

**О.М. Морина, В.А. Морин, Л.Т. Крупская**

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ  
КАК КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОЗДАНИЮ  
ОПТИМАЛЬНОГО ВОДНО-ВОЗДУШНОГО  
И ПИТАТЕЛЬНОГО РЕЖИМОВ ДЛЯ РАСТЕНИЙ**

Семинар № 8

---

**В** настоящее время на юге Дальнего Востока проблеме воспроизводства продуктивности земель, нарушенных в процессе золотодобычи, не уделяется должного внимания. Вероятно, это обусловлено социально-экономическими причинами, а также ошибочном представлении о регионе как исконно многолесном. Однако в настоящее время здесь уже изъято из биологического цикла и нарушено свыше 600 тыс. га наиболее продуктивных площадей. Значительно ухудшилась экологическая обстановка на смежных территориях. Одновременно произошло интенсивное химическое загрязнение почвогрунтов и биоты вновь возникающими техногенными геохимическими потоками [1]. В связи с этим, целью исследований явилась обоснование комплекса мероприятий по созданию оптимального водно-воздушного и температурного режима для растений на нарушенных землях юга Дальнего Востока. Определены следующие задачи: 1) анализ и систематизация метеорологических данных; 2) изучение динамики природно-климатических характеристик; 3) разработка предложений по созданию оптимального водно-воздушного и питательного режима на рекультивируемых землях.

Изучение хода естественного восстановления растительности на отва-

лах проведено в зоне влияния прииска Кербинский, расположенного в средней части почти открытой долины одноименной реки и ОАО «Хинганолово». Для климатической оценки использовались наиболее репрезентативные метеостанции им. П. Осипенко и Облучье. Первая расположена на высоте 65 м в долине трех рек – Кербини, Амгуни и Нимелена. Ширина ровной долины рек от 18 до 20 км. Основной тип лесных насаждений – светлохвойные. Метеостанция Облучье размещена на высоте 254 м (табл. 1) в южной части Буреинского хребта, в неширокой – до 2 км долине реки Хинган, притока р. Амур и окаймлена грядами сопков высотой до 200 м. Эдификаторные леса – хвойно-широколиственные. Анализировались материалы метеорологических ежегодников и ежемесячников по температуре воздуха и почвы. Их анализ выполнен по 12 месяцам, среднегодовой, среднелетней (с мая по октябрь), и среднезимней (с января по апрель и за ноябрь - декабрь текущего года). Данные обрабатывались методом скользящих пятилетий как наиболее оптимального для этого ряда наблюдений метода и строились в MS Excel. Расчет экологической напряженности территории (табл. 2) проведен по методике Зархиной Е.С. и др. [2]. Исследования лесных фитоценозов осуществлялись по

Таблица 1

**Климатические показатели на метеостанциях (М/ст)  
П.Осипенко и Облучье**

Показатели	М/ст П. Осипенко	М/ст Облучье
Высота метеостанции, м	65	254
Абсолютный минимум температуры воздуха, °С	-56	-46
Продолжительность безморозного периода на поверхности почвы, дни	103	112
Среднее количество осадков, мм, год	410	716
Средняя высота снежного покрова, см	30	33
Число дней со снежным покровом	170	158
Среднегодовая скорость ветра, м/сек	2,6	2,4
Наибольшее число дней с сильным ветром	33	14
Количество дней со штилем	23	14

Таблица 2

**Экологическая напряженность территории на м/ст  
П. Осипенко и Облучье**

Темп. возд, °С	ТП, °С	ТВ, мм/сутки	ЗС, дни	ВГ, дни	ЛВ, мм	СД, см	ТД, °С	АТ, °С
м/ст П.Осипенко								
-2,9	1,0	3	61	11	1,85	21	2,7	62
м/ст Облучье								
-1,3	2,0	3	95	3	2,98	16	3,0	60

трансектам от двух центров, на месте бывших ШОУ в направлении четырех сторон света.

Сравнение климатических показателей свидетельствует во многом в пользу расположенной хоть и на почти 200 м выше, но южнее, метеостанции Облучье. Так, дата последнего заморозка различается на неделю, а число дней со снежным покровом - почти на две. Среднегодовое количество осадков здесь в 1,8 раза больше, и, соответственно, промывная способность почвы и атмосферы гораздо выше, чем в горной местности. Но, учитывая постоянный высокий уровень грунтовых вод, характерный для ЕАО, прорастание семян в антропогенно измененных условиях может быть значительно снижено из-за переувлажнения верхнего почвенного горизонта и потенциального риска загнивания семян и всходов.

С другой стороны, на глубину и ход промерзания вскрышных пород, в

основном влияют: температура воздуха и предзимняя влажность грунтов, а именно с увеличением последней глубина промерзания убывает по линейному закону. В нашем случае невысокие зимние температуры, достаточное и даже избыточное количество осадков в долине р. Керби в осеннее время, предопределяет неглубокое промерзание грунтов и сравнительно быстрое оттаивание весной. Скорость освобождения почвогрунтов от мерзлоты также зависит от температуры воздуха, влажности грунта, высоты снежного покрова, наличия или отсутствия мохового покрова, являющегося сильным теплоизолятором. Наибольшие различия по метеостанциям отмечаются в скоростях ветра, что, несомненно, сказывается на устойчивости проросших семян и подроста.

В гористой местности число дней с сильным ветром более чем в два раза превышает количество таких же дней

на равнине, что обуславливает выдувание слабо закрепившейся молодой поросли. С другой стороны, при сильных ветрах быстрее понижается концентрация загрязнений в воздухе, температура воздуха. На современном этапе необходимо также учитывать разнонаправленность климатических изменений, а именно: температурных (потепление, похолодание и стабильное развитие процессов).

Известно, что человечество нанесло «химический удар» по атмосфере, и природа не может к нему немедленно приспособиться. По мнению ряда авторов [3], отмечается глобальное потепление на планете, средний тренд которого составил 0,50 С/100 лет. Выявлено (Морина, 2005), что в Хабаровском крае и ЕАО в 67 % случаев температура воздуха испытывает потепление, в 22 % - похолодание, в 11 % - температура стабильна. По мнению В. И. Данилова-Данильяна [3], биота успешно справляется с задачей регулирования концентрации парниковых газов. При увеличении концентрации CO<sub>2</sub> активизируется газовый обмен у растений: увеличивается поглощение CO<sub>2</sub>, при этом больше выделяется кислорода и это способствует возвращению концентрации CO<sub>2</sub> к равновесному значению. В некотором смысле данные лесосустройства последних лет для района исследований показывают положительную динамику прироста.

В изучаемом районе условия лесовосстановления могут зависеть от сложившейся динамики температуры воздуха. Так, на метеостанции Облучье среднегодовая температура воздуха практически стабильна (рис. 1, б), в то время как на более северной метеостанции им. П. Осипенко температура испытывает небольшое потепление (рис. 2, а).

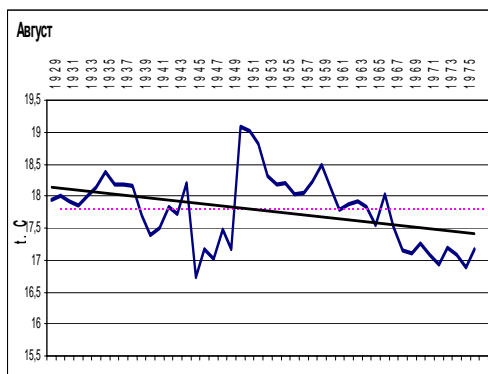
Многие считают, что почвенные температура повторяет ход температу-

ры воздуха, не придавая значения тому, что почва представляет собой слоистую систему. В слоях и на границах почвенных горизонтов в течение года непрерывно происходит перемещение тепла и влаги, и ее можно рассматривать как многослойную систему, если изучать по стандартным глубинам, на которых проводятся климатические измерения. Графики динамики температур показывают разную направленность динамики температур в течение сезона (рис. 1) и на глубинах (рис. 2).

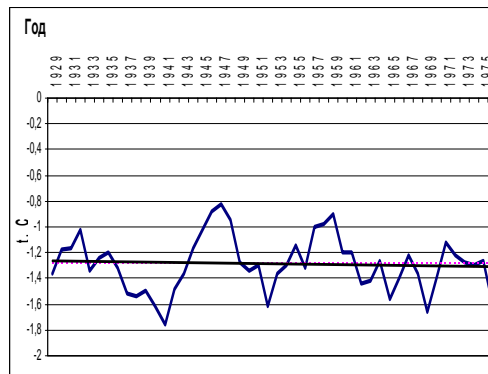
При анализе экологической напряженности территории (табл. 2) был выявлен еще один климатический фактор, негативно сказывающийся при проведении этапа биологической рекультивации, а именно, количество дней с засухой. Около четверти года, в основном в период вегетации, долина реки Хинган подвержена засухам, и, соответственно, большему количеству потенциальных лесных пожаров, что также влияет на качество естественного и искусственного лесовосстановления на отвалах.

Примечание: ТП – температура поверхности почвы; ТВ – среднесуточная интенсивность поступления талых вод, мм/сутки; ЗС – максимальное количество дней в году с влажностью воздуха ниже или равно 30 %; ВТ – среднегодовое количество дней с ветром 15 м/сек и более; ЛВ – максимальная интенсивность ливня за 5-минутный интервал; СД – высота снежного покрова в 1 декаде декабря; ТД – температура почвы на глубине 1,6 м; АТ – абсолютная амплитуда колебаний температур на поверхности почвы в апреле.

По мнению Ю.П. Галченко [5], и др., степень экологической опасности техногенных факторов, связанных с воздействием горных предприятий на окружающую среду, выражается в уничтожении биоты, химическом и

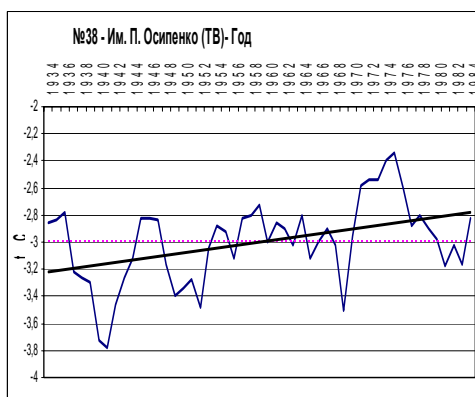


а) август, м/ст Облучье

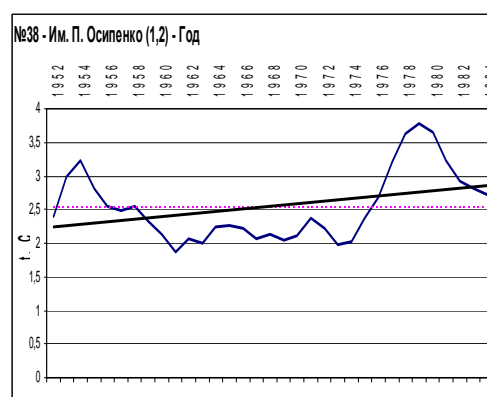


б) средняя годовая, м/ст Облучье

**Рис. 1. Средние (а), августовская и годовая температура воздуха на м/ст Облучье**



а) Средняя годовая температура воздуха



б) на глубине 1,2 м

**Рис. 2. Температура на метеостанции им. П. Осипенко:** а) средняя годовая температура воздуха; б) средняя годовая температура на глубине 1,2 м

физическом загрязнении почвогрунтов и поверхностных вод, изменении водного баланса территории, вырубке лесов.

В связи с этим уровень экологической безопасности данного производства должен определяться через количественную оценку изменений в биоте экосистем. Находясь в сравнительно суровых условиях под воздействием низких температур и других негативных климатических факторов на изучаемой территории, лесные фитоценозы, тем не менее, выполняют большую экологическую роль (за-

щиты почвы от процессов деструкции, регулирования гидротермического режима, санитарно-гигиенические функции и т.д.). Уничтожение растительности обуславливает снижение защитных и средообразующих функций территории. Естественное возобновление на техногенных формах рельефа происходит достаточно медленно, до 25 лет и более, поэтому возникает необходимость в проведении комплекса мероприятий по рекультивации вблизи горняцких поселков.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что 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. Лишь в приводораздельных частях и на горных склонах встречаются лиственнично-еловые насаждения. В нижних частях склонов и в долинах среди мелкоколиственных насаждений появляются широколиственные, местами с участием кедра корейского. В приречной части обычны ивняки, ольховники. По данным лесоустройства, на примыкающих к обследованным участкам долины склонах естественное возобновление лесного покрова идет достаточно успешно. Так, на прогалинах южных склонов крутизной до 15° и редианах 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 высотой 1 м составляет 2 тысячи, а ели трехметровой высоты на юго-западных склонах насчитывается до 4 тысяч штук на га. Всходы ели 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 двухметровой высоты в количестве 3 000 штук, пихта трехметровой высоты – 2 000 штук, кедр высотой 1 м – 3 000 штук на га. Кроме того, на этих же склонах достаточно хорошо приживаются культуры сосны и кедра (до 80-81 %).

Возобновление а 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 обуславливает большую приживаемость – до 60 %. В травяном, также разреженном покрове, отмечаются: иван-чай, осоки, мятлик с общим проективным покрытием до 20 %, причем размещение его неравномерное, куртинное. Западный ее склон эродирован, на нем встречаются лишь небольшие участки, покрытые хвощем. Единичные экземпляры тополя достигают высоты 7 м, а березы – до 5 м.

Территория Кербинского прииска, расположенная в среднетаежной подзоне зоны хвойных лесов, характеризуется тем, что на склонах гор и увалах в лесном покрове преобладают лиственничники. 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, ивой, березой, реже – тополем, лиственницей. Так, на южной окраине пос. Бриакан, на месте бывшей ШОУ, восстановление происходит отдельными экземплярами (ольхой, ивой, осинкой высотой 0,4-0,7 м, а также полынью, иван-чаем, подорожником) (табл. 4).

На сопредельной территории естественное зарастание отвалов происходит следующими видами деревьев и кустарников: береза, ива Шверина; ольха, высота до 4 м; осина, лиственница.

Общее проективное покрытие – до 40 %. В напочвенном, довольно богатом по составу покрове, произрастают полынь, иван-чай, клевер белый,

Таблица 3

**Восстановление растительности на техногенно нарушенных землях после золотодобычи через 50 лет на 1 м<sup>2</sup>, шт.**

Жизненные формы	Береза	Ольха	Лиственница	Ива
Кербинский прииск, возобновление в районе ШОУ				
Поросль	2	2	нет	1
Кербинский прииск, возобновление на отвалах				
Поросль	15	7	7	1

Таблица 4

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

Фитоценоотические 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

мялик, ирис, тысячелистник, вейник, гравилат, ромашка, лютик, хвощ, девясил, зверобой, подорожник, одуванчик, осока, льнянка, пырей, репашок, лапчатка, единично – пижма. Распределение древесно-кустарниковой растительности неравномерное, групповое. Напочвенный покров также не сплошной. На некоторых обнаженных участках визуально отмечалось наличие маленьких шариков, иногда до полусантиметра, ртути. Установлено, что подножья откосов, северные и северо-восточные склоны, а также замкнутые понижения зарастают более интенсивно по сравнению с другими экспозициями и формами рельефа. Это положение согласуется с данными других авторов (Крупская, 1992 и др.). Молодой подрост лиственницы имеет густоту от 3 штук на м<sup>2</sup> до 10 штук на 1 м<sup>2</sup> на северном склоне, ольхи до 7 штук на 1 м<sup>2</sup>, 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 форми-

рование гумусового слоя почвы, ускоряющего процесс восстановления коренных биогеоценозов.

Итак, наиболее благоприятными для лесовосстановления по климатическим условиям являются участки долины рек зоны влияния ОАО «Хинганолово». Однако из-за более частых лесных пожаров и активных вырубок коренного хвойно-широколиственного леса естественное возобновление идет здесь практически через сукцессионную смену. На техногенных отвалах восстановление также происходит только вторичными лесами. Возможно, это связано со сложившейся климатической тенденцией на снижение летних температур воздуха.

В условиях Кербинского прииска, с более суровым континентальным климатом, но с положительной динамикой температур воздуха и почвы, восстановление проходит с участием коренных древесных пород. Преобладание сильных ветров предопределяет необходимость создания защитных полос для более успешного выживания подростка на отвалах золотодобычи. Высокая уязвимость изучае-

мого района связана, в первую очередь, с низкими значениями температуры воздуха. Так, среднегодовые значения на метеостанции им. П. Осипенко составляет  $-2,9^{\circ}\text{C}$ , на метеостанции Облучье в ЕАО  $-1,3^{\circ}\text{C}$ . До  $10^{\circ}\text{C}$  различаются абсолютные минимумы температуры. Низкие температуры воздуха обуславливают значительное промерзание почвы. Так, в особо холодные и малоснежные зимы, мерзлота опускается глубже 3,2 м, т.е. ниже слоя измерения мерзлотомерами Данилина и глубинными термометрами.

На основании проведенных исследований рекомендуется следующий комплекс мероприятий:

- минимизация отвалов территории под отвалы, хвостохранилища и другие объекты;
- дифференциация грунтов при проведении вскрышных работ (селек-

тивное формирование отвалов) по механическому составу, что способствует созданию оптимального водно-воздушного режима почв;

- биологизация поверхности, т.е. покрытие вскрышными грунтами с добавлением торфокомпоста или другой органики;
- посев и посадка растений, наиболее приспособленных к данным биоклиматическим условиям, прежде всего аборигенных;
- создание плодородного слоя почвы и устойчивого фитоценоза на основе использования препаратов гуминовых кислот и комплекса активных штаммов почвенных микроорганизмов, повышающих общую биологическую активность почвогрунтов [6, 7];
- совершенствование правовой базы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крупская Л.Т., Саксин Б.Г., Ивлев А.М. и др. Оценка трансформации экосистем под воздействием горного производства на юге Дальнего Востока. – Хабаровск: Изд-во ХГТУ, 2001. – 192 с.

2. Зархина Е.С., Сохина Э.Н., Морина О.М. Опыт комплексной оценки экологической напряженности территории (на примере дальневосточного региона) // Факторы и механизмы устойчивости геосистем. – М., 1989. – С. 206-214.

3. Данилов-Данильян В.И. Стоит ли России радоваться потеплению климата? // Климатические изменения. Взгляд из России. – М.: Теис. – 2003. – С. 13-23.

4. Морина О.М. Районирование территории Хабаровского края и ЕАО по динамике температур воздуха // Ресурсы и экологические проблемы Дальнего Востока. – Хабаровск: изд-во ДВГТУ, 2006. – С. 258-261.

5. Галченко Ю.П. Динамика изменения состава и состояния элементов биоты в зоне техногенного воздействия горных предприятий // ГИАБ. 2007. №11. С. 209-214.

6. Крупская Л.Т. Охрана и рациональное использование земель на горных предприятиях Приамурья и Приморья. Хабаровск, 1992. – 176 с.

7. Патент РФ на изобретение № 2275779 от 10 мая 2006 (авторы: Крупская Л.Т., Бычев М.И., Петрова Г.И. и др.). **ИПАБ**

#### Коротко об авторах

Морина О.М. – кандидат биологических наук, доцент, Тихоокеанский государственный университет,

Морин В.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Крупская Л.Т. – доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией, Институт горного дела ДВО РАН.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 8 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. Е.А. Ельчанинов.