

## Топо-экологическая дифференциация растительности в Норильском промышленном районе

А. В. ПИМЕНОВ, Д. Ю. ЕФИМОВ, В. А. ПЕРВУНИН

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН  
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28  
E-mail: pimenov@ksc.krasn.ru

### АННОТАЦИЯ

Проведен анализ топо-экологической дифференциации растительности Норильского промышленного района, отражающей ответную реакцию фитоценозов на техногенное воздействие. Выявлены основные направления фитоценологических сукцессий, сопровождающихся замещением лесных ассоциаций на тундровые и лугово-болотные комплексы. Установлено, что на суходольных участках, в зависимости от их орографической приуроченности и удаленности от источника техногенных эмиссий, доминируют моно- и олигодоминантные травянистые и кустарниковые фитоценозы, сменившие мохово-лишайниковые и кустарничковые ассоциации. Наиболее высоким биоразнообразием и продуктивностью характеризуются мезо- и гигроморфные экосистемы на низких террасах, рассматриваемые в качестве региональных ценотических рефугиумов.

**Ключевые слова:** техногенные экосистемы, фитоценологические сукцессии, биоразнообразие, Норильский промышленный район.

Состояние растительных сообществ, произрастающих на территории промышленного загрязнения, во многом зависит от природных условий, в которых они формируются и функционируют [Simonich, 1995; Haugland et al., 2002]. Данное положение полностью применимо для территории Норильского промышленного района, характеризующегося высоким разнообразием геоморфологических, геологических, почвенных и климатических условий, обусловивших формирование специфического растительного покрова, представленного тундровыми, лесотундровыми и болотными типами растительности. Леса выступают здесь в качестве климаторегулирующего, почвозащитного и водоохранного фактора, обеспечивающего сохранение относительно равновесия природных процессов в зоне сплошного распространения многолетней мерзлоты [Мелехов, Чибисов, 1995]. При этом именно лесные экосистемы принимают на себя

основной удар техногенных эмиссий и деградируют в первую очередь. В результате на их месте формируется широкий спектр техногенных фитоценозов с разнообразной структурой и сукцессионной динамикой.

Цель настоящего исследования – анализ топо-экологической дифференциации растительности Норильского промышленного района, отражающей ответную реакцию фитоценозов на техногенное воздействие.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Норильская котловина как достаточно однородная по физическим параметрам геоморфоструктура представляет собой почти идеальную природную трансекту меридионального простирания, ориентированную по направлению господствующих ветров, рассеивающих по территории промышленные эмиссии. На всем своем протяжении (более 200 км)

**Характеристика топо-экологических профилей и ключевых участков**

Ключевой участок	Расстояние (км) от г. Норильска, направление	Профиль				
		протяженность, м	направление	геоморфологические элементы	характерные экосистемы	доминирующие сообщества
I трансект						
“Омнутах”	30, ЮВ	2134	З	Речная терраса, прирусловой бугор	Озерно-болотные комплексы	Березово-лиственничные редколесья, болотно-тундровые редколесья
“Чопко”	56, ЮВ	2241	ЮВ	Долина ручья, прирусловой бугор	Озерно-болотная котловина, плоскобугристый торфяник	Березово-лиственничные редколесья, кустарниково-травяные и кустарничково-моховые
“Омне”	86, ЮВ	4212	З	Пойма реки, прирусловая терраса, заболоченная долина	Озерные комплексы, плоскобугристый торфяник	Кустарниковые, кустарниково-травяные
“Деличи”	106, ЮВ	1361	СВ		Грядово-озерные комплексы	Елово-лиственнично-березовые леса
II трансект						
“Светлая”	50, ЗЮЗ	600	СЗ	Нижняя надпойменная терраса, береговой склон, верхняя надпойменная терраса	Лесные, болотные, лесо-болотные комплексы	Лиственничные насаждения, елово-лиственничные редколесья, заболоченные ивняки
“Моронго”	50, ЮЮЗ	–	–	Холмы, расчлененные и ступенчатые возвышенности	–	Лиственничные редины и редколесья, осоково-моховые тундры
“Амбарная”	23, З	–	–	Полого-холмистые и волнистые равнины	–	Моховые и лишайниковые ерниковые тундры с островами лиственничных редколесий

поверхность котловины не осложнена орографическими барьерами, которые могли бы препятствовать переносу техногенных выбросов или в какой-то мере трансформировать этот процесс. Поэтому методическую основу настоящего исследования составил градиентный принцип закладки ключевых участков, характеризующих состояние растительности на разном удалении от промышленного центра. Изучение состояния экосистем, подверженных влиянию выбросов предприятий Норильского промышленного района, проводилось на двух условных трансектах (см. таблицу). Пер-

вый трансект соответствует направлению преобладающей розы ветров (юго-восточное направление) и проходит вдоль р. Рыбная. По данной территории исследования проводились в 2004 г. на топо-экологических профилях четырех ключевых участков. Второй трансект, работы по которому проходили в 2011 г., имеет общую юго-западную направленность, включает три ключевых участка.

Фитоценологическая характеристика объектов исследования проводилась с использованием общепринятых геоботанических критериев [Полевая геоботаника, 1964; Александ-

рова, 1969]. Названия видов сосудистых растений приводится в соответствии со сводным списком С. К. Черепанова [1995], названия видов мхов дано по М. С. Игнатову, О. М. Афоной [1992], лишайников – по “Определителю лишайников России” [1996].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**I. Юго-восточный трансект.** Установлено, что в направлении основного переноса техногенных эмиссий вдоль р. Рыбная на протяжении примерно 40 км от Норильска структура растительных сообществ коренным образом отличается от зонально обусловленного типа. На примере ключевого участка “Омнутах” определено, что исходный растительный покров был представлен двумя основными ландшафтными комплексами: березово-лиственничные мохово-лишайниковые редколесья на умеренно дренированных приречных участках и болотно-тундрово-редколесные мохово-лишайниковые комплексы на уплотненных слабо дренированных поверхностях водоразделов.

К настоящему времени растительность коренным образом трансформирована. Древостои полностью усохли. О былом древесном ярусе можно судить по единично сохранившимся пням, которые достигают в диаметре 28–30 см. Современные растительные сообщества сформированы кустарниками, имеющими в основном карликовую форму и произрастающими в одном ярусе с травами. Территориально господствуют багульниково-злаковые группировки в сочетании с ивняково-злаковыми. Кустарники достигают в высоту всего 0,3–0,4 м, их фоновое покрытие колеблется по элементам рельефа от 5 до 50 %. Характерные представители яруса – виды рода *Salix* (*S. lanata* L., *S. bebbiana* Sarg., *S. hastata* L., *S. glauca* L., *S. rhamnifolia* Pall.), в примеси – *Betula nana* L. и *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar. Помимо угнетенного, карликового роста повсеместно наблюдается повреждение листьев и усыхание ветвей, на некоторых участках – полное отмирание кустарников. Прогалины среди кустарников покрыты травами с доминированием мелких дерновинных злаков (главным образом *Festuca brachyphylla* Schult. & Schult. f.), обилен *Equisetum pratense* Ehrh. Моховой ярус

сильно редуцирован, пятнистый, мощностью менее 2 см. Доминанты яруса – пионерные виды-первопоселенцы, заселяющие обнаженные минеральные грунты (*Rhacomitrium canescens* (Hedw.) Brid.), и деградированные органические субстраты (*Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb.) с незначительной примесью влаголюбивых болотных видов из родов *Drepanocladus*, *Paludella*, *Calliergon*.

Наибольшее распространение имеют три типа техногенных группировок, сменивших суходольную лесную растительность. По ярусной структуре и флористически они сходны между собой, различаются развитием мохового покрова и показателями жизненного состояния яруса кустарников.

Кустарниково-травяные группировки низких речных террас занимают нижнюю часть поперечного профиля долины р. Рыбная. В настоящее время эти участки густо поросли карликовыми кустарниками (покрытие 40–50 %), высота которых составляет всего 0,3–0,4 м. Кустарничково-травяной ярус по высоте почти равен кустарниковому, его покрытие около 60–70 %. Доминанты яруса – *Equisetum pratense* и *Festuca brachyphylla*, последняя образует плотные мелкие дернины, способствуя закреплению обнаженных почвогрунтов. Немногочисленны кустарнички – *Empetrum nigrum* L., *Ledum palustre* L., *Salix reticulata* L., изредка встречаются *Vaccinium uliginosum* L. и *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr. Довольно разнообразно, хотя и не обильно, представлена группа влаголюбивого разнотравья – *Veratrum misae* (Sirj.) O. Loes., *Eriophorum vaginatum* L., *Ligularia sibirica* (L.) Cass., *Delphinium elatum* L., *Trollius asiaticus* L., *Cardamine macrophylla* Willd., *Valeriana capitata* Pall. ex Link. Моховой покров маломощный, пятнистый, покрывает до 50 % поверхности почвы. Преобладает формирующий плотные дерновинки пионерный вид – *Rhacomitrium canescens*, обычно заселяющий оголенные минеральные почвогрунты. В примеси к нему отмечены влаголюбивые виды зеленых мхов родов *Calliergon* и *Drepanocladus*. Деструктивная оголенность поверхности почвы составляет не более 20 %.

Кустарничково-травяные группировки высоких речных террас занимают достаточно дренированные местообитания. По сравнению с предшествующими, сообщества этого типа

характеризуются ярко выраженными признаками техногенного повреждения. Суммарная сомкнутость сильно поврежденного кустарникового яруса не более 5 %. *Betula nana* и *Duschekia fruticosa* усохли полностью, у видов *Salix* частично поражены листья. В кустарничково-травяном ярусе высотой 20–25 см и покрытием до 60 % доминирует *Festuca brachyphylla*. Среди других видов – немногочисленная группа кустарничков, в примеси лесное мелкотравье (*Linnaea borealis* L., *Rubus arcticus* L., *Pyrola minor* L.) и мелкое болотное разнотравье. Моховой покров как ярус не развит и представлен мелкими разрозненными дерновинками пионерных видов родов *Bryum* и *Racomitrium*. Деструктивная обнаженность грунтов составляет 40–50 %.

Кустарниковые редкотравные группировки плакоров и склонов междуречий занимают сырые уплотненные и пологонаклонные поверхности с минеральными грунтами. Кустарниковый ярус сложен видами *Salix*. Господствующая высота яруса составляет 0,7 м, покрытие – 20–30 %. Травяно-кустарничковый ярус имеет сходный с предшествующими типами сообществ состав, но отличается очень низким (около 30 %) покрытием. Преобладает *Festuca brachyphylla*, ей сопутствуют кустарнички и разнотравье. Моховой ярус маломощный, пятнистый, с проективным покрытием примерно 20 %. Абсолютный доминант яруса – пионерный вид *Racomitrium canescens*. В его плотные дерновинки вкраплены болотные мхи родов *Calliergon*, *Drepanocladus*, *Paludella*. Суммарное покрытие напочвенного покрова (т. е. кустарничков, трав и мхов) не превышает 50 %, в силу чего поверхность почвы почти наполовину обнажена и подвержена водно-ветровой эрозии.

Ключевой участок “Чопко”, расположенный на правом берегу р. Рыбная в 45 км от Норильска, также относится к территории с техногенно трансформированным растительным покровом. Исходная растительность представлялась двумя ландшафтными комплексами – лесными и редколесно-тундрово-болотными. Лесные комплексы в составе березово-лиственничных редколесий занимали относительно дренированные приречные участки. На переувлажненных междуречьях господствовали тундрово-болотные мохово-лишайниковые комплексы в сочетании с мо-

хово-лишайниковыми лесными редидами. К настоящему времени исходная структура растительного покрова претерпела коренную трансформацию. Произошло усыхание древостоев и территория полностью обезлесилась. В напочвенном покрове абсолютно доминируют ивняковые кустарничково-злаковые группировки, различающиеся между собой в зависимости от местных условий увлажнения численным соотношением одинаковых по составу групп сухолюбивых и влаголюбивых видов растений. Доминантный кустарниковый ярус достигает в высоту 0,6–0,8 м при суммарном покрытии 40–50 %. Характерные представители яруса – обычные виды ив (*Salix glauca*, *S. lanata*, *S. hastata*, *S. myrtilloides* L., *S. pulchra* Cham., *S. rhamnifolia*, *S. bebbiana*, *S. reticulata*) с примесью *Betula nana* в нижнем подъярусе. Массовых морфологических повреждений яруса не обнаружено. Напочвенный покров имеет довольно высокое суммарное покрытие – 80–90 %, так что деструктивная обнаженность почвы относительно невелика – 10–15 %. Моховой покров развит как самостоятельный ярус, однако маломощный и пятнистый, с покрытием не более 40 % из влаголюбивых зеленых мхов. Лихенофлора полностью отсутствует. На склонах прируслового бугра представлены два вида группировок: багульниково-хвощево-злаковая с ивой и кустарничково-злаковая с ивой, на его выположенной вершине доминирует травяно-хвощевая с ивой. В долине ручья распространены ивняки хвощевые и ивняки кустарничково-моховые, встречаются одиночные ели стланиковой формы высотой до 1 м. В озерно-болотной котловине произрастают ивняки кустарничково-злаковые с многочисленными озерцами площадью до 100 м<sup>2</sup> с сабельниково-моховой окраской. На отдельных участках (около 10 % площади) плоскобугристого торфяника (вершины бугров от уреза воды в трещинах на высоте 0,5–1,0 м) сохраняется растительность (*Rubus chamaemorus* L., *Ledum palustre*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex globularis* L., *C. acuta* L., *C. cinerea* Pollich), встречаются накипные лишайники. Широко распространено химическое обугливание травянистой растительности.

Равнинные территории на расстоянии 40–70 км от Норильска можно отнести к категории подверженных интенсивному техноген-

ному прессу, инициировавшему дигрессивные сукцессии в растительном покрове. Так, пространственно-типологическая структура растительности ключевого участка “Омне” изменилась в сторону тотальной гибели древесной растительности на суходолах. Сильно трансформировались и нижние ярусы сообществ. Однако на этом удалении от Норильска уже фиксируются, хотя и в очень ограниченном количестве, представители наземной и эпифитной лишенофлоры. В целом мохово-лишайниковый ярус сохранился слабо и имеет сильные морфологические повреждения. На прежде залесенных суходолах кустарниковый и травяно-кустарниковый ярусы отчасти сохранили состав, свойственный лесным местообитаниям. Однако кустарники обрели неестественно широкий экологический ареал, а в травяно-кустарниковом ярусе отмечено высокое обилие травянистых жизненных форм. В настоящее время на суходолах господствуют ивняковые группировки с кустарничково-травяным напочвенным покровом. Существенно трансформировалась растительность и слабо дренированных заболоченных междуречий. Здесь в широких масштабах выражена деструктивная обнаженность поверхности почвы. В наибольшей степени это проявляется в условиях болотного криогенеза. На ключевом участке “Омне” выделены три основных комплекса растительных группировок.

Группировки речных долин и примыкающих склонов междуречий. Древостои, слагавшиеся *Picea obovata* Ledeb. и *Larix sibirica* Ledeb., полностью погибли. Современный доминантный ярус образуют кустарниковые ивы в своем обычном составе (*Salix bebbiana*, *S. lanata*, *S. hastata*, *S. glauca*), произрастающие куртинами с фоновым покрытием 30–40 %. В примеси *Duschekia fruticosa* и *Juniperus sibirica* Burgsd. Средняя высота яруса достигает одного метра. Ввиду мелкоочагового криогенеза поверхность почвы имеет дифференцированный нанорельеф, который формирует мелко мозаичную структуру напочвенного покрова. Положительные наноформы покрыты кустарничками, в нанопонижениях преобладают травы. В целом травяно-кустарниковый ярус довольно густой, средняя высота 20 см. Содоминируют стелющиеся кустарнички (*Empetrum nigrum*, *Salix reticulata* и *Equisetum pratense*), которые дают до 70 %

проективного покрытия. В примеси другие представители группы кустарничков – *Ledum palustre* и *Vaccinium myrtillus* L. Повышенное обилие *Salix reticulata* можно связать с фактором дигрессивного обнажения поверхности почвы. В группе трав, помимо хвоща, достаточно обилён *Calamagrostis lapponica* (Wahlb.) Hartm., формирующий рыхлую дернину. Немногочисленно представлена группа разнотравья (*Geranium albiflorum* Ledeb., *Saussurea tilesii* (Ledeb.) Ledeb., *Galium boreale* L.) и травянистые гигрофиты – *Ligularia sibirica*, *Myosotis palustris* (L.) L., *Parnassia palustris* L., *Rubus chamaemorus*, *Eriophorum vaginatum*. Моховой ярус развит слабо, мелкопятнистый с фоновым покрытием не более 10 %. Содоминируют влаголюбивые мхи (*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr.) и *Sphagnum warnstorffii* Russ.

Кустарничково-травяные группировки дренированных склонов увалов. В сообществах этого типа древесный ярус также полностью погиб и представлен сухостоями лиственницы, ели и березы. Современный доминантный ярус кустарников развит значительно слабее, чем в предшествующем случае – покрытие не более 15 % при средней высоте 0,7 м. Однако видовой состав кустарников довольно разнообразен, включая помимо ив (*Salix glauca*, *S. lanata*, *S. pulchra*) *Juniperus sibirica*, *Rosa acicularis* Lindl. и *Sorbus sibirica* Hedl. Травяно-кустарниковый ярус имеет 100 % покрытие. Содоминируют дерновинные злаки и суходольные осоки. По этой причине высока задерненность почвы – до 70–80 %. Немногочисленны представители разнотравья и лесное мелкотравье (*Pyrola incarnata* (DC.) Freyn, *Linnaea borealis*, *Viola biflora* L., *Rubus arcticus*). Группа кустарничков также не обильна, но разнообразна по составу – *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, *Vaccinium vitis-idaea* L., *Empetrum nigrum*, *Salix reticulata*. Моховой покров ввиду высокой задерненности почвы как самостоятельный ярус не развит и представлен видами, характерными для тундровых местообитаний. Незадерненные участки покрыты мелкими тощими дерновинками зеленых мхов в составе *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske, на валеже поселяется *Pohlia nutans*.

Открытые травяно-кустарниковые группировки мерзлотно-бугристых плосковогну-



тых междуречий. Горизонтальная структура сообществ мозаична и характеризуется разной степенью нарушенности. Дигрессивные процессы ярко выражены на мерзлых бугристых нано- и микроформах, где мохово-лишайниковый покров полностью мумифицирован. Однако сохранился кустарничковый ярус, в котором доминирует *Ledum palustre*. Кустарнички в определенной степени сдерживают процесс дефляции обнажившейся поверхности торфяных и торфяно-минеральных почв. В талых обводненных мочажинах, напротив, растительность сохранилась значительно лучше. Мочажины полностью заросли *Eriophorum vaginatum*, *Carex globularis*, местами болотным разнотравьем с доминированием *Comarum palustre* L.

На расстоянии 80–100 км от г. Норильска в нарушенном растительном покрове уже прослеживаются зонально обусловленные черты (ключевой участок “Деличи”). Деструктивные трансформации в меньшей степени затрагивают качественную структуру сообществ и больше проявляются в отклонении от зонально-эдафической “нормы” количественных параметров фитоценозов. В этом отношении очень показателен древесный ярус. Деревья сохраняют здесь эдификаторные позиции, однако в древостоях увеличена доля сухостоя в среднем до 50 %. При этом в наибольшей степени усыханию подвержена лиственница. Наблюдается интенсивное возобновление ели и березы. В то же время подчиненные ярусы сообществ – подлесок и напочвенный покров – не имеют ярко выраженных признаков деструкции, и по большинству своих параметров адекватны естественному экологическому фону. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют зонально-ценотические группы кустарничков и разнотравья. Моховой ярус сложен обычными лесными видами при участии лишайников. Повсеместно представлена эпифитная лишайнофлора. Для данного участка характерна высокая обводненность территории с большим количеством озер и водотоков в межрядовых котловинах. На склоновых участках произрастают елово-лиственнично-березовые древостои, характеризующиеся высоким уровнем мозаичности напочвенного покрова. Представлены следующие группировки: хвощево-багульниково-моховая, багульниково-

шикшицево-лишайниково-моховая, ивняково-ерниково-мохово-хвощевая, линнеево-хвощево-кустарничково-моховая, а также их вариации. На плакорных участках доминируют лиственничники с примесью ели и березы. Основное участие в формировании напочвенного покрова принимают следующие группировки: хвощево-чернично-лишайниково-моховая, багульниково-хвощево-мохово-лишайниковая, мохово-хвощево-багульниково-шикшицевая, а также ряд других вариаций, свойственных северо-таежным фитоценозам. Озерно-болотные комплексы в межрядовых пространствах включают следующие компоненты: озера с вахтово-сабельниково-осоковой и осоково-гипновой крайками, травяно-осоковые болота, а также ивняки злаково-хвощево-осоково-сфагновые вдоль водотоков.

**II. Юго-западный трансект.** Установлено, что в направлении эпизодического западного переноса техногенных эмиссий на протяжении примерно 30 км от Норильска состояние растительных сообществ оценивается как умеренно нарушенное, поскольку сохраняет черты зональной нормы. Так, на ключевом участке “Амбарная” доминирует довольно сомкнутый (сомкнутостью 0,5) кустарничковый ярус преимущественно из *Duschekia fruticosa* и *Betula nana*, средней высотой 1,0–1,2 м, со вторым классом жизненности, на отдельных особях березки – ожоги. Травяно-кустарничковый ярус однородный, проективное покрытие 50 %, ярусность не выражена, доминируют *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum*, *Hedysarum arcticum* В. Fedtsch., *Carex arctisibirica* (Jurtzev) Czerep. Средняя высота 45 см, жизненность – 2–4. Практически вся голубика повреждена. Мохово-лишайниковый ярус из *Cladonia gracilis* (L.) Willd., *Cetraria islandica* (L.) Ach., *Aulacomnium palustre*, *Dicranum* sp. с проективным покрытием 20 %, равномерно распределенным по пробной площади. Видовое богатство на пробной площади составляет 35 видов. Из них около половины приходится на виды травяно-кустарничкового яруса – 18, в том числе злаки (*Calamagrostis lapponica* и *C. langsдорфii* (Link) Trin.), с суммарным проективным покрытием около 50 %. Такое высокое обилие не доминирующих в зональных сообществах видов, как и низкое разнообразие видов мохово-лишайникового яруса, является следствием нарушений в

изучаемой экосистеме. Число видов мохово-лишайникового яруса, отмеченных на ключевом участке, – 10, т. е. 28,5 % от общего числа видов. Число видов кустарников, их проективное покрытие и удовлетворительная жизненность близка к показателям нормы. Все выше перечисленное позволяет отнести растительный покров пробной площади к категории умеренно нарушенных растительных сообществ. Данный ключевой участок является наглядным примером мозаичной нарушенности растительного покрова, что определяется условиями местопроизрастания и положением склона относительно эмиссионных потоков. Наиболее нарушенными являются сообщества возвышенных участков равнины и ветроударных склонов. Наименее нарушены сообщества в понижениях рельефа и ветрозащищенных выровненных участков и склоновых поверхностях.

Анализ параметров видового разнообразия на ключевом участке “Моронго” показал, что видовая насыщенность варьирует от 43 до 61 вида на пробную площадь при общем числе видов на ключевом участке 125. Для ценотической структуры растительного покрова характерны черты зональных листовенничных редколесий, сохраняется состав основных доминантов сосудистых растений, но происходит изменение пропорций в структуре покрова. Теряют значимость виды мохово-лишайникового яруса, на отдельных пробных площадях происходит снижение ценотической роли мхов и лишайников, на ряде особей отмечены следы повреждений. На этом фоне происходит некоторое увеличение обилия и числа видов травянистых растений. Число видов кустарников, их проективное покрытие и удовлетворительная жизненность близка к показателям нормы. Отмеченные небольшие (5–15 %) площади мертвопокровных пятен в тундровых сообществах связаны, скорее всего, не с техногенным повреждением покрова, а с естественными криогенными процессами. В целом основной фон на ключевом участке “Моронго” представлен растительными сообществами умеренной степени нарушенности, в благоприятных условиях произрастания встречаются островки лесной растительности, внешний облик которых полностью соответствует зональной норме, и только наличие повреждений чув-

ствительных видов растений говорит о наличии техногенного воздействия. Детально охарактеризованы четыре типа условий произрастания.

На высоких выположенных террасах с мелкобугорчатым микрорельефом, предположительно мерзлотного генезиса, формируется сомкнутый кустарниковый ярус преимущественно из *Duschekia fruticosa* и *Betula nana*. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum*, *Hedysarum arcticum*, *Equisetum arvense* L., *Poa arctica* R. Br., *Dryas octopetala* L. В напочвенном покрове равномерно распределены *Cladonia gracilis*, *Cetraria islandica*, *Aulacomnium palustre*, *Dicranum majus* Sm.

На склонах южной экспозиции формируется растительный покров, характерный для лесотундровых листовенничных редин ерничково-шикшицево-лишайниковых. Преобладают виды мохово-лишайникового яруса: на микроповышениях отмечены пятна типичных тундровых лишайников – *Cetraria islandica*, *Cladonia rangiferina* (L.) Web. ex Wigg., в понижениях чаще отмечаются мхи – *Aulacomnium palustre*, *Dicranum* sp. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Dryas octopetala*, *Arctagrostis latifolia* (R. Br.) Griseb., *Empetrum nigrum*, *Hedysarum arcticum*, *Carex arctisibirica*. Фон составляют дриадовые синузии в сочетании с ивовыми пятнами. На высоких “буграх” формируются “злаковники”. Разреженный кустарниковый ярус состоит преимущественно из мелких ив (*Salix phylicifolia* L., *S. glauca*, *S. reticulata*) и *Betula nana*. В напочвенном покрове сохраняются виды, характерные для фоновых участков (в том числе *Cetraria islandica*, *Cladonia rangiferina*, *Dryas octopetala*, *Carex arctisibirica*).

На первой надпойменной террасе распространены листовенничные редколесья. Кустарниковый ярус очень плотный, преимущественно из *Salix viminalis* L., *Salix lanata* и *Betula nana*. Травяно-кустарничковый покров разреженный, и состоит из *Alopecurus pratensis* L. и *Calamagrostis langsdorffii*. Доминируют злаково-разнотравная, разнотравно-луговая и ерничково-лишайниковая микроассоциации. Мохово-лишайниковый ярус не развит и представляет собой отдельные куртины мхов, приуроченные к отдельным местообитаниям: в сырых понижениях встречаются

*Aulacomnium palustre*, *Polytrichum commune* Hedw., в верхней части пробы на буграх встречаются *Cladonia gracilis*, *Cetraria islandica*, *Cladonia rangiferina*.

Нижние части склонов юго-западной экспозиции также занимают лишайничные редколесья. Ярко выраженный мохово-лишайниковый ярус покрывает до 90 % площади. Максимальную ценотическую роль играют тундровые “ягельные” лишайники: *Cetraria islandica*, *Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar et Vezda, *Cladonia rangiferina*. В понижениях лишайники сменяются *Aulacomnium palustre*. В более плотных лишайничных куртинах отмечены бореальные мхи: *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. и *Hylocomium splendens* (Hedw.) B. S. G. В довольно редком травяно-кустарничковом ярусе чаще других встречаются *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum* и *Carex arctisibirica*. Кустарниковый ярус представлен отдельными группами, равномерно распределенными по площади. Преобладают *Betula nana* и *Duschekia fruticosa*, последняя не достигает своих обычных размеров, тяготеет к плагиотропной форме.

На ключевом участке “Светлая” видимых техногенных повреждений не отмечено, в целом по лесоводственным показателям его можно отнести к условно фоновым. Общее число видов, отмеченных на участке, 83, видовая насыщенность варьирует от 39 до 48 видов на пробную площадь. Детально охарактеризованы три типа условий произрастания.

На первой надпойменной террасе представлены чистые лишайничные древостой разнотравно-зеленомошной группы типов леса. Травяно-кустарничковый покров равномерный, с общим проективным покрытием 60–80 %, представлен боровым разнотравьем, среди которого преобладают *Carex macroura* Meinh., *Viola uniflora* L., *Poa pratensis* L., *Galium borealis*, *Equisetum arvense* и др. Наряду с мезофитным разнотравьем нередко встречаются гигрофильные растения – *Polygonum viviparum* L., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Parnassia palustris* и др. Неравномерно распределены на участке отдельные некрупные синузиды *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea* и *Empetrum nigrum*. Значительную роль в структуре сообщества играет сплошной покров (общее проективное покрытие до 90 %) зеленых мхов – *Hylocomium splendens*

и *Rhytidium rugosum* (Hedw) Kindb. Кустарники и кустарнички представлены одиночными экземплярами или небольшими куртинами, неравномерно распределенными на участке (общее проективное покрытие до 20 %).

На склоновых поверхностях между второй надпойменной террасой (заболоченный ивняк) и коренным берегом распространены лишайничные редколесья сложной горизонтальной и вертикальной (нижних ярусов) структуры. Древесный полог образуют *Picea obovata* и *Larix sibirica*. Мощно представлены кустарниковый (общее проективное покрытие 70 %) и мохово-лишайниковый (70 %) ярусы. Первый образован главным образом *Betula nana* с примесью куртин *Salix*, наибольшая роль из которых принадлежит *Salix glauca*. С этим же ярусом связано произрастание отдельных куртин *Duschekia fruticosa*. Травяной покров представлен *Carex globularis*, *C. vaginata* Tausch, *Pyrola incarnata*, *Rumex acetosa* L., *Polygonum vivipara*, *Pedicularis lapponica* L., *Luzula parviflora* (Ehrh.) Desv. и др. Проективное покрытие видов травяно-кустарничкового яруса незначительно – до 15 %. Мохово-лишайниковый ярус обильно представлен зелеными мхами и лишайниками. Общее проективное покрытие яруса достигает 60–70 %. Основным ценообразователями выступают *Aulacomnium palustre* среди мхов и виды рода *Cladonia* среди лишайников.

На верхних водораздельных террасах распространены елово-лишайничные редколесья ерничково-лишайниково-зеленомошной группы типов леса. В структуре фитоценоза хорошо выражен кустарниковый ярус с преобладанием формирующей сплошные заросли *Betula nana*, изредка перемежающиеся с куртинами ив – *Salix glauca* и *S. lanata*, моховыми кочками и термокарстовыми обнажениями грунта. Травяно-кустарничковый ярус хорошо выражен, его покрытие достигает 30–40 %. Доминируют *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum*, *Salix verticulata*, *Carex globularis*, *C. vaginata* и *Equisetum arvense*. Мохово-лишайниковый ярус отличается увеличением участия лишайников. В целом растения равномерно распределены по поверхности (проективное покрытие 60–70 %). Доминантами мохового покрова являются *Hylocomium splendens* и *Aulacomnium palustris*. Единично или небольшими синузидами представ-



лены *Dicranum* sp. и *Pleurozium schreberi*. Высоко участие гигрофильных мхов *Sphagnum warnstorffii* и *Paludella squarosa*. На кочках среди лишайников преобладают *Cladonia gracilis* и *C. rangiferina*.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растительный покров в Норильском промышленном районе в настоящее время слабают, преимущественно, техногенные фитоценозы, дифференцированные по видовому составу и структуре в зависимости от степени промышленного воздействия и в соответствии с топо-экологическими особенностями территории. Основным фактором, определяющим фитоценологические сукцессии, является элиминация эдификатора – гибель древостоев, произошедшая за короткий период несколько десятилетий назад. С тех пор наблюдается постепенная трансформация нижних ярусов растительности, сопровождающаяся замещением лесных ассоциаций на тундровые и лугово-болотные комплексы. Стабилизирующую роль во вновь формирующихся фитоценозах прежде всего гидроморфного ряда развития играет обеспечивающий сохранение мерзлотного водоупора моховой покров. На суходольных участках, в зависимости от их орографической приуроченности и удален-

ности от источника техногенных эмиссий, доминируют моно- и олигодоминантные травянистые и кустарниковые фитоценозы, сменявшие мохово-лишайниковые и кустарниковые ассоциации. Наиболее высоким биоразнообразием и продуктивностью характеризуются прибрежные экосистемы на низких террасах, где нередко сохраняются элементы типичной таежной растительности, которые могут рассматриваться в качестве региональных ценологических рефугиумов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Александрова В. Д. Классификация растительности. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1969. 275 с.
- Игнатов М. С., Афонина О. М. Список мхов территории бывшего СССР // *Arctoa*. 1992. Т. 1. С. 1–85.
- Мелехов И. С., Чибисов Г. А. Притундровые леса // Проблемы притундрового лесоводства. Архангельск, 1995. С. 8–12.
- Определитель лишайников России. СПб., 1996. 203 с.
- Полевая геоботаника / под ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. М.; Л.: Наука, 1964. Т. 3. 530 с.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Наука, 1995. 991 с.
- Haugland T., Steinnes E., Frontasyeva M. V. Trace metals in soil and plants subjected to strong chemical pollution // *Water, Air and Soil Pollution*. 2002. Vol. 137, N 1–4. P. 343–353.
- Simonich S. L. Organic pollutant accumulation in vegetation // *Environ. Sci. and Technol.* 1995. Vol. 29, N 12. P. 2905–2914.

## Topoecological Differentiation of Vegetation in the Norilsk Industrial Region

A. V. PIMENOV, D. Yu. EFIMOV, V. A. PERVUNIN

V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS  
660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50/28  
E-mail: pimenov@ksc.krasn.ru

The analysis of topoecological differentiation of vegetation in the Norilsk industrial region, reflecting the response of plant communities on the technogenic impact, was conducted. The basic directions of phytocenotic successions, involving replacement of forest associations by tundra and meadow-marsh complexes, were detected. It was noted that upland areas, depending on their orographic confinement and distance from the source of technogenic emissions, were dominated by mono- and oligodominant herbaceous and shrubby plant communities, which had replaced moss-lichen and shrub associations. The highest level of biodiversity and productivity was shown by meso- and hygromorphic ecosystems on low terraces which were considered to be regional cenotic refugiums.

**Key words:** technogenic ecosystems, phytocenotic succession, biodiversity, Norilsk industrial region.

