

УДК 581.9 (571.6)

## РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

© 2014 Д.Ю. Ефимов, А.С. Шишкин

Институт леса им. В. Н. Сукачёва СО РАН, г. Красноярск

Поступила 08.07.2014

В работе приведены результаты изучения начальных стадий восстановления растительного покрова отвалов Бородинского бурогоугольного месторождения. Рассматриваются разнообразие, поясно-зональная, экологическая, и биоморфологическая структуры ценофлоры рекультивированных отвалов разного возраста. Растительный покров молодых отвалов характеризуется высокой сомкнутостью, однородностью состава, представлен группировками сорно-рудеральных мезофитов. В ходе сукцессии в сообществах увеличивается участие зональных луговых, лесостепных и степных растений – ксерофитов и мезоксерофитов, однако, основную фитоценотическую функцию выполняют луговые мезофиты. Сукцессии растительного покрова реплантоземов характеризуются высокой динамичностью сообществ на ранних стадиях, темпы которой, по мере развития сообществ на старых отвалах, снижаются.

**Ключевые слова:** растительный покров, сукцессии, угольные отвалы, Канская лесостепь

### ВВЕДЕНИЕ

Растительный покров техногенных ландшафтов формируется в сложных почвогрунтовых условиях, для которых характерны резкие смены параметров среды – подвижка грунтов, контрастность температуры поверхности, провальность и застойность увлажнения, водная и ветровая эрозия [8]. Подобные условия среды связаны с составом подстилающих пород, формой рельефа отвалов, а также спецификой регионально-локального климата. Изучение растительного покрова отвалов, как техногенных экосистем, возникающих при открытой добыче полезных ископаемых и не имеющих аналогов в природе, необходимо для оценки экологического состояния, пригодности к использованию восстановленных территорий, понимания динамических особенностей растительности и выработки эффективных способов рекультивации [1, 9, 10, 26, 27].

В Красноярском крае общая площадь нарушенных земель по данным на 2011 г. составила 17 тыс. га, из них на долю земель промышленности приходится 72%. В структуре последних преобладают территории, нарушенные при добыче полезных ископаемых открытым способом, занятые обводненными карьерами, отвалами вскрышных и вмещающих пород [6]. Значительная часть нарушенных земель не рекультивируется, реже проводятся работы по восстановлению биологической продуктивности методами, разработанными более 40 лет назад, которые требуют анализа эффективности последствий их применения.

В настоящее время при рекультивации широко используется способ формирования реплантоземов на отвалах, планируемых под сельскохозяйственное освоение. Реплантоземы [7] представляют собой по горизонтам отсыпанные и спланированные слои горной породы, в соответствии с пригодностью для произрастания растительности, на которые толщиной до 50 см равномерно наносится сплошной плодородный слой почвы (ПСП). Почвогрунты таких отвалов отличаются высокой плотностью и отсутствием структурных признаков.

Растительный покров рекультивированных отвалов в ходе восстановления представляет собой совокупность сложных фитоценозов, в которых сочетаются сообщества рудеральных, сорных и зональных растений. Флористический состав и структура сообществ, формирующихся на отвалах сообществ чрезвычайно разнообразны. Прежде всего, это связано со специфичностью сформированных техногенных экотопов, обусловленных характером микро- и мезорельефа поверхности, возрастом отвалов и эндогенными сукцессионными процессами, мозаикой размещения и состава ПСП, а также режимом увлажнения. Спланированные отвалы проектируются изначально как однородные по экологическим свойствам техногенные ландшафты. Исходя из этого, растительный покров отвалов, формирующийся на них, также должен обладать флористической и фитоценотической однородностью. Однако, по факту, мы наблюдаем очень пеструю картину гетерогенности и мозаичности растительного покрова по целому ряду показателей – видовому составу, сомкнутости, ярусности, фитомассе и т.д. В этой связи цель данной работы состояла в изучении динамических параметров растительного покрова реплантоземов одного сукцессионного ряда на

*Ефимов Денис Юрьевич*, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории лесной фитоценологии, dnsfmv@gmail.com; *Шишкин Александр Сергеевич*, доктор биологических наук, заведующий лабораторией техногенных лесных экосистем, shishikin@ksc.krasn.ru

отвалах разного возраста Бородинского угольного разреза.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Бородинский угольный разрез расположен в пределах Канской котловины, на восточной окраине лесостепной зоны Средней Сибири [5]. Территория разреза примыкает с юга к границам г. Бородино, Рыбинского административного района Красноярского края. Площадь месторождения составляет более 4 т.км<sup>2</sup> [13]. Рельеф представлен волнистой равниной. Среднее годовое количество осадков 200-400 мм [18]. В районе исследований преобладают черноземы и серые лесные [22]. Основу зональной растительности Канской лесостепи составляют настоящие, остепненные и лесные луга, располагающиеся на водоразделах, выположенных склонах, по долинам рек. Равнинные и пологосклонные участки восточной и западной экспозиции заняты луговыми степями, южные и юго-западные вершины склонов – настоящими степями [2, 16]. Леса, преимущественно березовые перелески (колки), занимают незначительные площади, и приурочены к северным склонам, западинам, долинам рек и другим понижениям рельефа [3]. Изредка встречаются сосновые и ли-

ственничные насаждения [21]. Значительная часть территории в настоящее время задействована в сельскохозяйственном обороте (пашни).

Материал для исследования отбирался нами в 2010-2012 гг. Объектом исследований являлся растительный покров реплантоземов, представляющих возрастную ряд на молодых (1-5-летних) и старых (25-30-летних) отвалах Бородинского угольного разреза. В качестве контроля использован участок с лугово-степной растительностью, попадающий под горный отвод (табл.). Для геоботанических описаний на каждом отвале в пределах однородных по признакам рельефа и мощности ПСП участках закладывались временные пробные площади размером 10 × 10 м или в границах естественных контуров сообществ. Описания проводились в июле и августе [12]. Всего выполнено 150 описаний. Учитывался видовой состав, проективное покрытие каждого вида, ярусность, синузильная структура. Совокупность видов растений, всех сообществ отвалов одного возраста, нами рассматривается как ценофлора, и анализируется в целом для каждой возрастной группы.

Таблица. Характеристика объектов исследования

Типы местообитаний	Возраст отвалов, лет	Растительность	Число видов	Основные доминанты
Молодые отвалы	1-2*	Группировки сорно-рудерального крупнотравья	25	<i>Cannabis ruderalis</i> , <i>Cirsium setosum</i> , <i>Carduus crispus</i> , <i>Sonchus arvensis</i> , <i>S. oleraceus</i>
	5	Группировки сорных и рудеральных видов растений со злаками	62	<i>Cirsium setosum</i> , <i>Carduus crispus</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Chamaenerion angustifolium</i> , <i>Artemisia sieversiana</i>
Старые отвалы	25	Злаково-сорно-бобово-разнотравные сообщества	60	<i>Poa pratensis</i> , <i>Elytrigia repens</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Bromopsis inermis</i> , <i>Vicia amoena</i> , <i>Pastinaca sylvestris</i> , <i>Equisetum arvense</i>
	30	Злаково-бобово-разнотравные сообщества с участием сорных видов	61	<i>Elytrigia repens</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Bromopsis inermis</i> , <i>Vicia amoena</i> , <i>Seseli libanotis</i> , <i>Centaurea scabiosa</i> , <i>Sonchus arvensis</i>
Контроль	-	Полидоминантная луговая степь	67	<i>Pulsatilla flavescens</i> , <i>Galatella angustissima</i> , <i>Phlomooides tuberosa</i> , <i>Onobrychis arenaria</i> , <i>Iris ruthenica</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Bromopsis inermis</i>

Примечание: «\*» - данные по: [13].

Латинские названия растений приводятся по сводке С.К. Черепанова [20]

Оценивались сходство видового состава сообществ отвалов с использованием коэффициента Жаккара ( $K_j = c/a+b-c$ , где  $a$  – число видов в первом ценозе,  $b$  – число видов во втором,  $c$  – число общих видов) [24], структура поясно-зональных, экологических и биоморфологических элементов. Жизненные формы растений устанавливались по классификации И.Г. Серебрякова [17]. Режим увлажнения субстрата положен в основу выделения экологических групп [23]. Для оценки сукцессионных параметров рассчитывались показатели динамичности ( $D = (n_2+n_3)/n_1$ , где  $n_1$  – число со-

хранившихся видов,  $n_2$  – число выпавших и  $n_3$  – число появившихся за определенное время) и накопления ( $A = n_3/n_2$ ) [19].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как известно, на ранних этапах восстановления нарушенных поверхностей основную экосистемную функцию по накоплению органического вещества выполняют монокарпические травы. Преимущественно, это виды-эксплеренты [15] или рудералы [25], способные стремительно занимать свободные минерализованные простран-

ства. Они способны к быстрому росту, образованию обильной массы мелких семян и жизнеспособных зачатков. Основная часть биомассы рудералов приходится на надземную сферу – стебли, листья и генеративные органы, и существенно меньшая – на корни [14]. Жизненная стратегия сорных и рудеральных растений на начальных этапах восстановления растительного покрова отвалов обуславливает определенные преимущества перед растениями, составляющими региональные сообщества.

По материалам исследований В.А. Первунина (2006 г.) и О.В. Дробушевой (2008-2010 гг.), на свежих реплантоземах Бородинского угольного разреза уже в первые 2 года формируются группировки сорно-рудерального крупнотравья, образующего высокосомкнутые сообщества, характеризующие «бурьянистую» стадию восстановления. Доминируют, как отмечают авторы, полыни, конопля, чертополох и других крупные рудералы [13].

Наши наблюдения показали, что на значительной части отвалов крупнотравье довольно быстро дополняют и впоследствии сменяют группировки более низких сорняков и рудералов – *Polygonum aviculare*, *Fallopia convolvulus*, *Erigeron acris*, *Artemisia sieversiana*, *Stellaria graminea* и другие. Большинство из них являются малолетниками, способными быстро захватывать освободившиеся пространства и обладают высокой способностью противостоять неблагоприятным контрастным условиям техногенной среды. Отмечено, что отдельные участки молодых отвалов продолжают удерживаться крупнотравными группировками длительное время. Отличительная черта сообществ «пионерной» стадии восстановления растительности отвалов – бедность и однообразие состава, однотипная монодоминантная структура группировок, представленных, главным образом, малолетниками.

Видовой состав сообществ молодых отвалов ежесезонно обогащается, и уже к 5-летнему возрасту, по богатству ценофлоры приближается к зональным показателям (табл.). На смену малолетникам, характерным предыдущей стадии, приходят корневищные (*Linaria vulgaris*, *Equisetum arvense*, *Poa pratensis*), рыхлокустовые (*Hordeum jubatum*) и стержнекорневые (*Oberna behen*, *Pastinaca sylvestris*, *Euphorbia virgata*) многолетники. Число видов принимающих участие в отдельных группировках сильно варьирует – от 2 до 18 (коэфф. вариации 23%). В среднем, на одну группировку приходится 6 видов. Преобладают маловидовые монодоминантные (щетинистободяковые, наземновейниковые, лугомятликовые), реже полидоминантные (лугомятликово-щетинистободяковые, луговоклеверолюцерновые и другие) сообщества. Сомкнутость растительного покрова высокая, однако, в строе-

нии отмечаются признаки дифференциации некоторых группировок, что вероятно, обусловлено конкурентными отношениями и изменениями свойств реплантоземов. В целом, растительный покров молодых отвалов сомкнут, представлен маловидовыми сообществами, равномерно распределенными по поверхности, в большинстве своем однородными по структуре, изредка с признаками гетерогенности.

Растительный покров старых (25-30-летних) отвалов складывается многовидовыми моно- и полидоминантными сообществами. На ведущие позиции здесь выходят стержнекорневые (*Centaurea scabiosa*, *Seseli libanotis*, *Thalictrum simplex*), длиннокорневищные (*Vicia amoena*, *Achillea millefolium*, *Elytrigia repens*) и короткокорневищные многолетники (*Linaria vulgaris*, *Fragaria viridis*, *Hieracium umbellatum*). Отмечены дифференцированные группировки крупнотравья (*Calamagrostis epigeios*, *Chamaenerion angustifolium*, *Cirsium setosum*), свойственные более ранним стадиям. Сообщества характеризуются более высокими показателями видового разнообразия и выровненности. Среднее число видов на одну группировку – 12, при амплитуде по отдельным группировкам – от 7 до 20 (коэфф. вариации 12%). В сравнении с ранними стадиями более отчетливо выражена ярусность, снизилось общее проективное покрытие почвы. Широко распространены сообщества с участием *Poa pratensis*, который, формирует не только отдельные высоко сомкнутые сообщества, но и участвует, как содоминант, в составе многовидовых группировок (лугомятликово-разнотравные, лугомятликово-приятногоршковые, лугомятликово-тысячелистниково-скабиозововасильковые и другие). В целом, растительный покров старых отвалов характеризуется меньшей сомкнутостью травостоя, представлен более насыщенными видами сообществами, с выраженной ярусностью и богатой фитоценотической мозаикой.

Характерной особенностью региональной флоры Канской лесостепи является подавляющее преимущество лесостепных и степных растений над всеми остальными поясно-зональными группами [4]. Нами установлено, что структура ценофлоры отвалов по составу поясно-зональных элементов близка контрольному объекту. Различия на возрастных этапах отмечаются в соотношениях элементов между собой (рис. 1). На ранних этапах преобладают растения рудеральной и сорной групп. В ходе сукцессии доля сорных и рудеральных видов растений заметно снижается, но остается высокой. Доля растений луговой группы в составе ценофлоры достигает устойчивых позиций уже на ранних этапах восстановления растительности и далее остается неизменной.

Лесостепной комплекс видов в ценофлоре молодых отвалов представлен очень слабо, уступая сорно-рудеральному и светлохвойно-лесному. Растения собственно степного комплекса на молодых отвалах не отмечены. Ограниченное распространение степных участков в окрестностях угольного разреза, затрудняет поступление семян растений степной группы. Ограничивает их появление, на наш взгляд, также специфичность реплантоземов, как искусственных субстратов, и узость экологии степных видов. Ситуация меняется по мере усложнения растительного покрова в ходе сукцессии. Отмечено что на старых отвалах в состав сообществ входят представители собственно степной группы, а лесостепной элемент в ценофлоре становится преобладающим.

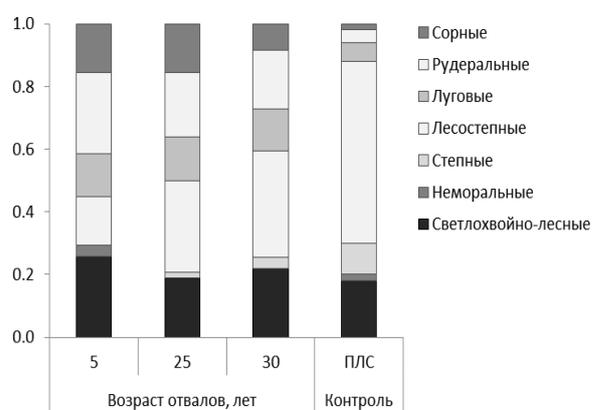


Рис. 1. Спектр поясно-зональных элементов (в долях) ценофлор рекультивированных отвалов Бородинского угольного разреза

Заметная роль в растительном покрове молодых отвалов принадлежит также группировкам *Artemisia dracunculus*, *Calamagrostis epigeios* и другим. Разрастание лесных (*Poa pratensis*) и лесостепных (*Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis*) злаков определяет состав сообществ последующих стадий восстановления. Активное участие в строении сообществ на отдельных участках старых отвалов принимают также представители лесостепного разнотравья (*Seseli libanotis*, *Vicia amoena*, *Onobrychis arenaria*). Существенно увеличивают сферу влияния, образуя часто обширные сообщества, лесные виды растений (*Centaurea scabiosa*, *Euphorbia virgata*). В целом, вектор изменения поясно-зональных элементов ценофлоры, по мере эволюции реплантоземов, направлен в сторону формирования структуры зонального типа. Однако, следует отметить, что большая часть видов растений, характерных зональным сообществам, существенной фитоценотической роли на старых отвалах не играет.

Динамика структуры сообществ техногенных ландшафтов, ее направленность и скорость, тесно связаны с изменениями отдельных параметров экотопа, в частности, режимом влажности суб-

страта. Содержание влаги в почве зональных лесостепей является лимитирующим фактором [11] определяющим направленность сукцессионных смен.

Основу ценофлор молодых и старых отвалов образуют мезофиты (рис. 2), представленные подавляющим большинством видов. Доминантами среди них на начальных стадиях сукцессии выступают *Cannabis ruderalis*, *Cirsium setosum*, *Sonchus arvensis* и другие. Мезофиты в ценофлоре старых отвалов, также представлены в большинстве, но доля их несколько ниже за счет увеличения разнообразия ксерофитов. Среди мезоксерофитов на ранних стадиях заметная фитоценотическая роль принадлежит *Carduus crispus*, который, с *Cirsium setosum*, образует крупнотравные высокосомкнутые группировки. Отличительной особенностью растительного покрова молодых отвалов является присутствие группировок мезогигрофитов (*Tussilago farfara*, *Odontites vulgaris* и других). Доминантами и содоминантами сообществ на старых отвалах активно выступают мезоксерофиты и ксерофиты – *Seseli libanotis*, *Centaurea scabiosa*, *Euphorbia virgata*, *Thalictrum simplex*, *Fragaria viridis*, *Stipa pennata* и другие, которые, образуют ценоценотически обособленные, нередко, монодоминантные сообщества. Обилие доминантов на стадии старых отвалов и формируемые ими дифференцированные сообщества (микроассоциации) обуславливает высокую мозаичность растительного покрова.

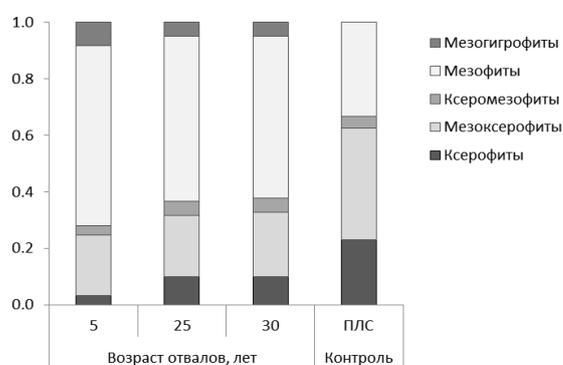


Рис. 2. Спектр экологических групп (в долях) ценофлор рекультивированных отвалов Бородинского угольного разреза

Очевидно, в ходе сукцессии происходит изменение условий увлажнения корнеобитаемого слоя почвы, уменьшение доступной влаги, обусловленной уплотнением почвогрунтов, что наряду с климатическими особенностями региона, способствует усилению роли ксерофитов. Однако, как на начальных, так и на более поздних этапах восстановительной динамики основу сообществ рекультивированных отвалов составляют мезофильные группировки. Таким образом, развитие реплантоземов сопровождается изменениями в составе доминантов сообществ, структуре экологических

и поясно-зональных элементов ценофлоры, с вектором направленным в сторону формирования экотопов разнообразных по режиму влажности субстрата.

Своеобразие растительности разновозрастных отвалов проявляется при оценке уровня биологического разнообразия. Отмечается сходство показателей видового богатства ценофлоры молодых и старых отвалов (табл.) в сравнении с контролем. Относительно высокие (сопоставимые) показатели богатства видов, на наш взгляд, связаны с технологией рекультивации отвалов. Нанесение слоя ПСП, как субстрата уже содержащего в себе «банк» семян, обуславливает стремительное заселение и видовое «насыщение» отвалов на начальных этапах восстановления растительности. Именно поэтому, уже в первые годы, растительный покров сплошь покрывает всю поверхность отвалов с высокой сомкнутостью вегетативной сферы.

Видовое разнообразие ценофлор молодых (5-летних) и старых (30-летних) отвалов характеризуется значительным сходством ( $K_j = 0,63$ ), свидетельствуя, о формировании основного видового пула уже на начальных этапах восстановления и далее состав изменяется слабо. Невысокие показатели коэффициента отмечаются при сравнении молодых и старых отвалов с контролем (0,34 и 0,40 – соответственно). Очевидно, что относительно высокое сходство ценофлор молодых и старых отвалов между собой позволяет говорить о несущественных перестройках видового состава ценофлоры в восстановительно-возрастной динамике реплантоземов. При этом, слабое сходство ценофлор старых и молодых отвалов с контролем, свидетельствует о затяжном ходе сукцессии.

Начальные этапы восстановления растительного покрова реплантоземов характеризуются быстрой сменой доминантов, обусловленной спецификой эдафотопы и биологическими свойствами растений, составляющих семенной банк ПСП. Вероятно, насыпной плодородный почвенный слой обладает высоким уровнем богатства элементов питания, что обеспечивает конкурентные преимущества нитрофилам (*Cannabis ruderalis*, *Carduus crispus*, *Urtica dioica*), образующим первичные фитоценозы реплантоземов. Доступность питательных элементов обеспечивает бурные темпы роста растений, и, соответственно, высокие показатели продуктивности сформировавшихся сообществ. Смена доминантов, на начальных этапах функционирования реплантоземов, обусловлена, с одной стороны, особенностями их биологии, с другой – параметрами фитоценотической среды. Доминанты «бурьянистой» стадии представлены, в основной массе, одно- и двулетниками, на смену которым, приходят корневищные виды растений. Вероятно, эти «первичные» доминанты, в процессе жизнедеятельности при

отсутствии конкурентов, образуя высокосомкнутые, и, тем самым, высокопродуктивные сообщества, способствуют изъятию ряда питательных веществ и существенно обедняют субстрат. Высокие темпы сукцессионных смен состава сообществ, на начальных стадиях восстановления, отражаются при расчете показателей динамичности и накопления. Так, для молодых (2-3-летних) отвалов показатели динамичности и накопления сообществ характеризуются самыми высокими значениями –  $D = 3,78$  и  $A = 2,78$  [13]. Для сравнения, скорости сукцессионных смен старых (25-30-летних) отвалов характеризуются более низкими значениями –  $D = 1,29$  и  $A = 1,08$ , свидетельствующими о замедлении темпов восстановительной динамики и формировании сообществ устойчивого состава.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Восстановительная динамика растительности реплантоземов Бородинского угольного разреза инициируется сорно-рудеральными группировками малолетников, в ходе сукцессии, сменяющиеся сообществами корневищных и стержнекорневых злаков и разнотравья. Растительный покров молодых отвалов представлен маловидовыми сообществами нитрофильных мезофитов, однороден по структуре и составу, высоко сомкнут и равномерно распределен. Старые отвалы покрывают сообщества мезоксерофитов и мезофитов, относительно многовидовые, характеризующиеся богатой фитоценотической мозаикой. Представленность в ценофлоре реплантоземов зональных растений – степной и лесостепной групп, в ходе сукцессии, значительно увеличивается, азональных, главным образом, сорных – снижается. При этом, большая часть представителей зональных сообществ не играет существенной фитоценотической роли на отвалах.

Специфика технологии биологической рекультивации, в частности, нанесение на поверхность отвалов плодородной смеси почвы, способствует ускоренному заселению высокопродуктивными сообществами и быстрым наполнением сообществ видами растений, определяя, тем самым, высокое богатство ценофлор отвалов уже на ранних этапах сукцессии. В ходе сукцессии динамические и накопительные свойства сообществ реплантоземов заметно снижаются, свидетельствуя о замедлении темпов восстановительной динамики и формировании сообществ устойчивого состава.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андроханов В.А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / В.А. Андроханов, В.М. Курачев. Новосибирск : изд-во СО РАН, 2010. 224 с.

2. Антипова Е.М. Растительный покров юга Канской котловины // Флора Саян / [Н.В. Степанов и др.]. Красноярск, 2003. С. 184-193.
3. Антипова Е.М. Леса северных лесостепей Южной Сибири // География и природные ресурсы, 2006. № 1. С. 70-75.
4. Антипова Е.М. Эколого-географическая структура флоры северных лесостепей Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны, XXIV, № 4-5, 2007. С. 438-445.
5. Атлас Красноярского края и Республики Хакасии / Ред. А.С. Исаев, Ю.М. Мальцев, В.Н. Семенов. Новосибирск : Роскартография, 1994. 83 с.
6. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2011 год» Красноярск, 2012. 320 с.
7. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов [и др.]. Смоленск, 2004. 342 с.
8. Колесников Б.П. Рекультивация техногенных ландшафтов // Человек и среда обитания. Л., 1974. С. 220-232.
9. Манаков Ю.А. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса / Ю.А. Манаков, Т.О. Стрельникова, А.Н. Куприянов. Новосибирск : изд-во СО РАН, 2011. 168 с.
10. Мироничева-Токарева Н.П. Динамика растительности при зарастании отвалов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1998. 169 с.
11. Пешкова Г.А. Флорогенетический анализ степной флоры гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 2001. 192 с.
12. Полевая геоботаника / Ред. Лавренко Е.М., Корчагин А.А. Т. 5. М.; Л., 1976. 320 с.
13. Проведение мониторинга почвенного покрова, растительности и животного населения в районе отработки Бородинского бурогоугольного месторождения. Итоговый отчет по НИР / А.С. Шишкин [и др.]. Красноярск, 2011. 90 с.
14. Пьянков В.И., Иванов Л.А. Структура биомассы у растений бореальной зоны с разными типами экологических стратегий // Экология. 2000. № 1. С. 3-10.
15. Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971. 334 с.
16. Ревердатто В.В. Растительность Сибирского края (Опыт дробного районирования) // Изв. гос. географ. общ-ва, 1931. Т. 63, Вып. 1. С. 43-70.
17. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высш. шк., 1962. 378 с.
18. Средняя Сибирь (Природные условия и естественные ресурсы СССР) / Под ред. акад. И.П. Герасимова. М.: Наука, 1964. 480 с.
19. Титлянова А.А. Сукцессии и биологический круговорот / А.А. Титлянова [и др.]. Новосибирск: Наука, 1993. 157 с.
20. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
21. Черепнин Л.М. Растительный покров южной части Красноярского края и задачи его изучения // Уч. зап. Краснояр. пед. ин-та, 1956. Т. 5. С. 3-43.
22. Чупрова В.В. Современное состояние земельных и почвенных ресурсов Красноярского края / В.В. Чупрова [и др.] // Почвы Сибири: особенности функционирования и использования: сб. науч. ст. Вып. 4. Красноярск, 2012. С. 13-37.
23. Шенников А.П. Экологические группы растений. М.: Наука, 1964, 238 с.
24. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 288 с.
25. Grime J.P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory // American Naturalist. 1977. V. 111, № 982. P. 1169-1194.
26. Helm D.J. Native grass cultivars for multiple revegetation goals on a proposed mine site in south central Alaska / Restoration Ecology. 1995. V. 3, Is. 2. P. 111-122.
27. Prach K. Succession of vegetation on dumps from strip coal mining, N. W. Bohemia, Czechoslovakia / Folia Geobotanica et Phytotaxonomica. 1987. V. 22, Is. 4. P. 339-354.

## REVEGETATION ON RECLAIMED COAL HEAPS OF KANSK FOREST-STEPPE

© 2014 D.Yu. Efimov, A.S. Shishikin

V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

Investigated the early stages of the vegetation development on overburden recultivation heaps of the Borodinskoye brown-coal deposit. The structure of vegetation was considered within the diversity, zonal, ecological, and biomorphological parameters. The youngest heaps are characterized by a continuous cover of the pioneer groups of the weed and ruderal mesophytes. The older communities are highly mosaic and include a large number of the xerophytes presented of the zonal steppe and forest plant species.

**Key words:** revegetation, succession, open coal heaps, Kansk forest-steppes