

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ
ФОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ И В ЗОНЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ***

В статье приводятся результаты экологической оценки состояния растительности гидроморфных экосистем в зоне воздействия промышленных эмиссий ОАО ГМК «Норильский никель», находящихся на различном расстоянии от источника выбросов. Установлено, что растительность болот, находящихся на значительном удалении от источника, слабо подвержена техногенному воздействию и полностью сохраняет свой зональный облик. Болотные ландшафты, находящиеся в непосредственной близости от факела выбросов, испытывают сильный техногенный пресс.

Растительность севера Красноярского края, находящаяся в зоне загрязнения пыледымогазовых выбросов предприятий Норильского промышленного района (НПР), находится в экологически стрессовых ситуациях. Аэротехногенные поллютанты, распространяясь на значительные расстояния и выпадая с атмосферными осадками, вызывают изменение растительных сообществ как автоморфных, так и гидроморфных ландшафтов.

Однако гидроморфные экосистемы имеют специфическую ответную реакцию на негативное техногенное влияние. На болотах, более чем в других типах природных ландшафтов, велика роль локальных эдафических факторов в трансформации степени воздействия деструкций (в первую очередь, характера и степени увлажнения). На относительно менее увлажненных, приподнятых микро- и наноформах рельефа - грядах, буграх мерзлого пучения - растительность подвержена наибольшей степени деградации. Из-за деградации лишайниково-моховой дернины, которая служит в тундре изолятором для сохранения мерзлоты, происходит повсеместное увеличение глубины сезонно-талого слоя и улучшается дренаж почвообразующих пород, что приводит к общему осушению территории. При этом меняется экология местообитаний, происходит активизация злаков и разнотравья, которые занимают более обширные площади, ранее им не свойственные. Обильное проточное увлажнение, наоборот, существенно снижает уровень дигрессивных изменений в растительном покрове.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований послужили болотные экосистемы лесотундры и северной тайги Средней Сибири Красноярского края, находящиеся в зоне факела выбросов предприятий НПР.

Экологическая оценка состояния растительного покрова болот произведена по эталонным геоботаническим описаниям, выполненным на ключевых участках. Краткая характеристика объектов приведена в таблице, в которой пункты описаний расположены последовательно, соответственно их удаленности от города Норильска в южном, юго-восточном и юго-западном направлениях.

* Исследования проведены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (КФФН 07-05-96814)

Краткая характеристика гидроморфных экосистем

Название и местонахождение ключевого участка	Географические координаты	Удаленность от источника выбросов, км; направление	Типы фитоценозов	Мощность торфяных залежей, см
«Черная», долина р. Черной	67°22'с.ш., 86°47' в.д.	226 км, на юго-запад	Бугристые тундрово-болотные	400
«Горбиачин», долина р. Горбиачин, плато Путорана	67°30'с.ш., 88°18' в.д.	210 км, на юг	Болотные талые олиго-мезотрофные грядово-мочажинные и евтрофные мочажинные	40-100
«Тукаланда», долина р. Тукаланда	68°24'с.ш., 88°18' в.д.	110 км, на юг	Болотные талые олиго-мезотрофные грядово-мочажинные	70-130
«Кета-Ирбо», долина р. Кета-Ирбо	68°52'с.ш., 89°45' в.д.	78 км, на юго-восток	Болотные талые мезо-евтрофные кустарниково-осоково-моховые речных долин	175-300
«Рыбная», долина р. Рыбной	69°07'с.ш., 88°49' в.д.	31 км, на юг	Тундрово-болотные мерзлые евтрофные осоково-пушицево-зеленомошные	30-50

Это ключевые участки «Черная», «Горбиачин», Тукаланда», «Кета-Ирбо» и «Рыбная».

В основу выделения зон деградации биосистем положен принцип биоиндикации [1; 5]. Индикаторными видами называются виды растений, которые наиболее неустойчивы к антропогенному воздействию, и в то же время широко распространены на исследуемой территории.

Нами в качестве растений-индикаторов использовались *зеленые и сфагновые мхи, лишайники и болотные кустарнички* - основные доминанты растительного покрова болот. Индикаторами зеленых мхов являлись виды родов *Drepanocladus, Dicranum, Polytrichum, Aulacomnium* и др.; сфагновых мхов - виды *Sphagnum fuscum., S. rubellum, S. warnstorffii* и др.; лишайников - виды родов *Cladina, Cetraria* и *Cladonia*. Из сосудистых растений индикаторными видами являлись кустарнички - *Betula nana, Duschekia fruticosa*, кустарнички - *Vaccinium uliginosum, Vaccinium vitis-idaea* и др.

На всех элементах микрорельефа болот фиксировали степень проективного покрытия напочвенного покрова в процентах, его физиономические особенности, выраженность травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, их высоту. На каждой точке описания составлялся полный список видового состава растительного покрова с указанием обилия каждого вида по шкале Друдэ (травяно-кустарничковый ярус) или в процентах (мхи и лишайники). Для каждого вида определяли фенологическое и жизненное состояние, визуально фиксируемую степень повреждения промышленными выбросами.

Результаты и обсуждение. В большинстве своем пункты описаний характеризуют болота равнинных условий залегания в границах Норильской котловины. Исключение составляет лишь ключевой участок «Горбиачин», который по абсолютной высоте местоположения может быть отнесен к болотным ландшафтам низкогорий.

Ключевой участок «Черная» расположен на расстоянии около 230 км на юго-запад от источника антропогенных выбросов и находится в 9 км южнее г. Игарки в непосредственной близости от Енисея, в низовьях его левобережного притока - р. Черной.

В геоморфологическом отношении территория представляет собой плосковолнистую аккумулятивную равнину водно-ледникового генезиса. Ее слабопокатая поверхность, в целом, ориентирована к юго-западу - от южной оконечности Хантайского водохранилища к Енисею. Перепад абсолютных высот в этом направлении составляет соответственно от 110-100 м до 10-15 м. Рельеф на всем протяжении сглаженный, с фоновыми уклонами 0-1°, возрастающими до 3-4° лишь вдоль верхней кромки правобережного борта долины р. Енисея.

Ключевой участок расположен на контакте подзон северной тайги и лесотундры. Основные компоненты растительного покрова - тундры, леса и болота.

На ключевом участке «Черная» удельные площади болот местами составляют 30%. Они в основном располагаются на плоских (с уклонами менее 1°) и слабо дренированных надпойменных террасах Енисея, где представлены мерзлотно-бугристыми тундрово-болотными комплексами и лесными рединами (зачастую также мерзлотно-бугристыми).

Микрорельеф этих комплексов представлен уплощенными мерзлыми буграми высотой до 2,5-3,0 м, чередующимися с термокарстовыми мокрыми западинами, ложбинами и озерами. Мощность бугристых торфяников, зафиксированная на береговых обнажениях озер, составляет от 0,5 до 4,0 м. Поверхность бугров покрыта морозобойными трещинами, вследствие чего появляется резко дифференцированный нанорельеф. По вершинам положительных наноформ рассеяны пятна обнаженного деградирующего торфа, на долю которых приходится до 5% площади. Растительность бугров, в целом, носит тундровый облик с доминированием холодостойких кустарничков. Мохово-лишайниковый ярус имеет полное покрытие и сложен *Sphagnum fuscum* с содоминирующими зелеными лесными мхами - *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum strictum* и кустистыми лишайниками - *Cladina stellaris*, *C. rangiferina*, *Cetraria islandica*.

Термокарстовые микроложбины, разделяющие мерзлые бугры, значительно увлажнены и защищены от зимнего вымораживания. Это положительно сказывается на жизненном состоянии растений. Верхний ярус здесь формирует кустарниковая береза, которая достигает в высоту 0,7 м. Под ее слабо сомкнутым пологом обильны кустарнички черники (*Vaccinium uliginosum*), шикши (*Empetrum nigrum*) и осок (*Carex inflata*., *C. limosa*), пушицы рыжеватой (*Eriophorum russeolum*) и морошки (*Rubus chamaemorus*). В моховом ярусе доминируют сфагновые мхи *Sphagnum lindbergii*, *S. riparium*, в примеси зеленые мхи рода *Polytrichum*. Открытое зеркало воды окружают заросли вахты (*Menyanthes trifoliata*).

Ключевой участок «Горбиачин» расположен в наиболее возвышенной и глубоко расчлененной юго-западной части плато Путорана. Глубина расчленения гор здесь достигает 1400 м, наиболее типичные амплитуды колебания относительных высот составляют 800-1000 м. Междуречья несут равнинный характер. Их рельеф чаще всего имеет слегка волнистый, либо холмистый характер. Горный ландшафт представляет собой денудационно-эрозионные трапповые и вулканогенные низкогорья, сложенные карбонатными породами и лавами [2; 3]. Удаленность от источника выбросов составляет 210 км на юг.

В ботанико-географическом отношении - это подзона горных лесотундр. Доля болот в растительном покрове этой территории незначительна. Небольшие болотные массивы большей частью расположены вокруг термокарстовых озер межгорных котловин.

Древесный ярус таких болот обычно представлен редкостойной лиственницей сибирской (*Larix sibirica*). В кустарниковом ярусе преобладают кустарниковая береза и различные виды ив - *Salix myrtilloides*, *Salix reticulata*. Меньшее участие в образовании яруса принимают ольховник (*Duschekia fruticosa*) и можжевельник (*Juniperus sibirica*). Травяно-кустарничковый ярус сфагновых бугров образован осоками - *Carex inflata*., *C. rotundata*., *C. globularis* и пушицей влагалищной (*Eriophorum vaginatum*). Единичными экземплярами встречаются болотные травы. Во втором ярусе, не превышающем 20 см, обильны черника, голубика (*Vaccinium uliginosum*), морошка, шикша.

В напочвенном покрове доминируют сфагновые мхи - *Sphagnum fuscum*., *S. rubellum*, составляющие 80% покрытия, в качестве примеси к ним встречаются вкрапления зеленых мхов *Aulacomnium palustre*, *Pleurozium schreberi*, *Tomenthypnum nitens*. Лишайниками занято 20% поверхности сфагновых гряд и бугров, среди них преобладает *Cetraria islandica*, редкими куртинами отмечены *Cladina rangiferina*, *C. stellaris*, *Cladonia amaurocraea*, *Peltigera aphthosa*, обилие каждой из них не превышает 3-5%.

Межбугорковые понижения или небольших размеров мочажины занимают обычно не более 20% поверхности болот. Растительный покров в отдельных мочажинах полностью деградирован, с поверхности вода, мощность торфа в них всего 3-5 см, ниже залегает грубообломочный материал (камни, щебень).

В мочажинах доминируют зеленые мхи - *Drepanocladus fluitans*, *D. lycopodioides*, *Mnium affine*, *Scorpidium scorpioides*, *Brachythecium mildeanum*. Сфагновые мхи - *Sphagnum rubellum*, *S. acutifolium*. - встречаются в виде вкраплений.

Экологическая оценка состояния гидроморфной растительности ключевых участков «Черная» и «Горбиачин» свидетельствует об отсутствии антропогенных загрязнений, и эти участки могут считаться фоновыми, так как полностью сохранили свой природный облик. О благоприятной экологической обстановке и слабой степени загрязнения этой территории свидетельствуют богатое видовое разнообразие флоры болот (около 40 видов цветковых растений), высокое обилие и хорошее жизненное состояние растений, мощный моховый покров и значительное разнообразие кустистых и листоватых лишайников (более 16 видов).

Ключевой участок «Тукаланда» находится в 110 км к югу от источника загрязнений и расположен в бассейне р. Хантайки. Основная часть бассейна представляет собой волнистую равнину с колебаниями абсолютных высот от 50 до 200 м, пересеченную невысокими моренными грядами [4].

Река Тукаланда с севера впадает в Хантайское водохранилище. Ее долина сильно заболочена. Здесь преобладают талые грядово-мочажинно-озерковые гидромофные экосистемы. Растительный покров болот повсеместно комплексный - на грядах и буграх олиготрофный, в мочажинах - мезо-евтрофный. Древесный ярус на болотах отсутствует. Лишь кое-где по окрайкам встречается угнетенная лиственница, береза (*Betula pendula*) и ольховник.

Микрорельеф обычно образуют сильно извилистые невысокие гряды и сливающиеся друг с другом, крупных размеров, сильно увлажненные мочажины. В центре болот, как правило, расположены небольшие озера с открытой водной поверхностью и глубиной примерно 1,5-2,0 м. Изредка, обычно по дренированным окрайкам болот, встречаются мерзлые плоские бугры высотой около 2,0 м. Поверхность бугров выпуклой формы, почти лишена растительности и разбита морозобойными трещинами на небольшие полигональные отдельные.

Кустарниковый ярус на грядах образует карликовая береза. Редкий травяно-кустарничковый ярус образуют *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia*., черника, шикша, осока вздутая, пушица влагалищная и клюква мелкоплодная (*Oxycoccus microcarpus*). Моховый ярус на 100% образован *Sphagnum fuscum*. Лишайниковый покров гряд представлен кладониями и цетрариями, степень покрытия которыми достигает 5-15%.

Травяной ярус сильно обводненных мочажин образуют осоки топяная и кругловатая, пушица рыжеватая, хвощ топяной (*Equisetum fluviatile*) и сабельник (*Comarum palustre*). Основной фон мохового покрова мочажин образуют гипновые мхи *Drepanocladus lycopodioides*, *Drepanocladus fluitans*, составляющие 70-80% покрытия. На микроповышениях в мочажинах и у основания гряд в воде растет сфагновый мох (*Sphagnum obtusum*).

Ключевой участок «Кета-Ирбо» расположен в западных отрогах плато Путорана, на границе с низменными озерными равнинами Норильской котловины, в долине р. Кета-Ирбо, с северо-востока впадающей в оз. Кета. Удаленность от промышленного центра составляет 80 км на юго-восток, по преобладающему направлению дымовых шлейфов.

В ботанико-географическом отношении это подзона лесотундр и северной тайги. Болотообразование здесь протекает в слабопроточных озерных депрессиях и идет по пути заторфовывания их в условиях богатого водно-минерального питания. Торфяники на всю глубину талые.

Микрорельеф таких болот образуют невысокие гряды, занимающие 10% площади болот, и сильнообводненные мочажины - 90%. Общее покрытие гряд растительностью составляет около 60%. Древесный ярус на болотах отсутствует. На грядах произрастают карликовая береза, низкорослые ивы, можжевельник, а также осока водяная (*Carex aquatilis*), сабельник, клюква мелкоплодная. Моховый покров слагают сфагновые и гипновые мхи - *Sphagnum warnstorffii*, *Hypnum lindbergii*, *Aulacomnium palustre*, *Tomenthypnum nitens*, *Calliergon sarmentosum*.

Проективное покрытие мочажин составляет около 50%. Травяной покров беден в видовом отношении и представлен в основном осоками, а также шейхцерией (*Scheuchzeria palustris*) и пушицей многоколосковой (*Eriophorum polystachyon*). Моховый ковер мочажин образуют гипновые мхи - *Hypnum lindbergii*, *Aulacomnium palustre*, *Tomenthypnum nitens*, *Paludella squarrosa*, *Calliergon sarmentosum*, *Drepanocladus revolvens*, *Drepanocladus exannulatus*, в примеси встречается *Sphagnum warnstorffii*.

Для болотных экосистем ключевых участков «Тукаланда» и «Кета-Ирбо» характерна слабая степень поражения. На этих участках визуально отмечено плохое жизненное состояние болотных кустарников - багульника и кустарниковой березы (стелющаяся форма куста, голые стебли и ярко оранжевые и бурые листья). Обильно растущая и плодоносящая морошка имеет признаки поражения листового аппарата. В то же время растительность сильно увлажненных мест обитания (мочажины, озера, проточные топи) богата и разнообразна и не имеет признаков поражения.

Ключевой участок «Рыбная» расположен на озерной редколесно-тундрово-болотной ледниковой равнине, по которой протекают р. Рыбная и ее многочисленные притоки. Удаленность от источника загрязнений составляет 45 км в южном направлении.

В геоморфологическом отношении эта территория представляет собой низменную аккумулятивную равнину водно-ледникового генезиса. Ее поверхность в целом плосковолнистая с преобладающими уклонами 0-1°. Равнинный рельеф местами нарушается увалообразными и гривистыми формами.

Повсеместно распространена длительная мерзлота, которая залегает на глубине в среднем 0,5-0,6 м и выполняет роль водоупора. По этой причине, несмотря на облегченный состав почвообразующих пород, равнинные участки поверхности почти сплошь заболочены.

В ботанико-географическом отношении - это подзона равнинных лесотундр и мохово-лишайниковых тундр. Характерными элементами ландшафта являются также мерзлые мохово-лишайниковые болота, образующие обширные комплексы с тундрами и лесными рединами. Наиболее широко здесь распространены евтрофные травяные болота, на одном из которых было сделано геоботаническое описание.

Растительный покров болота комплексный, что связано с резким различием условий произрастания на положительных и отрицательных формах микрорельефа. Микрорельеф образуют плоские торфяные бугры с мерзлым минеральным ядром, мочажины различной степени увлажнения, микроповышения (остатки деградированных сфагновых гряд, состоящие из собственно бугра, валиков и пятен «выливания»), пятна деградированного «голового» торфа и многочисленные озера, различные по площади и глубине.

Естественный растительный покров плоскобугристых комплексов сильно нарушен, лишь кое-где в единичном количестве встречаются низкорослый багульник (*Ledum decumbens*) и кассандра (*Chamaedaphne calyculata*). На отдельных кочках и бугорках растут злаки: вейники (*Calamagrostis langsdorffii*), *C. neglecta*), овсяница овечья (*Festuca ovina*) и алтайская (*F. altaica*), мятлик (*Poa palustris*), зубровка (*Hierochloa spp.*), в микропонижениях - морошка, водяника, звездчатка (*Stellaria spp.*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*.) Общее покрытие бугра растительностью - sp.-sol. Мохово-лишайниковый покров на поверхности бугров отсутствует.

Растительность мочажин с открытой водной поверхностью представлена мощными зарослями пушиц: многоколосковой (*Eriophorum polystachyon*), Шейхцера (*E. scheuchzeri*) и рыжеватой. Рыхлый моховый ковер, имеющий характер сплавин, на 100% образован гипновыми мхами *Meesia triquetra*, *Drepanocladus fluitans*, *D. lycopodioides*, переплетенными талломами печеночных мхов (*Cephalozia connivens*).

В сухих, начинающих деградировать мочажинах в растительном покрове доминируют осоки кругловатая (*Carex rotundata*) и прямостоячая (*C. stans*), а также пушицы, вейники, хвощ, морошка, багульник, обилие которых не более sp.-sol.

Растительный покров моховых гряд сильно деградирован и представлен единичными сухими мертвыми листовницами. Поверхность моховых гряд и бугорков обильно покрыта отмершими стволами и сучьями ив и карликовой березы, отбеленных кислотными дождями. Здесь же растут низкорослая (высота 3-5 см) морошка с красно-фиолетовыми листьями и цветущий багульник, у которого отсутствуют вегетативные побеги и листья оранжевого цвета. Живой моховый покров отсутствует. Вероятно, раньше на месте этой растительной ассоциации были лишайниково-кустарниковые тундры, так как на поверхности деградированного торфа остались белесые пятна от лишайников, которые не поддаются идентификации.

Валики, окаймляющие пятна выливания, заняты ивняково-разнотравной группировкой растительности, в первом ярусе которой доминируют различные виды ив, а во втором - пушицы, вейник, хвощ, осоки, а также мытник (*Pedicularis palustris*) и нарциссия (*Nardosmia frigida*).

Пятна выливания преимущественно заняты разнотравной группировкой, растительность которой образуют хвощ, пушица, вейник, осоки, покрытие которыми не превышает sp.-sol. В отдельных пятнах редко встречаются мытник, соссурея (*Saussurea parvifolia*) и кипрей (*Epilobium palustre*).

Пятна "голового" торфа заняты редко растущей пушицей рыжеватой и Шейхцера, осоками вздутой, плетивидной и прямостоячей и сильно деградированными зелеными мхами. По краям пятен имеются валики из торфа, на которых растут вейник незамечаемый, овсяница овечья, мятлик арктический и кустарнички высотой 3-5 см: багульник, кассандра и морошка, проективное покрытие которыми - sol. Кустарнички имеют распластанную форму кустов, листья пожухлые, красно-фиолетового цвета. Деградированный моховый покров по окрайкам пятен образован гипновыми мхами *Drepanocladus aduncus*, *D. lycopodioides*, *Meesia triquetra*.

Озера - важный элемент микрорельефа болот на ключевом участке «Рыбная». Размер их различный - от мелких до крупных. Дно озер преимущественно торфяное, глубина от 0,5 до 2,5 м. У берегов озер обычна осоково-пушицево-гипновая сплавина. Первый ярус травянистой растительности высотой 60-70 см образуют осоки водяная, прямостоячая, пушицы многоколосковая и Шейхцера, хвощ болотный и арктофила рыжеватая (*Arctofila fulva*). Проективное покрытие этими растениями - сор.₂-сор.₁. На кочках у озер обычны осока дернистая (*Carex caespitosa*) и вейник Лангсдорфа. Во втором ярусе высотой 20-30 см доминируют крестовник арктический (*Senecio arcticus*) и хвостник обыкновенный (*Hippurus vulgaris*), образующие на голом торфе по берегам озер обильно заросшие поляны. На моховом ковре из *Drepanocladus aduncus*,

D. fluitans в самых обводненных местах встречаются низкорослый сабельник угнетенного вида и лютик Палласа (*Ranunculus pallasii*), образующий мощные заросли.

Экологическая оценка состояния болотных экосистем в пределах ключевого участка «Рыбная» показала, что их растительность подвержена сильному техногенному прессу. По данным геоботанических исследований, флора цветковых здесь составляет 38 видов. Однако основу травяного покрова образуют злаки и некоторые виды разнотравья (*Saussurea parviflora*, *Ptarmica impatiens* и др.), что является совершенно не характерным для болотных растительных сообществ. Высока также роль кустарниковых ив - *Salix lanata*, *S. glauca*, *S. boganidensis* и кустарничков, так как они менее требовательны к присутствию загрязняющих веществ в воздухе. Однако жизнеспособность их чрезвычайно низкая - кустарнички имеют распластанную форму куста и почти полное отсутствие вегетативных побегов. Их листья неестественного цвета со следами ожогов серной кислотой и других реагентов. Травяно-кустарничковый покров имеет прерывисто-куртинный характер, степень покрытия болота растениями и их обилие чрезвычайно низкие. Моховый покров является монодоминантным и слагается всего 4 родами, из которых род *Drepanocladus* образует фон.

Исследования показали, что наиболее уязвимыми к антропогенному загрязнению поллютантами оказались сфагновые мхи сухих и умеренно влажных мест обитания и лишайники. Сфагновые мхи полностью деградировали как на грядках, так и в мочажинах. Происходит частичная деградация гипновых мхов, особенно в сухих мочажинах. Из-за большой чувствительности лишайников к токсичным веществам полностью разрушен лишайниковый покров болот. Лишь белесые и обугленные пятна на сухих торфяных подушках свидетельствуют о былом распространении здесь кладоний и цетрарий.

Заключение. Проведенные исследования показали, что болотные экосистемы, расположенные по южному направлению и значительно удаленные от источника загрязнений (ключевые участки «Черная» и «Горбиачин»), слабо нарушены аэротехногенными поллютантами и могут быть отнесены к фоновым.

Болотные ландшафты, расположенные вдоль бортов Норильской котловины и характеризующиеся ключевыми участками «Тукаланда» и «Кета-Ирбо», частично затронуты негативным техногенным воздействием.

Максимальному техногенному прессу подвержены болотные экосистемы, расположенные на низменных центральных участках Норильской котловины в непосредственной близости от НПР, характеризующиеся ключевым участком «Рыбная». Для этих болотных систем характерна значительная трансформация растительности. Так, в зависимости от локализации по элементам болотного рельефа состояние растительности оценивается в диапазоне крайних значений: сильно (тотально) нарушенная - на мерзлых буграх пучения, сильно или умеренно нарушенная - в талых мочажинах с застойным типом увлажнения, ненарушенная - на участках транзитных болотных топей.

Литература

1. Зубарева, О.Н. Оценка состояния северных лесов в зоне промышленных эмиссий методом биоиндикации / О.Н. Зубарева // Знание - на службу нуждам Севера: тез. докл. I междунар. конф. - Якутск, 1996. - С. 34.
2. Ершов, Ю.И. Закономерности почвообразования в пределах Среднесибирского плоскогорья / Ю.И. Ершов // Почвоведение. - 1995. - № 7. - С. 805-810.
3. Ершов, Ю.И. Основы теории почвообразования / Ю.И. Ершов. - Красноярск, 1999. - 383 с.
4. Коротков, И.А. Леса бассейна реки Хантайки / И.А. Коротков, А.А. Дзедзюля // Типы лесов Сибири. - Красноярск, 1969. - С. 230-243.
5. Крючков, В.В. Лишайники как биоиндикаторы качества окружающей среды в северной тайге / В.В. Крючков, Н.А. Сыроид // Экология. - 1994. - № 3. - С. 63-66.