

УДК 630.231/232.31(574.2/581.52)

## ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЗАНОС СЕМЯН И ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ КУЗБАССА

О. А. Климова, А. Н. Куприянов

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН  
650065, Кемерово, просп. Советский, 18

E-mail: olia\_1983kem@mail.ru, kupr-42@yandex.ru

Поступила в редакцию 27.02.2018 г.

Изучено влияние экологических условий на количество семян древесных растений, попадающих на отвалы угольных месторождений в Кузбассе, расположенные в северной и южной части Кузнецкой котловины и в горно-таежном поясе низкогорий Кузнецкого Алатау, а также на число возобновления, включающего всходы и молодой подрост. Больше всего на отвалах семян березы – от 200 тыс. до 2 млн шт./га, а в благоприятных лесорастительных условиях горно-таежного пояса Кузнецкого Алатау – до 4 млн шт./га, меньше – осины, тополя и ивы, еще меньше – сосны обыкновенной. В горно-таежном поясе отмечены семена пихты сибирской. Количество семян и возобновления на отвалах зависит от формы мезо-, микро- и нанорельефа, что обуславливает неравномерность размещения всходов и подростка. Лучшие условия для естественного лесовозобновления складываются в экологических нишах, характеризующихся выраженным микрорельефом, наличием рыхлых, влажных, лессовидных карбонатных пород с развитым гумусово-аккумулятивным эмбриозом. Естественное лесовозобновление (за исключением облепихи) в неблагоприятных экологических условиях происходит медленно.

**Ключевые слова:** лесовозобновление, подрост, семена, семеномер, отвалы угольных разрезов.

DOI: 10.15372/SJFS20180504

### ВВЕДЕНИЕ

Лесовозобновление на отвалах служит важным критерием восстановления экосистем, нарушенных в результате горных работ, и одним из критериев оценки потенциального плодородия техногенных элювиев вскрышных пород, слагающих отвалы (Баранник, 1988).

Кузнецкий угольный бассейн расположен в северной и южной части Кузнецкой котловины и в горно-таежном поясе Кузнецкого Алатау (Кемеровская область..., 2012). В Кузнецкой котловине основными лесобразующими породами являются береза повислая *Betula pendula* Roth, осина обыкновенная *Populus tremula* L. и сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. В горно-таежном поясе к перечисленным видам добавляются

пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb., ель сибирская *Picea obovata* Ledeb., сосна сибирская кедровая (сибирский кедр) *Pinus sibirica* Du Tour. Сопутствующие древесные виды на отвалах – клен ясенелистный *Acer negundo* L., свидина белая *Cornus alba* L., яблоня ягодная *Malus baccata* (L.) Borkh., жимолость татарская *Lonicera tatarica* L., вяз низкий *Ulmus pumila* L., боярышник кроваво-красный *Crataegus sanguinea* Pall., шиповник иглистый *Rosa acicularis* Lindl., рябина сибирская *Sorbus aucuparia* subsp. *sibirica* (Hedl.) Krylov, облепиха крушиновидная *Hippophaë rhamnoides* L., черемуха обыкновенная *Prunus padus* L., тополь сибирский *Populus sibirica* G. V. Krylov & G. V. Grig. ex A. K. Skvortsov *Populus balsamifera* L., малина обыкновенная *Rubus idaeus* L. и др.

Поселение растений на отвалах во многом зависит от лесных насаждений, расположенных вокруг них (Баранник, 1988).

Отвалы угольных предприятий Кузбасса занимают площадь более 90 тыс. га, в том числе 55 тыс. га нарушено в результате открытой добычи угля и 35 – шахтными выработками (Мазикин, 2005). При подземной добыче полезных ископаемых техногенный рельеф представляет собой трещины, оползни, суффозионные воронки, оползневые провалы, кольцевые, мульдо-, каньоно- и ящикообразные заиловочные карьеры, останцы («остряки»), борта провалов, размывы, промоины, шахтовые и участковые терриконы, плоские и гребневидные отвалы и др. При открытом способе добычи угля техногенный рельеф состоит в основном из системы гребней внутренних породных отвалов, пластообразных и террасированных отвалов, одиночных гребней внешних отвалов, траншей и карьерных выемок (Трофимов, Овчинников, 1970).

Основными вскрышными и углевмещающими горными породами в Кузбассе являются песчаники, а также алевриты и аргиллиты. Сверху они покрыты рыхлыми отложениями, представленными в основном карбонатными лессовидными суглинками в центральной части Кузнецкой котловины и бескарбонатными суглинками и глинами в горно-таежной зоне (Андроханов и др., 2004).

Молодые почвы, формирующиеся при посттехногенном почвообразовании на рыхлых субстратах, относятся к классу эмбриоземов биогенно неразвитых и подразделяются на типы в зависимости от выраженности типодиагностического горизонта. Выделяются пять типов эмбриоземов, образующихся на некарбонатных элювиях в авто- и полугидроморфных позициях рельефа: инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые, гумусово-аккумулятивные и грубогумусовые (Курачев, Андроханов, 2002).

Формирование растительного покрова на техногенных ландшафтах Кузбасса хорошо изучено (Манаков и др., 2011; Куприянов, Манаков, 2016), разработаны технологии искусственного лесовозобновления на отвалах (Баранник, 1988), тогда как естественное лесовозобновление на отвалах изучено недостаточно, хотя преимущества естественного возобновления с точки зрения биологии отмечали Г. Ф. Морозов (1939), И. С. Мелехов (1966), В. П. Тимофеев (1968) и др. При естественном возобновлении у древесных растений формируется корневая система, более приспособленная к кон-

кретным условиям местообитания, что имеет важное значение для формирования будущих высокопродуктивных древостоев (Естественное возобновление..., 1962).

В настоящее время работы по биологическому этапу рекультивации на отвалах Кузбасса почти не проводятся и многие отвалы оставлены под самозаращение. Поэтому исследования, направленные на изучение динамики лесовозобновления на отвалах в различных экологических условиях, весьма актуальны.

Цель нашего исследования – выявление особенностей лесовозобновления на отвалах угольных предприятий Кузбасса. В задачи исследования входило: определение количества семян древесных пород, попадающих на отвалы, и возобновления (всходов и молодого подроста), а также оценка успешности возобновления на отвалах.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовали отвалы угольных разрезов, расположенных на севере (Кедровский) и на юге (Краснобродский, Бачатский, Вахрушевский) Кузнецкой котловины, а также в горно-таежном поясе Кузнецкого Алатау (Красногорский, Томусинский, Листвянский) (рис. 1).

Исследования проводили с 2012 по 2014 г. на отработанных, нерекультивированных отвалах 10–15 (30)-летнего возраста. В Кузнецкой котловине отвалы обычно находятся среди сельскохозяйственных земель, вблизи березовых, березово-осиновых лесов, в горно-таежном поясе низкогорий Кузнецкого Алатау – вблизи черневой тайги, а на отвалах Красногорского и Листвянского разрезов они перемежаются с участками естественных лесных насаждений, представленных темнохвойными породами.

В соответствии с имеющимися разработками Л. П. Баранника с соавт. (2005), А. Н. Куприянова с соавт. (2010), Ю. А. Манакова с соавт. (2011), определены критерии благоприятных, умеренно благоприятных и неблагоприятных условий, характеризующихся определенными орографическими, минералогическими, почвенными, водно-физическими свойствами для поселения древесных растений (табл. 1).

Для определения численности семян на поверхности отвала использовали метод «семеномеров» (Шиманюк, 1955). Семеномеры представляют собой деревянные ящики площадью 1 м<sup>2</sup> с бортиками высотой 12–15 см (рис. 2).

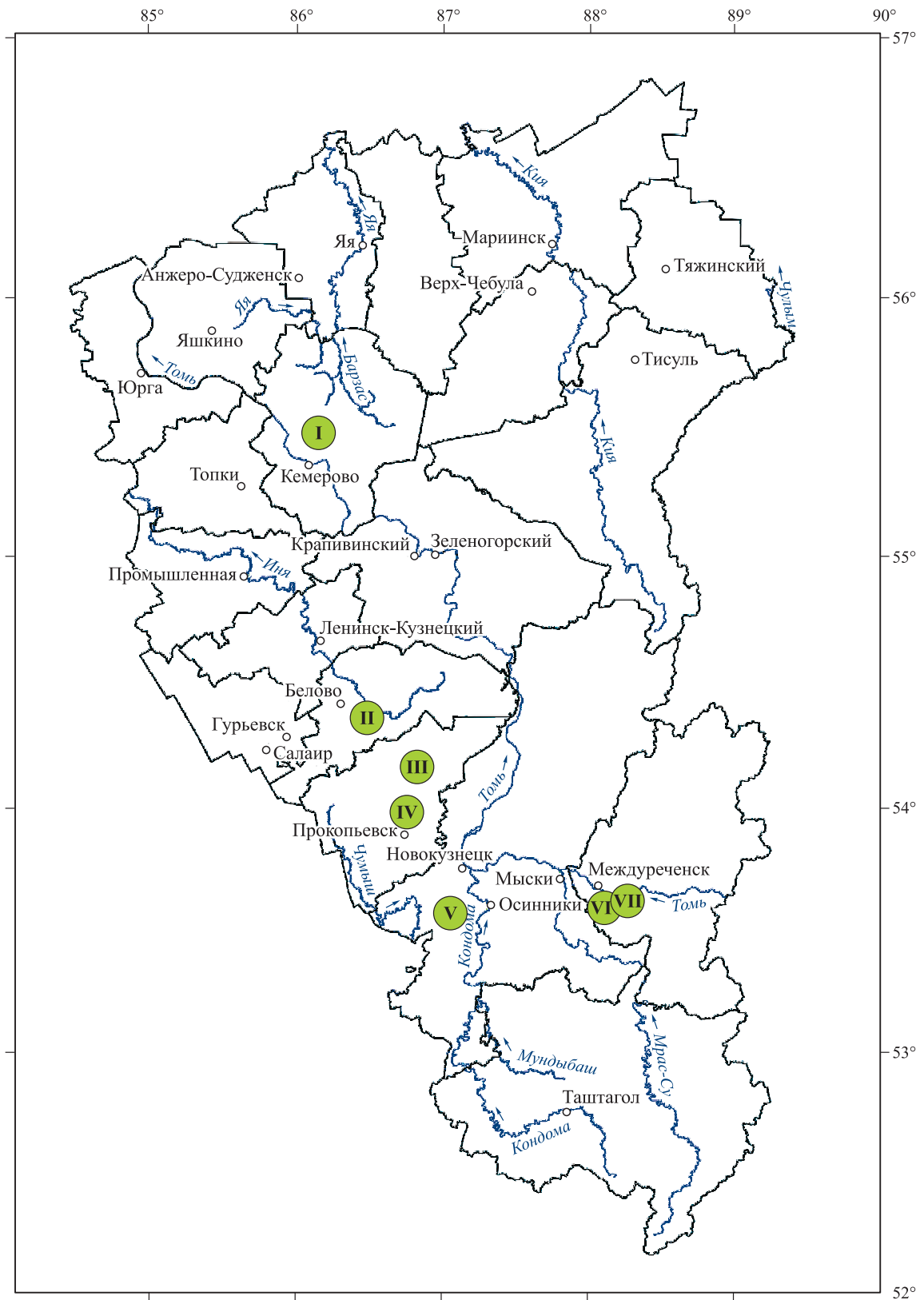


Рис. 1. Ключевые участки с расположением семеноверов (окружности зеленого цвета I–VII).

**Таблица 1.** Критерии определения благоприятствования экологических условий

Показатель	Экологические условия		
	благоприятные	умеренно благоприятные	неблагоприятные
<i>Рельеф</i>			
Крутизна склона	0–10°	10–20°	Более 20°
Характер поверхности	С выраженным микрорельефом	Ровная, волнистая	Крупноглыбистая
<i>Потенциальное плодородие</i>			
Горные породы	Лессовидные карбонатные лессы, а также складированные в отвалы природные почвы	Техногенные элювии алевролита песчаного и мелкозернистого, глина алевролитовая и карбонатная	Элювии песчаников полимиктового, гематизированного алевролитистого, пирогенный конгломерат, кальцитовая бурая глина. Элювии песчаников. По механическому составу – пески и супеси, твердые скальные породы, не подвергающиеся физическому выветриванию
Почвы	Гумусово-аккумулятивный и дерновый эмбриозем	Органо-аккумулятивный эмбриозем	Инициальный эмбриозем
Плотность техногенного элювия	Рыхлый, порозность 40–60 %	Среднеплотный, порозность 20–40 %	Плотный, порозность менее 20 %
Влажность	Влажные	Свежие	Сухие, сильно влажные

Сверху семяномеры покрываются редкой сеткой, чтобы защитить семена от птиц и мышей. Дно ящиков обтянуто водонепроницаемой пленкой из акрила для стока дождевой воды. Семяномеры выставляются заранее, до начала опадания семян по пробным площадям, в различных орографических условиях.

На каждом отвале устанавливали 12–15 семяномеров с учетом благоприятствования экологических условий. Идентификацию семян проводили с использованием гербарных образцов, собранных с отвалов, и специальной литературы (Леньков, 1932).

Лесовозобновление учитывали на 50–200 площадках размером 1 × 1 м<sup>2</sup>. Счетными единицами возобновления древесных пород были всходы – особи одного-двух лет, самосев (подрост младших генераций) – особи двух-пяти лет и молодой подрост в возрасте до 10–12 лет (Андреева и др., 2002). В составе возобновления учитывали лесобразующие породы, характерные для Кузнецкой котловины и горно-таежного пояса Кузнецкого Алатау, а также сопутствующие породы, представленные адвентивными и местными деревьями и кустарниками.

Математическая обработка осуществлялась методами, принятыми в биологии (Грейг-Смит, 1967; Шмидт, 1984; Доспехов, 1985; Зверев, 1998), с использованием компьютерной программы Statistica for Windows 6.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В северной части Кузнецкой котловины (отвалы Кедровского угольного разреза) наибольшее число семян, попадающих на отвал (в среднем за 3 года), отмечено в благоприятных условиях – 307.70 тыс. шт./га (максимальное количество 2720 тыс. шт./га отмечено в межгребневой лождине с хорошо выраженным микрорельефом). Меньше всего семян березы отмечено в неблагоприятных условиях на восточном и южном крутых склонах – 84.60 тыс. шт./га. Семян сосны по сравнению с семенами березы существенно меньше: 0.50 тыс. шт./га в благоприятных, 0.24 и 0.04 тыс. шт./га в умеренно и неблагоприятных условиях соответственно. Семян ивовых (ивы и тополя) больше всего (2.60 тыс. шт./га) обнаружено здесь в благоприятных экологических условиях (табл. 2). Больше всего семян сопутствующих древесных пород отмечено на западных склонах (отнесенных нами к умеренно благоприятным условиям), обращенных к естественным лесам (18.70 тыс. шт./га), а меньше всего – на южном склоне (3.30 тыс. шт./га). Доля семян облепихи (во всех вариантах) в среднем составляет 63 % от всех семян сопутствующих древесных пород (см. табл. 2).

В южной части Кузнецкой котловины количество семян березы, попадающих на отвал, в среднем больше, чем в северной, во всех вариан-



**Таблица 2.** Количество семян древесных видов на отвалах в 2012–2014 гг., тыс. шт./га · год

Древесная порода	Северная лесостепь			Южная лесостепь			Горно-таежная подзона		
	*Б	УБ	НБ	Б	УБ	НБ	Б	УБ	НБ
	Повторность, шт.								
	12	12	24	12	10	12	10	10	6
	<i>Лесообразующие породы</i>								
Сосна обыкновенная	0.50	0.24	0.04	0.25	0.10	–	0.23	0.23	0.30
Береза повислая	307.70	190.30	86.40	1363.00	1400.00	887.00	4573.00	870.00	260.00
Осина, тополь, ивы	2.60	0.80	0.20	17.60	8.00	–	50.00	16.70	33.30
Пихта сибирская	–	–	–	–	–	–	0.10	0.30	0.20
	<i>Сопутствующие породы</i>								
Рябина сибирская	5.00	0.60	0.40	–	–	–	5.60	4.00	–
Облепиха крушиновидная	11.80	2.40	2.30	2.20	–	–	11.60	9.00	10.30
Остальные	1.00	1.90	0.60	18.30	–	–	21.40	–	–
Всего	326.00	196.20	899.00	1401.35	1408.10	887.00	4661.93	900.23	304.10

*Примечание.* Здесь и в табл. 3 \*степень благоприятности: Б – благоприятные, УБ – умеренно благоприятные, НБ – неблагоприятные.

тах и составляет 1216 тыс. шт./га. Семян сосны в благоприятных условиях 0.25 тыс. шт./га. Среди сопутствующих пород отмечена только облепиха – 2.20 тыс. шт./га.

В горно-таежном поясе в благоприятных условиях отмечено наибольшее количество семян березы – свыше 4.5 млн шт./га. Значительно (до 50 тыс. шт./га) возрастает число семян ивовых – осины, тополя, ивы. Семян пихты сибирской 0.1–0.3 тыс. шт./га. Среди сопутствующих пород в благоприятных и умеренно благоприятных условиях 9.0–11.6 тыс. шт./га семян облепихи и 4.0–5.6 тыс. шт./га рябины. Резкое увеличение налета семян мелколиственных пород в горно-таежном поясе обусловлено особенностью расположения отвалов среди черневой тайги, где они перемежаются с мало затронутыми участками леса. Семена облепихи заносятся птицами с участков лесной рекультивации, на которых она широко применялась в конце XX в.

Самое большое количество возобновления сосны (9.05 тыс. шт./га) отмечено в благоприятных условиях северной части Кузнецкой котловины. В умеренно благоприятных и неблагоприятных условиях возобновления значительно меньше (табл. 3).

Количество возобновления березы в благоприятных условиях в различных районах примерно одинаково – 6.40–7.60 тыс. шт./га. На появление возобновления влияют факторы благоприятности экологических условий, прежде всего формирование гумусово-аккумулятивного эмбриозема. В неблагоприятных условиях се-

ра Кузнецкой котловины возобновление березы уменьшается во много раз, что связано с экологическими особенностями экотопов (крутыми склонами, высокой водопроницаемостью пород и сухостью техногенных эмбриоземов, крупноглыбистым характером песчаников). В южной части Кузнецкой котловины также отмечено уменьшение возобновления в неблагоприятных условиях. В горно-таежном поясе общее количество возобновления в благоприятных условиях по сравнению с неблагоприятными в 1.5 раза выше, что связано с общим улучшением влажности субстратов.

Возобновление осины в среднем по всем вариантам наибольшее в южной части Кузнецкой котловины – 2.30 тыс. шт./га, в северной – 0.95, а в горно-таежном поясе – 0.15 тыс. шт./га. Уменьшение возобновления осины в горно-таежном поясе связано с более быстрым задернением отвалов корневищными злаками, что снижает интенсивность естественного возобновления осины. Возобновление темнохвойных пород в благоприятных условиях горно-таежного пояса низкогорий Кузнецкого Алатау составляет 0.36 тыс. шт./га.

При сравнении количества семян, зарегистрированных на отвале, с количеством возобновления первое, что обращает на себя внимание, – это преобладание возобновления сосны над количеством зарегистрированных семян. Если в благоприятных условиях собрано всего 0.5 тыс. шт./га · год) семян, то всходов и молодого подроста насчитывается 9.5 тыс. шт./га · год),

Таблица 3. Количество возобновления видов древесных растений на отвалах в 2012–2014 гг., тыс. шт./га · год

Древесная порода	Северная лесостепь			Южная лесостепь			Горно-таежная подзона		
	*Б	УБ	НБ	Б	УБ	НБ	Б	УБ	НБ
	200	100	50	600	350	250	350	250	250
	Повторность, шт.								
	<i>Лесообразующие породы</i>								
Сосна обыкновенная	9.05 ± 1.15	0.80 ± 0.25	–	0.10 ± 0.05	–	–	1.83 ± 0.43	0.10 ± 0.07	0.13 ± 0.08
Береза повислая	6.27 ± 0.85	1.15 ± 0.38	0.10 ± 0.07	6.40 ± 1.50	2.40 ± 0.61	1.00 ± 0.36	7.60 ± 1.29	3.20 ± 0.75	4.40 ± 0.78
Осина	2.50 ± 0.32	0.35 ± 0.12	*	1.21 ± 0.36	4.93 ± 0.76	0.76 ± 0.30	0.20 ± 0.07	0.25 ± 0.14	–
Ель сибирская	–	–	–	–	–	–	0.10 ± 0.08	–	–
Пихта сибирская	–	–	–	–	–	–	0.06 ± 0.06	–	–
Сосна сибирская кедровая	–	–	–	–	–	–	0.20 ± 0.14	0.40 ± 0.17	–
	<i>Сопутствующие породы</i>								
Клен ясенелистный	0.05 ± 0.03	6.35 ± 1.28	2.35 ± 0.66	4.48 ± 0.90	0.23 ± 0.11	1.60 ± 0.73	–	0.40 ± 0.19	–
Тополь сибирский	0.05 ± 0.05	0.20 ± 0.09	0.95 ± 0.27	1.54 ± 0.14	–	–	–	–	–
Рябина сибирская	1.05 ± 0.39	0.05 ± 0.05	1.40 ± 0.38	0.24 ± 0.08	–	–	0.06 ± 0.04	0.50 ± 0.15	–
Облепиха крушиновидная	40.0 ± 0.69	4.45 ± 0.95	3.50 ± 0.78	0.60 ± 0.18	–	1.46 ± 0.53	0.33 ± 0.17	1.20 ± 0.40	0.93 ± 0.33
Остальные	0.77 ± 0.28	0.15 ± 0.12	2.40 ± 0.15	0.33 ± 0.03	0.46 ± 0.10	0.78 ± 0.66	2.30 ± 0.49	3.40 ± 0.45	4.34 ± 0.66
Всего	19.74	13.50	10.70	25.60	8.02	5.60	12.42	9.45	9.49

что в 19 раз больше. То же самое отмечено в благоприятных условиях на отвалах горно-таежного пояса, где количество возобновления превышает годовое поступление семян в 7.9 раз. В данном случае мы имеем дело с постоянным ежегодным накоплением возобновления, а также с высокой сохранностью всходов, самосева и молодого подроста на отвалах при низкой семенной обеспеченности. Доля благонадежного молодого подроста в структуре возобновления на отвале составляет около 60 %.

Подобное явление наблюдалось на гарях в лесостепной и степной зонах Алтайского края, где также отмечены высокая устойчивость и сохранность всходов сосны в неблагоприятных условиях (Естественное возобновление..., 1962; Куприянов, Заблоцкий, 2003).

На Кедровском отвале (северная часть Кузнецкой котловины) возраст насаждений сосны на рекультивированных участках составляет 20–40 лет, что обеспечивает в благоприятных условиях слабое естественное возобновление.

Семян березы на отвалах намного больше, чем других древесных растений. Больше всего их (4573.0, 870.0, 260.0 тыс. шт./га) отмечено в горно-таежном поясе, меньше всего (194, 1216, 1901 тыс. шт./га) – в северной части Кузнецкой котловины, поскольку в горно-таежном поясе отвалы находятся в окружении естественных коренных и вторичных лесов, значительную долю в которых составляют березняки, а в северной и южной части Кузнецкой котловины отвалы, как правило, окружены сельскохозяйственными землями, на которых березовых насаждений нет. В благоприятных условиях северной части Кузнецкой котловины только 1.95 % от общего числа семян, попадающих на отвал, прорастают, образуя всходы, а затем подрост. Благонадежный подрост сохраняется только в условиях повышенной влажности субстратов, образованных элементами микро- и нанорельефа (микроронжениями, западинами, иногда бортами временных водотоков). Доля благонадежного подроста березы в общем количестве возобновления составляет не более 3–4 %.

В горно-таежном поясе отмечено небольшое возобновление сибирского кедра, но в семенемрах ни одного орешка не обнаружено. Это объясняется тем, что кедр на отвалах распространяет в основном кедровка *Nucifraga caryocatactes* L., которая делает зимний запас, поэтому возобновление крайне неравномерное, чаще всего сеянцы кедра появляются плотной группой (рис. 3).





Рис. 2. Семеномер.



Рис. 3. Гнездовое возобновление кедра на отвале с инициальным эмбриоземом.

Особое место в зарастании отвалов имеет облепиха крушиновидная, которая относится к олиготрофным и симбиотическим растениям (Баранник, 1988). Облепиху использовали на отвалах в качестве первичного фитомелиоранта с середины 70-х гг., когда она была впервые высажена на отвалах Байдаевского угольного разреза (рис. 4).

В отличие от других сопутствующих пород облепиха охотно поселяется в неблагоприятных условиях: на осыпях, образованных инициальным эмбриоземом, среди скальных трудно разрушающихся пород, на элювии песчаников. В северной части Кузнецкой котловины количество сеянцев облепихи одинаково высокое, независимо от степени благоприятствования (благоприятные –  $4.0 \pm 0.69$ , умеренно благоприятные –  $4.45 \pm 0.95$ , неблагоприятные –  $(3.5 \pm 0.78)$  тыс. шт./га). В южной части Кузнецкой котловины возобновления в неблагоприятных условиях в 2.4 раза больше, чем в благоприятных, а в горнотаежном поясе – почти в 3 раза больше. В северной и южной части Кузнецкой котловины количество возобновления небольшое, но превышает количество семян, попадающих в семеномеры. Это несоответствие связано с особенностью распространения семян облепихи птицами.

В семеномерах не обнаружены плоды клена ясенелистного (длина крылатки более 1 см, поэтому семена клена не попадают в семеномер), тем не менее возобновление клена в северной части Кузнецкой котловины значительное и достигает 6.35 тыс. шт./га в умеренно благоприятных условиях. Меньше всходов клена обнаружено в других вариантах. Большинство растений на отвале погибает в течение 2–3 лет, и подрост



Рис. 4. Заросли облепихи на склоне отвала с единичным подростом сосны.

не отмечено ни в одном варианте. В ботанических исследованиях, посвященных зарастанию отвалов, клен ясенелистный также отмечается очень редко (Манаков и др., 2011). Это связано с тем, что клен относится к эутрофам и зона оптимального развития у него находится в диапазоне высокого содержания питательных веществ (Прокопьев, 2001).



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Количество семян, попадающих на отвал, а также всходов и молодого подроста, определяемого понятием возобновление, характеризует экологические возможности естественного лесовозобновления. Применение семеномеров для определения числа семян древесных растений на отвалах угольной промышленности в северной и южной части Кузнецкой котловины и в горно-таежном поясе низкогорий Кузнецкого Алатау позволило определить степень обсеменения отвалов древесными растениями. Ограничением использования семеномеров является то, что ими нельзя учитывать зоогенные факторы распространения семян кедра сибирского, облепихи крушиновидной, что отражается в несоответствии количества семян и численности возобновления древесных пород.

Число семян и поселение древесных пород на отвалах зависят от форм мезо-, микро- и нанорельефа отвала, что обуславливает неравномерность размещения всходов и молодого подроста. Лучшие факторы для естественного лесовозобновления складываются в условиях выраженного микрорельефа, наличия рыхлых, лессовидных карбонатных пород с развитым гумусово-аккумулятивным эмбриоземом. Естественное лесовозобновление (за исключением облепихи) в неблагоприятных экологических условиях происходит медленно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева Е. Н., Баккал И. Ю., Горшков В. В., Лянгузова И. В., Мазная Е. А., Нешиатаев В. Ю., Нешиатаева В. Ю., Ставрова Н. И., Ярмишко В. Т., Ярмишко М. А. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИ химии СПбГУ, 2002. 240 с.

Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.

Баранник Л. П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 89 с.

Баранник Л. П., Николайченко В. П., Салагаев А. Ф., Егоров В. Н. Экологическое состояние лесов Кузбасса. Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2005. 136 с.

Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М.: Мир, 1967. 359 с.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Естественное возобновление хвойных в Западной Сибири. Вып. 7. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. 213 с.

Зверев А. А. Современное состояние развития информационной ботанической системы IBIS // Чтения памяти Ю. А. Львова: мат-лы II межрегион. экол. конф. Томск, 1998. С. 44–45.

Кемеровская область: коллективная моногр. / Под ред. В. П. Удодова. Новокузнецк: Кузбас. гос. пед. акад., 2012. 254 с.

Куприянов А. Н., Заблоцкий В. Н. Экологические условия появления всходов сосны на гарях // Кулундинская степь: прошлое, настоящее, будущее: мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф., Барнаул, 24–27 июня 2003 г. Барнаул: Изд-во Алтайск. гос. ун-та, 2003. С. 192–201.

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.

Курачев В. М., Андроханов В. А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сиб. экол. журн. 2002. № 3. С. 255–262.

Леньков П. В. Семена полевых сорных растений европейской части СССР. М.; Л.: Гос. изд-во сельскохоз. лит-ры, 1932. 243 с.

Мазикин В. П. Перспективы развития угольной отрасли в Кузбассе и состояние рекультивации нарушенных земель // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Сб. науч. тр. Вып. 1. Кемерово: Кемеровск. науч. центр СО РАН, 2005. С. 5–9.

Манаков Ю. А., Стрельникова Т. О., Куприянов А. Н. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. 180 с.

Мелехов И. С. Рубки главного пользования. 2-е изд. испр. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 372 с.

Морозов Г. Ф. Учение о типах насаждений. М.; Л.: Сельхозгиз, 1939. 411 с.

Прокотьев Е. П. Экология растений (особи, виды, экогруппы, жизненные формы). Учебник для вузов. Томск: Томск. гос. ун-т, 2001. 340 с.

Тимофеев В. П. Роль елового подроста в восстановлении вырубок // Лесн. хоз-во. 1968. № 12. С. 9–15.

Трофимов С. С., Овчинников В. И. Антропогенный рельеф Кузбасса // Рекультивация в Сибири и на Урале. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1970. С. 5–24.

Шиманюк А. П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 356 с.

Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 288 с.



## **INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON SEED INFUSION AND FOREST REGENERATION AT COAL MINE DUMPS OF KUZBASS**

**O. A. Klimova, A. N. Kupriyanov**

*Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch  
Prospekt Sovetskiy, 18, Kemerovo, 650065 Russian Federation*

---

E-mail: [olia\\_1983kem@mail.ru](mailto:olia_1983kem@mail.ru), [kupr-42@yandex.ru](mailto:kupr-42@yandex.ru)

The paper studies the number of seeds of woody plants falling on coal dumps of Kuzbass located in the northern and southern parts of Kuznetsk basin and in the mountain taiga belt of the lowlands of the Kuznetsk Alatau, as well as the number of regenerations, including shoots and young undergrowth. Large quantities of birch seeds (from 200 thousand to 2 million seeds per ha, and in the favorable conditions of growth in the forest in the mountain taiga belt of the Kuznetsk Alatau up to 4 million seeds per ha) fall on the dumps. To a smaller extent, the seeds of aspen, poplar and willows, and to an even smaller degree of Scots pine, fall on the dumps. In the mountain taiga belt, Siberian fir seeds have been registered. The number of seeds and forest regenerations on dumps depend on the shape of the meso- micro- and nanorelief, which causes the uneven distribution of shoots and undergrowth. The best conditions for natural regeneration are in favorable ecological niches characterized by pronounced microrelief, the presence of scattered, moist, loess-like carbonate rocks with a developed humus accumulating embryozem. Natural reforestation under unfavorable environmental conditions (with the exception of sea buckthorn) is slow.

**Keywords:** *forest regeneration, undergrowth, seeds, seed measuring device, coal mine dumps.*

**How to cite:** *Klimova O. A., Kupriyanov A. N. Influence of environmental conditions on seed infusion and forest regeneration at coal mine dumps of Kuzbass // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.). 2018. N. 5. P. 45–53 (in Russian with English abstract). DOI: 10.15372/SJFS20180504*