

УДК 574.42

ПЕРВИЧНАЯ СУКЦЕССИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛОВ КАА-ХЕМСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА РЕСПУБЛИКИ ТУВА**²Хомушку Н.Г., ¹Самбуу А.Д.**¹*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, e-mail: sambuu@mail.ru;*²*Тувинский государственный университет, Кызыл*

За последние 30 лет в растительном покрове Тувы происходят заметные изменения, связанные с изменением нагрузки и режима выпаса скота на пастбищах, распашкой земель и заброшенностью пашен, со строительством Саяно-Шушенского водохранилища, с вырубкой лесов, пожарами и освоением месторождений [1]. В данной статье впервые показано восстановление растительности на техногенных отвалах угольного разреза в степной зоне Тувы. Выявлено, что восстановление растительности идет медленно и не по степному, а по смешанному типу, и каждая позиция развивается по-своему, в зависимости от увлажнения.

Ключевые слова: растительность, сукцессия, техногенная катена**PRIMARY SUCCESSION OF THE VEGETATION TO OVERGROWN OF THE KAA-KHEM COAL-KATENS IN TUVA****²Khomushku N.G., ¹Sambuu A.D.**¹*Tuvinian Institute for the exploration of natural resources SB RAS, Kyzyl, e-mail: sambuu@mail.ru;*²*Tuvinian state university, Kyzyl*

Over the past 30 years, the vegetation of Tuva is experiencing significant changes due to the change of load and mode of livestock grazing on pastures, plowing the land, and the abandonment of arable land, with the construction of the Sayano-Shushensk reservoir, with deforestation, fires and exploitation of mineral deposits [1]. The article first has shown the recovering of the vegetations on the technogenes coal-katens in the steppe zone of Tuva. The recovering of the vegetations are going slow and not the steppe, but the mix type and every position developing in one's own way depending on moistening was revealed.

Keywords: vegetation, succession, technogen coal-katen

В настоящее время кроме выпаса скота, трансформации растительности в зоне затопления Саяно-Шушенского водохранилища, стихийные лесные, лесостепные пожары и систематические степные палы также приводят к разной степени изменению растительного покрова. В последние годы идет интенсивное освоение угольных месторождений в Центрально-Тувинской котловине, месторождений полиметаллических руд в северо-восточной части Тувы. Очевидно, уже с реализацией проекта, по строительству железной дороги, связывающей Туву с российской сетью железных дорог, в ближайшей перспективе здесь нужно ожидать изменения в направлении увеличения прессы на растительный покров. Все эти изменения растительного покрова приводят к исчезновению или к серии восстановительной сукцессии. Подобные же изменения происходят во всех странах.

Каа-Хемское угольное месторождение с общей площадью 180 км² расположено в Центрально-Тувинской котловине, в 6 км южнее от р. Каа-Хем. Разрез является главным поставщиком каменного угля в пределах республики. С 1970 г. ведется добыча каменного угля открытым способом в ко-

личестве 500–600 тыс. т/год, в связи с чем площади земель, ранее использовавшиеся в сельском хозяйстве, заняты теперь отвалами и котлованами.

Материалы и методы исследования

Объектами изучения были: участок контрольной сухой степи в 3 км к востоку от Каа-Хемского угольного разреза и разновозрастные техногенные экосистемы катен самозарастающих отвалов.

Сукцессионные экосистемы изучались на отвалах различного возраста. Субстрат отвалов представляет юрские угленосные отложения на более древних нижнекаменноугольных образованиях мощностью до 660 м. Четвертичная система представлена элювиально-делювиальными отложениями и эоловыми песками. Элювиальные отложения представлены скоплениями крупных плитообразных обломков песчаников и алевролитов мощностью до 1,5 м. Делювиальные отложения на участке имеют повсеместное распространение и представлены супесями (60–65%) и обломками песчаников и алевролитов мощностью 0,5–5 м [2].

Исследовались две серии отвалов: в первой серии наблюдения проводились на контрольном участке сухой степи (К) и на отвале с начальным возрастом 1 год (2006–2010 гг.). Вторая серия – экосистемы, которые к моменту начала наблюдений имели возраст 10 лет, 20 лет, 30 лет и 40 лет, изучалась 1 год.

В самозарастающие отвалы входили спланированные отвалы с 1970 г. На каждом отвале были выбраны три позиции: элювиальная (Эль), на склоне – транзитная (Транс), у подножия – аккумулятивная (Ак).

Цель работы – охарактеризовать восстановление растительности самозарастающих отвалов Каа-Хемского угольного разреза в степной зоне Тувы.

Основой работы послужили материалы, собранные авторами в 2006–2014 гг. на разновозрастных отвалах Каа-Хемского угольного разреза. Описания проводили общепринятыми методами на площадках 100 м². В таблицах использованы следующие баллы проективного покрытия: + < 1%, 1 – 1–4, 2 – 5–9, 3 – 10–24, 4 – 25–49, 5 – 50–74, 6 – 75–100%. Латинские названия растений даны по сводке С.К. Черепанова [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Многие авторы [4, 5, 6] отмечают, что на техногенных отвалах формирование почвенно-растительного покрова идет на глубинных горных породах или других субстратах, совершенно или почти не тронутых процессами почвообразования, а также на крайне обедненных органическими веществами и минеральными элементами грунтах. Интенсивность естественного восстановления растительности зависит от силы техногенного воздействия, а также от условий экотопа [7, 8]. Быстрее восстанавливается растительный покров сырых местообитаний, хотя полное восстановление может не происходить вовсе. Продолжительность начальных стадий может увеличиваться вплоть до неопределенного долгого срока в зависимости от степени нарушения и от положения нарушенной территории.

Изучая отвалы, мы выбрали на них три позиции согласно положению о катенах [9, 10]. Эль – верхняя позиция расположена на выровненной вершине отвала. Она отличается цементированной поверхностью, возникшей за счет воздействия на грунт тяжелой техники. Благодаря высокой плотности грунта, на нем застаивается вода. Однако часть воды стекает на позиции Транс и Ак по эрозионным углублениям и трещинам.

Позиция Транс на склоне отличается рыхлым и рассыпающимся грунтом (даже на 40-летнем отвале) и более узкими трещи-

нами, по которым сбрасывается вода. Грунт более увлажнен, в связи с чем на 30–40-й год поверхность покрыта сплошным тонким слоем молодой почвы с толщиной до 3 см.

Позиция Ак на дне отвала, получает наибольшее количество воды, которая здесь застаивается и способствует образованию первичной почвы. Позиция Ак характеризуется уже на 20-й год большим количеством ветоши и подстилки.

Флора техногенных разновозрастных отвалов включает 13 семейств и 48 видов высших сосудистых растений (таблица). Самыми многовидовыми семействами являются *Poaceae* (35–47%), *Asteraceae* (21–36%), *Chenopodiaceae* (14–28%). Преобладание семейств *Poaceae* и *Asteraceae* показывает на степную направленность развития растительности. Общее число видов на 30–40-й год зарастания выше, чем в естественных сухостепных экосистемах.

Процент участия однолетников в первые годы зарастания отвалов был высоким – 27% на 5-й год, 29% на 10-й год. Участие в восстановлении растительности отвалов принимают такие сорные виды, как *Artemisia sieversiana* Willd., *A. Vulgaris* L., *A. glauca* Pall. ex Willd. Эти пионерные виды устойчивы, их участие сохраняется на всех позициях с 5-го по 40-й год. На 5-й год зарастания отвалов они присутствуют в травостое и постепенно снижают свое участие в фитомассе с 61% (10-й год) до 25% (40-й год).

Зарастание, прежде всего, зависит от позиции на отвале. На позиции Эль (наиболее сухой) общее число видов составляло в первые 5–20 лет от 1 до 5, увеличилось на 30-й год до 8 и к 40-му году до 15. На позиции Транс, которая получает дополнительное увлажнение за счет стока с позиции Эль, происходит интенсификация зарастания, и к 40-му году число видов достигает 23. Наиболее активное зарастание отмечается на позиции Ак, где уже чрез 10 лет выявлено 14 видов, число которых увеличивается в 2,5 раза на 40-й год.

Долевое участие семейств на техногенных катенах разных лет, %

Семейства	Сухая степь	5 лет	10 лет	20 лет	30 лет	40 лет
<i>Asteraceae</i>	13	27	36	29	32	21
<i>Poaceae</i>	41	36	36	47	36	35
<i>Chenopodiaceae</i>	17	27	28	18	14	15
Всего видов:	25	11	14	17	28	34

Многолетний вид *Artemisia glauca* является доминантом на позиции Ак (20 лет) и к 30–40 годам доминирует на всех позициях отвалов. *Chenopodium album* L., *Ch. Aristatum* L. и *Ch. glaucum* L. являются сорными видами, которые появляются с пятого года зарастания. Многолетний сорный вид *Hordeum jubatum* L., который не встречался в травостое степных и других сукцессионных участков, отмечен на 10-й год. Данный вид вытесняется дерновинными злаками на более поздней стадии сукцессии (30 лет). В сообществах разновозрастных техногенных катен сравнительно высоко участие рудеральных и сорных видов. Все эти пионерные виды изменяют подстилающий субстрат, медленно превращают его в почву.

Особое место в фитоценозах занимают заносные (адвентивные) виды. Процесс обогащения растительности за счет заносных видов – это элемент антропогенной эволюции растительности. На наших участках доля заносных видов (древесный вид рода *Populus* и кустарники рода *Salix*) в первые годы незначительна.

Сообщество 1–5 лет. На позиции Эль 5-летнего отвала было выявлено только лишь 2 проростка ивы с высотой до 30 см. Наибольшее число видов было на позиции Ак, где сформировалось бурьянистое сообщество.

10-летнее сообщество. На позиции Эль образовалось бурьянистое сообщество с доминированием полыней. На позиции Ак и Транс в злаково-полынном сообществе единично встречались *Salix ledeboriana* Trautv., *S. kochiana* Trautv. с высотой 1,4 м. Фитоценоз на позиции Ак имел четко выраженную ярусность. В первом ярусе, высота которого достигала 70–120 см, наряду с полынями на позиции Ак доминировал *Leymus chinensis*. Второй ярус в основном состоял из *Festuca valesiaca*, с примесью *Heteropappus altaicus* и *Chenopodium glaucum*. Третий ярус был образован из *Chenopodium aristatum*, *Ceratocarpus arenarius* и зеленых мхов. В травостое было много ветоши и подстилки.

20-летнее сообщество. На позиции Эль встречались *Salix ledeboriana*, *S. kochiana* с высотой около 2 м и сорные виды *Artemisia glauca*, *A. sieversiana* и *A. vulgaris*. На позиции Транс по трещинам и подтекам зарегистрировано 3 вида ив и те же полыни. На аккумулятивной позиции сформировалось полынно-злаковое сообщество, подстилаемое сплошным покровом зеленого

мха. Доминантами сообщества становятся *Artemisia glauca* и типично степные виды *Festuca valesiaca*, *Stipa krylovii* и *Koeleria cristata*. В травостое много ветоши и подстилки.

30-летнее сообщество. На позиции Эль в злаково-полынное сообщество доминировали полыни *Artemisia sieversiana*, *A. glauca* и *Festuca valesiaca*. В сообществе на 500 м² росло 9 ив с высотой около 2,5 м. На позициях Транс и Ак на прослойке молодой почвы образовался ковер зеленого мха. На позиции Транс в полынно-типчаковом сообществе основным доминантом были *Festuca valesiaca* и *Artemisia glauca*, содоминировал *Stipa krylovii*. На позиции Ак сформировалось полынно-житняковое сообщество. Кустарниковые ивы отсутствовали.

40-летнее сообщество. На позиции Эль сформировалось злаково-полынное сообщество, где доминировали полыни. Впервые на участке появился *Populus laurifolia* с высотой около 2 м, а также произрастали *Salix ledeboriana*, *S. kochiana* с высотой около 4 м и *S. coesia* Vill. – до 2 м. На позициях Транс и Ак катены молодая почва покрыта зеленым мхом. На позиции Транс выявлены ивняковые заросли (23 растения на 500 м²) с полынно-злаковым травяным покровом и напочвенным ярусом, представленным зеленым мхом. Заросли кустарниковых ив отличались хорошим состоянием взрослых и отмиранием подроста. На позиции Ак в разнотравно-злаковом сообществе преобладали типично степные доминанты – *Agropyron cristatum*, *Artemisia frigida*, *Festuca valesiaca*. Отметим, что ни кустарниковых ив, ни древесных (тополь) на данной позиции ни в один год не было зарегистрировано. Появляется степной кустарничек *Ephedra monosperma* и полукустарничек *Krascheninnikovia ceratoides*.

Анализ экологических групп показал абсолютное преобладание ксерофитов (55–70% от общего числа видов. Доля ксеро- и мезоксерофитов увеличивается с 7 до 15 видов, обилие мезофитов снижается в 2,2 раза. В первые годы восстановления отвалов отмечается наибольшее число сорных видов, затем на 40-летнем отвале происходит их уменьшение в 3,2 раза. В целом при первичной сукцессии на отвалах отмечается некоторая ксерофитизация растительности. Таким образом, с течением времени фитоценозы на аккумулятивной позиции приближаются к степному типу.

Процесс восстановительной сукцессии на техногенных отвалах Каа-Хемского

угольного разреза протекает медленно. На аккумулятивной позиции только на 30–40-й год зарастания образовалась 3-сантиметровая прослойка молодой почвы. Количество видов и проективное покрытие техногенных катен на 30–40 год в целом соответствуют степным сообществам.

В растительности отвалов первых 5–10 лет зарастания преобладают сорные виды, а на 30–40-летних катенах в число доминантов входят как сорные, так и типично степные виды. Из коренных сухостепных доминантов род *Caragana* не появляется. Ярусность выражена на экосистемах Ак и Транс катен. В растительном покрове катен в целом наблюдается некоторая ксерофитизация.

На катенах 30–40 лет все еще сохраняется бурьян, и наряду с ним велико участие зеленого мха, что не свойственно для степных экосистем. Антропогенной нагрузки (выпас, сенокосение и т.д.) не наблюдается.

Чрезвычайно велико влияние реки Каа-Хем (Малый Енисей), берега которой покрыты долинным лесом (тополевики, ивняки). Благодаря близости реки (7 км к югу от угольного разреза) на отвалы с преобладающими северо-западными ветрами поступают семена ив и тополя, в связи с чем отвал к 40-му году сильно закустарен ивами, достигающими высоты 4 м. Кроме того, появляется подрост тополя с высотой 1,5 м. Древесно-кустарниковые сообщества сначала формируются на позиции Эль, затем спускаются на позицию Транс. Следовательно, восстановление растительности экосистем Транс и Ак отвалов идет не по степному, а по смешанному типу, и каждая позиция развивается по-своему, в зависимости от увлажнения (стекание влаги с Эль, на позицию Транс и Ак, занос семян с берегов р. Каа-Хем). В образовании новых экосистем принимают участие как луговые (*Carum carvi* L., *Iris ruthenica* Ker-Gawl., *Vicia cracca* L. и др.), так и лесные виды (роды *Populus*, *Salix*, зеленый мох). Степной тип сукцессии подтверждается доминированием в сообществе типично степных видов (*Agropyron cristatum*, *Festuca valesiaca*, *Stipa krylovii*, *Koeleria cristata*, *Leymus chinensis* и *Artemisia frigida*).

Течение первичной сукцессии важно рассматривать как с точки зрения овладения растениями рельефа, так и с точки зрения изменения сообществ в ходе времени. И в том и в другом случае происходит постепенная смена видов и пионерные виды вытесняются степными аборигенами, хотя

часть из них остается в травостое и после 40 лет сукцессии.

На разных позициях катены заселение пространства и ежегодный прирост растений резко различается. Так, на позиции Эль в течение 20 лет единично встречались сорные виды и 2 вида кустарниковых ив. Резкое изменение происходит за период 20–30 лет. К 30-му году виды-пионеры *Artemisia glauca*, *A. sieversiana* формируют 80% зеленой фитомассы. Однако уже 11% фитомассы приходится на степной вид *Festuca valesiaca*. На 40-й год доля фитомассы пионерных видов снизилась вдвое, а степные виды составили уже 44% фитомассы. Фитоценозы на позиции Эль и в 40 лет находятся на первой – пионерной стадии сукцессии.

На 40-й год доля фитомассы пионерных видов снизилась вдвое, а степные виды составили уже 44% фитомассы. Фитоценозы на позиции Эль и в 40 лет находятся на первой – пионерной стадии сукцессии.

Позиция Транс, как и Эль, в течение 20 лет представляла собой открытый грунт, на котором единично встречались *Artemisia glauca*, *A. sieversiana*, *A. vulgaris* и *Salix ledeboriana*, *S. kochiana*. В период 20–30 лет на позиции в небольшом количестве появились пионерные виды, в то время как на 30-летнем и 40-летнем отвалах фитомассу составляют уже степные виды (70 и 83%).

На аккумулятивной позиции, где достаточно влаги и постепенно образуется молодая почва, пионерные виды существуют в течение всей сукцессии, но их вклад падает за 40 лет с 61 до 25%. Аборигены появляются сразу и образуют сообщество с пионерными видами. Вклад их в фитомассу уже на 10-й год сукцессии составил 30% и увеличивается за 30 лет до 71%, в то время как доля фитомассы пионерных видов снижается до 25%.

Позиция Ак отражает нормальное течение сукцессии. Изменение видового состава на позиции Транс совершенно не обычно.

Заключение

В результате многолетних наблюдений выяснились особенности первичной сукцессии растительности на отвалах Каа-Хемского угольного разреза в степной зоне Тувы, которые характеризуются положением сообщества в рельефе. На 30-й год самозарастания на транзитной и аккумулятивной позициях доминируют коренные дерновинные злаки. На 40-й год на элювиальной позиции формируется злаково-полынное сообщество; на транзитной по-

зиции – не характерная для степной зоны кустарниковая заросль ив с травяным покровом и напочвенным ярусом из зеленого мха. Одновременно наблюдается отмирание подроста ив, что приведет с течением времени к выпадению кустарникового яруса из сообщества. На 40-й год на аккумулятивной позиции создается злаково-разнотравное сообщество с господством степных видов и все еще с достаточно высоким участием сорных. На транзитной и аккумулятивной позициях 40-летних отвалов формируется слой молодой почвы.

Список литературы

1. Самбуу А.Д., Титлянова А.А. Влияние социально-экономического развития Республики Тыва на ее растительный покров // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11. – С. 550–555.
2. Лебедев Н.И. Угли Тувы: состояние и перспективы освоения сырьевой базы. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2007. – 180 с.
3. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб., 1995. – 992 с.
4. Миронова С.И. Сукцессии растительности на техногенных ландшафтах Якутии // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 11 (часть 3). – С. 602–605.
5. Ламанова Т.Г. Структурно-функциональная организация агрофитоценозов на спланированных вскрышных отвалах Кузбасса. Автореф. дис. доктора биол. наук. – Новосибирск, 2005. – 33 с.
6. Миронова С.И. Сукцессии растительности на техногенных ландшафтах Якутии // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 11 (часть 3). – С. 602–605.
7. Миронычева-Токарева Н.П. Динамика растительности при зарастании отвалов (на примере КАТЭКа). – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие. РАН, 1998. – 172 с.
8. Мордкович В.Г., Шагохина Н.Г., Титлянова А.А. Степные катены. – Новосибирск: Наука, 1985. – 115 с.
9. Титлянова А.А., Афанасьев Н.А., Наумова Н.Б. и др. Сукцессии и биологический круговорот. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1993. – 157 с.