

УДК 622.502

В.А. Морин, Л.Н. Липина, О.М. Морина, Я.С. Липина
ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
ПОД ВЛИЯНИЕМ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА
В УСЛОВИЯХ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА
И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИИ

Рассмотрено влияние горных предприятий на растительный покров и процессы его восстановления на юге Дальнего Востока. Наименьший коэффициент сходства видового состава растительности (0,2) отмечается на расстоянии до 1 км от предприятий. Рекомендованы мероприятия по уменьшению негативного влияния предприятий.

Ключевые слова: вырубка леса, растительный покров, отвал, экосистема, ландшафт, дамба.

Семинар № 11

В процессе освоения месторождений полезных ископаемых происходят значительные изменения в экосистемах. Различные типы антропогенной нагрузки, включая частичную вырубку лесов на окружающую среду вокруг места концентрированного проживания людей [1]. К этому необходимо добавить, что еще больший ущерб экосистемам, чем вырубки, приносят лесные пожары, охватывающие несоизмеримо большие площади и др.

Степень экологической опасности этих факторов (или уровень экологической безопасности данного производства) для конкретной экосистемы должна определяться через количественную оценку изменений в биоте экосистем, которая, в свою очередь, может быть получена путем натурных наблюдений за элементами биоты в зоне влияния добывающего предприятия. В экосистемах, испытывающих экологическое воздействие, общее направление техногенных смен видового состава противоположно ходу

естественной сукцессии. Последовательные стадии этих трансформаций выглядят следующим образом: фаза угнетения видов; фаза выгнания чувствительных видов; фаза структурных перестроек экосистемы; фаза разрушения экосистемы.

Растительность является одним из основных звеньев ландшафта, нормализующим его естественное функционирование. Сведение растительного покрова может привести к полному разрушению ландшафта. С другой стороны, разрушенный, в том числе горно-техническими работами ландшафт может быть реально восстановлен опять-таки с помощью растительности, процесс формирования которого может регулироваться человеком [2].

Разрушение ландшафта не может компенсироваться восстановлением какого-либо одного компонента. По мнению A. D. Bradshaw (1992) возможны три пути восстановления техногенных экосистем — полное восстановление исходного состояния, заме-

щение искусственно созданными (рекультивированными) или оставление без вмешательства для естественного развития. Нормативные же акты существующие в России предусматривают отражение в проектах освоения земель следующих моментов: все земли подвергшихся техногенной деструкции, подлежат рекультивации; сохранение плодородного слоя почвы. Однако, в наших горных условиях это условие далеко не всегда можно выполнить в силу маломощности или фрагментарности почв.

Отвалы после отработки россыпей в долинах рек на первых этапах освоения растительностью имеют все признаки первичных экотопов, эдафически сходных с каменистыми осыпями и моренными отложениями, либо курумами. Всякое нарушение почвенно-растительного покрова связано с экологическим риском.

Оценку устойчивости (язвимости) территории следует рассматривать как информационную базу для принятия решений. Предлагаются следующая классификация, связанная с оценкой экологического риска: 1. Риск нарушения экологической ситуации минимальный при любом виде пользования и маловероятна опасность экстремальных природных ситуаций – **благополучные экосистемы**; 2. Риск нарушения экологической ситуации невелик, самовосстановление экосистемы происходит быстро и бесследно; 3. Риск умеренный – после антропогенного воздействия требуется или ограничения конкретного («травмоопасного») вида пользования или проектирование простейших мер по восстановлению ситуации; 4. Риск большой – возможны необратимые или длительно необратимые последствия; требуется планирование мер по реабилитации, преобразованию или инженерной защите;

5. Риск очень большой – возможны провокации геоморфогенных процессов с полным уничтожением; вторжение в подобные экосистемы недопустимо. Дополнительно к оценке риска необходима оценка видов травматизма [4].

С целью выявления влияния объектов добычи и переработки твердых минералов на окружающие их экосистемы, нами были обследованы районы работы предприятий Хинганолово (бассейн р. Хинган, ЕАО), Кербинский прииск (бассейн р. Керби, район им. Полины Осипенко Хабаровский край). Кроме того, были обследованы объекты ЗАО Многовершинное в Николаевском районе Хабаровского края, территория Солнечного ГОКа (Солнечный район). В настоящее время предприятия работают не на полную мощность, и в основном приходилось фиксировать результаты их деятельности в прошедшие годы. Все вышеизложенные объекты расположены в горных долинах, простирающиеся и структура которых контролируют водные и воздушные потоки – основные агенты переносчики загрязнителей.

В бассейне р. Хинган, относящемся территориально к зоне хвойно-широколиственных лесов на основе 12 обследованных точек был проанализирован состав растительного покрова, который представлен: 16 древесных пород, 15 видов кустарников, и более 60 видов травянистых растений. Практически на всех точках доминируют луговые виды разнотравья, в меньшей степени представлены лесные виды. Следом за лесными по убывающей идут группы: синантропная. Единично представлены степные, болотные и скальные растения. В целом по району обследования, согласно описаниям Т. А. Рубцовой (2002), преобладают белоберезовые и осино-

во-белоберезовые леса с участием лиственницы, разнотравно-папоротниковые (по горным склонам), лиственнично-еловые кустарничково-мелкотравно-зеленомошные с брусникой, на высоких водоразделах и на горных склонах.

Изменения в растительном покрове проявляются в местах, непосредственно связанных с добычей и обогащением ископаемых. По частоте встречаемости на обследуемых точках растительность распределяется следующим образом: в древостое — ива козья — 12 раз, береза белая — 10, осина Давида — 8, ольха пушистая — 7, лиственница даурская — 4; тополь душистый, черемуха Маака, ясень маньчжурский — 3 раза; ель аянская, липа амурская, рябина амурская, клен моно, черемуха азиатская — 2 раза. Остальные породы — бархат амурский и ильм долинный встречаются по 1 разу. Кустарники: ива россистая, рябинник рябинолистный — встречаются 9 раз; спирея иволистная, малина сахалинская, шиповник амурский — 6: достаточно распространены также свидина белая, ольха, черемуха азиатская — 5; несколько меньшая встречаемость у рододендрона даурского — 4 раза; дважды встречаются крушина, рябина и кедровый стланик. Остальные — дикая сирень, жимолость Рупрехта отмечены по одному разу. Из кустарников отмечена на одной точке брусника.

Бассейн реки Хинган входит в северную подзону зоны хвойно-широколиственных лесов. В настоящее время здесь преобладают вторичные березовые, осиново-березовые леса на месте вырубленных и выгоревших хвойно-широколиственных. По данным лесоустройства, на прилегающих к обследованным участкам долины склонах естественное возоб-

новление лесного покрова идет достаточно успешно. Так, на прогалинах южных склонов крутизной до 15° и рединах на выровненных участках характерен подрост березы белой высотой 1—2 м в количестве 3 тысячи штук на га. На гари на тех же склонах возобновление березы белой высотой 1 м составляет 2 тысячи, а если трехметровой высоты на юго-западных склонах насчитывается до 4 тысяч штук на га. Всходы ели аянской 5-см высотой на пологом южном склоне довольно значительные — до 20 000 штук на га. На крутых горных склонах возобновление идет чаще без сукцессионных смен, т. е. хвойными породами. Это ель аянская двухметровой высоты в количестве 3 000 штук, пихта белокорая трехметровой высоты — 2 000 штук, кедр корейский высотой 1 м — 3 000 штук на га. Кроме того, на этих же склонах достаточно хорошо приживаются культуры сосны обыкновенной и кедра корейского (до 80- 81 %).

Возобновление в техногенных ландшафтах происходит не столь успешно. Так, на восточном склоне дамбы хвостохранилища № 3 (ЗАО «Хинганолово») зарастание идет пионерной растительностью: ива, тополь, ольха, рябинолистник, спирея, шиповник, малина с общим проективным покрытием около 40 %. Проективное покрытие в верхней части склона не превышает 30 %, лишь у подножья, где скапливается больше мелкозема, смытого со склонов, и благоприятный гидротермический режим обусловливает большую приживаемость — до 60 %. Осущенное дно хвостохранилища зарастают ивой, тополем, имеющим угнетенный вид и большей частью отмирающие впоследствии.

Территория Кербинского прииска, расположенная в среднетаежной под-

Таблица 1

Естественное возобновление травянистых растений на отвалах горных пород, Кербинский присл., шт.

Фитоценотические группы	1	2	3	4	5	6	7	ШОУ
Лесные	7	2	4	1	7	1	1	—
Луговые	6	8	13	4	4	4	4	8
Степные	—	2	1	—	1	1	1	1
Синантропные	—	1	2	—	2	—	2	3
Болотные	1	—	—	—	1	1	1	1
Всего	14	14	21	5	15	7	9	13

зоне зоны хвойных лесов с преобладают лиственничников. В долинах на пойменно-террасовых поверхностях растут березово-осиновые леса, а на хорошо дренированных участках – елово-пихтовые леса. На месте гарей и вырубок также встречаются вторичные леса — березово-осиновые, часто с лиственницей. На дражных отвалах и других техногенных формах рельефа пионерная растительность представлена в первую очередь ольхой пушистой, ивой козьей, береской белой, реже – тополем душистым, лиственницей даурской. Так, на южной окраине пос. Бриакан, на месте бывшей ШОУ (шлихообогатительной установки), восстановление происходит отдельными экземплярами (ольхой пушистой, ивой козьей, осиной Давида высотой 0,4-0,7 м, а также полынью обыкновенной, иван-чаем, подорожником большим) (табл. 1).

На примыкающей к участку территории естественное зарастание отвалов происходит следующими видами деревьев и кустарников: береза белая, ива Шверина; ольха пушистая, высота до 4 м; осина Давида, лиственница даурская. Общее проективное покрытие — до 40 %. Распределение древесно-кустарниковой растительности неравномерное, групповое. Молодой подрост лиственницы имеет густоту от 3 штук на m^2 до 10 штук на

$1 m^2$ на северном склоне, ольхи до 7 штук на $1 m^2$, березы белой до 15 штук. Размещение подроста куртинное, а ель в возрасте до 10 лет встречается единично. Опад под формирующимся лесным покровом местами имеет мощность до 5-8 см, т. е. идет формирование гумусового слоя почвы, ускоряющего процесс восстановления коренных биогеоценозов.

Напочвенный покров также не сплошной, но довольно богатый по видовому составу.

Растительность всех шести обследованных точек в долине р. Керби представлена бореальными видами. Как и в бассейне р. Хинган точки обследования здесь приурочены к приречным частям долины (поймы, террасы, нижние части склонов). Древостой здесь представлен следующими видами: береза белая, которая встречается на всех шести точках. Лиственница даурская, ива Шверина и росистая отмечены в пяти точках; тополь душистый, осина Давида, ольха пушистая — в четырех случая; ель аянская, чозения толокнянколистная — в трех случаях; пихта белокорая и черемуха Маака отмечены по 1 разу.

Кустарниковый ярус образуют 14 видов. Представительство видов травянистых растений оказалось несколько беднее, чем в бассейне р. Хинган (около 50 видов). Здесь также

представлены лесные, луговые и сорные виды растений.

Изменения в растительном покрове в бассейне р. Керби связаны с механическим воздействием на экосистемы и сопутствующими им процессами изменения рельефа, почвы, гидрорежима в долинах рек, эрозией, лесными пожарами. При этом последствия золотодобычи выражаются, прежде всего, в более медленном застании отвалов, по сравнению даже с вырубками, гарячими, а иногда вообще остаются на многие десятилетия обнаженными участками, особенно в привершинных частях отвалов [6].

Солнечный ГОК расположен в переходной зоне от хвойно-широколиственных лесов к темнохвойным, в бассейне р. Силинки, впадающей на территории г. Комсомольска-на-Амуре в Амур. Растительность, описанная на 20 точках в долине р. Силинки (как выше по течению от ГОКа, так и ниже его – до устьевой части) представлена 15 видами деревьев, 17 видами кустарников и около 90 видов трав. Прямое уничтожение растительного покрова здесь отмечается, прежде всего, вокруг ГОКа и хвостохранилища. Влияние же работы предприятия негативно отражается в долине р. Силинки в основном вниз по течению от пос. Солнечный.

ЗАО «Многовершинное» расположено в переходной зоне от темнохвойной тайги к светлохвойной. Лесная растительность вокруг п. Многовершинный большей частью уничтожена при строительстве комбината, жилого поселка и при проведении коммуникаций. Еще больше леса выгорело на окрестных сопках в катастрофически пожароопасные периоды 1988 и 1998 годах. Сохранившаяся

растительность большей частью имеет угнетенный вид. Отмечается побурение хвои, особенно у ели, усыхание деревьев). Распространение загрязняющих веществ происходит во всех направлениях за счет флювиального и аэрального переноса. Естественное возобновление идет очень медленно и малоэффективно – в виде отдельных экземпляров деревьев и кустарников. Слоны дамбы хвостохранилища полностью лишены растительности, т. к. ее поселению препятствуют периодические подсыпки грунта для наращивания высоты дамбы.

Растительность на описываемых точках в долине р. Ул представлена 12 видами деревьев, 14 видами кустарников и до 40 видов трав.

При проведении анализа характера изменения растительного покрова в связи с негативным воздействием источников загрязнения были использованы коэффициенты сходства видового состава растительности Чекановского-Съренсена [7]. Рассматривалось сходство растительности парных точек, разноудаленных от источника загрязнения (ШОУ Кербинского прииска, Солнечного ГОКа, в долинах рек Керби и Силинки, а также в зоне влияния комбината ЗАО «Многовершинное») в дол. р. Ул. Результаты анализа графиков, построенных по коэффициентам сходства показали, что ни на одном из графиков не выявлена одинаковая тенденция изменения коэффициента сходства (рис. 1, 2). Это объясняется с одной стороны распределением точек в бассейне, с другой – влиянием характера расположения источников загрязнения и порядком (временем) отработки конкретных площадей.

Так, график, построенный для бассейна р. Керби (рис. 1.), указывает на снижение сходства между первыми че-

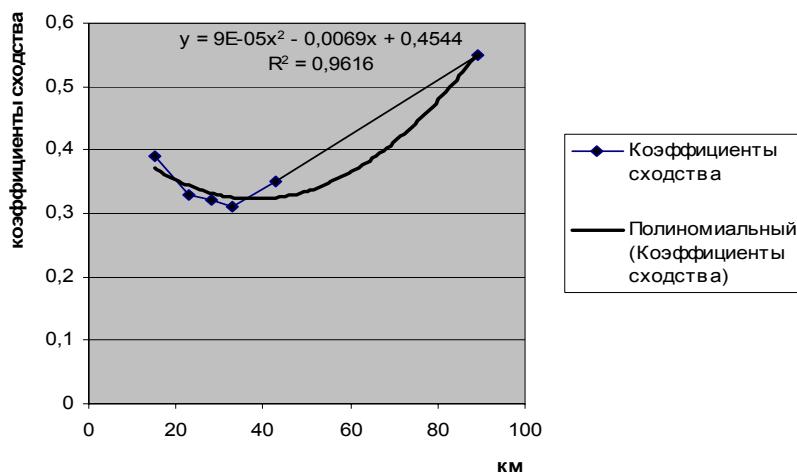


Рис. 1. Зависимость коэффициентов сходства видового состава растительности от удаленности источника загрязнения (ШОУ Кербинского приска)

тырьмя точками верхней части долины. Отмечается некоторое увеличение его в средней и нижней частях долины и значительное увеличение между точками нижней и приусыевской частях.

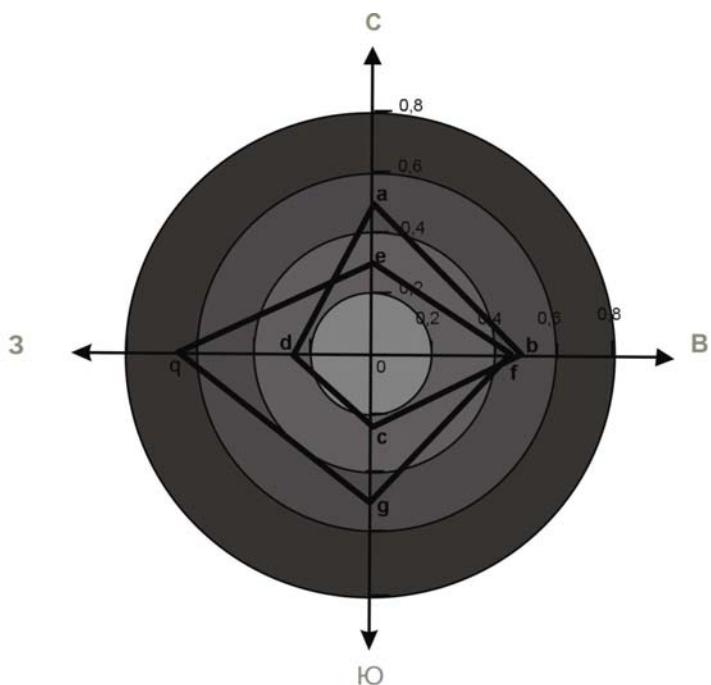
Это, вероятно, можно объяснить тем, что на последних точках выжили наиболее устойчивые к загрязнению виды растений: ива Шверина и росистая, ольха пушистая, рябинник рябинолистный, свидина белая, малина сахалинская, вейник Лангсдорфа, полынь обыкновенная, осока бледная.

Изменение коэффициента сходства по направлениям и удаленности от ШОУ (рис. 2) показывает определенную зависимость между ними: в частности, увеличение сходства видового состава между точками, удаленными на 100 м в восточном направлении, в то время как с удалением на 400 м наблюдается увеличение сходства в западном направлении. Это может быть связано с тем, что территория вблизи поселка Бриакан пройдена в некоторых местах дражными работами повторно, что, несомненно, внесло свои корректиры в распределение поллютантов.

Для зоны влияния Кербинского приска на всех обследованных точках были определены жизненные формы растений. При этом выяснилось: из общего количества (289) видов на всех точках на фанерофиты приходится 50 % (145 видов), на гемикриптофиты 28 % (81 вид). По 10 % представлены криптофиты и терофиты (29 и 27 видов соответственно). И меньше всего в растительном покрове встречается хамефитов – 2 % от общего числа (7 видов). Как видим, в составе возобновляющейся растительности преобладают древесно-кустарниковый и травяной ярусы, и менее всего представлены мхи, лишайники и кустарнички.

В долине р. Силинка (рис. 3) в направлении от верховьев вниз по течению коэффициент сходства повышается, в районе п. Солнечный (в средней части бассейна) он испытывает значительные колебания, имея общую тенденцию к уменьшению с удалением от ГОКа, и лишь в приусыевской части он повышается снова.

В бассейне р. Ул все точки сосредоточены в верхней части территории.



Шкала баллов сходства видов растений



- 1** - коэффициент сходства видов растений от 0-0,2
- 2** - коэффициент сходства видов растений от 0,2-0,4
- 3** - коэффициент сходства видов растений от 0,4-0,6
- 4** - коэффициент сходства видов растений от 0,6-0,8

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



- Граница значений коэффициентов сходства видов растений в пределах 100 м от ШОУ



- Граница значений коэффициентов сходства видов растений в пределах 400 м от ШОУ

Рис. 2. Зависимость коэффициентов сходства от удаленности и направления источника загрязнения (ШОУ Кербинского прииска)

От истоков реки в сторону п. Многовершинный график отражает (рис. 4) повышение коэффициента, поскольку здесь уменьшается заметное

влияние комбината. Вниз по течению от поселка идет естественное снижение коэффициента сходства в связи с поступлением поллютантов. С нарас-

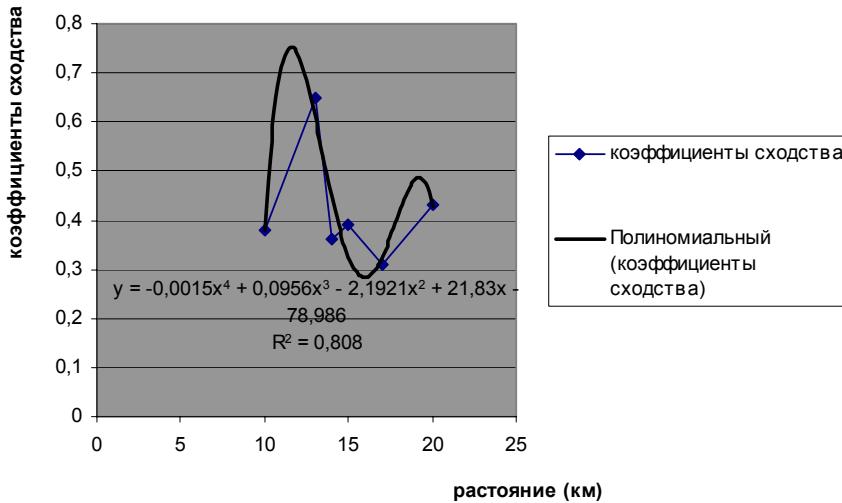


Рис. 3. Зависимость коэффициентов видового состава растительности от удаленности источника загрязнения (в зоне влияния Солнечного ГОКа)

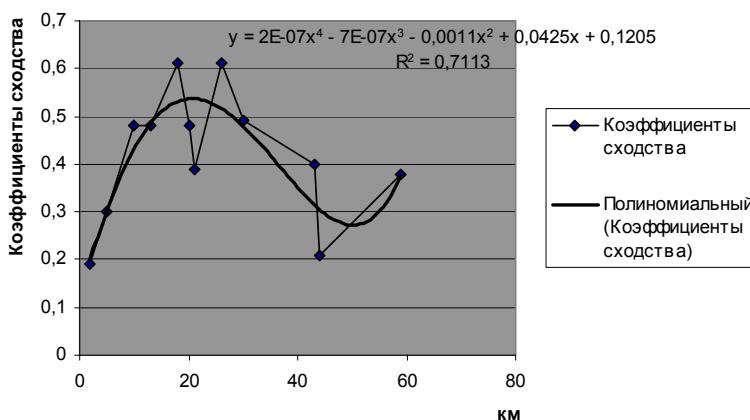


Рис. 4. Зависимость коэффициентов сходства видового состава растительности от удаленности источника загрязнения (ЗАО «Многовершинное»)

танием удаления от комбината сходство видов на смежных точках снова повышается.

Травяные ценозы в виде сплошного покрова формируется позднее, чем древесно-кустарниковый. При этом необходимо учитывать, что в процессе самозарастания или искусственного восстановления растительности на отвалах

и других формах техногенеза постоянно меняют микроэкологические, почвенные и фитоценотические условия. Так, если вначале, при полном отсутствии почвенно-растительного покрова, солнечная радиация и атмосферные осадки беспрепятственно достигают поверхности грунта, активизируя биохимические и другие процессы.

В горнотаежных условиях Приамурья разнос поллютантов происходит в пределах долин с доминированием направления переноса вдоль них, а в более открытых местах в расширениях долин и в других направлениях, согласно розе ветров. Таким образом, по форме площадей распространения загрязнителей можно выделить: а — зоны (вокруг центра загрязнения), б — секторы в пределах долин, в — еще одна форма («вектор»), т. е. перенос загрязняющих веществ рекой по дну долины.

Таким образом действие загрязнителей с удалением от комбинатов и хвостохранилищ на дно долины и на прилегающие коренные склоны долин уменьшается. Наиболее заметное влияние на растительность на расстоянии до 3 км от комбината (пос. Хинганск) и до 1 км от хвостохранилища. Четкой внешней границы площади загрязнения нет.

В целом, имеющаяся растительность выполняет свою защитную роль и назвать катастрофической ситуацию в настоящее время нельзя. Однако, уничтоженная или нарушенная во время строительства и эксплуатации объектов горнорудного производства, лесная растительность, прилегающих горных склонов (пос. Хинганск, Мновершинный и др.) на многие годы выбывают из категории покрытые лесом, т. к. возобновление древостоя, особенно хвойных пород, здесь сильно затруднено, а имеющиеся разреженные лиственные насаждения (береза белая, ольха пушистая, ива Шверина) находятся в угнетенном состоянии.

Что касается напочвенного покрова, то лишь местами он имеет 100 % покрытия. Чаще всего это ра-

зообщенные куртины травостоя (преимущественно луговое разнотравье). Кроме того, заметно внедрение синантропных видов.

Отмеченная нами пионерная растительность представлена немногочисленными видами деревьев (береза белая, осина Давида, ольха пушистая, несколько видов ив, реже лиственница даурская), несколько большими — кустарников (рябинник рябинолистный, ива россистая, спирея иволистная, черьмуха обыкновенная, боярышник Максимовича, леспредела двухцветная). Из травостоя отмечены вейник Лангдорфа, хвощ полевой, зверобой, подорожник большой, осоки, ирис щетинистый, пырей ползучий, ромашка непахучая, девясил сибирский, лютик ползучий, льнянка толокнянколистная и гравилат аллепский.

На основании проведенных исследований рекомендуется следующий комплекс мероприятий:

- максимально возможное увеличение высоты трубы на комбинате, чтобы увеличить площадь рассеивания; биологизация поверхности отработанных хвостохранилищ, а именно, покрытие почво-грунтом либо органическими растительными остатками, в. ч. если есть возможность измельченными порубочными остатками.

- селективное формирование отвалов для создания оптимального гидротермического режима почв.

- совершенствование правовой базы земле- и лесопользования.

Рекультивация отвалов, в т. ч. посадка или посев наиболее приспособленных к данным условиям растений; — минимизация территории, занятой отвалами и хвостохранилищами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галченко Ю. П. Динамика изменения состава и состояния элементов биоты в зоне техногенного воздействия горных предприятий //Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 11. — С. 209-214.
2. Гельман Т. А., Пузанова Т. А. Схема ландшафтно-геохимической организации территории на примере горно-рудного района восточного участка БАМ // Современные проблемы природопользования: Региональный аспект. Владивосток: Дальнавака,1987, С.59-63
3. Bradshaw A. D. The biology of land restoration //Appl. Popul. Biol. — Dordrecht etc.1992, p. 182-194.
4. Ефремов Д. Ф., Морин В. А., Сапожников А. П. Проблемы оценки экологического риска в лесном хозяйстве // Экологический риск: анализ, оценка, прогноз/ Материалы Всероссийской конференции. Иркутск. 1998. С. 9-10.
5. Рубцова Т. А. Флора малого Хингана. Владивосток: Дальнаука.2002.193 с.
6. Крупская Л. Т. Охрана и рациональное использование земель на горных предприятиях Приамурья и Приморья. Хабаровск.1992.175 с.
7. Чиблик Т. С., Елькин Ю. А. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленных землях. Свердловск: из-во Уральск. Ун-та.1991.219 с. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Морин В.А. — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Института горного дела ДВО РАН, e-mail: o. morina@mail. ru,
Липина Л. Н. — ведущий инженер, Института горного дела ДВО РАН, e-mail: IGD@rambler. ru
Морина О. М. — кандидат биологических наук, доцент кафедры «Экология, ресурсопользование и БЖД ТОГУ», e-mail: o. morina@mail.ru;
Липина Я. С. — студентка ТОГУ, тел. 8 (4212) 75-38-80



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)			
ПОРТНОВ Игорь Сергеевич	Разработка информационной системы управления потреблением топливно-энергетических ресурсов	05.13.01	к.т.н.