

УДК 574.42+631.618

## ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СУКЦЕССИИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ОТВАЛАХ КЕДРОВСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

В. И. Уфимцев<sup>1</sup>, И. П. Беланов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН  
650065, Кемерово, просп. Ленинградский, 10

<sup>2</sup> Институт почвоведения и агрохимии СО РАН  
630090, Новосибирск, просп. академика Лаврентьева, 8/2

E-mail: uwy2079@gmail.com, bel\_ivan@rambler.ru

Поступила в редакцию 17.04.2018 г.

Одним из направлений восстановительных растительных сукцессий на отвалах вскрышных пород является искусственное формирование лесных насаждений. В Кузбассе на участках лесной рекультивации создаются сосновые и облепиховые насаждения, а березняки появляются в результате естественного зарастания. Исследовали Кедровский угольный разрез, расположенный в подзоне северной лесостепи Кузнецкой котловины. Отвалы Кедровского угольного разреза, отработанные 25–35 лет назад, характеризуются широким спектром ранжирования древостоев, в первую очередь по густоте и сомкнутости крон. В ходе лесотаксационных и геоботанических исследований проведено описание структуры формирующихся сообществ, определен видовой состав основных и подлесочных древесных пород, характер лесовозобновления под покровом первого поколения деревьев, изучена эколого-ценотическая структура травянистого яруса. Установлено, что сосна обыкновенная на отвалах формирует устойчивые и чистые по составу древостои с единичным включением прочих древесных пород, при высокой сомкнутости крон – мертвопокровные, в редицах – с хорошо развитым подростом. В березняках, наоборот, происходит обогащение породного состава, развивается устойчивый подлесок. В сосновых и березовых насаждениях увеличивается участие лесных видов, значительно сокращается доля рудеральной растительности, возрастает разнообразие видов семейства бобовых, что наряду с успешным возобновлением деревьев и кустарников свидетельствует о лесной направленности сукцессии. В облепиховых насаждениях отмечается деградация, лесовозобновление выражено слабо вследствие периодических пожаров, в травостое сохраняется преобладание рудеральных видов. Установлено, что облепиха крушиновидная сдерживает восстановительные лесные сукцессии.

**Ключевые слова:** отвалы вскрышных пород, лесные насаждения, сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., береза повислая *Betula pendula* Roth., облепиха крушиновидная *Hipporhae rhamnoides* L., восстановительные сукцессии, Кузнецкая котловина, Кемеровская область.

DOI: 10.15372/SJFS20180605

### ВВЕДЕНИЕ

Формирование биологического разнообразия – один из основных неотъемлемых критериев восстановления природных функций территорий, трансформированных в ходе техногенеза (ГОСТ Р 57446-2017). При этом ведущая роль принадлежит древесным видам-эдификаторам лесных экосистем, которые формируют совместно с травянистой растительностью сложные, многокомпонентные системы, способные

поддерживать экологический баланс техногенных новообразований.

Уникальность техногенных лесных экосистем состоит в том, что их формирование начинается в нулевой момент развития экосистем, в котором находится поверхность отвала горной массы сразу после отсыпки (Мурзакматов, Шишкин, 2009). С этой точки зрения отвалы являются показательными моделями для изучения первичных лесных сукцессий.

В настоящее время в области рекультивации нарушенных земель происходит переосмысление научных основ и принципов, определяющих целевое назначение восстанавливаемых угодий. Если до начала 2000-х гг. основное значение рекультивации состояло в скорейшем озеленении отвалов и получении хозяйственного эффекта, то в настоящее время на первый план выходит экологическая и рекреационная значимость природно-техногенных комплексов. В связи с этим изучение восстановительных сукцессий техногенных лесных сообществ становится не только фундаментальной задачей, но и приобретает практическое значение для моделирования и создания устойчивых гомеостатичных лесных экосистем.

Цель данной работы – определить направление первичных сукцессий насаждений трех формаций (сосновой, березовой, облепиховой), представленных древостоями разной сомкнутости.

## ОБСУЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

К настоящему времени вопросы сингенеза лесных сообществ на отвалах угольной промышленности широко исследованы и обобщены. В европейской части России, на Урале, в Средней и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке для описания техногенной сукцессии в тех или иных вариациях приняты схемы трех или четырех последовательно сменяющихся растительных группировок, выделяемых по состоянию, общему проективному покрытию и эколого-ценотической структуре живого напочвенного покрова, степени взаимодействия растений (Чибрик, 2007; Куприянов и др., 2010; Шишкин, 2013). Для условий отвалов Кузбасса Е. Р. Кандрашиным (1979) предложена четырехстадийная схема первичной сукцессии, в дальнейшем дополненная Ю. А. Манаковым (2012): пионерная группировка, простой, сложный и замкнутый фитоценозы, причем последние на отвалах Кузбасса еще не сформировались.

Ход восстановительных сукцессий в значительной степени зависит от стартовых условий, поэтому сингенез лесных насаждений на отвалах следует рассматривать по двум направлениям: 1 – естественное зарастание отвалов; 2 – после проведения биологического этапа рекультивации. В этой связи Р. Т. Мурзакматовым с соавт. (2018) предложены термины «лесозарастание» (для участков с естественными насаждениями) и «лесозарращивание» (для участков с искусственными насаждениями).

Большинство исследователей в целом разделяют мнение, что при лесозарастании на начальном этапе растительной сукцессии преобладают зональные черты. Е. Р. Кандрашиным (1979) основными факторами лесной направленности первичных сукцессий определены климат, эдафические условия и налет семян с сопредельных ненарушенных территорий, от чего зависят качественный состав растений и их количество. При наличии источников лесовозобновления уже на стадиях пионерной, простой и сложной растительных группировок на нетоксичных субстратах отвалов прослеживается лесная направленность сукцессии (Куприянов, Манаков, 2016).

Вместе с тем ввиду специфичности отвалов сингенез существенно корректируется технологическими параметрами горных работ, которые формируют ландшафтную структуру, динамику и функциональные связи, что предопределяет ход техногенной сукцессии по эрозионному, степному или лесному направлению (Шишкин, 2016).

Техногенное преобразование ландшафта приводит к коренной трансформации рельефа местности, формированию большей доли склоновых участков различных экспозиций, появлению почвоподобных образований специфического литологического состава, изменению гидрологического режима, что в совокупности создает олиготрофность и ксероморфизм местообитаний отвалов. В ряде случаев отмечаются паразональность и параинтразональность восстановительных сукцессий. Так, в подзоне низкогорной тайги на склонах южных и юго-западных экспозиций в течение обозримо длительного периода времени (20–30 лет) проявляют высокую активность и формируют устойчивые фитоценозы луговые и сорные виды, не свойственные лесным фитоценозам (Стрельникова и др., 2017). В сухостепной зоне в результате формирования бугристой поверхности и западин может появляться древесная растительность (Мурзакматов и др., 2018). В любом случае происходит формирование устойчивых эоклинов с совершенно иными признаками почвенного и растительного покрова, чем в экосистемах до начала техногенного нарушения (Андроханов и др., 2004; Манаков и др., 2011; Двуреченский, Середина, 2014).

Состав наиболее активных видов растений, которые в последующем становятся видами-эдификаторами лесных сообществ, в значительной степени определяется географическим положением региона. Так, на Урале в естествен-

ном возобновлении доминирует сосна обыкновенная, под покровом которой к 45–48 годам формируются смешанные лесные фитоценозы с выраженной двух-четырёхъярусной структурой (Лукина и др., 2015).

В Кузбассе пионером зарастания является береза, а под покровом молодых березняков по мере смыкания крон происходят мезофитизация местообитаний, сокращение доли сорняков и повышение активности лесных видов (Куприянов и др., 2010). Даже в горно-таежной зоне восстановление растительного покрова идет через стадию ивово-березовых лесов, под пологом которых поселяются таежные древесные виды (Стрельникова и др., 2017). В районе Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭК) наряду с березой активно поселяется осина (Трефилова и др., 2016; Мурзакматов и др., 2018).

При лесозарастивании без проведения мероприятий по уходу в отличие от лесозарастания часто отмечается замедление почвообразования, развития травяного яруса, происходит деградация древостоев. Причиной этого является жесткая конкуренция лесных культур как между древесными и травянистыми видами, так и внутри ценопопуляции (Рожков, Козак, 1989). Лесные культуры, высаженные по лесоводственным нормативам, к 20–30 годам обладают высокой густотой, что в условиях отвалов в большей степени обостряет внутривидовую конкуренцию. Самоизреживание насаждений происходит очень слабо, подрост находится в крайне угнетенном состоянии (Уфимцев, 2016). Формируются мертвопокровные древостои, подверженные фитопатологическим процессам (Ермак, Русин, 2010). Увеличение доли лесных видов происходит за счет снижения общего видового состава живого напочвенного покрова (Залесов и др., 2016). Насаждения к 35–40 годам достигают метастабильного состояния и постепенно деградируют без признаков восстановительных сукцессий (Андроханов, Берлякова, 2016). В то же время в разреженных насаждениях во II классе возраста формируется мозаичный лесной покров различной возрастной структуры и с дифференциацией древостоя по габитусу и жизненному состоянию, которые характерны для естественно поселившихся древесных молодняков (Исаев и др., 2005).

На наш взгляд, при оценке факторов восстановительных сукцессий на отвалах недостаточное внимание уделяется параметрам популяций лесных видов-эдификаторов в первые два клас-

са возраста, которые на данном этапе становятся лимитирующим фактором эндоэкогенеза. Поэтому в основе ранжирования лесных сообществ по вариантам лесных сукцессий должны быть породный состав, различия по густоте, сомкнутости крон и полноте.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2015–2016 гг. на отвалах филиала ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» Кедровский угольный разрез», расположенного в 25 км северо-восточнее г. Кемерово, на западном крыле и южном замыкании Кедровско-Крохалевской брахисинклинали в центральной части Кемеровского геолого-промышленного района Кузбасса. Географические координаты угольного разреза – 56°32′52″ с. ш., 86°05′54″ в. д.

Согласно эколого-географическому районированию Кедровский угольный разрез располагается в районе северной лесостепи Кузнецкой котловины (Экологическая карта..., 1995). Рельеф района представляет собой увалисто-расчлененную равнину с чередованием увалов и логов. Крутизна склонов колеблется от 3 до 20°. Отвалы представляют собой хаотически расположенные элементы рельефа различных форм и размеров высотой 10–40 м над уровнем дневной поверхности. Лесистость района характеризуется крайней неравномерностью – от 15 до 40 %, с преобладанием березовых колков. Открытые безлесные пространства заняты под пашни или представляют собой суходольные луга с доминированием злаков и разнотравья. В местах выпаса скота и на залежных участках обильны рудеральные и сегетальные виды растений, которые в первую очередь и заносятся на отвалы. Горными работами затронуты как лесные формации, так и бывшие сельскохозяйственные земли. С северо-востока в 10–15 км от отвалов Кедровского разреза расположена полоса осиново-пихтовых лесов, представляющая собой узкий перешеек между южно-таежной зоной Западной Сибири и черневой тайгой Кузнецкого Алатау (Куминова, 1950). Этот фактор также оказывает влияние на процессы естественного зарастания отвалов.

Доминантами древесно-кустарниковых фитоценозов отвалов Кедровского угольного разреза являются три вида древесных растений – сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., береза повислая *Betula pendula* Roth. и облепиха крушиновидная *Hippophae rhamnoides* L. Сосно-

вые насаждения представляют собой посадки на участках рекультивации. Отдельные куртины сосны естественного происхождения встречаются на нижних уровнях межотвальных котловин в составе высокополнотных березняков (Колмогорова, Цандекова, 2013). Насаждения березы повислой на исследуемых отвалах возникли вследствие естественного налета семян с прилегающих территорий, посадки березы на Кедровском разрезе не проводились. Облепиховые сообщества изначально представлены только посадками, однако благодаря зоохорному распространению и высокой корнеотпрысковой активности вида на нерекультивированных отвалах естественным путем сложились сомкнутые заросли облепихи.

Исследования проводили в насаждениях, произрастающих на выровненных и пологих (крутизной до 5°) плакорных поверхностях железнодорожных и автомобильных отвалов без нанесения плодородного слоя почвы и/или суглинков. Возраст насаждений 20–30 лет. Подбирали участки с преобладанием здоровых деревьев без признаков ослабления (Алексеев, 1989) I категории жизненного состояния и на них в соответствии с ОСТ 56-69-83 (1984) закладывали пробные площади (ПП). Основным критерием подбора насаждений было их ранжирование по сомкнутости крон с учетом всех возможных в условиях исследуемых лесных массивов вариантов.

Всего заложили 11 ПП размером 25 × 25 м во всех типах насаждений. Провели замер высоты у 10–15 деревьев и сплошной пересчет древостоя по ступеням толщины с последующим определением полноты по таблицам хода роста (Таблицы..., 2008). На каждой ПП выполнили геоботанические описания по стандартным методикам (Полевая геоботаника, 1976). Обработка флористических описаний выполнена в программе «IBIS» (Зверев, 2007).

Для оценки влияния древостоев на состояние живого напочвенного покрова в качестве контроля заложили две ПП на участках отвалов с бобово-злаково-разнотравными луговыми группировками, расположенными в 50–100 м от исследуемых лесных фитоценозов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Породный состав древостоев первого поколения в пределах ПП однороден, прочие виды деревьев отсутствуют или представлены единичными экземплярами (табл. 1).

Исследованные древостои I–II класса бонитета. Значительная вариабельность густоты (древостоев березы – 0.25–2.2 и сосны – 0.33–2.3 тыс./га) способствует формированию насаждений с широким спектром сомкнутости крон – от 30 (редины и слабосомкнутые) до 90 % (высокосомкнутые), с различными условиями освещенности, увлажнения и аллелопатического режима формирования живого напочвенного покрова (Крышень, 1998; Горелов, 2012).

В средне- и высокосомкнутых сосняках преобладает сосновый подрост высотой менее 0.5 м сомнительного или неблагонадежного состояния, подрост других видов представлен единичными экземплярами березы и ивы козьей, подлесок отсутствует. Тенденции второго яруса отмечаются только в редирах, где в межкрупных пространствах присутствует благонадежный подрост сосны высотой 0.7–1.0 м. Обеспеченность подростом повсеместно высокая – более 6 тыс. экз./га, что свидетельствует об успешной второй волне возобновления сосны. В редирах представлены два поколения деревьев, первое из которых – возникшее при лесозарастании в виде плантационно-обсеменительных культур (Тараканов и др., 2014), а второе в тех же местообитаниях – возникшее в ходе лесозарастания. Они способны в будущем сформировать чистые по составу сомкнутые сосновые древостои.

Ранее нами проведены исследования подростка в сосновых насаждениях на отвалах, результаты которых опубликованы (Уфимцев, 2016). Следует отметить, что в экологическом отношении второе поколение представляется более устойчивым по сравнению с первым, так как у сеянцев при посадке неизбежно повреждается или деформируется корневая система. Это в дальнейшем имеет отрицательные последствия для формирования ризосферы в условиях высокой каменистости отвалов (Куприянов и др., 2011).

В средне- и высокосомкнутых березняках формируется выраженный второй ярус высотой 1.5–4.0 м преимущественно из подростка березы, с единично представленными деревьями осины семенного происхождения. Подрост сосны встречается в количестве 300–500 экз./га, однако ввиду неблагоприятного светового режима благонадежность подростка низкая. Активно поселяются подлесочные породы – калина обыкновенная *Viburnum opulus* L., черемуха обыкновенная, ива козья и особенно рябина сибирская, которая превосходит здесь подрост березы по высоте и

Таблица 1. Таксационная характеристика насаждений ПП

№ ПП	Сомкнутость крон, %	Ярус*	Формула состава насаждения	Густота, шт./га	Средняя высота, м	Средний диаметр**, см
<i>Сосна обыкновенная</i>						
1	30	А	10С	328	8.0 ± 0.30	15.6 ± 0.41
		В	10С + Б	25 000	0.5 ± 0.03	2.7 ± 0.37
2	50	А	10С	675	9.5 ± 0.10	14.2 ± 0.48
		В	10С + Б ед. Ик	97 000	0.1 ± 0.01	0.9 ± 0.10
3	70	А	10С	938	9.7 ± 0.10	13.4 ± 0.72
		В	10С ед. Б	35 000	0.1 ± 0.01	0.4 ± 0.06
4	90	А	10С	2345	9.1 ± 0.20	11.1 ± 0.61
		В	С	27 000	0.1 ± 0.01	0.2 ± 0.04
<i>Береза повислая</i>						
5	30	А	10Б ед. С	254	10.6 ± 0.30	19.8 ± 0.20
		В	Б, Ос + С + Ч	6750	0.8 ± 0.01	1.2 ± 0.09
6	60	А	10Б	913	8.9 ± 0.20	13.4 ± 0.70
		В	9Б1Р + С + Ик ед. Ос	3215	0.7 ± 0.09	1.1 ± 0.12
7	90	А	10Б	2250	16.6 ± 0.40	14.9 ± 0.70
		В	6Б2Р2С + Ик ед. Ч	3890	1.8 ± 0.15	1.6 ± 1.40
<i>Облепиха крушиновидная</i>						
8	50	А	–	–	–	–
		В	10Об ед. Р ед. С	4880	2.3 ± 0.10	3.1 ± 0.32
9	90	А	–	–	–	–
		В	10Об ед. Р	20 100	3.0 ± 1.10	2.7 ± 0.26
Контроль						
10	0	А	–	–	–	–
		В	7С3Ос	0.3 ± 0.09	0.4 ± 6.46	1.5 ± 0.14
11	0	А	–	–	–	–
		В	ед. Б, С	0.1 ± 0.01	0.4 ± 3.40	1.2 ± 0.23

Примечание. \*Ярус: А – древостой; В – подлесок и подрост; \*\*диаметр древостоя измеряли на высоте груди (1.3 м от основания дерева), диаметр подроста – на высоте 10 см от корневой шейки; С – сосна обыкновенная; Б – береза повислая; Ик – ива козья *Salix caprea* L.; Ос – осина обыкновенная *Populus tremula* L.; Ч – черемуха обыкновенная *Padus avium* Mill.; Р – рябина сибирская *Sorbus sibirica* Hedl.; Об – облепиха крушиновидная.

облиственности крон. Облепиха в подлеске отсутствует, очевидно, вследствие неблагоприятного светового режима, несмотря на обилие плодоносящих кустов на склонах отвалов, окружающих котловину и расположенных в нескольких десятках метров от исследуемого массива. Таким образом, под пологом березовых насаждений естественного происхождения наблюдается увеличение породного состава подлеска, что является несомненным экологическим преимуществом в аспекте устойчивости экосистем. В редирах березы подлесок не формируется, а возобновление, в частности мелкий и средний подрост осины, приурочено в основном к наиболее увлажненному и наименее освещенному прикрановому пространству деревьев березы первого поколения.

В облепиховых куртинах за счет высокой вегетативной активности вне зависимости от

исходной густоты посадки смыкание крон происходит в период 7–10 лет. У облепихи в возрасте 15–25 лет начинается отмирание старых стволов, они сменяются более молодыми раемтами порослевого происхождения, что приводит к формированию непроходимых зарослей с густотой живых экземпляров до 27 тыс./га (ПП 9). В насаждении единично поселяется рябина, которая успешно преодолевает плотный ярус облепихи, а также появляются проростки сосны в виде единичных экземпляров, сильно угнетенные верхним пологом облепихи.

В дальнейшем при отсутствии внешних возмущающих факторов в облепишниках происходит стабилизация возрастной и высотной структур популяции, новая поросль развивается слабо и только в местах локального отмирания старых стволов. Массового внедрения других древесных видов не происходит.

По мере накопления горючего материала в виде отмирающих стволов облепики резко возрастают периодичность и огневая мощь пожаров, при этом облепишники не отмирают полностью, а деградируют постепенно, волнообразно, с периодическим увеличением плотности популяции за счет корневой поросли. По нашим наблюдениям, на участке, где заложена ПП 8, в 2008 г. также был сомкнутый облепишник, в том же году произошел низовой пожар, и к 2016 г. здесь сформировалась облепиховая ценопопуляция с густотой до 5 тыс. экз./га и общей сомкнутостью крон до 50 %. В ценопопуляции выделяются 3 поколения: первое (допожарное) представлено единичными экземплярами семенного происхождения высотой до 4 м, второе (послепожарное) – молодыми экземплярами, выросшими из семян допожарного поколения, достигшими 1/2–2/3 высоты старых экземпляров, третье – однолетней порослью высотой 0.5–1.5 м. Дальнейшее распространение облепки существенно ограничивается развитым травяным ярусом, активно формирующимся после пожара.

Живой напочвенный покров лесных насаждений развивается под влиянием внешних факторов, трансформируемых видом-эдификатором. Особенности его состава, в частности травяного яруса, непосредственно характеризуют направленность первичных сукцессий.

На ПП число видов высших сосудистых растений варьирует незначительно – от 17 до 32 видов, что является одной из качественных

характеристик простых растительных группировок (Куприянов и др., 2010). Наибольшее видовое разнообразие отмечается в высокосомкнутых березняках, наименьшее – в средне- и высокосомкнутых сосняках (табл. 2).

На остальных участках зависимость числа видов растений от структуры популяции вида-эдификатора и различия между насаждениями и контрольными луговыми сообществами не проявляются. Это свидетельствует о преобладании фактора случайности при поселении видов на начальном этапе формирования фитоценозов.

Преобладание первых четырех ведущих семейств – астровые, бобовые, мятликовые, розоцветные и выпадение из ведущей десятки семейств капустных Brassicaceae Burnet и кипрейных Onagraceae Juss. являются признаками III стадии растительной сукцессии, т. е. перехода к сложным растительным группировкам. Повсеместное увеличение числа представителей семейства бобовых свидетельствует о мезофитизации водного режима местообитаний (Биологическая продуктивность..., 1988), что является благоприятным фактором для формирования сукцессий лесной направленности.

Важнейшей характеристикой первичных сукцессий является эколого-ценотическая структура сообществ, отражающая динамику изменения видового разнообразия растительности (рис. 1).

Группа лесных видов наиболее многочисленна в березовых насаждениях – по мере увеличения сомкнутости крон наблюдается увеличение их доли с 25 до 37.5 %, по 2–4 вида этой груп-

**Таблица 2.** Таксономическая структура растительного покрова насаждений ПП

Показатели структуры	Вид растения-эдификатора										
	Сосна				Береза			Облепиха		Контроль	
Сомкнутость крон, %	30	50	70	90	30	60	90	50	90	0	0
№ ПП	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Количество: видов растений	23	21	17	19	25	25	32	26	19	22	23
родов	18	20	15	17	21	18	26	22	18	20	20
семейств	7	10	9	8	9	9	12	8	8	7	6
Астровые Asteraceae Bercht. & J. Presl	8	6	5	3	6	7	6	9	3	8	12
Бобовые Fabaceae Lindl.	6	2	3	5	4	5	7	5	6	5	5
Мятликовые Poaceae Barnhart	4	4	3	4	3	4	4	2	5	4	3
Розоцветные Rosaceae Juss.	2	3	1	2	5	2	4	2	1	1	1
Гвоздичные Caryophyllaceae Juss.	–	1	1	–	1	1	1	1	–	–	1
Яснотковые Lamiaceae Martinov	–	1	–	–	–	–	–	1	1	–	–
Сосновые Pinaceae Lindl.	1	1	1	1	1	1	1	–	–	1	–
Зонтичные Apiaceae Lindl.	1	1	1	–	–	–	1	3	–	1	–
Бурачниковые Boraginaceae Juss.	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
Подорожниковые Plantaginaceae Juss.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Прочие семейства	1	2	2	4	4	5	8	3	2	1	1

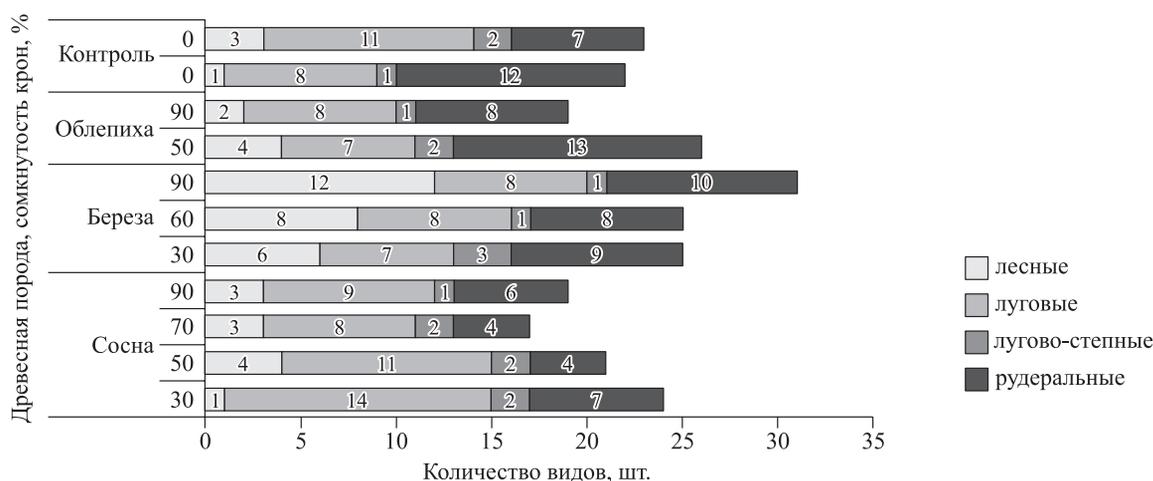


Рис. 1. Эколого-ценотическая структура растительных группировок в насаждениях с различной сомкнутостью крон.

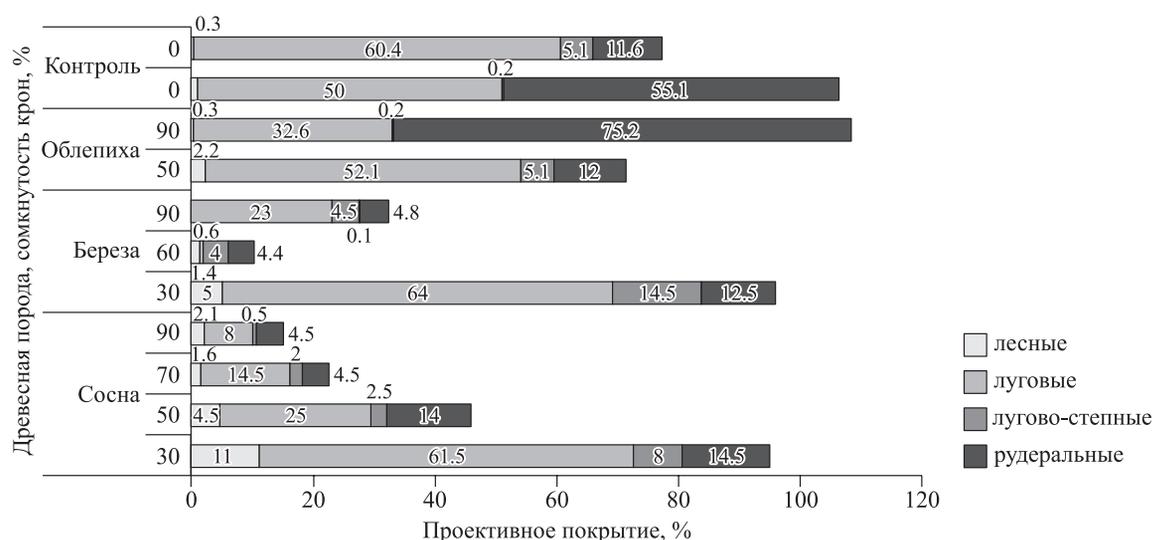


Рис. 2. Проективное покрытие живого напочвенного покрова эколого-ценотических групп в насаждениях с различной сомкнутостью крон.

пы – кустарники и деревья третьей величины. В других группах насаждений и в контроле лесные виды представлены случайным образом – от 4.1 до 19 %.

Долевое участие луговых видов преобладает в сосновых насаждениях во всех градациях сомкнутости крон и составляет 47.0–58.3 %, возрастает при снижении сомкнутости лесного полога и коррелирует с динамикой общего числа видов на уровне  $R = 0.99$ . В прочих группах насаждений доля луговых видов стабильна и составляет 25.0–42.1 %.

Видовое участие рудеральных видов в большей степени выражено в облепиховых фитоценозах и на безлесных контрольных участках, варьирует от 42.1 до 54.5 %. Затем следуют

березовые насаждения, где рудеральные виды составляют 31.2–36.0 % от видового состава. Меньше всего рудеральных видов растений в сосняках – 19.0–29.1 %. Зависимости их количества и обилия от сомкнутости крон не наблюдается.

Доля лугово-степных видов в насаждениях незначительна, а их появление может быть объяснено фактором случайности при самозарастании отвалов (Манаков, 2009; Манаков и др., 2011).

Проективное покрытие – один из основных признаков соответствия условий произрастания биологическим требованиям вида и служит важным показателем направленности сукцессии живого напочвенного покрова (рис. 2).

В сосновых насаждениях во всех грациях сомкнутости крон в проективном покрытии преобладают луговые растения, из которых доминантами выступают позднесукцессионные виды, такие как ежа сборная *Dactylis glomerata* L. (проективное покрытие до 30 %), тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L. (до 20 %) и девясил иволистный *Inula salicina* L. (до 15 %). К прикрановым пространствам приурочено произрастание редкого галофитного вида качим пронзеннолистный *Gypsophila perfoliata* L. (2 %). В подкрановых пространствах редин доминируют луговые злаки – мятлик узколистный *Poa angustifolia* L. (до 15 %) и полевица гигантская *Agrostis gigantea* Roth (до 10 %).

Рудеральные растения устойчиво занимают вторую позицию, среди них в верхнем подъярусе выделяются: полынь Сиверса *Artemisia sieversiana* Ehrh. ex Willd., бодяк обыкновенный *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., бодяк щетинистый *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, донник белый *Melilotus albus* Medicus, дрема белая *Melandrium album* (Mill.) Garcke (по 1–5 %), в нижнем подъярусе – одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex F. H. Wigg., мать-и-мачеха обыкновенная *Tussilago farfara* L. (единично, до 2 %), клевер гибридный *Trifolium hybridum* L., люцерна хмелевидная *Medicago lupulina* L. (по 5–10 %). Последние два вида доминируют в межкрановых пространствах высокосомкнутых насаждений.

Обнаружены всходы и самосев инвазионного вида – клена ясенелистного *Acer negundo* L. До стадии подроста этот вид клена, очевидно, не доживает, как и в других местообитаниях отвалов, взрослые особи на отвалах не встречаются (Манаков и др., 2011).

Проективное покрытие лесных видов формируется главным образом за счет мелкого подроста сосны (5–15 %). В подкрановых пространствах среднесомкнутых насаждений хорошо развивается земляника лесная *Fragaria vesca* L. (до 5 %), остальные виды представлены единичными экземплярами.

В березовых фитоценозах луговые виды формируют максимальное проективное покрытие только в редицах – доминантами и содоминантами напочвенного покрова здесь выступают те же виды, что и в сосняках, что указывает на обособленность первичных процессов формирования живого напочвенного покрова, независимо от влияния редкостойного древостоя.

В сомкнутых древостоях преобладают лесные виды в основном за счет мелкого (высо-

той до 0.5 м) подроста подлесочных пород (до 20 % в совокупности), например малины обыкновенной *Rubus idaeus* L. (1 %). Из травянистых растений повсеместно представлены горошек мышиный *Vicia cracca* L. (2 %), земляника лесная (2 %), иван-чай узколистный *Chamerion angustifolium* (L.) Holub (1 %) и чина гороховидная *Lathyrus pisiformis* L. (1 %).

Облепишники по соотношению эколого-ценотических групп близки к структуре разнотравно-злаковых и бобово-злаково-разнотравных ценозов, формирующихся на безлесных участках отвалов с естественным самозаращением (ПП 10 и 11).

В высокосомкнутых облепиховых фитоценозах максимальное проективное покрытие имеют рудеральные виды растений, из которых доминирует пырей ползучий *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski (30 %). В виде единичных экземпляров широко распространены рудеральные виды, обладающие мощным габитусом: полынь Сиверса, бодяк обыкновенный, бодяк щетинистый. Из луговых растений максимальное покрытие имеют полевица гигантская (до 20 %) и мятлик узколистный (до 20 %).

В среднесомкнутых облепишниках проективное покрытие рудеральных видов растений резко (в 6.2 раза) снижается, а участие луговых видов возрастает в 1.6 раза. Здесь преобладают луговые злаки: ежа сборная (до 40 %), мятлик узколистный (5 %), полевица гигантская (5 %), бобовые – люцерна посевная *Medicago sativa* L. (10 %), люцерна серповидная *M. falcata* L. (5 %), горошек мышиный (2 %). Лесные виды проективного покрытия не образуют при любой сомкнутости полога облепихи и представлены единичными спорадически размещенными экземплярами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что ход первичных лесных сукцессий на отвалах Кедровского угольного разреза идет по трем основным направлениям:

1. *Доминантные сосновые насаждения.* Первичная сукцессия протекает по лесному типу со значительной долей лугового компонента. Смена породного состава не прогнозируема, что характерно для интразональных сосняков и позволяет расценивать экологические условия отвалов как соответствующие биологии данного вида. Даже в редицах сосна является безусловным доминантом, формирует развитый полог возобновления,

и поселение других видов-эдификаторов лесных сообществ не происходит. Доля рудерального компонента по сравнению с открытыми участками в сосняках резко сокращается. Это явление следует рассматривать как благоприятный фактор для формирования лесных фитоценозов. Вместе с тем сохранение высокой доли луговых видов, даже в сомкнутых насаждениях, говорит о том, что формирование лесных экосистем находится на начальном этапе. Сосновые фитоценозы представлены как простыми, так и сложными растительными группировками. Разреженность сосновых насаждений до сомкнутости крон 30 % может рассматриваться как фактор формирования устойчивых многолетних сосновых формаций.

2. *Доминантные березовые насаждения.* Первичная сукцессия здесь протекает по лесному типу, однако береза в отличие от сосны благоприятствует поселению других видов местной арборифлоры. Доля рудеральных видов в березняках существенно меньше, чем в безлесных рудерально-луговых фитоценозах, а значительное участие лесных видов в совокупности с выраженной трех-, четырехъярусной вертикальной дифференциацией свидетельствует о переходе растительной сукцессии в стадию сложных растительных группировок. Обогащение породного состава происходит как в сомкнутых насаждениях, так и в рединах. Полагаем, что со временем доля березы будет сокращаться, а участие содоминантов – сосны и осины, а также подлесочных пород – рябины, черемухи, ивы – увеличиваться.

3. *Деградирующие облепиховые зарослевые фитоценозы.* Первичная сукцессия в облепихниках не может быть охарактеризована как лесной тип сукцессии в отличие от сосняков и березняков. При этом сомкнутый покров облепихи препятствует формированию и луговых формаций. По мере деградации облепихников в процессе старения и периодического интенсивного воздействия пожаров наблюдается усиление лугового процесса, однако наряду с этим формируются весьма специфичные кустарниково-лугово-рудеральные фитоценозы в устойчиво деградированном состоянии. Вероятно, смена сообществ возможна лишь после полной утраты облепихой эдификаторных функций. Вместе с тем высокая способность облепихи к вегетативной регенерации обуславливает ее длительную сохранность в составе растительных сообществ.

*Исследования выполнены в рамках госзадания ФАНО России № 0352-2016-0002, номер госрегистрации АААА-А17-117041410053-1.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев В. А.* Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
- Андроханов В. А., Берлякова О. Г.* Состояние лесных культур и почвенного покрова на рекультивированном отвале угольного разреза // Сиб. лесн. журн. 2016. № 2. С. 22–31.
- Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М.* Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.
- Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности / Отв. ред. д-р биол. наук В. Б. Ильин / Авторы: А. А. Титлянова, Н. И. Базилевич, В. А. Снытко, С. С. Дубынина, Т. А. Копотева, Л. Н. Магомедова, Н. П. Миронычева-Токарева, Л. Г. Нефедьева, Н. В. Семенов, А. А. Тишков, Тран Ти, Ф. И. Хакимзянова, Н. Г. Шатохина, Е. И. Шмакова. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 134 с.
- Горелов А. М.* Роль фитогенного поля в формировании пространственных структур древесного растения // Modern Phytomorphology. 2012. Т. 1. С. 137–141.
- ГОСТ Р 57446-2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия. Изд. официальное. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 апреля 2017 г. № 283-ст. М.: Стандартинформ, 2017. 23 с.
- Двуреченский В. Г., Середина В. П.* Характеристика почвенного покрова техногенных ландшафтов Красногорского каменноугольного разреза // Вестн. Томск. гос. ун-та. 2014. № 387. С. 257–265.
- Ермак Н. Б., Русин Е. В.* Оценка жизненного состояния лесных насаждений рекультивированных участков отвалов предприятий угледобычи // Вестник Кемеровского гос. ун-та. 2010. № 1(41). С. 38–41.
- Залесов С. В., Оплетев А. С., Терин А. А.* Формирование искусственных насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на рекультивированном золоотвале // Агр. вестн. Урала. 2016. № 8 (150). С. 15–23.
- Зверев А. А.* Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
- Исаев А. С., Суховольский В. Г., Хлебопрос Р. Г., Бузыкин А. И., Овчинникова Т. М.* Моделирование лесообразовательного процесса: феноменологический подход // Лесоведение. 2005. № 1. С. 3–11.
- Кандрашин Е. Р.* Характерные черты формирования естественной растительности на отвалах угольных разрезов Кузбасса // Почвообразование в тех-

- ногенных ландшафтах. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. С. 287–290.
- Колмогорова Е. Ю., Цандекова О. Л. Анализ роста и продуктивности сосны обыкновенной, произрастающей в различных эдафических условиях породного отвала // Изв. Оренбург. гос. агр. ун-та. 2013. № 6 (44). С. 8–10.
- Крышень А. М. К методике изучения фитогенных полей деревьев // Ботан. журн. 1998. Т. 83. № 10. С. 133–142.
- Куминова А. В. Растительность Кемеровской области. Новосибирск: Изд-во Зап.-Сиб. филиала АН СССР, 1950. 166 с.
- Куприянов А. Н., Манаков Ю. А. Закономерности восстановления растительного покрова на отвалах Кузбасса // Сиб. лесн. журн. 2016. № 2. С. 51–58.
- Куприянов А. Н., Манаков Ю. А., Баранник Л. П. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2010. 160 с.
- Куприянов А. Н., Стрельникова Т. О., Шершнев В. И. Возобновление в верхнеобских сосняках // Лесоведение. 2011. № 3. С. 59–62.
- Лукина Н. В., Филимонова Е. И., Глазырина М. А., Чибрик Т. С. Структурная организация лесных фитоценозов на промышленных отвалах Урала // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2015. Т. 17. № 6. С. 220–224.
- Манаков Ю. А. Парциальные флоры техногенных экотопов Кузбасса // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2009. № 9(103). С. 104–109.
- Манаков Ю. А. Восстановление растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.08. Новосибирск: Новосиб. гос. агр. ун-т, 2012. 41 с.
- Манаков Ю. А., Стрельникова Т. О., Куприянов А. Н. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. 180 с.
- Мурзакматов Р. Т., Шишикин А. С. Лесообразовательный процесс на отвалах Бородинского бурогоугольного разреза // Лесная таксация и лесоустройство. 2009. № 1(41). С. 29–32.
- Мурзакматов Р. Т., Шишикин А. С., Борисов А. Н. Особенности формирования насаждений на отвалах угольных разрезов в лесостепной зоне // Сиб. лесн. журн. 2018. № 1. С. 37–49.
- ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. Изд. официальное. Приказом (распоряжением) Государственного комитета СССР по лесному хозяйству от 23 мая 1983 г. № 72 срок введения установлен с 01.01.84 г. М.: Гос. комитет по лесу СССР, 1984. 60 с.
- Полевая геоботаника. Метод. рук-во. Т. 5. / А. А. Корчагин, Е. М. Лавренко (ред.). Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1976. 320 с.
- Рожков А. А., Козак В. Т. Устойчивость лесов. М.: Агропромиздат, 1989. 239 с.
- Стрельникова Т. О., Куприянов А. Н., Манаков Ю. А., Куприянов О. А., Казьмина С. С. Оценка состояния растительного покрова в угледобывающих районах Кузнецкого Алатау // Ботан. исслед. Сибири и Казахстана. 2017. № 23. С. 85–95.
- Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы). Изд. второе, доп. Одобрены Федеральным агентством лесного хозяйства и рекомендованы для использования в практической лесохозяйственной деятельности (протокол заседания Совета Федерального агентства лесного хозяйства № 2 от 8 июня 2006 г.) / Сост. А. З. Швиденко, Д. Г. Щепаченко, С. Нильссон, Ю. И. Булуй. М.: Фед. агентство лесн. хоз-ва, 2008. 886 с.
- Тараканов В. В., Ильичев Ю. Н., Бушков Н. Т. Плантационно-обсеменительные культуры – новый метод восстановления хвойных лесов на крупных гарях // Сиб. лесн. журн. 2014. № 1. С. 104–109.
- Трефилова О. В., Ефимов Д. Ю., Оскорбин П. А., Мурзакматов Р. Т. Фитомасса растительных сообществ на отвалах угольных разрезов юга Средней Сибири // Сиб. лесн. журн. 2016. № 6. С. 38–48.
- Уфимцев В. И. Естественное возобновление и семенение сосновых насаждений на отвалах угольной промышленности Кузбасса // Сиб. лесн. журн. 2016. № 6. С. 84–93.
- Чибрик Т. С. Восстановление фиторазнообразия на нарушенных техногенных объектах таежной зоны Урала // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: мат-лы Междунар. науч. конф., г. Екатеринбург, 4–8 июня 2007 г. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. ун-та им. А. М. Горького, 2007. С. 743–762.
- Шишикин А. С. Организация биологического мониторинга на отвалах Бородинского разреза // Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование: сб. мат-лов Междунар. науч. конф., Новосибирск–Новокузнецк, 10–15 июня 2013 г. Новосибирск: Изд-во Окарина, 2013. С. 225–227.
- Шишикин А. С. Организация исследований техногенных территорий // Сиб. лесн. журн. 2016. № 2. С. 102–119.
- Экологическая карта Кемеровской области. Масштаб 1:500 000 / Под ред. Л. П. Баранника. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1995. 1 л.

## PROGRESSIVE SUCCESSIONS OF FOREST PHYTOCENOSIS ON THE DUMPS OF KEDROVSKIY COAL MINE

V. I. Ufimtsev<sup>1</sup>, I. P. Belanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch  
Prospekt Leningradskiy, 18, Kemerovo, 650065 Russian Federation

<sup>2</sup> Institute of Soil Science and Agrochemistry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch  
Prospekt Akademika Lavrent'eva, 8/2, Novosibirsk, 630090 Russian Federation

E-mail: uwy2079@gmail.com, bel\_ivan@rambler.ru

One of the directions of progressive plant successions on the dumps of daylighting grounds is the artificial formation of forest stands. Pine and sea buckthorn stands are planted in the Kuzbas in the areas of forest reclamation, while birch forests appear as a result of natural overgrowing. As the model object, the Kedrovsky coal mine was selected, located in the subzone of the northern forest-steppe of the Kuznetsk basin. The dumps of the Kedrovskiy coal mine were used 25–35 years ago, and are now characterized by a wide range of tree stands, varying, first of all, in density and closeness of crowns. During forest inventory and geobotanical studies, a description of the structure of the communities formed were completed and the species composition of the main and undergrowth tree species, the nature of reforestation under the cover of the first generation of trees and the ecological and cenotic structure of the herbaceous populations were studied. It was established that on the dumps Scots pine trees are stable and of one tree species stands with the occasional presence of other tree species: those with high crown density developed on dead soil cover, while the sparse stands were characterized by well-formed undergrowth. In birch forests, on the contrary, the tree species composition is enriched, a stable undergrowth is developing. In pine and birch stands, the forest species are increasing, the share of ruderal vegetation is considerably reduced, the variety of species of legumes family grows, which, along with the successful regeneration of trees and shrubs, is indicative of the forest trend of succession. In the sea buckthorn stands a degradation is noted; due to repeating fires, reforestation is poorly expressed, the predominance of ruderal species is observed in the herbaceous layer. It has been established that the sea buckthorn inhibits the course of progressive forest successions.

**Keywords:** *dumps of daylighting grounds, forest stands, Scots pine Pinus sylvestris L., drooping birch Betula pendula Roth., sea buckthorn Hippophae rhamnoides L., progressive successions, Kuznetsk basin, Kemerovo Oblast.*

**How to cite:** V. I. Ufimtsev, I. P. Belanov Progressive successions of forest phytocenosis on the dumps of Kedrovskiy coal mine // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2018. N. 6: 58–68 (in Russian with English abstract). DOI: 10.15372/SJFS20180605