

УДК 581.55 (571.56)

СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ ЯКУТИИ

Миронова С.И.

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера Северо-Восточного федерального университета, Якутск, e-mail: mironova47@mail.ru

Представлены результаты исследований отвалов карьера «Айхал» (Западная Якутия). Отвалы пустых пород представляют собой высокие с крутыми откосами «горы», сложенные в результате добычи алмазов. Возраст их достигает до 50 лет, но до сих пор они остаются голыми без растительности. В результате изучения растительности на отвалах разного возраста получены серийные сообщества из видового пула естественной растительности. С целью прогноза восстановительного процесса разработаны техногенные сукцессионные системы (ТСС) для данного региона.

Ключевые слова: сукцессия, техногенная растительность, техногенные сукцессионные системы, бета-разнообразие

THE SUCCESSION OF VEGETATION IN THE MAN-CAUSED LANDSCAPES OF YAKUTIA

Mironova S.I.

Scientific-research institute of applied ecology of the North of the North-Eastern federal university, Yakutsk, e-mail: mironova47@mail.ru

Results of researches of sailings of an open-cast mine of «Ajhal» (the Western Yakutia) are presented. Sailings of dead rocks represent high «mountains» with the abrupt slopes, combined as a result of extraction of diamonds. The age reaches them till 50 years, but till now they remain naked without vegetation. As a result of vegetation studying on sailings of different age serial communities from a specific pool of natural vegetation are received. For the purpose of the forecast of regenerative process are developed technogenic succession systems (TSS) for the given region.

Keywords: succession, technogenic vegetation, technogenic succession of the system, beta-diversity

При открытой добыче полезных ископаемых в первую очередь уничтожению подвергается почвенно-растительный покров, снятие которого оказывает прямое воздействие на всю окружающую среду. Негативные проявления техногенеза особенно усиливаются в условиях криолитозоны, т.е. в зоне распространения многолетнемерзлых пород.

Растительность Якутии развивается в условиях резко континентального климата и при недостатке влаги. Доминирующими растительными типами являются лиственничные леса, выполняющие климаторегулирующую, почвозащитную и водоохранную функцию, а также используются как источник продуктов питания, лекарственного сырья, как среды обитания пушных и копытных промысловых животных, зверей и птиц, и имеют рекреационное и общественно-гигиеническое значение.

Следует отметить, что нерациональное, одностороннее использование лесных ресурсов и полное или частичное отчуждение их при разработке месторождений полезных ископаемых приводят к их техногенной трансформации.

Целью исследования является изучение процессов восстановления растительности на техногенных ландшафтах.

По геоботаническому районированию территория относится к Оленекскому округу Северо-Западной северотаежной подпровинции подзоны северо-таежных лесов.

Естественные леса представлены сухими голубично-лишайниковыми лиственничными редколесьями, развивающиеся на долеритах, а также голубично- и багульниково-моховыми лиственничными редкостойными лесами на туфогенных породах. Древостои сильно разрежены, образуют низкосомкнутый полог или практически не образуют такового (сомкнутость от 0,1 до 0,3, реже – 0,4). Средняя высота не превышает 8 (6–10) м, диаметр – 8–10 см. Бонитет Vб.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на отвалах пустых пород карьера «Айхал» Мирнинского района Республики Саха (Якутия). Растительность на отвалах формируется по типу первичной сукцессии, т.е. развитие экосистемы от нулевого состояния [7].

Отвалы расположены близко от поселка Айхал. Поверхность отвалов сильно уплотнена техникой, что препятствует росту и развитию растительности (рисунок).

Поверхность отвалов чаще выравнивается до 50%, другая часть остается невыровненной и состоит из крупно-глыбистых пород. По классификации природно-техногенных ландшафтов отвалы относятся к крупно-карьерно-отвальным формам рельефа.



Общий вид отвалов

Грунты имеют маломощный профиль, в морфологическом строении они однородны и не дифференцируются на четко выраженные слои. Реакция среды чаще слабо- и сильнощелочная, грунты бедны биогенными элементами – незначительное содержание подвижного фосфора.

Растительность отвалов находится на начальной стадии сукцессионного развития (Миринова, 2000). Лишены растительности более свежие высокие отвалы и их откосы, а также промышленные площадки, где проведено частичное выравнивание поверхности (технический этап рекультивации) и привело к сильному уплотнению грунта, который препятствует закреплению семян и росту растений.

Результаты исследования и их обсуждение

К сукцессионной системе (СС) относятся все серийные и климаксовые сообщества одного природного региона. И.Б. Кучеров [3] для отражения всего многообразия антропогенных изменений удачно использовал понятие сукцессионные системы, которое было предложено С.М. Разумовским [6].

Мы полагаем, что в районах интенсивных техногенных нарушений к понятию СС целесообразно добавить эпитет «техногенная», т.к. естественные сукцессии, протекающие в этих районах, буквально тонут в антропогенных влияниях. Поэтому в нашей работе использовано понятие *техногенной сукцессионной системы (ТСС)* как совокупности серийных сообществ, формирующейся в пределах природно-техногенного ландшафта, т.е. как части общей сукцессионной системы [5]. Несмотря на существующие публикации [8, 2], количественные подходы к характеристике биоразнообразия развиты еще недостаточно.

Отвалы по характеру субстрата (отвалы пустых пород карьеров и рудников и грубообломочных материнских пород и дражные отвалы из осадочных пород более мелкого состава) и по уровню расположения (верхний и нижний) условно подразделены нами на подсистемы.

При анализе структуры сукцессионной системы мы использовали показатель бета-разнообразия (разнообразия сообществ), предложенный Р. Уиттекером. Он оценивается количественно – по числу полусмен (half change, НС, см. [4]) видового состава на ординационной оси или качественно – по числу синтаксонов. Последний метод считается более простым и универсальным. При оценке числа полусмен выявляется разнообразие растительности только по одной оси, а при синтаксономической оценке – всего экологического гиперпространства. Кроме того, между начальными и конечными стадиями сукцессии обнаруживается большое сходство и потому бета-разнообразие, выраженное в полусменах, составляет 0,7–0,8.

Нами бета-разнообразие оценивалось по количеству низших единиц, т.е. сообществами или вариантами ассоциаций. Если внутри ассоциации или субассоциации варианты не выделялись, то за низшие единицы принимались субассоциации или ассоциации.

В таблице приведены результаты анализа бета-разнообразия для верхнего уровня карьерных отвалов.

Изменение бета-разнообразия ТСС на верхнем уровне карьерных отвалов

Синтаксоны	Стадии сукцессии, возраст отвалов				
	I	II	III	IV	V
Д.с. <i>Chenopodium album</i> + <i>Artemisia jacutica</i> . [Artemisietea]		++			
Д.с. <i>Polygonum aviculare</i> + <i>Artemisia</i>		++			
Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> + <i>Artemisia jacutica</i> .		++			
Chamerio-Hordeetum <i>jubati</i> v. <i>Chenopodium album</i>		++	+++	++	+
Д.с. <i>Rubus sachalinensis</i> + <i>Chamerion angust.</i> [Epilobietea.]		+	++	++	+
Puccinellio-Hordeetum <i>typicum</i> v. <i>Chenopodium album</i>		+	++	++	+
Chamerio-Hordeetum <i>jubati typicum</i> v. <i>Artemisia mongolica</i> .			+	++	++
Chamerio-Hordeetum <i>jubati typicum</i>			+	+	++
Puccinellio-Hordeetum <i>jubati typicum</i>			+	+	+++
Puccinellio-Hordeetum <i>typicum</i> v. <i>Elymus kronokensis</i>				+	++
Д.с. <i>Salix viminalis</i> + <i>Chamerion angustifolium</i> [Epilobietea]				+	++
Д.с. <i>Betula fruticosa</i> + <i>Chamerion angustifolium</i> [Epilobietea]					+
Бета-разнообразие		6	6	8	9

Обозначения: Б.с. – базальные сообщества; Д.с. – дериватные сообщества; +++ – преобладание; ++ – площадь не менее 30%; + – площадь незначительна.

На карьерных отвалах заселение видов безранговых сообществ начинается после 10 лет, т.е. во II стадии. Процесс самозаращения особенно замедляется на сильно уплотненных бульдозерами поверхностях. Сначала появляются дериватные сообщества *Artemisietea jacuticae*. Через 5–10 лет они вытесняются сообществами *Chamerio-Hordeetum*, *Puccinellio-Hordeetum*, а на богатых мелкоземом отвалах вскрышных пород – базальным сообществом *Rubus sachalinensis* + *Chamerion angustifolium* [Epilobietea]. На III стадии сукцессии (10–15 лет) вышеуказанные сообщества становятся преобладающими, а сообщества класса *Artemisietea jacuticae* постепенно вытесняются и исчезают. На более уплотненных и засоленных участках появляются сообщества варианта *Chenopodium album* ассоциаций *Chamerio-Hordeetum*, *Puccinellio-Hordeetum*, которые полностью завоевывают техногенные ландшафты на IV–V стадиях сукцессии.

На менее уплотненных и засоленных участках и на склонах вскрыши произрастают сообщества варианта *Elymus kronokensis* ассоциации *Puccinellio-Hordeetum*. Дериватные сообщества *Salix viminalis* + *Chamerion angustifolium* [Epilobietea] и *Betula fruticosa* + *Chamerion angustifolium* [Epilobietea] заметно появляются только к IV–V стадиям сукцессии (к 15–20 годам) и то на богатых мелкоземом и вскрышными породами субстратах. Количество сообществ (бета-разнообразие) на ТСС ЗВП доходит до 6 на II–III стадиях сукцессии и до 9 на V стадии сукцессии.

На нижних уровнях карьерных отвалов сукцессионный процесс протекает быстрее,

чем на верхних уровнях в зависимости от степени и скорости накопления мелкозема и осадков. Здесь в субстрате преобладают пустые материнские породы крупных размеров и не велика степень приживаемости попавших извне семян растений. Количество сообществ на данных отвалах меньше, чем на верхнем уровне и постепенно растет от 4 до 6–7 по стадиям сукцессии.

Благодаря более благоприятным природным условиям, чем на отвалах карьеров, сукцессия на верхних уровнях дражных отвалов россыпных месторождений алмазов протекает по иному. В отличие от описанного выше варианта ТСС, на дражных отвалах нет растительных сообществ класса [Artemisietea]. Сукцессия начинается внедрением видов сообществ *Chamerio-Hordeetum* (var. *Chenopodium* – *Caardus crispus* – *typica*) и *Puccinellio-Hordeetum* (var. *Chenopodium album*). По склонам и вскрышам отвалов, где накапливается мелкозем, формируются дериватные сообщества *Elytrigia repens* + *Chamerion angustifolium* [Epilobietea]. На III стадии сукцессии вышеописанные сообщества перестают доминировать и вытесняются более устойчивыми сообществами *Chamerio-Hordeetum* (var. *Chamomilla suaveolens*) и *Puccinellio-Hordeetum* (var. *typica* – *Elymus kronokensis*). Постепенно исчезают сообщества, появившиеся на ранних стадиях сукцессии. Наблюдается формирование ранних луговых сообществ (*Chamomillo-Hordeetum*), а также древесной и кустарниковой растительности (Д.с. *Salix viminalis* + *Chamerion angustifolium* [Epilobietea], *Betula fruticosa* + *Chamerion angustifolium* [Epilobietea]), хотя их полное установление

не отмечается и до настоящего времени (к 20–30 годам). Бета-разнообразие увеличивается с 6 на II стадии сукцессии и до 9–10 на III и IV стадиях, а затем падает до 7 на V стадии сукцессии.

На нижних уровнях дражных полигонов (между отвалами) формирование растительных сообществ идет еще быстрее, чем при вышеописанных вариантах ТСС. Ускорение происходит за счет близости естественной пойменной растительности, окружающей отвалы (остатки лугов и прибрежные леса) и накопления осадков и мелкого субстрата в микропонижениях. Благодаря этим же факторам, увеличивается число сообществ. В отличие от других вариантов ТСС здесь единичные виды растений появляются в первые годы, хотя формирование более устойчивых сообществ происходит только через 5–6 лет после отсыпки. На данном варианте ТСС самое большое и устойчивое во времени бета-разнообразие, которое по стадиям сукцессии постепенно увеличивается от 7 до 10–11.

Таким образом, бета-разнообразие во всех подсистемах увеличивается в средних стадиях сукцессии, а затем в зависимости от интенсивности вторичного техногенного пресса у одних подсистем (НП) остается на одном уровне, а у других или поднимаются вверх (ВП и НД) или сокращаются (ВД). Неустойчивость растительности отвалов ко вторичным антропогенным влияниям позволяет сформулировать важную рекомендацию для содействия процессам самозараствания отвалов: следует не допускать влияния факторов, которые способны нарушать растительность.

Выводы

Полученные результаты позволяют заключить, что на исследованной территории нарушение не привело к образованию совершенно новых типов синантропной растительности, а была представлена лишь серийными сообществами из видового пула естественной растительности. Это дало

возможность спрогнозировать восстановительный процесс и построить техногенные сукцессионные системы (ТСС).

Работа выполнена при поддержке Министерства образования РФ в рамках комплексного проекта №1239д-10/4-1 Создание комплексной экологически безопасной технологии добычи и переработки алмазосодержащих руд в условиях Севера 4.1. Разработка и внедрение эффективного способа биологической рекультивации земель, нарушенных при добыче алмазов в условиях Крайнего Севера.

Список литературы

1. Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению // Материалы конф. БИН и ЗИН РАН 14-15.2 и 14-15.5 1990. – Л. (СПб), 1992.
2. Биологическое разнообразие лесных экосистем. – М., 1995. – 356 с.
3. Кучеров И.Б. О принципе дополнителности в геоботанике: методологические предпосылки возникновения комплементарных подходов к изучению растительности // Журн. общ. биол. – 1995. – Т. 56, №4. – С. 486–505.
4. Миркин Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг, Л.Г. Наумова. – М.: Наука, 1989. – 228 с.
5. Миронова, С.И. Техногенные сукцессионные системы растительности Якутии. – Новосибирск: Наука, 2000. – 150 с.
6. Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. – М.: Наука, 1981. – 232 с.
7. Сукцессии и биологический круговорот / А.А. Телянова, Н.А. Афанасьев, Н.Б. Наумова и др. – Новосибирск: ВО «Наука», 1993. – 157 с.
8. Whittaker R.H. Communities and ecosystems. – N.Y.: MacMillan, 1975. – 385 p.

Рецензенты:

Чересов М.М., д.б.н., ведущий научный сотрудник Учреждения российской академии наук «Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН», г. Якутск;

Карпов Н.С., д.б.н., главный научный сотрудник Учреждения российской академии наук «Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН», г. Якутск.

Работа поступила в редакцию 10.10.2011.