

## ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЯКУТИИ

© 2012 С.Н. Миронова

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера Северо-Восточного федерального университета (НИИПЭС СВФУ), Якутск

Поступила 15.03.2012

Представлены результаты исследований растительности нарушенных горнодобывающими предприятиями земель Западной Якутии как основа для проведения биологической рекультивации.

**Ключевые слова:** *эколого-флористическая классификация, синтаксономические единицы, техногенные земли, рекультивация, отвалы.*

Алмазные месторождения в Якутии расположены в Мирнинском и Анабарском районах. Территория карьера «Мир» расположена в пределах Вилюйского плато древней Сибирской платформы. В геоморфологическом отношении район занимает область древней аллювиальной равнины с абсолютными высотами 90-200 м, сложенной осадочным карбонатным породам и подчиненная - изверженным: траппам и кимберлитам, характеризуется слабым расчленением, равнинным характером рек. Характерны осложнения эрозионно-аккумулятивных форм рельефа мерзлотными формами и различное распространение грунтовых льдов [1].

Особенностью климата региона, как и для всей Центральной Якутии, является резкая его континентальность, проявляющаяся в больших годовых колебаниях температуры воздуха и относительно малым количеством выпадающих осадков [2]. В зимний период основным барическим определяющим термический и ветровой режим, является северо-восточный отрог зимнего азиатского антициклона. Среднегодовая температура в г. Мирном равна 7,6°C, средняя температура января - самого холодного месяца года -32,3°C, июля - 16,8°C. Среднегодовая сумма осадков равна 200-250 мм. Снежный покров сохраняется в течение 220-250 дней в году, высота его невелика.

Немаловажным фактором, влияющим на приземный климат и почвообразовательные процессы, является наличие многолетнемерзлых пород, распространенных повсеместно с мощностью 180-400 м.

Техногенные нарушения оказывают влияние на основные элементы природной среды: 1) рельеф (образование техногенной формы рельефа); 2) на почвенно-растительный покров (уничтожение или изменение, образование вторичных антропогенных ценозов); 3) животных (исчезновение видов, изменение видового состава и численности); 4) грунты (термокарст, солифлюкция, дефляция).

По почвенно-географическому районированию данная территория входит в Западно-Вилюйский район Якутской Восточно-Сибирской таежно-мел-

кодолинной провинции [3]. В зональных таежно-долинных ландшафтах плато здесь широко распространены дерново-карбонатные тяжелосуглинистые почвы, развитые на элювии кембрия и ордовика. В интразональных ландшафтах преобладают торфянисто- и торфяно-глеевые почвы. На бескарбонатном, нередко каменистом или щебнистом элювии осадочных и изверженных пород под пологом лиственничников формируются разновидности мерзлотных таежных почв. Изучение почвенного покрова территории и бассейнов рек Большая Ботуобуя и Чона, впервые проводилось сотрудниками Якутского института биологии в 1957-1960 гг. в связи с созданием здесь алмазодобывающей промышленности. Почвы описаны в работах Л.Г. Еловской (1958; 1959а), В.Г. Зольникова [1], В.Г. Зольникова с соавторами (1962).

Растительность Вилюйского бассейна относится к Восточно-Сибирской подобласти светлохвойных лесов Евразийской лесной области, занимающей часть территории Якутской флористической провинции из лиственницы Гмелина и Каяндера. Суровый и резкоконтинентальный климат обуславливает своеобразие флоры и растительности данного региона.

Первыми исследователями бассейна реки Вилюй являются Р.К. Маак, Траутфеттер. Флора и растительность были исследованы В.П. Дробовым (1916), В.Л. Комаровым (1926), Р.И. Аболиным (1929), С.Н. Недригайловым (1932), Т.Ф. Галактионовой и др. (1958), М.Н. Караваевым (1958), А.И. Уткиным (1958), С.С. Черемхиным (1961), И.Д. Кильдюшевским (1964), И.П. Щербаковым (1975, 1992). В бассейне р. Далдын работали В.Б. Сочава, Н.Л. Загребина, А.Н. Лукичева (1963). А.Н. Лукичевой впервые была составлена флористическая классификация растительности и на ее основе - карта бассейна р. Марха с охватом р. Киенг-Юрх [4]. Она связала распределение растительности в зависимости с литологическим составом горных пород. В последние годы с целью оценки современного состояния природной среды региона выполнен новый цикл работ по растительности [5, 6, 7]. Институтом прикладной экологии Севера выпущена серия книг «Экология р. Вилюй» в 1993, 1994, 1996 годах.

*Миронова Светлана Ивановна, д.б.н., проф., зав. лаб. экологического нормирования и рекультивации, e-mail mironova47@mail.ru*

Горнодобывающая промышленность в Якутии развивается на месторождениях золота, алмазов, угля и других полезных ископаемых. Разработка месторождений ведется открытым способом с частичным или полным снятием почвенно-растительного слоя, это негативно отражается на состоянии окружающей природной среды. Нарушенные техникой земли представлены отвалами пустых пород, хвостохранилищами и другими формами техногенного рельефа, лишенными растительности, т.к. суровые природные условия и многолетняя мерзлота препятствуют быстрому их зарастанию растительностью. В этой связи необходимо проводить биологическую рекультивацию.

Проведение рекультивационных работ в Якутии затруднено следующими обстоятельствами:

- природный почвенный покров не обеспечивает достаточным количеством плодородного слоя для отсыпки техногенной поверхности, требуемой по ГОСТу;

- самозарастанию растений мешают суровые климатические условия региона (длительная и холодная зима, короткое, но жаркое лето, малое количество осадков, сильные ветры на отвалах, также лишенные питательными веществами породы);

Основой для рекультивационных работ является знание техногенной поверхности, грунтов, а также зарастание растительности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования флоры и растительности нарушенных земель на месторождениях алмазов в Мирнинском районе (Западная Якутия) проводятся с 1988 года. Алмазы в Якутии добываются двумя способами – открытым карьерным и подземным. Основными объектами исследований являются отвалы алмазных карьеров и хвостохранилища.

Описания растительности выполнялись по общепринятым методикам полевых исследований. Учет проективного покрытия при геоботаническом описании проводился по 5-балльной шкале: 1 - до 5 %; 2 - 6-15 %; 3 - 16-25 %; 4 - 26-50 %; 5 более 50 %. Классификация растительности выполнена по принципам Браун-Бланке [8-12].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Таксономический анализ флоры исследуемого района отражает зональные флористические особенности, а именно, его бореальный таёжный характер.

Суровый и резко континентальный климат обуславливает своеобразие флоры данного региона. Ее основу составляют бореальные виды, но значительную роль играют и арктоальпийские и степные виды. По данным литературы [13] и с учетом наших исследований флора Вилюйского бассейна включает 882 вида, из них 622 вида цветковых растений, 189 высших споровых и 64 низших растений.

Естественная растительность района исследования представлена, в основном, среднетаежными лесами из лиственницы даурской, возможна примесь угнетенной ели (до 20 %) и березы. Лиственничные леса меняются в зависимости от влажности от сравнительно сухих (лишайниково-толокнянковых) до заболоченных моховых (сфагновых) с наибольшим распространением брусничных и багульниково-голубично-моховых типов. Сосновые и еловые леса встречаются небольшими участками в долинах рек. На песчано-глинистых породах и траппах преобладают заболоченные леса, нередко они переходят в редины с ерником, болотами, осоково-вейниковыми кочкарниками. Лучшие и наиболее богатые видами леса занимают береговые отвалы и дренированные склоны долин.

На промышленных участках при разрушении почвенно-растительного покрова искажается мезо- и микрорельеф, изменяется режим снеготаяния и снегоотложения, что приводит к резкому изменению мерзлотных и гидрологических условий.

Флора техногенных отвалов Западной Якутии включает 25 семейств, 56 родов и 72 вида цветковых растений, что составляет 11 % от общей флоры Вилюйского бассейна.

На отвалах карьера «Мир» ведущая роль принадлежит семействам Asteraceae (*Artemisia*, *Crepis*, *Tanacetum*, *Chamomilla*), Poaceae (*Elytrigia*, *Agrostis*, *Hordeum*, *Calamagrostis*, *Puccinellia*), Cyperaceae (*Carex*), Brassicaceae (*Arabis*, *Descurainia*), включающим более 50 % флоры. Доминирование семейств Poaceae и Cyperaceae показывает бореальную направленность растительности.

Эколого-флористическая классификация техногенной растительности выделены 5 классов, включающих 4 порядка, 4 союза, 6 ассоциаций, 9 субассоциаций, 26 вариантов, а также 6 базальных и 8 дериватных сообществ [6].

Самыми распространенными сообществами являются сообщества Класса *Puccinellio-Hordeetea jubati* Mirk. in Gogl. et al. 1987. Д.в.: *Hordeum jubatum*, *Puccinellia hauptiana*. Сообщества класса были описаны исследователями по бассейнам рек Яна [14, 15], Колыма [16], Вилюй [7]. Их ареал предположительно охватывает лесотундровую, лесную и лесостепную зоны Восточной Сибири и Северо-Востока Азиатской части России. Как отмечают П. А. Гоголева и другие (1987) в Якутии площадь, занятая сообществами данного класса возрастает по градиенту юг - север.

На техногенных ландшафтах исследованной территории сообщества класса в зависимости от экологических условий и степени антропогенного (техногенного) воздействия представлены 2 союзами (*Puccinellio-Hordeion jubati* и *Beckmannio-Hordeion jubati*) и 4 ассоциациями (*Chamerio-Hordeetum jubati*, *Chamomillo-Hordeetum*, *Puccinellio hauptianae-Hordeetum jubati*, *Beckmannio-Hordeetum jubati*) подразделенными на варианты. В таблице 1 представлена Синоптическая таблица

ассоциаций *Chamerio-Hordeetum* и *Chamomillo-Hordeetum* класса *Puccinellio-Hordeetea jubati*.

Эколого-флористическая классификация показала начальные и средние стадии сукцессии растительности на отвалах карьера «Мир». Динамика

изменения флористического состава фитоценоза вдоль пространственных и экологических градиентов основывается на выделенные сообщества, которые образуют целую систему восстановительной сукцессии.

**Таблица 1.** Синоптическая таблица ассоциаций *Chamerio-Hordeetum* и *Chamomillo-Hordeetum* класса *Puccinellio-Hordeetea jubati*

Номера синтаксонов	6	7	8	9	10	11	12
Регион	З	ЗВП	ЗВП	ЗВД	ЗВД	ЗВД	ЗНД
Возраст (годы)	>10	>5	>15	>15	>15	>10	>10
Число описаний	5	5	5	5	5	5	10
Д.в. класса, порядка, союза							
<i>Puccinellia hauptiana</i>	V.1-1	V.1-1	V.1-1	V.2-3	V.3-3	V.2-3	V.3-3
<i>Hordeum jubatum</i>	V.1-1	V.1-2	V.1-1	V.1-2	V.1-1	V.1-1	V.1-2
Д.в. ассоциации							
<i>Chamerion angustifolium</i>	V.1-2	V.1-1	V.1-1	V.1-1		I	
<i>Chamomilla suaveolens</i>				V.2-2	V.2-3	V.2-3	V.2-2
Д.в. вариантов							
<i>Chenopodium album</i>		V.1-3					
<i>Arabis pendula</i>		V.1-1	II	II			
<i>Artemisia mongolica</i>			V.1-1				
<i>Astragalus danicus</i>			IV.1-1				
<i>Poa angustifolia</i>			IV.1-1				
<i>Crepis tectorum</i>			V.1-1	V.2-2	III.-1 I	I	
<i>Carduus crispus</i>				III.-1		V.1-1	
<i>Alopecurus arundinaceus</i>				II	III.-1	IV.1-1	V.1-3
<i>Plantago major</i>					I	III.-1	III.-1
<i>Triglochin palustris</i>					II		V.2-2
Д.в. класса <i>Artemisietea</i>							
<i>Taraxacum ceratophorum</i>	III.-1		III.-1		II		
<i>Elytrigia repens</i>		I	III.-1		IV.1-1	I	
<i>Elymus kronokensis</i>			III.-1	III.-1	I		
<i>Tanacetum vulgare</i>			II	IV.1-1.	III.-1		
Д.в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>							
<i>Vicia cracca</i>				III.-1	II	III.-1	II
Прочие виды							
<i>Salix viminalis</i>	II		I	III.-1	I		
<i>Rumex maritimus</i>	I				III.-1		

Примечание: синтаксоны 6 - *Chamerio-Hordeetum*; 7 - *Chamerio-Hordeetum* var. *Chenopodium album*; 8 - *Chamerio-Hordeetum* var. *Artemisia mongolica*; 9 - *Chamerio-Hordeetum* var. *Chamomilla suaveolens*; 10 - *Chamomillo-Hordeetum*; 11 - *Chamomillo-Hordeetum* var. *Carduus crispus*; 12 - *Chamomillo-Hordeetum* var. *Triglochin palustris*.



**Рис 1.** Отвал №6 до рекультивации



**Рис. 2.** Отвал после проведения биологической рекультивации

Медленное самозаращение растительности на нарушенных ландшафтах ставит проблему проведения рекультивационных работ. Отечественная и зарубежная практика рекультивации земель свидетельствует о широком повторном использовании породных отвалов в народном хозяйстве, поэтому внешние и внутренние отвалы, хвостохранилища и гидроотвалы являются основными объектами рекультивационных работ на карьерах. Отвалы с неблагоприятными свойствами пород требуют специальных методов рекультивации или предварительных работ по мелиорации [17].

В Якутии рекультивационные работы находятся на начальной стадии опытных исследований [18-24]. Решением данной проблемы является выбор оптимальных для условий Якутии способов биологической рекультивации. Проведенные опыты по биологической рекультивации на отвале №6 карьера «Мир» показывает об их положительных результатах (рис.1,2).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зольников В.Г. Почвенно-ландшафтные районы Западной Якутии // Развитие производительных сил Западной Якутии в связи с созданием алмазодобывающей промышленности.- Якутск, 1958.- С. 5-51.
2. Гаврилова М.К. Климат Центральной Якутии. Якутск, 1973.-120с.
3. Еловская Л.Г., Коноровский А.К. Районирование и мелиорация мерзлотных почв Якутии.- Новосибирск, 1978.- 175 с.
4. Лукичева А.Н. Растительность Северо-Запада Якутии и ее связь с геологическим строением местности. - М.-Л.: АН СССР, 1963. - 168 с.
5. Миронова С.И. Опыт использования метода Браун-Бланке для выделения территориальных единиц растительности аласов Вилюйского бассейна. //Экология, 1983. - N5. - С.33-38.
6. Миронова С.И. Техногенные сукцессионные системы растительности в условиях криолитозоны Новосибирск.; Наука, 2000 – 105 с.
7. Миронова С.И., Гаврильева Л.Д., Павлова З.С. Синтаксономия рудеральной растительности бассейна р. Вилюй. - Деп. ВИНТИ, М.: 1990. - N2485-В 90. - 52 с.
8. Александрова В.Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных

систем в разных геоботанических школах.- Л.:Наука, 1969. - 274 с.

9. Миркин Б.М. Антропогенная динамика растительности//Итоги науки и техники.- Т.5.-М.: ВИНТИ, 1984.- С.139-235.
10. Миркин Б.М. Методика указания для практикума по классификации растительности методом Браун-Бланке.- Уфа,1985.-32 с.
11. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. М.: Наука, 1978.- 211 с.
12. Миркин Б.М., Соломещ А.И. Синтаксономия синантропной растительности: современное состояние и тенденции развития // ЖОБ, 1989.- Т.50.- N 3.- С.379-387.
13. Растительность бассейна реки Вилюя - М.-Л.: Изд. АН СССР, 1962.-118 с.
14. Миронова С.И. Флора и растительность техногенных ландшафтов Северо-Востока Якутии //Флора антропогенных местообитаний Севера. - М.: ИГ РАН, 1996а. - С. 123-133.
15. Пестряков Б.Н. Процессы синантропизации растительности в долине р. Яны // Проблемы экологии Якутии. Вып. 1. Биогеографические исследования. - Якутск, 1996. - С. 52-57.
16. Гоголева П.А., Черосов М.М. Рудеральная растительность Верхней Колымы. - Деп. в ВИНТИ. Биол. науки.- М., 1987. - 28 с.
17. Горлов В.Д. Рекультивация земель на карьерах. - М.: Недра, 1981.- 264 с.
18. Кузьмин Ю.И. Биологическая рекультивация техногенных отвалов в условиях Крайнего Севера.-Экология, N 2, 1985. - С.21-24.
19. Лебедева Н.А., Лонкунова А.Я. Биологическая рекультивация земель, нарушенных при добыче алмазов в Якутии //Растения и промышленная Среда. - Свердловск, 1990 - С.71-75.
20. Миронова С.И. Промышленная ботаника и рекультивация нарушенных земель. Учебно-методическое пособие – Якутск: Изд-во ЯГУ, 2009 - 74 с.
21. Миронова С.И., Иванов В.В. Рекультивация земель при разработке месторождений полезных ископаемых Якутии. Учебно-методическое пособие – Якутск, 2005
22. Миронова С.И., Иванов В.В., Кудинова З.А., Мартынова Г.А. Проблемы и опыт рекультивации нарушенных земель на алмазных месторождениях Якутии // Горный журнал. №1 2011. С.95-97.
22. Миронова С.И., Иванов В.В., Тарабукина В.Г., Кудинова З.А. Научно-практические рекомендации по рекультивации отработанных земель рудных месторождений золота (на примере КРП) – Якутск: изд-во ЯГУ, 2010 – 39 с.

#### ENVIRONMENTAL AND BIOLOGICAL BASIS OF LAND REKULTIVATION TECHNOLOGICAL YAKUTIA

© 2012 S.I. Mironova

Research institute of applied ecology of the North of Northeast federal university, Yakutsk

The summary. Results of researches of vegetation of the earths of the Western Yakutia broken by the mining enterprises as a basis for carrying out biological are presented.

**Keywords:** *ekologo-floristic classification, syntaxonomic units, the technogenic earths, , sailings.*