на подбурях и подзолах	20	Поросль березового разнотравного леса, местами редколесье, переходящая в кустарничково-осоковое болото, местами горелое, на глееземах и торфяных эвтрофных почвах	27	Сосново-березовый кустарничково-разнотравный лес на подзолах и сероугумусовых почвах
7	То же, с участками кустарничково-осоковых и осоково-кустарничковых болот на торфяных почвах	14	Березовый (злаково-) кустарничковый лес на подзолах и подбурях	21	Березовый разнотравно-кустарничковый лес с участками сосново-березового кустарничково-осокового леса, местами переувлажненный, на сероугумусовых почвах	28	То же, с участками кустарничково-осоковых и осоково-кустарничковых болот на торфяных почвах

29	Поросль сосново-березового (кустарничково-) разнотравного леса на торфяно-подзолах и перегнойно-глеевых почвах с участками кустарничково-осоковых и осоковых болот на торфяных эутрофных почвах	36	Болота (кустарничково-) пушицево-осоковые, иногда с участками хвощевых топей	43	То же, с участками кустарничково-осоковых и осоково-кустарничковых болот на торфяных почвах	50	То же, с участками кустарничково-осоковых и осоково-кустарничковых болот на торфяных почвах
30	Березово-сосновый кустарничковый лес на подбурках и подзолах	37	Сочетание осоково-кустарничковых и пушицево-осоковых болот	44	Гарь с фрагментами редколесья березового (разнотравного) на перегнойно-глеевых и серогумусовых почвах с участками пушицево-осоковых болот на торфяных эутрофных почвах	51	Пустошь на абраземах альфегумусовых
31	Березово-сосновый разнотравно-кустарничковый лес на перегнойно-глеевых почвах и подзолах	38	Ивняк разнотравный в сочетании с лугом разнотравно-злаковым на серогумусовых почвах и абраземах	45	Сочетание гарей с редколесьем сосново-березовым (злаково-кустарничковым) и участков поросли сосново-березового разнотравно-кустарничкового леса, часто переувлажненных, на подзолах и торфяно-подзолах глеевых	52	Шлаковые отвалы без растительности и почв
32	Сосновый кустарничковый лес, часто редкостойный, местами березово-сосновый кустарничковый лес, на подзолах	39	Ивняк разнотравный в сочетании с лугом злаковым на дерново-подбурках и абраземах	46	Гарь с порослью березового кустарничкового леса и фрагментами редколесья сосново-березового кустарничкового на подбурках и подзолах с участками осоково-кустарничковых и кустарничково-осоковых болот на торфяных почвах	53	То же, в сочетании с прудками-отстойниками
33	Луг разнотравный горелый на аллювиальных гумусовых почвах	40	Огороды на абраземах	47	Сочетание редколесья березового (злаково-кустарничкового) на подбурках и подзолах и пустошей на абраземах альфегумусовых	54	Площадка разработки рыллых отложений без растительности и почв
34	Болото пушицево-кустарничковое (зеленомошное) с сосной	41	Сочетание гарей и тундровых кустарничковых сообществ на петроземах и литоземах	48	То же, с участками кустарничково-осоковых и осоково-кустарничковых болот на торфяных почвах	55	Карьеры рыллых отложений с порослью березы на псаммоземах (?)
35	Болота осоково-кустарничковые и кустарничково-осоковые с ивой и березой, местами торелье	42	Гарь с фрагментами редколесья березового (злаково-кустарничкового) на подбурках и подзолах (и литоземах)	49	Сочетание гарей с фрагментами редколесья березового (злаково-кустарничкового) на подбурках и подзолах и пустошей на абраземах альфегумусовых	56	Карьеры кристаллических пород, местами засыпанные шлаком, без растительности и почв

2. Результаты и обсуждение

Типология ландшафтов окрестностей ГМК «Печенганикель» приведена в табл. 3, тип А и тип В подразделяются на виды и подвиды, указанные в легенде карты (см. табл. 1 и 2).

Как видно из типологии, на данной территории преобладают ландшафты типов вараки и тунтури, занимающие 77 % площади исследованной территории. Выявлено четыре типа ландшафтов техногенного происхождения:

- 1) тип С (с подтипом СА) — отвалы (с прудками-отстойниками),
- 2) тип М — площадки разработок,
- 3) тип N — карьеры рыхлых пород,
- 4) тип О — карьеры кристаллических пород.

Также выделен один тип антропогенного происхождения — осушенные окультуренные торфяники — тип L.

Замечено, что роль разнообразия коренных пород как ландшафтообразующего фактора на данной территории сnivelирована широким распространением рыхлых четвертичных отложений, преимущественно морены, поэтому она проявляется лишь в приуроченности карьеров к выходам ультраосновных пород, с которыми связано медно-никелевое оруденение (Астафьев и др., 1999).

В связи со спецификой территории наиболее рационально проанализировать выявленные особенности почвенно-растительного покрова по высотным поясам. Преобладающий на данной территории на высотах ниже 220 м лесной пояс занимает 53 % ее площади, охватывая ее западную и центральную части; лесотундровый и тундровый пояса расположены на восточной, наиболее возвышенной части территории исследований.

На большей части лесного пояса произрастает смешанный, преимущественно березово-сосновый кустарничковый лес на подзолах. В силу значительной расчлененности лесной пояс заболочен, здесь преобладают комплексные сочетания мезотрофных, мезоевтрофных и евтрофных болот проточных понижений, ложбин и долин с участием грядово-озерковых и грядово-мочажинных комплексов. Однако около половины территории этого пояса нарушено. Наиболее частое нарушение проявляется в замещении леса березовым и смешанным кустарничковым редколесьем, образующимся преимущественно из-за пожаров и вырубок, и только незначительная его доля на высотах 170–220 м связана с высотным переходом леса в редколесье. Как правило, такие растительные ассоциации (не связанные с естественными причинами) приурочены к вершинам и верхним частям склонов тунтури и варака, а также встречаются на террасированной равнине на песчано-суглинистых отложениях, что способствует ее дальнейшему заболачиванию. Также довольно распространенное нарушение — пустоши на абраземах альфегумусовых, которые преимущественно занимают прилегающие непосредственно к промплощадке комбината территории в основном в его восточных окрестностях. Абраземы альфегумусовые образуются в результате эрозии или механического снятия верхних диагностических горизонтов альфегумусовых почв, так что на поверхность выступает непосредственно срединный иллювиальный горизонт (Полевой определитель..., 2004). Относительно ограниченное рас-

пространение имеют гари от низовых пожаров, как с фрагментами березового редколесья (отдельные куртины кустарничков, единичные обгоревшие березы), так и с порослью березового и смешанного леса. В почвах под гарями (подзолы и подбуры) наблюдается окрашивание подподстилочных частей горизонтов в темно-серый цвет из-за сгоревшей или сильно обуглившейся подстилки. Наконец, встречаются сочетания либо восстанавливающегося леса в виде редколесья, либо гарей с участками пустошей, которые стали результатом деградации гарей на абраземах альфегумусовых. Именно в лесном поясе расположены все карьеры по добыче рыхлых песчаных отложений, а также техногенные комплексы, состоящие из шлаковых отвалов и прудков-отстойников, выявленные в пределах исследованной территории. На прилегающих к промышленным объектам участках отмечаются присутствие техногенного материала в верхних частях почвенных профилей и некоторое нарушение последовательности горизонтов (из-за земляных работ). В силу приуроченности равнинных типов ландшафтов (в первую очередь равнин на морских супесчано-глинистых отложениях) к этому поясу, здесь также находятся все выявленные в пределах территории исследований осушенные окультуренные торфяники.

Лесотундровый пояс березового кустарничкового редколесья расположен на высотах 220–320 м и занимает около 30 % площади исследованной территории. Около половины площади пояса покрыто березовым редколесьем на подзолах и подбурах, при этом велика часть разреженного редколесья, напоминающего редины, без сомкнутого травяно-кустарничкового покрова. Полноценное редколесье — березовое злаково-кустарничковое — произрастает преимущественно на подветренных склонах, ступенях возвышенностей и участках равнин, укрытых от ветровых потоков, например на юго-западных склонах Печенгских тундр, а также по речным и стоковым долинам. Значительную часть пояса занимают пустоши на абраземах альфегумусовых, часто с участками гарей с фрагментами редколесья на подбурах и подзолах. Лишь по долинам и ложбинам стока произрастает березовый разнотравный лес на перегнойно-глеевых почвах. На высотах 300–320 м, соответствующих вершинам крупных возвышенностей и верхним частям крутых склонов, отмечено наличие тундровых кустарничковых группировок. В пределах этого пояса расположены площадки разработок рыхлых песчаных отложений, вблизи которых отмечаются нарушения последовательности почвенных горизонтов.

Тундровый пояс развит на территориях с высотами более 320 м (чуть менее 15 % площади исследованной территории). Его особенность — мозаичность растительного покрова, представляющего собой сочетания гарей с тундровыми кустарничковыми сообществами на петроземах и литоземах, причем гари наиболее распространены на вершинах, а кустарничковые сообщества — на вогнутых склонах. Отмечается поднятие в этот пояс березового разнотравного редколесья, в основном по ложбинам стока. Пустоши занимают относительно незначительные площади и приурочены к наветренным склонам и вершинам, расположенным по направлению преобладающих ветров. В силу того, что тундровый пояс находится в пределах «продуктивной полосы» — области распространения интрузий ультраосновных пород — к нему приурочены карьеры кристаллических пород и крупные шлаковые отвалы.

В целом на исследованной территории ландшафты с нарушенным (трансформированным) местоположением (а следовательно, и состоянием) занимают незначительную площадь (около 5 % — примерно 14 км²), площадь же ландшафтов только с нарушенными многолетними состояниями составляет 58 % (205 км²) исследованной территории.

Таблица 3. Типология ландшафтов окрестностей ГМК «Печенганикель»

Тип/подтип	Описание
Класс I. Формы рельефа с четко выраженными точками (вершины), линиями (гребни) и гранями (склоны) с относительными превышениями в среднем более 30 м; как правило, хорошо дренируемые	
Тип А (36 %)⁴	<p>Крупные массивы многовершинных возвышенностей на общем цоколе с превышениями более 200 м (тунтури), часто с выходами кристаллических пород, расчлененные долинами ручьев и ложбинами стока, внутренне дифференцированные по условиям дренажа, с маломощным прерывистым чехлом песчаных щебнисто-валунных отложений (элюво-делювий, морена), с высотной поясностью. Высотная поясность прослеживается на западном и фрагментарно на северном склонах массива Печенгских тундр, относящегося к указанному типу ландшафтов. До высот 220 м произрастает сосновый и смешанный (из сосны и березы) кустарничковый лес на подзолах и подбурях (23, 30, 32)⁵. Он сменяется березовым кустарничковым редколесьем, преимущественно разреженным, на подбурях, подзолах, литоземах (3, 5, 12). Выше 320 м господствуют тундровые кустарничковые сообщества в сочетании с гарями на литоземах, петроземах, подбурях (1, 2, 41). Участки с гарями, иногда с фрагментами уцелевшего или восстанавливающегося березового редколесья присутствуют во всех поясах (41–43, 49, 50). Широкое распространение особенно в северной части массива, обращенной к промплощадке комбината «Печенганикель», имеют пустоши иногда с единичными березами и куртинами кустарничков на абразах альфегумусовых (47, 51).</p>
Тип В (41 %)	<p>Кристаллические гряды с превышениями менее 200 м (вараки), часто с выходами кристаллических пород, расчлененные долинами ручьев и ложбинами стока, внутренне дифференцированные по условиям дренажа, с маломощным прерывистым чехлом песчаных щебнисто-валунных отложений (элюво-делювий, морена); подтип ВА: высокие вараки (превышения 120–200 м) полностью соответствуют описанию типа и характеризуются высотной поясностью аналогичной высотной поясности тунтури за исключением наличия пояса тундровых сообществ из-за отсутствия должных высот. Однако высотная поясность здесь развита лишь фрагментарно на западных склонах гряд ввиду широкого распространения гарей и пустошей (42, 46, 49, 51); подтип ВВ: отдельные низкие слаборасчлененные вараки (превышения менее 120 м) с округлыми, реже плоскими вершинами и ступенчатыми склонами различной крутизны (до 25°), покрыты смешанным кустарничковым лесом на подзолах и подбурях (30), а встречающееся на вершинах смешанное кустарничковое редколесье на подбурях и подзолах есть результат пирогенной сукцессии (46); подтип ВС: комплекс нескольких следующих друг за другом слаборасчлененных вараков («цепочка») с плоскими вершинами и небольшими (до 30 м) пологими склонами, вытянутых в едином направлении, почвенно-растительный покров аналогичен низким варакам.</p>

⁴ Здесь и далее в скобках указана доля (в процентах) площади ландшафта какого-либо типа в общей площади исследованной территории.

⁵ Здесь и далее в скобках указаны номера выделов, соответствующие обозначениям многолетних состояний ландшафта на карте и в ее легенде (см. рис. 1 и 2, табл. 1 и 2).

Тип/подтип	Описание
Тип С (2%)	Шлаковые отвалы конусовидной формы с плоскими вершинами (почвенно-растительный покров отсутствует (52)).
Подтип СА	То же, в комплексе с прудками-отстойниками технических вод (53).
Тип D (менее 0,5%)	Трапециевидные ложбины стока между склонами возвышенностей, занятые крупными ручьями и некрупными реками, местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м), на гравийно-галечных отсортированных песках (водно-ледниковые), подстилаемых щебнисто-валунными супесями и песками (морена) или кристаллическими породами. Здесь произрастает березовый разнотравный лес на перегнойно-глеевых почвах с участками комплексных болот ⁶ на торфяных почвах (19).
Тип E (2%)	Долины стока, состоящие из комплекса ущелеобразных узких ложбин и широких долинных участков, дренируемые ручьями и реками (последние выделяются в отдельный тип), местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м), на гравийно-галечных отсортированных песках (водно-ледниковые), подстилаемых щебнисто-валунными супесями и песками (морена) или кристаллическими породами. Характерно редколесье березовое разнотравное на перегнойно-глеевых почвах с участками комплексных болот на торфяных почвах (9), однако нередки участки с гарями (48).
Подтип ЕА	То же, подстилаемое суглинистыми безвалунными отложениями (морские), с сосново-березовым кустарничково-разнотравным лесом и редколесьем (результат заболачивания) на торфяно-подзолах глеевых с участками комплексных и пушицево-кустарничковых болот на торфяных почвах (12, 27).
Тип F (2%)	U-образные долины рек с фрагментарно выраженными поймой и террасами, местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м), на галечных слоистых песках (аллювий). В зависимости от высотного положения русла выделяются следующие многолетние состояния: тундровые кустарничково-разнотравные и разнотравные сообщества местами горелые на литоземах и перегнойно-глеевых почвах в сочетании с кустарничково-осоковыми и осоково-кустарничковыми болотами на торфяных почвах (1), редколесье березовое разнотравное (8–10) и березовый разнотравный лес на перегнойно-глеевых почвах с участками комплексных болот на торфяных почвах (17, 18).
Класс II. Формы рельефа со слабовыраженными точками (вершины) и гребнями (склоны) и превышениями в среднем до 30 м; дренируемые, но с периодическим переувлажнением	
Тип G (менее 1%)	Волнистая пологонаклонная (до 3°) равнина с озовой дельтой (превышение до 10 м), местами переувлажненная (мощность торфа менее 0,5 м), на гравийно-галечных отсортированных песках (водно-ледниковые) с основным и смешанным кустарничковым лесом на подзолах (23, 32), при переувлажнении — на торфяно-подзолах глеевых.
Тип H (2%)	Волнистые равнины с единичными некрупными холмами и грядами (превышения до 15 м), местами переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м), на щебнисто-валунных супесях и песках (морена). В основном распространены пустоши на абразах альфегумусовых и гари с фрагментами редколесья березового (злаково-кустарничкового) на подзолах, местами (на участках более 200 м) встречается редколесье березовое (кустарничковый напочвенный покров фрагментарен) на подзолах (3, 6, 42, 51).

⁶ В некоторых случаях болота включаются как многолетние состояния в типы ландшафтов (местоположений) в силу мелкости масштаба для их отображения как отдельных типов ландшафтов (местоположений).

Тип/подтип	Описание
Тип I (6 %)	Плоские и слабоволнистые террасированные равнины, часто переувлажненные (мощность торфа менее 0,5 м), единичны некрупные вараки (превышения до 30 м), на безвалунных слоистых супесчано-суглинистых отложениях (морские). Почвенно-растительный покров представлен березовым и смешанным разнотравно-кустарничковым лесом, иногда разреженным, или с лесной порослью на серогумусовых почвах и подзолах, иногда торфяно-подзолах глеевых, с участками комплексных болот на торфяных почвах (21, 25–27).
Класс III. Формы рельефа с невыраженными точками (вершины) и грянями (склоны) и превышениями менее 10 м; с постоянным либо периодическим избыточным увлажнением	
Тип J (менее 1 %)	Плоская часть речной долины со старицами разной степени зарастания, часто с маломощным торфом (менее 0,5 м) — бывшая пойма реки на галечных слоистых песках (аллювий) с березовым разнотравным лесом на серогумусовых почвах с участками комплексных болот на торфяных почвах (18).
Тип K (6 %)	Плоские и слабовыпуклые равнины на торфяных отложениях (торфяники) с постоянным избыточным увлажнением (мощность торфа более 0,5 м).
Подтип КА	Пушицево-кустарничковые (зеленомошные) с сосной мезоолиготрофные и мезотрофные болота на торфяных олиготрофных почвах (34).
Подтип KB	Осоково-кустарничковые и кустарничково-осоковые с ивой и березой мезотрофные и мезоевтрофные болота, местами горелые, на торфяных эвтрофных почвах (35).
Подтип KC	(Кустарничково-) пушицево-осоковые иногда с участками хвощевых топей мезоевтрофные и евтрофные болота на торфяных эвтрофных почвах (36).
Подтип KD	Комплексные мезотрофные болота с участием грядово-озерковых и грядово-мочажинных комплексов на торфяных почвах (37).
Тип L (1,5 %)	Осушенные окультуренные торфяники с микрорельефом осушительных канав на безвалунных слоистых супесчано-суглинистых отложениях (морские) с разнотравными ивняками в сочетании с разнотравно-злаковыми лугами на серогумусовых почвах и агроземах, встречаются участки, занятые огородами (38, 40).
Подтип LA	То же, но на гравийно-галечных отсортированных песках (водно-ледниковые) с разнотравными ивняками в сочетании со злаковыми лугами на дерново-подбурях и агроземах (39).
Класс IV. Отрицательные формы рельефа, как правило, техногенные	
Тип M (менее 0,5 %)	Площадки разработок рыхлых отложений, местами искусственно выровненные, почвенно-растительный покров отсутствует (54).
Тип N (менее 0,5 %)	Карьеры рыхлых отложений с осыпающимися бортами, с порослью берез на псаммоземах (55).
Тип O (менее 0,5 %)	Карьеры кристаллических пород со ступенчатыми бортами, местами засыпанные шлаком, почвенно-растительный покров отсутствует (56).

Заключение

Итак, полученные результаты позволили выявить следующие признаки и закономерности нарушения ландшафтной структуры окрестностей ГМК «Печенганикель»:

- 1) изменение типичной по зонально-высотному положению растительности: лес замещается редколесьем, редколесье — рединами;
- 2) широкое распространение гарей и пустошей, преимущественно на востоке исследованной территории, согласно направлению преобладающих ветров, способствующих распространению загрязнения;
- 3) изменение типа напочвенного покрова: вместо кустарничково-зеленомошных лесов формируются кустарничковые леса, вместо мохово-кустарничкового криволесья — кустарничковое и злаково-кустарничковое редколесье, вместо лишайниково-мохово-кустарничковой тундры — кустарничковая тундра. Это объясняется высокой чувствительностью мхов и особенно лишайников к качеству атмосферного воздуха и их медленному восстановлению (Manning and Feder, 1980);
- 4) превращение типичных для данной территории альфегумусовых почв в абраземы альфегумусовые из-за эрозии, вызванной исчезновением сплошного напочвенного покрова;
- 5) морфологические нарушения профилей почв — исчезновение подстилки при пожарах или окрашивание верхних горизонтов в темно-серый цвет вследствие потоков из горелой подстилки, присутствие слоев техногенного грунта, нарушение последовательности горизонтов;
- 6) как следствие вышеперечисленных нарушений — стирание высотно-зональных границ. На большей части выявленные границы поясов не имеют подтверждения сменой растительности на местности, а для некоторых вершин с редколесьем поясная принадлежность ассоциации определена только по абсолютной высоте (ниже 170 м);
- 7) нарушение естественного рельефа карьерами, отвалами, площадками разработок, приуроченных к участкам с наличием «полезного компонента» — руды, отложений и т. д.

Таким образом, техногенное воздействие привело к значительному нарушению почвенно-растительного покрова и формированию новых типов ландшафтов ранга урочищ (карьеры, отвалы, площадки разработок отложений).

Литература

- Алисов, Б. П., 1956. Климат СССР. Изд-во Моск. ун-та, Москва.
- Астафьев, Ю. А., Гончаров, Ю. В., Горбунов, Г. И., Корчагин, А. У., Нерадовский, Ю. Н., Смолькин, В. Ф., Соколов, С. В., Шаров, Н. В., Яковлев, Ю. Н., 1999. Медно-никелевые месторождения Печенги. Геос, Москва.
- Геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200 000. Серия Кольская. Лист R-35-XXIX, XXX. Объяснительная записка, 1963 / Макеенко, Г. Т. (под ред.). Гос. науч. -тех. изд-во лит-ры по геологии и охране недр, Москва.
- Ежов, А. Ю., 2010. Техногенное загрязнение тяжелыми металлами ландшафтов северо-запада Кольского полуострова. Вестник Моск. государственного областного ун-та. Серия Естественные науки 1, 98–103.

- Исаченко, А. Г., 1991. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование, учебник. Высшая школа, Москва.
- Исаченко, Г. А., 1998. Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картирование, курс лекций. Изд-во Санкт-Петербург. ун-та, Санкт-Петербург.
- Казакова, О. Н., 1972. Ландшафтное районирование Мурманской области, в: Зубков, А. И. (под ред.). Северо-Запад европейской части СССР. Изд-во Ленингр. ун-та, Ленинград, 134–157.
- Классификационные типологические схемы лесов и лесорастительное районирование Мурманской области, 1979. Арханг. ин-т леса и лесохимии, Архангельск.
- Комбинат «Печенганикель» в документах (1945–1990): документы и материалы, 2008 / Клишас, А. А. (под ред.). Современная экономика и право, Москва.
- Копцик, Г. Н., Недбаев, Н. П., Копцик, С. В., Павлюк, И. Н., 1998. Загрязнение почв лесных экосистем тяжелыми металлами в зоне влияния комбината «Печенганикель». Почвоведение 8, 988–995.
- Костина, В. А., 2003. Сосудистые растения заповедника «Пасвик». Флора и фауна заповедников 103.
- Лаврова, М. А., 1960. Четвертичная геология Кольского полуострова. Изд-во Акад. наук СССР, Москва, Ленинград.
- Ларькова, М. С., Хлебосолова, О. А., 2013. Современное состояние ландшафтов в зоне влияния промышленных площадок «Никель» и «Заполярный» Кольской ГМК. Вестник Моск. государственного областного ун-та. Серия Естественные науки 3, 136–141.
- Никонов, А. А., 1964. Развитие рельефа и палеогеография антропогена на западе Кольского полуострова. Наука, Москва, Ленинград.
- Переверзев, В. Н., 2004. Лесные почвы Кольского полуострова. Наука, Москва.
- Полевой определитель почв России, 2004. Почвенный институт, Москва.
- Поликарпова, Н. В., Зацаринный, И. В., Исаева, Л. Г., Лукина, Н. В., Хлебосолова, О. А., 2013. Состояние наземных экосистем на северо-западе Кольского полуострова, включая территорию заповедника «Пасвик». Цветные металлы 10, 95–101.
- Раменская, М. Л., 1972. Растительность Печенгских тундр, в: Флора и растительность Мурманской области. Наука, Ленинград, 32–53.
- Таргульян, В. О., 1971. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. Наука, Москва.
- Хлебосолов, Е. И., Макарова, О. А., Хлебосолова, О. А., Поликарпова, Н. В., Зацаринный И. В., 2007. Птицы Пасвика. Голос губернии, Рязань.
- Manning, W. J., Feder, W. A., 1980. Biomonitoring air pollutants with plants. Applied Science Publishers, London.
- Miulgauzen, D. S., Pankratova, L. A., 2015. The problem of aerotechnogenic pollution in urban settlement Nickel (Murmansk region). European Science Review 11–12, 6.
- State of the Environment in the Norwegian, Finnish and Russian Border Area, 2007. The Finnish Environment 6. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/14927019.pdf> (дата обращения: 10.01.2018).

Статья поступила в редакцию 18 июля 2018 г.

Статья рекомендована в печать 7 декабря 2018 г.

Контактная информация:

Мюльгаузен Дарья Сергеевна — dariadauria@yandex.ru

Чистяков Кирилл Валентинович — k.chistyakov@spbu.ru

Панкратова Любовь Александровна — l.pankratova@spbu.ru

Anthropogenic disturbances of the landscape structure of the Kola Peninsula northwest caused by mining and metallurgical industry

D. S. Miulgauzen, K. V. Chistyakov, L. A. Pankratova

St. Petersburg State University,
7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

For citation: Miulgauzen, D.S., Chistyakov, K.V., Pankratova, L.A. (2019). Anthropogenic disturbances of the landscape structure of the Kola Peninsula northwest caused by mining and metallurgical industry. *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*, 64 (1), 44–64. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2019.103> (In Russian)

On the basis of field landscape research results, the spatial features of the anthropogenic impact of Pechenganikel mining and metallurgical plant located in the northwest of the Kola Peninsula have been analysed. The landscape mapping of the Plant's vicinity (scale 1:50 000) has been done, the typology of natural complexes representing the features of their structure and anthropogenic transformation has been developed. The tunturi type (upland massifs with altitudinal belts) and varaka type (rocky ridges) of landscapes are dominated in landscape structure. The main type of vegetation is mixed pine and birch subshrub forests on podzols. Higher than 220 m they turn into birch crooked subshrub wood on podzols and podzolized brown soils. On the tops higher than 320 m tundra subshrub and lichen communities on moderately developed soils prevail. However, vegetation vertical zonality has been blurred due to the anthropogenic influence. More than a half (58%) of plant and vegetation cover should be declared damaged: forests have been replaced by woodland, a significant amount of natural woodland have turned into hessians, burnt and barren lands on anthropogenically transformed soils (the result of Podzols degradation) are dominated in the area. Anthropogenic landscape types (pits, refuse piles, mining sites) occupy a relatively insignificant part (5%) of the area in the Plant's vicinity. All in all, anthropogenic impact (Plant's emissions, pits' dust distribution) leads to vegetation and soil cover modification and formation of anthropogenic landscape types.

Keywords: anthropogenic impact, landscape structure, altitudinal belts, vegetation cover, Kola Peninsula, urban-type settlement Nikel.

References

- Alisov, B. P., 1956. *Klimat SSSR [Climate of USSR]*. Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow. (In Russian)
- Astaf'ev, Iu. A., Goncharov, Iu. V., Gorbunov, G. I., Korchagin, A. U., Neradovskij, Iu. N., Smol'kin, V. F., Sokolov, S. V., Sharov, N. V., Jakovlev, Iu. N., 1999. *Medno-nikelevye mestorozhdenija Pechengi [The copper-nikel deposits of Pechenga]*. Tr. in-ta IGEM RAN. Novaja serija. Geos, Moscow. (In Russian)
- Ezhov, A. Iu., 2010. *Tekhnogennoe zagriaznenie tiazhelymi metallami landshaftov severo-zapada Kol'skogo poluostrova [Technogenic pollution by heavy metals of landscapes of the northwest of Kola peninsula]*. Vestnik Mosk. gosudarstvennogo oblastnogo un-ta. Serija Estestvennye nauki [Vestnik Moscow State Regional University. Natural Sciences Series] 1, 98–103. (In Russian)
- Geologicheskaia karta SSSR. Masshtab 1:200 000. Serija Kol'skaia. List R-35-XXIX, XXX. Ob"iasnitel'naia zapiska. [Geological map of USSR. Scale 1:200 000. Kolskaya edition. List R-35-XXIX, XXX. Explanatory note], 1963 / Makeenko, G. T. (Ed.). Gos. nauch.-teh. izd-vo lit-ry po geologii i ohrane nedr, Moscow. (In Russian)
- Hlebosolov, E. I., Makarova, O. A., Hlebosolova, O. A., Polikarpova, N. V., Zacarinnij, I. V., 2007. *Ptitsy Pasvika [The birds of Pasvik]*. Golos gubernii, Riazan'. (In Russian)
- Isachenko, A. G., 1991. *Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe raionirovanie, uchebnik. [Landscape science and physical geography zoning]*. Vysshajaia shkola, Moscow. (In Russian)
- Isachenko, G. A., 1998. *Metody polevykh landshaftnykh issledovanii i landshaftno-ekologicheskoe kartirovanie, kurs leksii, [Field landscape studies methods and landscape-ecological mapping, lecture course]*. Izd-vo Sankt-Peterb. un-ta, St. Petersburg. (In Russian)

- Kazakova, O. N.*, 1972. Landshaftnoe raionirovanie Murmanskoi oblasti [Landscape system of Murmansk region]. In: Zubkov, A. I. (Ed.). Severo-Zapad evropeiskoi chasti SSSR [The North-west of European part of USSR]. Izd-vo Leningr. un-ta, Leningrad, 134–157. (In Russian)
- Klassifikatsionnye tipologicheskie skhemy lesov i lesorastitel'noe raionirovanie Murmanskoi oblasti [Classificational typological scheme of forests and forest site zoning of Murmansk region], 1979. Arhang. in-tesa i lesohimii, Arhangel'sk. (In Russian)
- Kombinat «Pechenganikel'» v dokumentakh (1945–1990): dokumenty i materialy [Pechenganikel Mining and Metallurgical Plant in documents (1945–1990): documents and materials], 2008 / Klishas, A. A. (Ed.). Sovremennaiia ekonomika i pravo, Moscow. (In Russian)
- Kopcik, G. N., Nedbaev, N. P., Kopcik, S. V., Pavljuk, I. N.*, 1998. Zagriaznenie pochv lesnykh ekosistem tiazhelymi metallami v zone vlianiia kombinata «Pechenganikel'» [Heavy metal pollution of forest soils by atmospheric emissions of Pechenganikel smelter]. Pochvovedenie [Soil science] 8, 988–995. (In Russian)
- Kostina, V. A.*, 2003. Sosudistye rasteniia zapovednika «Pasvik» [Vascular plants of Pasvik nature reserve]. Flora i fauna zapovednikov [Flora and fauna of nature reserves] 103, 43. (In Russian)
- Lavrova, M. A.*, 1960. Chetvertichnaia geologiya Kol'skogo poluostrova [The quaternary geology of Kola Peninsula]. Izd-vo Akad. nauk SSSR, Moscow, Leningrad. (In Russian)
- Lar'kova, M. S., Hlebsoolova, O. A.*, 2013. Sovremennoe sostoianie landshaftov v zone vlianiia promyshlennykh ploshchadok «Nikel'» i «Zapoliarnyi» Kol'skoi GMK [Current state of landscapes in the zone of influence of industrial sites «Nickel» and «Zapolyarnyi» of Kola Mining and Metallurgical Company]. Vestnik Mosk. gosudarstvennogo oblastnogo un-ta. Seriya Estestvennyye nauki [Vestnik Moscow State Regional University. Natural Sciences Series] 3, 136–141. (In Russian)
- Manning, W. J., Feder, W. A.*, 1980. Biomonitoring air pollutants with plants. Applied Science Publishers, London.
- Miulgauzen, D. S., Pankratova, L. A.*, 2015. The problem of aerotechnogenic pollution in urban settlement Nickel (Murmansk region). European Science Review 11–12, 6.
- Nikonov, A. A.*, 1964. Razvitie reliefa i paleogeografiia antropogena na zapade Kol'skogo poluostrova [The evolution of relief and paleogeography of anthropology in the west of Kola Peninsula]. Nauka, Moscow, Leningrad. (In Russian)
- Pereverzev, V. N.*, 2004. Lesnye pochvy Kol'skogo poluostrova [Forest soils of Kola Peninsula]. Nauka, Moscow. (In Russian)
- Polevoi opredelitel' pochv Rossii [The field indicator of Russia soils], 2004. Pochvennyi institute, Moscow. (In Russian)
- Polikarpova, N. V., Zaccarinnyj, I. V., Isaeva, L. G., Lukina, N. V., Hlebsoolova, O. A.*, 2013. Sostoiianie nazemnykh ekosistem na severo-zapade Kol'skogo poluostrova, vkluchaia territorii zapovednika «Pasvik». [Status of terrestrial ecosystems in the north-west of Kola Peninsula, including the territory of Pasvik State Nature Reserve]. Tsvetnye metally [Non-ferrous metals] 10, 95–101. (In Russian)
- Ramenskaja, M. L.*, 1972. Rastitel'nost' Pechengskikh tundr [Vegetation of Pechenga tundras]. In: Flora i rastitel'nost' Murmanskoi oblasti [Flora and vegetation of Murmansk region]. Nauka, Leningrad, 32–53. (In Russian)
- State of the Environment in the Norwegian, Finnish and Russian Border Area, 2007. The Finnish Environment 6. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/14927019.pdf> (data accessed: 10.01.2019).
- Targul'jan, V. O.*, 1971. Pochvoobrazovanie i vyvetrivanie v kholodnykh gumidnykh oblastiakh [Soil formation and weathering in cold humid areas]. Nauka, Moscow. (In Russian)

Received: July 8, 2018;

Accepted: December 7, 2018

Author's information:

Daria S. Miulgauzen — dariadauria@yandex.ru

Kirill V. Chistyakov — k.chistyakov@spbu.ru

Lubov A. Pankratova — l.pankratova@spbu.ru