

## III. Экология

УДК 631.618

## Нарушенные земли Севера и проблемы их рекультивации

*Л.П. Капелькина*Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр  
экологической безопасности РАН

*Значительная потребность в минерально-сырьевых и энергетических ресурсах и ограниченность их запасов в районах с благоприятным климатом обуславливают необходимость разработки месторождений и переработки полезных ископаемых в суровых условиях Севера. Чуткие и уязвимые субарктические экосистемы оказались под воздействием мощной добывающей техники и недостаточно совершенных с экологической точки зрения технологий. Освоение минерально-сырьевых и энергетических ресурсов Севера значительно опережает изучение связанных с их разработкой экологических проблем. Сам факт возникновения многих населённых пунктов в этом регионе связан с разведкой значительных запасов полезных ископаемых, строительством и эксплуатацией горнорудных предприятий, обустройством нефтяных и газовых месторождений. Возникновение городов Кировска (бывший Хибиногорск), Апатитов, Оленегорска, Мончегорска, Ковдора, Норильска, поселков Нижнесорттымск, Коашва, Никель, Бованенково и ряда других связано с началом разработки полезных ископаемых.*

**Н**а Севере в настоящее время добываются практически все виды полезных ископаемых, имеющихся в стране. Земли, нарушенные при разработке месторождений, добыче, переработке полезных ископаемых и сопутствующих работах, представлены отвалами вскрышных пород, бедных и забалансовых руд, хвостохранилищами и отстойниками, дражными отвалами, шлакоотвалами и амбарами, карьерами, образовавшимися в результате добычи рудного и нерудного сырья. Нарушения поверхности возникают также при проведении геолого-разведочных работ, торфоразработок, добыче нефти и газа, строительстве линейных сооружений: трубопроводов, шоссейных и железных дорог, линий электропередач. Земли нарушаются при строительстве и эксплуатации объектов энергетики – электростанций, золоотвалов, ТЭЦ, ГРЭС. Подземные

горные работы сопровождаются возникновением на поверхности провалов, просадок, мульд оседания. Значительные площади нарушены при передвижении вездеходного транспорта. Жизнедеятельностью городов и поселков вызвано появление свалок. В особую группу следует отнести земли с различной степенью загрязнения, деградированные под влиянием выбросов металлургических комбинатов, предприятий энергетики, разливов нефти. Эти земли официально не входят в категорию нарушенных, но, по существу, с хозяйственной точки зрения являются полностью или частично утратившими свое естественное плодородие. Такими загрязненными землями в окрестностях металлургических комбинатов Мончегорска, Норильска, Заполярного, разливов нефти в нефтедобывающих районах Европейского Севера и Западной Сибири.



Типичный ландшафт  
в районе добычи нефти

Широкая амплитуда химических и физических свойств пород, вынесенных на дневную поверхность, своеобразие горно-геологических, орографических, гидрологических, экологических условий и другие особенности требуют зонального, комплексного и дифференцированного подходов к каждому объекту рекультивации. Влияние многих категорий нарушенных земель на окружающую среду, возможность, целесообразность и способы их рекультивации до настоящего времени являются мало изученными.

В ближайшие годы на Севере России планируется рост добычи многих видов полезных ископаемых, что повлечет за собой возрастающее изъятие земель для нужд горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, обустройства месторождений нефти и газа. Учитывая важность сохранения и восстановления растительного покрова как компонента биосферы при выборе направлений хозяйственного использования нарушенных территорий, предпочтение следует отдавать биологической рекультивации.

Однако биологическое освоение нарушенных земель здесь связано с определенными сложностями, обусловленными зонально-географическими условиями месторождений, системой их разработки, свойствами складываемых отходов, технико-экономическими показателями восстановления нарушенных земель. Недостаток плодородных грунтов для проведения работ по рекультивации, отсутствие адаптированных к условиям Севера семян растений, устойчивых в суровых условиях, сдерживают проведение восстановительных работ. К настоящему времени недостаточно разработаны и обоснованы экологические ограничения для технологий разработки месторождений, переработки полезных ископаемых, обустройства место-

рождений нефти и газа. Нередки случаи завышения площади земельных отводов, а прямой перенос приемов и способов рекультивации, применяемых в южных районах, может приводить к необоснованному удорожанию работ или быть неэффективным.

Необходимость проведения работ по рекультивации нарушенных земель определяется постановлением Правительства РФ от 23 февраля 1994 г. № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы». Приказом Минприроды России и Роскомзема от 22 декабря 1995 г. № 525/67 утверждены «Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы». Изложенные в них требования являются обязательными для исполнения всеми юридическими должностными и физическими лицами, в том числе иностранными юридическими и физическими лицами. Территориальные органы Минприроды России и Роскомзема в пределах своей компетенции могут утверждать необходимые инструктивно-методические документы и давать разъяснения по вопросам рекультивации нарушенных земель, учитывающие особенности законодательных и нормативно-правовых актов субъектов Российской Федерации. Затраты по рекультивации земель при разработке полезных ископаемых относятся на себестоимость продукции предприятия.

В районах Крайнего Севера, характеризующихся суровыми природными условиями, необходимость проведения указанных работ требует дифференцированного подхода. В условиях Севера осуществление рекультивационных работ практически трудно обосновать хозяйственной эффективностью, окупаемостью затрат на это мероприятие. Здесь

важен природоохранный аспект восстановления нарушенных земель, загрязняющих воздушный бассейн, водоемы, земельные угодья, снижающих кормовые ресурсы оленеводческих пастбищ. Крайний Север, согласно схеме районирования рекультивационных работ в стране, отнесен к третьей группе, здесь предусматривается меньший их объем по сравнению с другими районами страны, имеющими более благоприятные природные условия.

Полный экономический эффект рекультивации, являющейся многоцелевым и межотраслевым мероприятием, должен определяться с учетом всех положительных воздействий, достигаемых в разных сферах и объединяемых в две группы:

1) хозяйственные результаты – получение продукции с восстановленной площади и дополнительной продукции на прилегающих землях;

2) социально-экологические результаты – создание благоприятных условий обитания в районе размещения объектов рекультивации. Это сказывается, как правило, на сокращении заболеваемости населения, увеличении производительности труда, улучшении условий отдыха и получении, таким образом, дополнительной продукции. В связи с разносторонностью проявления социально-экологических результатов и различной степенью их зависимости от направлений рекультивации они разделены на две подгруппы: природоохранные и природовосстановительные результаты (см. «Методика определения экономической эффективности рекультивации нарушенных земель» М. 1986).

Полный годовой результат проведения рекультивационных работ в определенном направлении на

конкретном объекте (карьере, породном отвале) определяется как сумма частных результатов по формуле:

$$\Pi = \text{Пхоз} + \text{Псэк} = \text{Пхоз} + \text{Ппо} + \text{Ппв} = \text{Пхоз} + \text{Ксэк} \times \text{Ппо},$$

где: **Π** – общий годовой результат рекультивации;

**Пхоз** – хозяйственный результат – сумма годовой чистой продукции, получаемой с восстановленной площади;

**Псэк** – социально-экологический результат – дополнительная прибыль, получаемая за счет обеспечения благоприятных условий обитания, включая устраняемый благодаря рекультивации экономический ущерб;

**Ппо** – природоохранный результат – устранение (сокращение) в результате рекультивации среднегодового ущерба, причиняемого нарушенными землями окружающей среде;

**Ппв** – природовосстановительный результат – улучшение санитарно-гигиенических, рекреационных, эстетических условий в результате рекультивации;

**Ксэк** – коэффициент социально-экологического эффекта рекультивации.

Хозяйственный эффект при рекультивации на Севере, в большинстве случаев будет отсутствовать. Рекультивация нарушенных земель здесь имеет прежде всего социально-экологический эффект. Она направлена на улучшение санитарно-гигиенических и рекреационных условий, а также на повышение



Зимник. Трасса перетаскивания оборудования  
Участки остаются под естественное восстановление

эстетической ценности ландшафтов и должна проводиться в первую очередь на участках, граничащих с жилой застройкой.

Главная цель рекультивации на Севере – это снижение отрицательного влияния нарушенных земель на окружающую среду, восстановление стабильности поверхности, эстетической привлекательности ландшафта и возможной продуктивности земель.

Исследования и опытные работы по рекультивации земель в условиях Севера проводятся на Европейском Севере, Полярном Урале, в северных районах Западной и Восточной Сибири, в Магаданской и Мурманской областях. Большое внимание изучению, охране и восстановлению почвенно-растительного покрова северных районов уделяется за рубежом. В 1940 г. начаты исследования по рекультивации в альпийской тундре США. С 1970 г. осуществляются опытно-производственные работы по рекультивации нарушенных земель на Аляске. Были проведены большие экспериментальные исследования и выделены значительные ассигнования для строительства. Трансаяскинского трубопровода с учетом требований экологии.

Разработка месторождений полезных ископаемых на Аляске началась еще в прошлом веке. Добыча угля ведется с 1855 г. Более 100 лет назад были начаты работы по добыче золота в долинах рек. Отработанные земли зарастают березами, ивами, травянистыми растениями и становятся пригодными для обитания оленей. В работах ряда зарубежных авторов сообщается о различных методах восстановления нарушенных земель на Аляске. В результате более чем 50-летних исследований, проведенных в альпийской и арктической тундрах, разработаны многочисленные приемы и методы по восстановлению нарушенной среды: осуществляются гидропосев и гидропосадка растений, для засева обширных площадей используются средства авиации, практикуется посев инокулированными семенами. Рекультивация в арктической и альпийской тундрах США осуществляется на основе подбора и селекции видов, пригодных для задернения, уточнения доз удобрений, разработки агротехники. Значительное внимание уделяется экономической стороне вопроса, в частности, стоимости семян и целесообразности применения удобрений для восстановления нарушенных земель на разных отвалах, наблюдению за естественным зарастанием, позволяющим снизить расходы на рекультивацию. При этом в работах американских ученых подчеркивается необходимость восстановления растительности как кормовой базы для оленей и диких баранов (баран Далля), указывается на важность сохранения и вос-

становления природной среды северных районов для целей рекреации, туризма, спортивной охоты.

В настоящее время вопросами изучения процессов естественного зарастания и искусственного восстановления растительного покрова на нарушенных землях Аляски занимаются Сельскохозяйственная опытная станция и Лаборатория лесного почвоведения Университета Аляски, Институт лесного хозяйства в г. Фэрбенксе, горные предприятия, ведущие разработки.

Подбору ассортимента растений для восстановления нарушенных участков американские исследователи уделяют большое внимание. В условиях Аляски хорошо зарекомендовали себя следующие виды травянистых растений: мятлик луговой и альпийский (*Poa pratensis*, *P. alpinum*), кострец безостый (*Bromopsis inermis*), тимофеевка луговая и альпийская (*Phleum pratense*, *P. alpinum*), пырей (*Agropyron scribneri*), овсяница красная (*Festuca rubra*), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*), овес в смеси с многолетними травами и другие виды. Пионерами естественного зарастания являются щучка дернистая (*Deschampsia caespitosa*), иван-чай узколистный (*Epilobium angustifolium*), кипрей альпийский (*Epilobium alpinum*), песчанка туполистная (*Arenaria obtusiloba*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*), полевица шершавая (*Agrostis scabra*), копеечник альпийский (*Hedysarum alpinum*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), вейник канадский (*Calamagrostis canadensis*), растения родов *Carex*, *Politrichum*, *Lu-zula*, *Friofolium*, *Astragalus*, *Oxytropis* и ряда других, а среди древесных – ель черная и канадская (*Picea mariana*, *P. canadensis*), тополь бальзамический и осиноподобный (*Populus balsamifera*, *P. tremuloides*), береза японская (*Betula japonica*), ольха твердая (*Alnus firma*), ивы (*Salix* sp.).

Первые работы по биологической рекультивации в условиях Заполярья нашей страны были начаты Полярно-альпийским ботаническим садом в 1964 г. на отвалах, сложенных нефелиновыми песками – отходами обогатительной фабрики ПО «Апатит». В течение 1964-1966 гг. на этом субстрате было испытано около 60 видов трав, преимущественно бобовых и злаковых, выявлены наиболее перспективные виды растений, закреплена часть хвостохранилища общей площадью 28 га. В 1967-1970 гг. работы по биологической рекультивации были продолжены, при апатито-нефелиновой обогатительной фабрике (АНОФ-1) был создан участок по рекультивации земель, а закрепленная посевом многолетних трав площадь хвостохранилища достигла 60-70 га.

С 1972 г. работы на нефелиновых песках осуществлялись Н.И. Подлесной и В.В. Переверзевым, значительно расширены исследования по изучению

вещественного состава, химических и водно-физических свойств песков. Проводятся исследования по борьбе с пылением действующих хвостохранилищ ПО «Апатит» с помощью различных химических средств.

Государственным стандартом «Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения» предусматривается 7 возможных направлений рекультивации нарушенных земель:

- лесохозяйственное;
- сельскохозяйственное;
- рыбохозяйственное;
- водохозяйственное;
- рекреационное;
- строительное;
- санитарно-гигиеническое.

Выбор направления рекультивации является важным критерием, влияющим на характер последующего хозяйственного использования нарушенных участков. Он определяется на основе анализа и сопоставления ряда факторов: потребности района в землях того или иного назначения, площади нарушенного участка, сложившегося в результате разработки месторождения рельефа территории, состава и свойств пород, вынесенных на дневную поверхность, их пригодности для биологической рекультивации, расположения нарушенных участков относительно прилегающих земель, населенных пунктов, транспортных коммуникаций, наличия запасов плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород, ожидаемых затрат на восстановление нарушенных земель и эффективности капиталовложений. Рекультивации подлежат как нарушенные земли, так и прилегающие к ним участки, которые утратили продуктивность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель.

При разработке мероприятий по восстановлению нарушенных земель необходимо учитывать нормативно-правовые положения и ГОСТы в области рекультивации земель, строительные нормы и правила, отраслевые инструкции, ведомственные материалы.

Наиболее реальным направлением восстановления нарушенных земель для северных территорий является санитарно-гигиеническое. Его цель – ликвидация нарушенных территорий и создание на них фитоценозов противозерозионного, санитарно-гигиенического и озеленительного назначения при минимуме затрат. Отсутствие на разрабатываемых месторождениях Севера плодородного слоя почвы предопределяет приоритет именно санитарно-гигиенического направления рекультивации для большей части нарушенных территорий. При хорошем состоянии сформировавшихся фитоценозов восста-

новленные участки могут использоваться в качестве кормовых угодий для оленей и рассматриваться как сельскохозяйственное направление рекультивации.

В качестве плодородного грунта на Севере обычно используется торф, но добыча его для целей рекультивации в последующем требует проведения работ по приведению в надлежащее состояние самих выработанных торфяников, то есть их рекультивации. Выработанные торфяники, как правило, восстанавливаются в водохозяйственном направлении, то есть в понижении техногенного рельефа формируются водоемы. В водохозяйственном направлении целесообразно восстанавливать также карьеры по добыче общераспространенных полезных ископаемых (песка, гравия и других) при близком уровне грунтовых вод.

В случаях, когда биологическая рекультивация трудно осуществима или невозможна, например, из-за имеющего место сильного загрязнения токсичными химическими веществами, нефтью и нефтепродуктами, промышленными отходами, наличия земель, имеющих просадки поверхности вследствие использования недр или естественных геологических процессов, согласно постановлению Правительства РФ от 2 октября 2002 г. № 830 «Об утверждении положения о порядке консервации земель с изъятием их из оборота» должна проводиться консервация земель, наносящих большой ущерб окружающей среде. Участки переводятся в земли запаса или сохраняются за собственниками. Для них разрабатываются мероприятия по предотвращению деградации земель, восстановлению плодородия почв, а также предложения по использованию земель после завершения указанных мероприятий.

Большое значение в вопросах оптимизации техногенных ландшафтов Севера и восстановления нарушенных земель имеет включение рекультивационных работ в технологический цикл промышленных предприятий. В системе мероприятий по защите окружающей среды, направленных на обеспечение строительства и эксплуатации скважин, следует выделить поиск и применение экологически безопасных буровых реагентов, утилизацию отходов бурения, своевременное осуществление рекультивационных работ.

В основу обоснования восстановительных работ должен быть положен эколого-экономический критерий: ущерб, наносимый нарушенными землями окружающей среде, и стоимость восстановительных работ. При этом должны учитываться такие факторы, как возможность развития неблагоприятных изменений геологической среды: пучинообразования, термокарста, оврагообразования и т.п., прогноз естественного зарастания нарушенных территорий, последствия от несвоевременного проведения природоохранных работ.



Длительно незарастающие песчаные арены, требующие проведения рекультивации



Территория перспективного освоения нефти. Здесь осуществляется фоновый мониторинг



Геологоразведочная площадка. Выполнен технический этап рекультивации

Основным способом восстановления нарушенных территорий Севера до настоящего времени является засев участков наиболее адаптированными к конкретным условиям видами растений. Успешность этого приема во многом определяется природно-климатическими условиями местности, гранулометрическим составом и эдафическими свойствами грунтов. Неплохие результаты получены в северной подзоне тайги и лесотундровой зоне. Слабо разработанным вопросом является рекультивация земель в зоне типичных и арктических тундр, где успешность биологической рекультивации резко снижается вследствие более суровых природных условий.

Причины низкой эффективности работ по биологической рекультивации в тундровой зоне окончательно не выяснены. Наряду с использованием привозных семян, слабо адаптированных к суровым условиям местности, выпадение растений в посевах может быть обусловлено и другими факторами. Неясным пока остается вопрос минерального питания растений в условиях вечной мерзлоты. Эффективность минеральных удобрений хорошо изучена на окультуренных сельскохозяйственных землях в более южных районах, где ежегодный вынос питательных веществ урожаями восполняется искусственно вносимыми элементами питания рас-

тений. Но насколько целесообразны высокие дозы удобрений для зоны тундры? Не противоречит ли это исторически сложившемуся типу питания растений, их специфическим особенностям? Речь идет об устойчивости ценозов, а не об известном факторе накопления биомассы.

Техногенные нагрузки на поверхность почв в тундре при современных технологиях значительно превышают порог устойчивости экосистем. Особенно слабой устойчивостью к техногенным нагрузкам характеризуются экосистемы полуострова Ямал. Такие особенности почвогрунтов Ямала как плавунность, склонность к тиксотропным и термокарстовым проявлениям свидетельствуют о возможности развития здесь оврагов, солифлюкционных и других нежелательных процессов. В то же время, никакими приемами биологической рекультивации не приостановить термокарстовые процессы, так как скорость развития растений во много раз ниже скорости роста оврагов. Поэтому для тундровой зоны Ямала, где начинаются большие работы по освоению газовых месторождений, должны быть заблаговременно разработаны методы приостановки прогрессирующего роста оврагов в целях своевременной защиты от них дорог, поселков, инженерных сооружений. Рассмотрение сценариев развития экологической обстановки – один из путей предотвращения нежелательных процессов. Важным мероприятием является осуществление мониторинга трассы трубопроводов, особенно в ранневесенний период, и своевременное принятие решений по ремонту участков, подсыпке привозным (намывным) грунтом понижений техногенного рельефа.

Естественное зарастание нарушенных земель на Севере до настоящего времени занимает ведущее положение в процессах формирования растительности, и знание его особенностей позволит разработать мероприятия по ускорению этого процесса. Способность к самозарастанию первично свободных субстратов дает возможность сократить или полностью исключить планируемый объем активных рекультивационных работ. Результаты наблюдений и исследований, проведенных на нарушенных землях Севера, дают основание считать объектами обязательной и первоочередной рекультивации песчаные арены в нефтедобывающих районах и хвостохранилища обогатительных фабрик, сложенные разнородными песками. Необходимость проведения активной рекультивации этих объектов обуславливается значительным ущербом, наносимым пылящими, подверженными эрозии песчаными

поверхностями и неблагоприятным прогнозом их естественного зарастания.

В вопросах охраны и рационального использования земель имеет большое значение поиск и использование материалов, пригодных для рекультивации нарушенных земель. При биологической рекультивации нарушенных земель на Севере следует использовать местные виды органических материалов – торф, донные отложения озер (илы), осадок сточных вод, компосты.

Торф является потенциально плодородным грунтом, вполне пригодным для проведения работ по рекультивации. Характерное для Севера избыточное увлажнение земель обуславливает здесь широкое распространение торфяников. В северных регионах вследствие близкого к поверхности расположения уровня грунтовых вод выработанные пространства заполняются водой и превращаются в озера. Поэтому в этих условиях в большинстве случаев целесообразно проводить полное выторфовывание болот до минерального слоя с последующей организацией в выработанном пространстве водоемов.

Специфические природные условия обусловили формирование в водоемах Севера мощных органических отложений – илов. Отложения илов встречаются почти повсеместно в озерах, торфяниках среди подстилающего грунта, болотах и мочажинах, слой воды в которых измеряется несколькими сантиметрами. Илы формируются при избыточном увлажнении. Извлеченные из залежи, они быстро окисляются. При этом вредные для растений закисные соединения переходят в окисные. Поэтому перед использованием ил должен быть проветрен, т.е. выдержан на воздухе в течение нескольких месяцев. После нанесения 5-15- сантиметрового слоя на рекультивируемую поверхность его целесообразно смешивать с подстилающими грунтами, а затем производить посев семян растений. По своим агрохимическим свойствам илы значительно превосходят торф. Добыча донных илов может вестись по осушенной залежи, со льда в зимнее время, а также с использованием средств гидромеханизации.

Для улучшения физико-химических свойств пород можно использовать осадок сточных вод. Его почвоулучшающие свойства особенно отчетливо проявляются на песчаных и малопродуктивных грунтах. Осадок сточных вод повышает агрегацию и является хорошим связующим компонентом для предохранения песка от выдувания. В результате снижается опасность эрозии, улучшаются водно-физические и агрохимические свойства

грунтов. Основные требования, предъявляемые к осадкам сточных вод при использовании их в качестве удобрений в сельском хозяйстве и требования к охране окружающей среды регламентируются Государственным стандартом Российской Федерации «Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений». При этом в ГОСТе подчеркивается, что для восстановления продуктивности нарушенных земель при лесохозяйственном и рекреационном направлении рекультивации могут использоваться осадки с повышенным содержанием тяжелых металлов. (ГОСТ 17.4.3.07-2001, п.4.7).

Применение средств гидромеханизации для транспортирования и нанесения плодородных грунтов на участки, требующие рекультивации, может быть дешевле по сравнению с автомобильным транспортом. При этом отпадает необходимость в проведении разравнивания растительного грунта, осуществляемого при отсыпке его автомобильным транспортом.

Выбор для рекультивации органических материалов, мощность слоя и технология их нанесения в каждом конкретном случае должны устанавливаться на основе технико-экономического анализа.

Перечень технологических операций по восстановлению нарушенных земель в каждом конкретном случае определяется спецификой нарушений, местонахождением нарушенного участка, экологической обстановкой. Он может включать такие мероприятия как сбор, погрузка и вывоз бытового, производственного и строительного мусора, осуществление планировочных работ, нанесение плодородного слоя почвы и потенциально-плодородных грунтов, внесение минеральных и органических удобрений, посев и посадку растений и т.д. Предварительным условием является проведение обследования нарушенного участка, уточнение его площади, свойств почвогрунтов. Рекультивация нарушенных земель может осуществляться хозяйственным способом самим предприятием, нарушающим землю, или специализированным предприятием по проекту рекультивации.

Неоднородность природно-климатических, горно-геологических, эдафических, экологических, технико-экономических и других условий на разрабатываемых месторождениях Севера не позволяет говорить об одном определенном способе и направлении восстановления нарушенных земель. К каждому объекту рекультивации должен быть дифференцированный подход. Состояние нарушенных земель, их местонахождение, степень

отрицательного влияния на окружающую среду, технико-экономические показатели восстановления должны быть главными критериями при установлении целесообразности, очередности, объемов и способов восстановления нарушенных земель.

#### Литература

1. Восстановление земель на Крайнем Севере. Сыктывкар. Изд. Коми НЦ УрО РАН, 2000. С. 152.
2. Капелькина Л.П. Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Наука, Санкт-Петербург, 1993, С. 191.
3. Любимова А.А., Медведев П.М. Опыт закрепления растительностью пылящих хвостовых отвалов АНОФ-1 комбината «Апатит» //Растительность и промышленные загрязнения. Свердловск, 1970. С.104-111.
4. Методика определения экономической эффективности рекультивации нарушенных земель. М., 1986. С. 92.
5. Миронова С.И. Растительность техногенных ландшафтов северо-востока Якутии и проблемы их биологической рекультивации //Освоение Севера и проблемы рекультивации. Докл. II междунар. конф. Сыктывкар, 1994. С. 122-129.
6. Москаленко Н.Г. Антропогенная динамика растительности равнин криолитозоны России. Наука. Новосибирск. 1999. 280 с.
7. Переверзев В.Н., Подлесная Н.И. Биологическая рекультивация промышленных отвалов на Крайнем Севере. Апатиты. 1986.104 с.
8. Полуостров Ямал (инженерно-геологический очерк). Изд. МГУ. М. 1975. 278 с.
9. Пугачев А.А., Тихменев Е.А. Состояние, антропогенная трансформация и восстановление почвенно-растительных комплексов Крайнего Северо-Востока Азии. Изд. СВГУ. Магадан. 2008. 182 с.
10. Сумина О.И. Формирование растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России. Диссертация на соискание ученой степени докт. Биол. наук. Санкт-Петербург, 2011. 540 с.
11. Brown R.W., Johnston R.S., Johnston D.A. Rehabilitation of Alpine tundra disturbances // J. Soil Water Conserv. 1978. Vol. 33, № 4. P. 154-160.
12. Neiland B.J. Rehabilitation of bare sites and interior Alaska //Agroborealis. 1978. Vol. 10, №1. P. 21-25.
13. Walker D.A. Disturbance and recovery of Arctic Alaskan vegetation//Ecological Studies.Vol. 120. Springer-Verlag, Berlin, 1996, P. 35-71.