

УДК: 528.946

DOI: 10.35595/2414-9179-2025-1-31-310-324

Е. Д. Волох<sup>1</sup>, Н. А. Алексеенко<sup>2,3</sup>

## КРУПНОМАСШТАБНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

### АННОТАЦИЯ

Проведено крупномасштабное картографирование пространственного распределения наземных экосистем в районе пгт Никель (Мурманская обл.), подверженных многолетнему воздействию медно-никелевого производства. Исследование сочетало современные методы дистанционного зондирования (съемка с БПЛА) с традиционными методами (полевая геоботаническая съемка, составление описаний). В ходе полевых работ 2023–2024 гг. выполнено 65 геоботанических описаний с GPS-привязкой, создано 10 ортофотопланов и цифровых моделей рельефа. Результаты работ позволили выявить четкую зависимость распределения растительности от геоморфологических условий. На крупных структурно-денудационных грядах преобладают техногенные пустоши с песчано-щебнистым субстратом и проективным покрытием, не превышающим 15 %. На грядах меньшего размера и высоты отмечено большее развитие растительного покрова (до 90 % проективного покрытия) с березовой порослью и выраженным кустарничковым ярусом. В переувлажненных понижениях доминируют кустарниковые формы ивы, осока и хвощ в травяном ярусе. Особый интерес представляют участки с высоким проективным покрытием печеночника (до 80 %), играющим роль пионерного вида. Разработана классификация, включающая 15 видов экосистем с учетом положения в рельефе, проективного покрытия различных ярусов, морфометрических параметров растительности. Создан план на трех листах (м-ба 1:5 000) с использованием QGIS. Исследование показало, что, несмотря на многолетнее промышленное воздействие, наблюдаются начальные стадии сукцессионных процессов, особенно в понижениях рельефа, тяготеющих к водотокам и водоемам. Полученные результаты важны для разработки мер ремедиации и мониторинга динамики растительности после закрытия плавильного цеха в 2020 г.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** наземные экосистемы, крупномасштабное картографирование, БПЛА, промышленное воздействие

---

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: [evolokh000@gmail.com](mailto:evolokh000@gmail.com)

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: [valtuz@mail.ru](mailto:valtuz@mail.ru)

<sup>3</sup> Институт географии РАН, Отдел картографии и дистанционного зондирования Земли, Старомонетный пер., д. 29, с. 4, Москва, Россия, 119017, *e-mail*: [valtuz@mail.ru](mailto:valtuz@mail.ru)

Ekaterina D. Volokh<sup>4</sup>, Natalia A. Alekseenko<sup>5,6</sup>

## LARGE-SCALE MAPPING OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS CONDITION AFTER THE IMPACT OF COPPER-NICKEL INDUSTRY

### ABSTRACT

Large-scale mapping of terrestrial ecosystems in the suburbs of Nickel (Murmansk Region), subjected to long-term impact of copper-nickel production, was carried out. The study combined modern methods of remote sensing (using UAV) with traditional methods (field geobotanical descriptions). During the field work in 2023–2024 about 65 geobotanical descriptions with GPS-binding were performed, 10 orthophotomaps and digital relief models were created. The results of the work made it possible to identify a clear dependence of the distribution of vegetation on geomorphological conditions. Technogenic wastelands with a sandy-gravelly substrate with small number of plants (less than 15 %) prevail on large structural-denudation ridges. On ridges of smaller size and height, a greater variety of vegetation was noted (up to 90 % of projective coverage) with birch overgrowth and a pronounced shrub tier. In waterlogged depressions, shrubby forms of willow, sedge and horsetail in the grass layer dominate. Areas with a high projective coverage of liverwort (up to 80 %), which plays the role of a pioneer species mark succession processes. A classification has been developed, including 15 types of ecosystems considering the position in the relief, projective coverage of various types, morphometric parameters of vegetation. We created a series of thematic plans on a scale of 1:5 000 using QGIS with an easy to understand legend. The study showed that, despite the long-term industrial impact, the initial stages of successional processes are observed, especially in relief depressions close to streams and reservoirs. The results obtained are important for the development of remediation measures and monitoring of vegetation dynamics after the closure of the smelter in 2020.

**KEYWORDS:** terrestrial ecosystems, large-scale mapping, UAV, industrial impact

### ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день степень картографической изученности состояния наземных экосистем Мурманской обл. является крайне низкой: если говорить о работах, охватывающих территорию всего региона, большинство из них выполнено во второй половине XX в. в мелком масштабе [Атлас..., 1971]. Картографические материалы крупного и среднего масштабов в большинстве своем либо принадлежат к периоду проведения работ по землеустройству и созданию оленеводческих колхозов в первой половине XX в., либо опубликованы в ограниченных количествах как материалы научных диссертаций и отчетов, либо охватывают отдельные сравнительно небольшие по площади участки (Лапландский заповедник, окрестности Мончегорска и т. д.). Современное состояние наземных экосистем Кольского п-ова обладает крайне слабым уровнем картографической изученности. В то же время, крупномасштабные карты наглядно демонстрируют структуру растительного покрова и его взаимоотношение с другими компонентами физико-географической среды, а также необходимы для изучения состава и

---

<sup>4</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, *e-mail: evolokh000@gmail.com*

<sup>5</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, *e-mail: valtuz@mail.ru*

<sup>6</sup> Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Department of Cartography and Remote Sensing of the Earth, Staromonetny Lane, 29, building 4, Moscow, 119991, Russia, *e-mail: valtuz@mail.ru*

структуры растительного покрова экотона между тайгой и тундрой и исследования динамики северной границы древесной растительности [Лошкарева, Королева, 2013].

Район исследования расположен в северо-западной части Кольского п-ова на территории Печенгского административного округа в окрестностях пгт Никель на восточном побережье оз. Куэтсьярви, площадь исследуемой территории не превышает 20 км<sup>2</sup>. Характерный рельеф — грядово-холмистый с ледниковой обработкой на докембрийских кристаллических породах, частично перекрытых осадочным чехлом. Абсолютные высоты колеблются в пределах 200–400 м [Атлас..., 1971]. Почвенный покров мозаичный, представлен как горными тундровыми примитивными почвами, так и маломощными иллювиально-малогумусовыми подзолами. Можно выделить также антропогенно-преобразованные типы почв (эродированные иллювиально-железистые химически загрязненные подзолы, хемоземы и абраземы альфегумусовые) [Копчик и др., 2015]. Гидрографическая сеть представлена р. Колосйоки и ее основным притоком р. Мал. Колосйоки, а также рядом мелких ручьев, приуроченных к локальным понижениям между грядами. Долины водотоков, как правило, переувлажнены или заболочены. Растительность представляет собой чередование тундровых, лесотундровых и болотных сообществ, смена которых обусловлена положением в рельефе [Ананьева, Белова, 2012].

С первой половины XX в. (1930-е гг.) в пределах исследуемой территории ведется добыча медно-никелевой руды. С 1940 г. в поселке функционирует плавильный цех (принадлежит СССР с 1946 г.) Кольской ГМК [Buch, 1933; Aario, 1939]. В 1970-е гг. для плавки стала использоваться руда из Норильска, что привело к повышению числа кислотных осадков и, как следствие, формированию техногенных пустошей к востоку от Никеля [Хлебосолова, Сосна, 2024]. В 2020 г. плавильный цех был закрыт, однако необходима оценка влияния производства на прилегающие наземные экосистемы [Коротков и др., 2019].

Целью данной работы является представление результатов крупномасштабного картографирования пространственного распределения современных экосистем в зоне многолетнего влияния медно-никелевого производства. Результатом работы является серия планов м-ба 1:5 000, составленного по данным полевой геоботанической съемки и съемки с БПЛА.

Для достижения данной цели были сформулированы следующие задачи:

- сбор данных о состоянии наземных экосистем в рамках полевых выходов (составление геоботанических описаний, съемка с БПЛА);
- камеральная обработка и анализ собранных в поле данных (построение ортофотопланов, дешифрирование);
- выделение различных типов наземных экосистем, фиксация их состояния (составление плана м-ба 1: 5 000).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Первый этап полевых работ приурочен к августу 2023 г. В рамках полевых выходов с использованием БПЛА было получено около 100 Гб данных съемки, в результате чего было составлено 10 ортофотопланов и цифровых моделей местности общим объемом около 86 Гб. Пространственное разрешение итоговых изображений составляет около 10 см. В качестве съемочного оборудования были использованы следующие виды БПЛА: DJI Phantom 4 Advanced, DJI Mavic Air 2s.

Во время второго этапа полевых исследований в июне 2024 г. для выделения контуров растительности по данным, полученным с использованием БПЛА и сопоставления их с контурами на местности была выполнена маршрутная геоботаническая

съемка, сделано 65 геоботанических описаний с точной привязкой по географическим координатам.

В рамках камеральных работ была выполнена классификация ортофотопланов построенных по данным аэрофотосъемки 2023 г., по методу максимального правдоподобия. Для классификации использовались данные видимого диапазона. Полученная по данным съемки с БПЛА цифровая модель местности применялась в качестве вспомогательной поверхности при ручном выделении контуров. Выделялись от 6 до 12 различных типов контуров. Анализ результатов показал, что использование классификации позволяет относительно неплохо различать следующие типы объектов: водоемы, участки, лишенные растительности, участки с разреженным травяно-кустарничковым растительным покровом, участки с древесной растительностью, заболоченные территории. Учитывая высокую степень мозаичности результатов классификации, для выделения тех или иных типов сообществ были использованы данные полевых описаний.

Стоит отметить, что по сравнению с данными космической съемки использование данных аэрофотосъемки наиболее перспективно, хоть и не может полностью заменить собой полевые методы. При движении с запада на восток (удалении от источника загрязнения) возрастает как разнообразие видов природно-территориальных комплексов, так и их мозаичность. Более того, анализ геоботанических описаний также показал, что при удалении от комбината возрастает разнообразие произрастающих видов и их концентрация. Однако пусть результаты классификации и являются подспорьем для выделения различных типов экосистем, но они недостаточно информативны для более подробного крупномасштабного картографирования (учитывая высокую мозаичность наземных экосистем), поэтому итоговое выделение контуров проводилось на основании визуального дешифрирования с использованием геоботанических описаний.

На основании данных, полученных в рамках полевых выходов, был сделан вывод о приуроченности различных типов растительности к определенным формам рельефа. В связи с этим на первом этапе работ были выделены характерные для исследуемой территории формы рельефа: структурно-денудационные гряды (высота относительно водосборных понижений более 20 м), структурно-денудационные гряды (высота относительно водосборных понижений менее 10 м), водосборные понижения, эрозионно-денудационные днища долин, переувлажненные понижения на структурно-денудационных грядах (рис. 2). Формы рельефа и высоты относительно водосборного понижения выделялись с помощью цифровой модели рельефа ArcticDEM с пространственным разрешением 2 м.

На следующем этапе работ было выделено 15 видов наземных экосистем, в каждом из которых (при наличии) обозначены зеленомошный ярус, травянисто-кустарничковый, кустарничковый и древесный ярусы, указано проективное покрытие зеленомошного, травянисто-кустарничкового ярусов и морфометрия подроста. Были разработаны условные знаки для сухих веток, скопления камней и скальных выходов. В табл. 1 приведены дешифровочные признаки для каждого из выделенных видов.

В результате проделанной работы на основании данных съемки с БПЛА и геоботанических описаний составлен план, отражающий состояние наземных экосистем, подверженных многолетнему влиянию медно-никелевой промышленности.

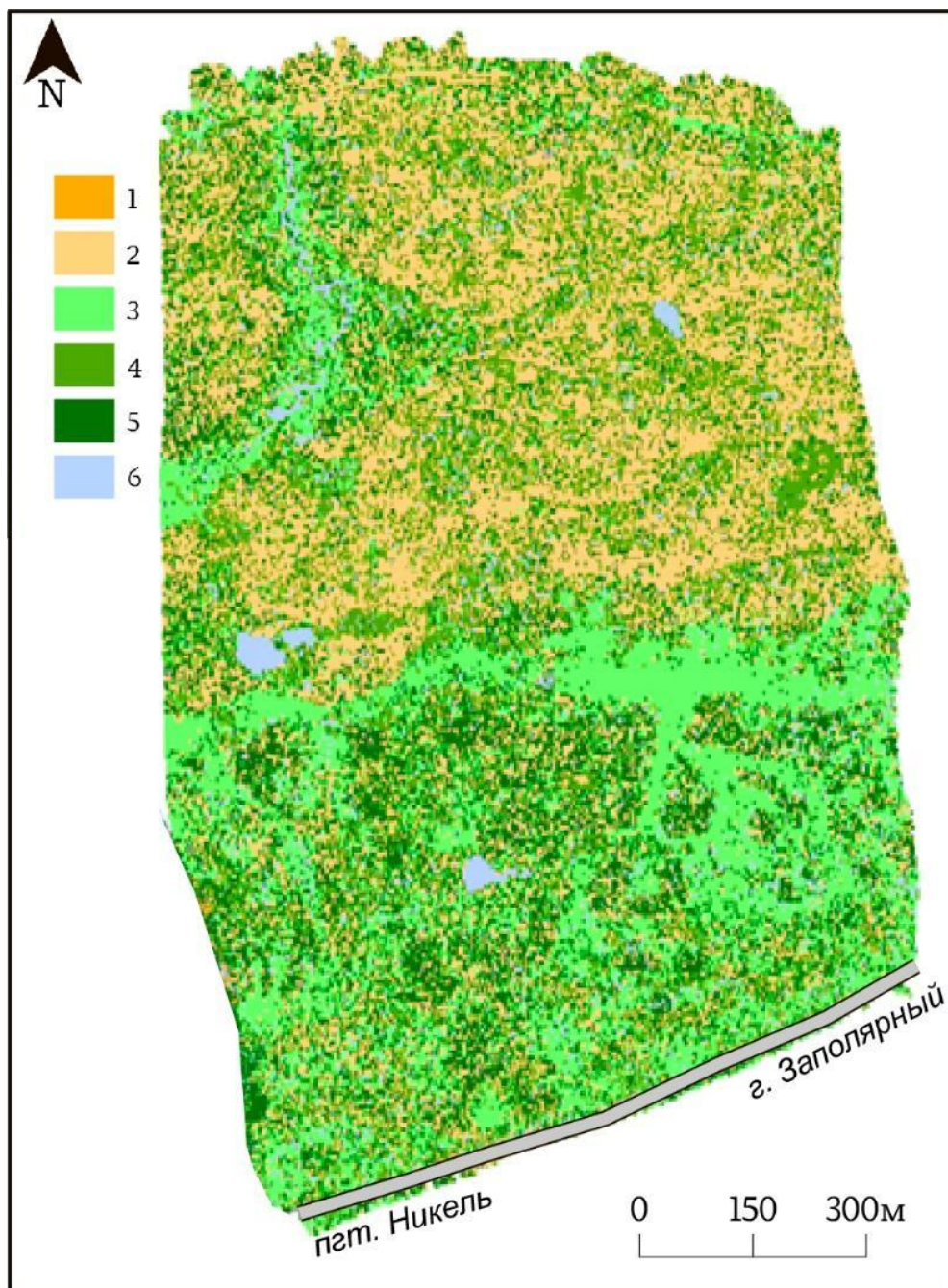


Рис. 1. Классификация ортофотопланов, охватывающих восточную часть территории: 1 — наиболее нарушенные участки техногенных пустошей на склонах и возвышенностях; 2 — участки техногенных пустошей на склонах и возвышенностях с меньшей степенью нарушенности; 3 — заболоченные участки с меньшей степенью нарушенности; 4 — участки, покрытые растительностью на склонах и возвышенностях; 5 — участки с сохранившейся древесной растительностью (кустарники, угнетенные деревья); 6 — водные объекты

Fig. 1. Classification of orthophotos covering the eastern part of the territory: 1 — the most disturbed areas of technogenic wastelands on slopes and hills; 2 — areas of technogenic wastelands on slopes and elevations with a lower degree of disturbance; 3 — wetlands with less degree of disturbance; 4 — areas covered with vegetation on slopes and hills; 5 — areas with preserved woody vegetation (shrubs, violated trees); 6 — water objects

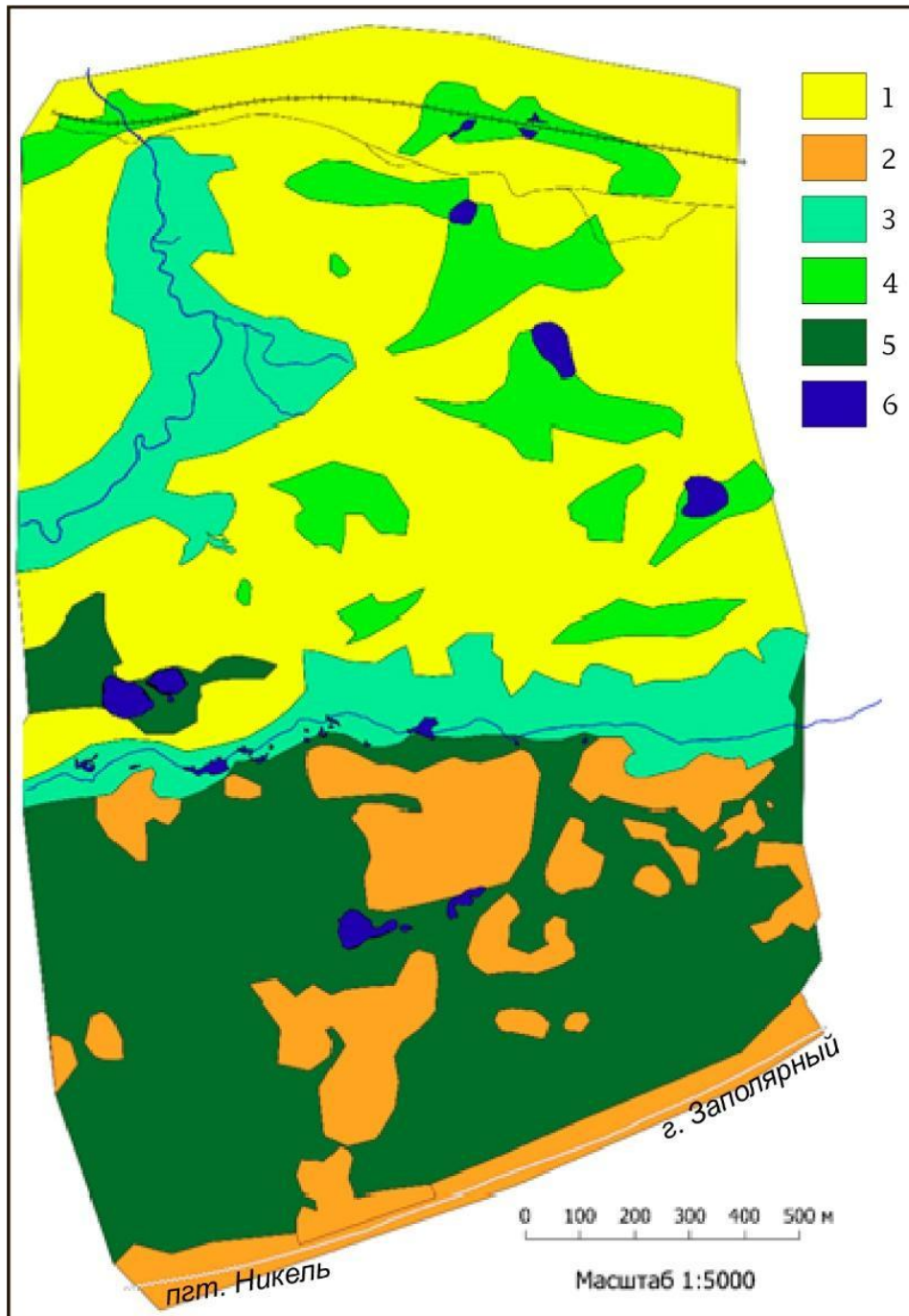


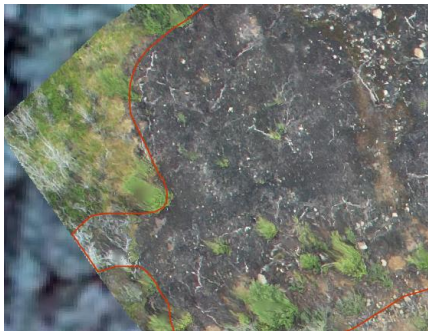





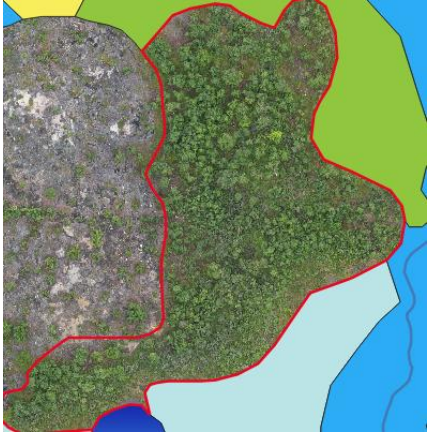








Рис. 2. Формы рельефа, выделенные по ортофотоплану (фрагмент плана): 1 — структурно-денудационные гряды (высота относительно водосборных понижений более 20 м); 2 — структурно-денудационные гряды (высота относительно водосборных понижений менее 10 м); 3 — эрозионно-денудационные днища долин; 4 — переувлажненные понижения на структурно-денудационных грядах; 5 — водосборные понижения; 6 — водные объекты;









Fig. 2. The terrain based on the part of orthophoto: 1 — structural-denudation ridges (height relative to catchment depressions is more than 20 m); 2 — structural-denudation ridges (height relative to catchment depressions less than 10 m); 3 — erosion-denudation bottoms of the valley; 4 — waterlogged depressions on structural-denudation ridges; 5 — water catchment depressions; 6 — water objects


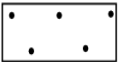


Табл. 1. Дешифровочные признаки выделенных видов наземных экосистем  
Table 1. Decryption features of identified ecosystem species

Рельеф	Описание экосистем	Изображения экосистем на ортофотоплане	Условн. знак
Структурно-денудационные гряды (высота относительно водосборных понижений более 20 м)	1 — Поверхность без травостоя (менее 1 %), сложенная песком и щебнем	 <p>Цвет</p>	
	2 — Мохово-лишайниковый ярус, состоящий из печеночника (около 80 %)	 <p>Цвет</p>	
	3 — Поросль березы высотой около 1,5 м с кустарниками карликовой березы; кустарничковый ярус, состоящий из шикши, брусники и черники (менее 5 %) с куртинным распространением злаков; поверхность сложена песком и щебнем	 <p>Цвет, структура</p>	
	4 — Поросль березы высотой около 1,5 м с кустарниками карликовой березы и кустарниковой ивой; кустарничковый ярус, представленный шикшей, брусникой и черникой (15 %) с куртинным распространением злаков, мохово-лишайниковый ярус состоит из печеночников (80 %)	 <p>Цвет, структура</p>	

Рельеф	Описание экосистем	Изображения экосистем на ортофотоплане	Условн. знак
Водо- сборные понижения	1 — густое березовое криволесье высотой около 2 м (расстояние между деревьями около 2 м) с кустарничками черники, брусники и шикши (30 %); травостой состоит из хвоща (20 %)	 <p data-bbox="959 869 1182 902">Цвет, структура</p>	
	2 — редкие березы высотой около 2,5 м (расстояние между деревьями около 10 м) с кустарниками ивы и карликовой березы (70 %); кустарничковый ярус состоит из шикши, багульника, черники, с осокой и хвощом по краям (20 %)	 <p data-bbox="959 1272 1182 1305">Цвет, структура</p>	
	3 — редкие березы высотой около 2,5 м (расстояние между деревьями около 10 м); кустарниковый ярус, состоящий из кустарниковой ивы, карликовой березы и иногда можжевельника с кустарничками шикши, багульника, черники (80 %), травостой, состоящий из морошки (20 %); мохово-лишайниковый ярус, состоящий из печеночника, образующего кочки	 <p data-bbox="959 1686 1182 1720">Цвет, структура</p>	

Рельеф	Описание экосистем	Изображения экосистем на ортофотоплане	Условн. знак
Структурно-денудационные гряды (высота относительно водосборных понижений менее 10 м)	1 — поросль березы высотой около 1,5 м с куртинами карликовой березы; кустарничковый ярус, состоящий из шикши, брусники и черники (около 5 %) с куртинами злаков; поверхность, сложенная песком и щебнем	 <p data-bbox="928 645 1136 678">Цвет, текстура</p>	
	2 — поросль березы высотой около 1,5 м с кустарниками ивы и иногда можжевельника; кустарничковый ярус, состоящий из черники, брусники и шикши (90 %)	 <p data-bbox="922 1115 1145 1149">Цвет, структура</p>	
Эрозионно-денудационные днища долин	1 — поверхность с кустарниками ивы (90 %), хвощом и осокой (менее 15 %)	 <p data-bbox="922 1547 1145 1581">Цвет, структура</p>	
	2 — кустарниковый ярус, состоящий из кустарниковых ив и иногда карликовой березы, с кустарничками шикши, голубики и багульника (25 %); травостой, состоящий из осоки и хвоща (80 %)	 <p data-bbox="928 1917 1136 1951">Цвет, текстура</p>	

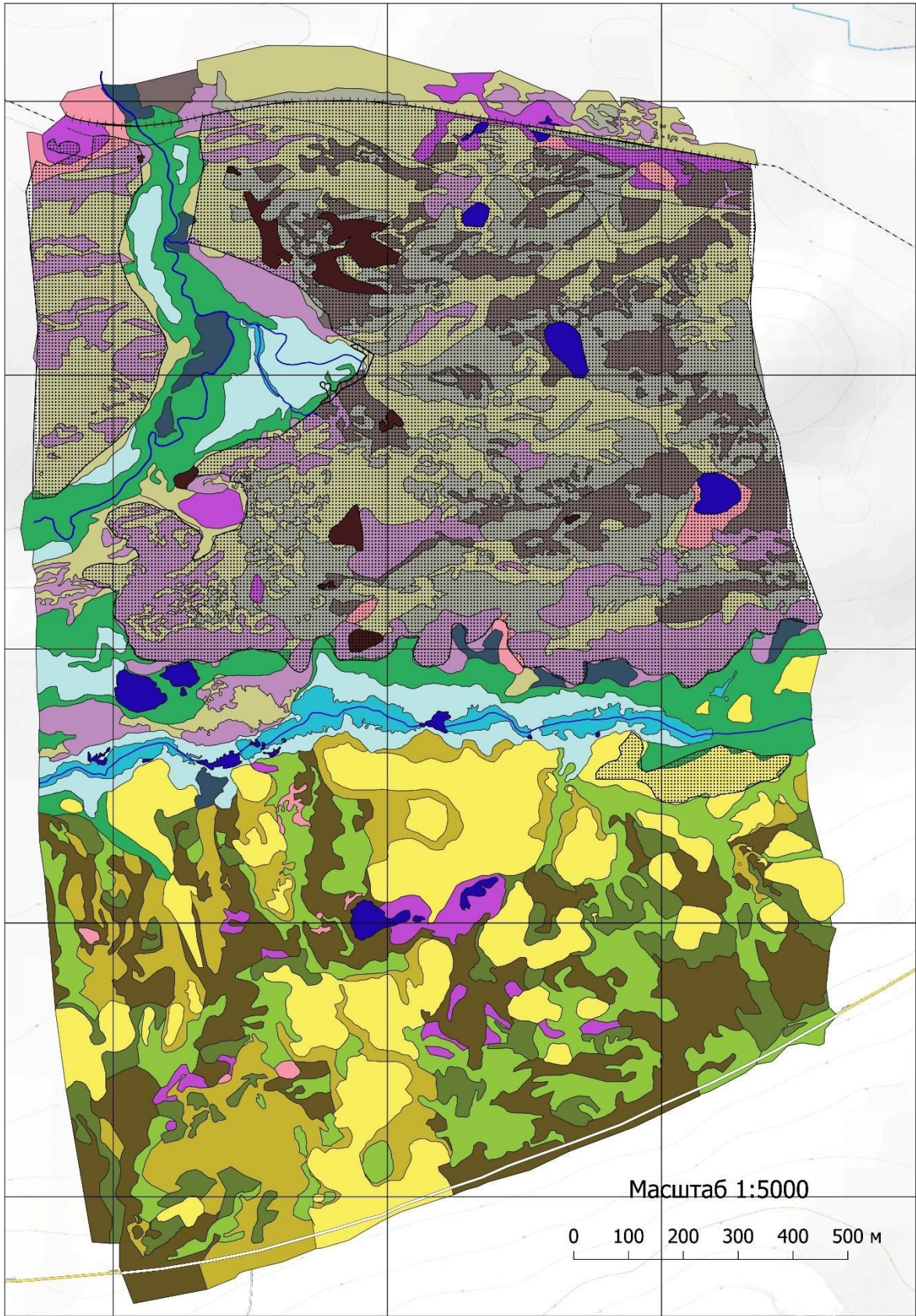
Рельеф	Описание экосистем	Изображения экосистем на ортофотоплане	Условн. знак
Эрозионно-денудационные днища долин	3 — поросль березы высотой около 1,5 м с кустарниковой ивой; кустарничковый ярус, состоящий из шикши, голубики и багульника, с осокой (60 %)	 <p data-bbox="959 656 1182 689">Цвет, структура</p>	
	4 — поросль многоствольных берез высотой 2–2,5 м с кустарничками брусники, шикши и черники (более 5 %); травостой, состоящий из хвоща (15 %)	 <p data-bbox="967 1043 1174 1077">Цвет, текстура</p>	
Переувлажненные понижения на структурно-денудационных грядах (ПП)	1 — поросль березы высотой около 1,5 м с кустарничками шикши, брусники (менее 20 %); мохово-лишайниковый ярус, состоящий из печеночника (более 80 %)	 <p data-bbox="967 1417 1174 1451">Цвет, текстура</p>	
	2 — поросль березы высотой около 1,5 м с осокой, по краям с хвощом (более 80 %); мохово-лишайниковый ярус, состоящий из зеленого мха с печеночником (10 %)	 <p data-bbox="967 1827 1174 1861">Цвет, текстура</p>	

Рельеф	Описание экосистем	Изображения экосистем на ортофотоплане	Условн. знак
Скопления камней		 <p data-bbox="938 757 1086 790">Структура</p>	
Сухие стволы и ветки		 <p data-bbox="927 1249 1101 1283">Цвет, форма</p>	

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результатом работы являются планы м-ба 1:5 000 на 3 листах, отражающие состояние наземных экосистем, подверженных многолетнему воздействию медно-никелевого производства. Ориентация картографических изображений — альбомная, формат листов — А2. Выделение контуров и оформление итоговых материалов выполнялось на базе открытого программного обеспечения QGIS. Фрагмент плана представлен на рис. 3.

Рассмотрим основные принципы выбора цветов для составления плана. Для водосборных понижений (как правило, заболоченных) были выбраны оттенки оливкового. Для крупных гряд использованы оттенки коричневого, кирпичного и палевого, т. к. в большинстве своем они представляют собой выходы коренных пород с песком или печеночником (пионерный вид, является субстратом для произрастания других видов, рис. 4). Для гряд меньшего размера подобраны яркие желтые цвета, для растительности, тяготеющей к водотокам и водоемам — оттенки голубого, олицетворяющие близость к воде и зависимость от нее. Для локальных понижений выбраны оттенки розового, как наиболее контрастного относительно выбранных ранее цветов (рис. 4).



*Рис. 3. Итоговый вариант плана (легенда приведена в табл. 1)*  
*Fig. 3. Final map (Legend is in Table 1)*



*Рис. 4. Печеночник в качестве пионерного вида занимает локальные понижения (фото Волох Е. Д.)*

*Fig. 4. Marchantiophyta, as a pioneer species, occupies local depressions (photo by Volokh E. D.)*

## **ВЫВОДЫ**

На основании проделанной работы можно сделать ряд выводов о пространственном распределении и состоянии наземных экосистем в границах исследуемой территории. Стоит отметить, что связь между геоморфологическими условиями и характером растительного покрова четко прослеживается.

Структурно-денудационные гряды с относительной высотой более 20 м, расположенные преимущественно в северной части территории, характеризуются преобладанием практически полностью лишенных растительности поверхностей (21 % площади) с песчано-щебнистым субстратом, низким проективным покрытием (5–15 %), представленным редкой порослью угнетенной березы. Эти участки являются наиболее пострадавшими от воздействия медно-никелевой промышленности.

В отличие от них, гряды меньшей высоты (<10 м), тяготеющие к южной части, отличаются более развитым растительным покровом (до 90 % проективного покрытия), развитием березовой поросли, наличием развитого кустарничкового яруса.

Для склонов гряд характерно наличие участков печеночника с проективным покрытием до 80 %, периодически сочетающихся с березовой порослью. Для низинных комплексов (около 25 % исследуемой территории) характерен высокий уровень заболоченности, преобладание осоки и хвоща (до 95 % проективного покрытия), развитие

кустарниковых форм различных видов ивы. Для эрозионно-денудационных днищ долин (13 % от общей площади) характерно наличие развитых березовых криволесий с отдельными ивовыми куртинами.

Основными факторами, определяющими пространственное распределение растительности, являются положение в рельефе и степень увлажнения: прослеживается смена сообществ в зависимости от высоты и экспозиции склонов (на южных склонах фиксируется меньшая плотность древесной растительности по сравнению с северными); наибольшие концентрация и разнообразие растительности тяготеют к водным объектам и локальным понижениям.

О влиянии промышленности на наземные экосистемы свидетельствует наличие большого числа мертвых стволов и пней, подтверждающих произрастание сосен в границах исследуемой территории, а также угнетенное состояние вегетирующей древесной растительности. В то же время об активации сукцессионных процессов свидетельствует рост площадей, занятых печеночником [Хлебосолова, Сосна, 2024].

Подводя итог, стоит отметить, что проведенное исследование демонстрирует сложную пространственную организацию растительного покрова на техногенно-нарушенных территориях, где природные факторы (рельеф, увлажнение) взаимодействуют с последствиями антропогенного воздействия. Полученные результаты могут быть полезны для разработки мер ремедиации нарушенных земель и мониторинга сукцессионных процессов.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Коллектив авторов выражает благодарность сотрудникам заповедника «Пасвик», а также нашим коллегам к. г. н., в. н. с. лаборатории аэрокосмических методов географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова Балдиной Е. А., д. п. н., доц., профессору кафедры экологии и природопользования РГГУ имени С. Орджоникидзе Хлебосоловой О. А. за предоставление необходимых материалов и оказание содействия в процессе работ.

Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы № 121051400061-9, аналитические работы по дешифрированию снимков проводились в рамках темы № FMWS-2024-0009.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express gratitude to the employees of the Pasvik national reserve and to our colleagues PhD in Geography, leading researcher of the Laboratory of Aerospace Methods, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, E. A. Baldina, and to Dr. Sc. in Pedagogy, Professor of the Department of Ecology and Nature Management, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, O. A. Khlebosolova, for providing the necessary materials and the necessary assistance during the whole working.

The study was carried out within the framework of the state budget topic No. 121051400061-9, analytical work on interpreting the images was carried out within the framework of the topic No. FMWS-2024-0009.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ананьева С. И., Белова Е. А. Кольская горно-металлургическая компания (промышленные площадки «Никель» и «Заполярный»): влияние на наземные экосистемы. Рязань: Голос губернии, 2012. 92 с.

Атлас Мурманской области. М., 1971. 44 с.

Копцик Г. Н., Смирнова И. Е., Копцик С. В., Захаренко А. И., Турбаевская В. В. Эффективность ремедиации почв техногенных пустошей вблизи комбината Североникель на Кольском полуострове. Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение, 2015. № 2. С. 42–48.

Королева Н. Е., Лошкарева А. Р. Анализ отображения ключевого участка на границе зональной тундры и лесотундры Кольского полуострова на геоботанических картах. Труды Карельского научного центра РАН, 2013. № 2. С. 3–21.

Коротков В. Н., Копцик Г. Н., Смирнова И. Е., Копцик С. В. Восстановление растительности на техногенных пустошах в окрестностях Мончегорска (Мурманская область, Россия). Russian Journal of Ecosystem Ecology, 2019. Т. 4. № 1. DOI: 10.21685/2500-0578-2019-1-4.

Хлебосолова О. А., Сосна Е. М. Перспективы создания охраняемой техногенно нарушенной территории «Никель-Заполярный». Астраханский вестник экологического образования, 2024. № 4(82). С. 28–36. DOI: 10.36698/2304-5957-2024-4-28-36.

Aario L. Der Tümmlerfund von Kolosjoki und die Entwicklungsgeschichte der Wälder Petsamos. Fennia, 1939. V. 66. No. 4. 12 p.

Buch K. Hydrografisk-kemiska studier uit Petsamo-Forden jämte angränsande delar av Barentshavet. Fennia, 1933. V. 57. No. 4. 29 p.

## REFERENCES

Aario L. The Bottlenose Dolphin Discovery of Kolosjoki and the History of the Development of the Forests of Petsamo. Fennia, 1939. V. 66. No. 4. 12 p. (in German).

Ananyeva S. I., Belova E. A. Kola Mining and Metallurgical Company (Industrial Sites “Nickel” and “Zapolyarny”): Impact on Terrestrial Ecosystems. Ryazan: Golos Gubernii (Voice of the Province), 2012. 92 p. (in Russian).

Atlas of the Murmansk Region. Moscow, 1971. 44 p. (in Russian).

Buch K. Hydrographic-Chemical Studies from the Petsamo Ford and Adjacent Parts of the Barents Sea. Fennia, 1933. V. 57. No. 4. 29 p. (in Swedish).

Khlebosolova O. A., Sosna E. M. Prospects for the Creation of a Protected Technologically Disturbed Area “Nickel-Zapolyarny”. Astrakhan Bulletin of Ecological Education, 2024. No. 4(82). P. 28–36 (in Russian). DOI: 10.36698/2304-5957-2024-4-28-36.

Koptsik G. N., Smirnova I. E., Koptsik S. V., Zakharenko A. I., Turbaevskaya V. V. Efficiency of Remediation of Soils of Technogenic Wastelands Near the Severonickel Plant on the Kola Peninsula. Bulletin of Moscow University. Series 17. Soil Science, 2015. No. 2. P. 42–48 (in Russian).

Koroleva N. E., Loshkareva A. R. Analysis of the Key Site at the Border of the Zonal Tundra and Forest Tundra of the Kola Peninsula on Geobotanical Maps. Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, 2013. No. 2. P. 3–21 (in Russian).

Korotkov V. N., Koptsik G. N., Smirnova I. E., Koptsik S. V. Restoration of Vegetation on Technogenic Wastelands in the Vicinity of Monchegorsk (Murmansk Region, Russia). Russian Journal of Ecosystem Ecology, 2019. V. 4. No. 1 (in Russian). DOI: 10.21685/2500-0578-2019-1-4.