

- jancev sosny gustocvetkovej i Banksa // K 50-letiju kafedry lesovodstva Instituta lesnogo i lesoparkovogo hozjajstva FGOU VPO «Primorskaja GSHA»: jubilejnyj sb. nauch. tr. / Primorskaja GSHA. – Ussurijsk, 2010. – S. 180–185.
28. Ustinova T.S., Chencov S.S. Vyrashhivanie sejancev sosny obyknovennoj s ispol'zovaniem stimulyatora rosta «Jepin-Jekstra» // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. – Brjansk, 2013. – № 37. – S. 26–28.
29. Halekova N.I., Ljahova A.S. Sroki cherenkovaniya i ukorenjaemost' cherenkov klonovyh podvoev vishni // Sovremennoe sadovodstvo. – 2015. – № 4 (16). – S. 61–64.
30. Chilimov A.I. Problemy ispol'zovaniya stimulyatorov rosta v lesnom hozjajstve // Lesn. hozvo. – 1995. – № 6. – S. 11–12.
31. Chukarina A.V. Reguljatory rosta i agrohimikey, ih rol' pri vyrashhivanii posadochnogo materiala dlja iskusstvennyh lesov Rostovskoj oblasti // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. – 2014. – Vyp. 39. – S. 99–102.
32. Kuneš I., Baláš M., Linda R., Gallo J., Nováková O. Effects of brassinosteroid application on seed germination of Norway spruce, Scots pine, Douglas fir and English oak. iForest 10, 2016. P. 121–127. – doi: 10.3832/ifer1578-009.
33. Lebedev V., Schestibratov K. Effect of natural and synthetic growth stimulators on in vitro rooting and acclimatization of common ash (*Fraxinus excelsior* L.) microplants // Natural Science, 5, 2013, P. 1095–1101. doi: 10.4236/ns.2013.510134.

УДК 581.524.34. (571.17)

О.А. Климова

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)
НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КУЗБАССА

О.А. Klimova

NATURAL REGENERATION OF *PINUS SYLVESTRIS* L. ON THE DUMPS
OF COAL INDUSTRY OF KUZBASS

Климова О.А. – мл. науч. сотр. Института экологии человека Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово. E-mail: olia_1983kem@mail.ru

Klimova O.A. – Junior Staff Scientist, Institute of Ecology of the Man, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry SB RAS, Kemerovo. E-mail: olia_1983kem@mail.ru

Формирование растительного покрова на нарушенных угледобычей территориях является одним из главных факторов при возвращении отвалов в биологический круговорот. Для учета количества семян сосны обыкновенной, попадающих на поверхность отвалов, применялись «семеномеры». Измерениями обсеменения поверхности отвалов установлено, что наибольшее количество семян сосны обыкновенной за годы исследований обнаружено в северной лесостепи (0,7–2,2 тыс. шт/га), наименьшее количество (0,1–0,3 тыс. шт/га) – в условиях южной лесостепи. Такие показатели обсеменения отвалов значительно ниже, чем в естественных ландшафтах лесостеп-

ной зоны. Наибольшее количество подростов сосны обыкновенной обнаружено на отвалах северной лесостепной зоны (7,3–10,7 тыс. шт/га), в горно-таежной подзоне (1,6–1,95 тыс. шт/га) и менее всего – на отвалах южной лесостепи (0,1–0,25 тыс. шт/га). При этом основная доля подростов зафиксирована в благоприятных экологических условиях отвалов. По шкале оценки естественного возобновления В.Г. Нестерова, удовлетворительное возобновление – на отвалах северной лесостепи, в южной лесостепи и горно-таежной подзоне – возобновление плохое. По количеству и высоте подростов сосны обыкновенной наилучшими показателями обладает внешняя зона фито-

генного поля в насаждениях сосны при сомкнутости крон 30 %. Данные материалы могут быть использованы при разработке технологии выявления участков отвалов, на которых, вследствие удовлетворительного обсеменения и возобновления главной лесообразующей породы, не требуется проведения лесной рекультивации по классически принятым схемам, что дает возможность снизить затраты на рекультивационные работы.

Ключевые слова: естественное лесовозобновление; отвал; подрост; семена; фитогенное поле; семеномер.

*The formation of vegetation cover in the territories broken by coal mining is one of the main factors at the return of dumps to biological circulation. For the accounting of the quantity of seeds of ordinary pine the dumps getting on a surface, "semenomer" were applied. By measurements of the contamination of the surface of dumps it was established that the greatest number of seeds of ordinary pine for years of researches was revealed in the northern forest-steppe (0.7–2.2 thousand pieces/hectare), the smallest quantity (0.1–0.3 thousand pieces/hectare) was in the conditions of the southern forest-steppe. Such indicators of dumps contamination are much lower, than in natural landscapes of forest-steppe zone. The greatest number of subgrowth of *Pinus sylvestris* is revealed on the dumps of northern forest-steppe zone (7.3–10.7 thousand units/hectare), in mountain and taiga subband (1.6–1.95 thousand units /hectare) and the least of all was on the dumps of southern forest-steppe (0.1–0.25 thousand units /hectare). Thus the main share of subgrowth was recorded in favorable ecological conditions of dumps. On the scale of the assessment of natural renewal of V.G. Nesterov, satisfactory renewal was on the dumps of northern forest-steppe, in the southern forest-steppe and mountain and taiga subband the renewal was bad. In terms of the number and height sapling of *Pinus sylvestris* the best indicator is the outer zone of phytogenic field in the plantations of pine with a crown close to 30 %. These materials can be used to develop the technology for identifying dump sites where due to satisfactory seeding and renewal of the main forest-forming species there is no need for forest reclamation ac-*

ording to classically accepted schemes which may reduce the costs of remediation work.

Keywords: natural reforestation; dump; subgrowth; seeds; phytogenic field; semenomer.

Введение. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – является главной лесообразующей древесной породой на отвалах угольной промышленности. Процессы зарастания отвалов семенным путем в различных районах Кузбасса отличаются между собой в следствии зонально-географических особенностей. При формировании первичного растительного покрова большое значение имеет расстояние от техногенно нарушенных территорий до массивов с естественной растительностью. Такие массивы служат источником обсеменения близлежащих отвалов, следовательно, оказывают огромное влияние на видовой состав, численность и распределение всходов на поверхности отвалов [1–3]. Количество семян и подроста сосны зависит от степени покрытия почвы и задернованности ее травянистой растительностью, а также от возраста материнского древостоя и его сомкнутости [4]. После заноса семязачатков на новую территорию начинает работать комплекс эдафических факторов, который определяет дальнейший характер развития растительности [5]. Изучение лесовозобновительного процесса на отвалах необходимо для оценки биологической активности отвалов и их потенциала. В ходе исследований на отвалах Кузбасса впервые изучен процесс обсеменения отвалов семенами сосны обыкновенной, изучено возобновление и распределение подроста по фитогенным полям сосны обыкновенной на отвалах угольных разрезов. В результате проведенных исследований на отвалах можно выявить участки, которые не нуждаются в рекультивации в следствии хорошего обсеменения и возобновления главной лесообразующей породой, что дает возможность снизить затраты на рекультивационные работы.

Цель исследования: оценить особенности распределения семян и успешность самовозобновления сосны обыкновенной на отвалах угольной промышленности Кузбасса.

Задачи исследования: 1) определить количество семян сосны обыкновенной на поверхности отвалов; 2) подсчитать количество подроста

сосны; 3) дать характеристику подроста по зонам фитогенного поля сосны обыкновенной.

Методы и результаты исследования. В данном исследовании для определения количества семян на поверхности отвала использовался метод «семеномеров», с помощью которых улавливаются опадающие семена. Такие семеномеры представляют собой деревянные ящики площадью 1 м² и высотой 12–15 см. Сверху они покрываются редкой сеткой, чтобы защитить семена от птиц и мышей. Дно ящиков обтянуто водонепроницаемой пленкой (акрил) для стока дождевой воды.

Семеномеры выставляются заранее, до начала опада семян по пробным площадям, в различных орографических условиях. Осматриваются они 2 раза в год: весной и осенью. Семена вынимают пинцетом или высыпают из ящиков на разостланный брезент или бумагу. Идентификация семян проводилась с использованием гербарных образцов, собранных с отвалов, а также при помощи специальной литературы [6]. По окончании опада семян и учета, зная общую площадь семеномеров на определенной пробной площади и подсчитав количество собранных ими семян, вычислялось количество опавших семян на 1 га. Метод семеномеров очень удобен для древесных пород, дающих очень большое количество сравнительно мелких семян (сосна, ель, лиственница, пихта, береза и др.) и дает возможность производить учет, строго говоря, не размера урожая семян, а количества семян, опадающих на землю. Кроме того, этот метод позволяет определить распространение семян от источников обсеменения, что очень важно при изучении естественного лесовозобновления.

При лесоинвентаризационных работах оценку успешности возобновления чаще всего дают по показателю средней численности (густоты) подроста на 1 га.

Счетными единицами возобновления сосны обыкновенной являлись всходы – особи возрастом до 1 (2) лет; самосев – (подрост младших поколений) – особи в возрасте от 2 до 5 лет. Поскольку жизненность древесных растений на отвалах пониженная, а возраст самих отвалов составляет не более 30 лет, то подрост мы ограничивали особями высотой 1,3–1,5 м и возрастом не более 7–10 лет [7]. Учет подроста

проводился в различных экологических условиях отвалов. Критериями для определения благоприятных, умеренно-благоприятных и неблагоприятных условий выбраны в соответствии с имеющимися разработками [5, 8]. Показатель средней численности, основанный на подсчете подроста и самосева на площадках определенной величины, положен в основу многочисленных шкал. Для оценки же успешности естественного возобновления разработана специальная шкала, в которой нормы количества подроста также даются усредненными на всю площадь и выражаются в шт/га. Для лесостепной зоны по шкале оценки естественного возобновления

В.Г. Нестерова заселенность считается хорошей при количестве благонадежного подроста в возрасте 1–5 лет – более 10 тыс. шт. на 1 га; удовлетворительной – при 5–10 тыс. на 1 га; слабое – от 3 до 5 тыс. на 1 га и плохое возобновление при количестве подроста менее 3 тыс. шт. на 1 га [9].

Для определения влияния фитогенных полей деревьев на возобновление в сосновых насаждениях проводился сплошной перебор подроста сосны методом учетных площадок размером 0,5 × 0,5 м. Всего заложено 4 032 площадки. Размер учетных площадок подбирался исходя из того, что подавляющее большинство экземпляров подроста имеет площадь проекции кроны менее 0,25 м², а зафиксировать влияние фитогенных полей можно лишь при достаточно детальном учете [10, 11]. В пределах учетных площадок определялись: количество и высота подроста [12].

Объекты исследований располагались в трех природно-климатических подзонах: северная лесостепная подзона – Кемеровский район (Кедровский угольный разрез); южная лесостепная подзона – Беловский район (Краснобродский, Бачатский разрезы), Прокопьевский район (Вахрушевский разрез), горно-таежная подзона – Междуреченский район (разрезы Красногорский и Томусинский), Новокузнецкий район (Листвянский разрез).

В северной лесостепи на Кедровском угольном разрезе в 2012 г. зафиксировано наименьшее количество семян сосны обыкновенной, попавших на отвалы за годы исследований (0,7 тыс. шт/га), наибольшее количество семян

обнаружено в 2013 г., а встречаемость по площадкам составила 30 % (табл. 1). В южной лесостепи и горно-таежной подзоне в 2011 г. установленные семеномеры были уничтожены в силу техногенных или антропогенных причин. На поверхности отвалах Краснобродского и Ба-

чатского разрезов в 2012 г. обнаружено 0,3 тыс. шт/га семян, встречаемость на уровне 11 %. В 2013 г. встречаемость на площадках увеличилась до 25 %, в то время как количество семян не превышает 0,1 тыс. шт/га.

Таблица 1

Количество семян сосны обыкновенной, опадающих на отвалы

Год исследований	Северная лесостепь		Южная лесостепь		Горно-таежная подзона	
	тыс. шт/га	Встречаемость на площадках, %	тыс. шт/га	Встречаемость на площадках, %	тыс. шт/га	Встречаемость на площадках, %
2011	0,8	18,7	–	–	–	–
2012	0,7	12,5	0,3	11,1	0,2	19,5
2013	2,2	30,0	0,1	25,0	0,4	25,0

В горно-таежной подзоне в 2012 г. количество семян сосны в два раза меньше, чем в 2013 г. (см. табл. 1). Семена сосны находились только в 1/3 всех семеномеров, а различия по годам достигают 30–70 %. По результатам данного исследования можно отметить, что распределение семян неравномерное, так как в основном за 3 года на поверхности отвалов встречаемость на площадках составляет не более 25 % (исключая зону северной лесостепи в 2013 г.). Количество семян сосны обыкновенной на поверхности отвалов угольных разрезов Кузбасса в тысячу раз меньше, чем на зональных почвах лесостепной зоны [4].

При учете подроста сосны обыкновенной в различных экологических условиях отвалов отмечено, что на Кедровском разрезе (северная лесостепь) на отвале «Южный» и «Северный» наибольшее количество подроста в благоприятных условиях 7,3 и 10,7 тыс. шт/га соответственно (табл. 2). В умеренно-благоприятных – значительно меньше подроста (0,7–0,9 тыс. шт/га). В неблагоприятных условиях подрост сосны не наблюдается. На отвалах южной лесостепи подрост отмечен только в благоприятных условиях отвалов и составляет от 0,1 до 0,25 тыс. шт/га.

Таблица 2

Возобновление сосны обыкновенной на отвалах угольных разрезов Кузбасса, тыс. шт/га

Угольный разрез	Условия		
	Благоприятные	Умеренно-благоприятные	Неблагоприятные
Северная лесостепь			
Кедровский отвал «Южный»	7,3±0,95	0,7±0,25	0
Кедровский отвал «Северный»	10,7±1,36	0,9±0,25	0
Южная лесостепь			
Бачатский	0,1±0,1	0	0
Вахрушевский	0,25±0,11	0	0
Краснобродский	0,15±0,05	0	0
Горно-таежная подзона			
Листвянский	1,95±0,89	0	0,2±0,14
Красногорский и Томусинский	1,6±0,42	0,2±0,14	0,2±0,12

В горно-таежной подзоне на отвалах Листвянского угольного разреза в благоприят-

ных условиях – 1,95 тыс. шт/га подроста относительно 0,2 тыс. шт/га в неблагоприятных услови-

ях отвала. На Красногорском и Томусинском разрезах в благоприятных условиях – 1,6 тыс. шт/га; в умеренно- и неблагоприятных – в равном количестве. По шкале оценки естественного возобновления Нестерова удовлетворительное возобновление сосны обыкновенной отмечено только в благоприятных условиях северной лесостепи. В остальных вариантах возобновление плохое, так как количество подростка составляет менее 3 тыс. шт/га.

В подкроновой зоне фитогенного поля одиночных материнских деревьев сосны обыкновенной

средняя высота подростка сосны 28,3 см/0,25 м² при количестве 2,5 шт/0,25 м². Встречаемость подростка по площадкам высокая – 68,7 % (табл. 3). В прикромовой зоне средняя высота составляет 54,0 см/0,25 м², а среднее количество подростка по площадкам – 0,1 шт/0,25 м². Встречаемость – на уровне 7,8 %. Наибольшая средняя высота подростка отмечена во внешней зоне фитогенного поля (114 см/0,25 м²), но с низким показателем количества подростка и встречаемости по площадкам.

Таблица 3

Характеристика подростка сосны обыкновенной по зонам фитогенных полей

Показатель	Количество, шт/0,25 м ²			Высота, см/0,25 м ²		
	П	ПК	В	П	ПК	В
Одиночные деревья сосны обыкновенной						
<i>N</i> , %	68,7	7,8	3,5	–	–	–
<i>M_{min}</i>	0	0	0	5,0	15,0	50,0
<i>M_{max}</i>	12,0	5,0	4,0	50,0	100,0	220,0
<i>M±m</i>	2,5±0,28	0,1±0,12	0,05±0,01	28,3±1,8	54,0±4,2	114,0±13,9
В насаждениях при сомкнутости крон 30 %						
<i>N</i> , %	22,6	9,8	24,9	–	–	–
<i>M_{max}</i>	12,0	6,0	4,0	130,0	250,0	230,0
<i>M±m</i>	0,44±0,04	0,12±0,01	0,31±0,02	34,90±1,6	50,67±4,6	83,41±2,5

Примечание: П – подкромовая зона; ПК – прикромовая зона; В – внешняя зона; *N* – встречаемость, %; *M_{min}* – минимальное значение; *M_{max}* – максимальное значение; *M±m* – среднее значение ± стандартная ошибка.

В насаждениях сосны обыкновенной при сомкнутости крон 30 % (см. табл. 3) подрост в подкромовой зоне фитогенного поля имеет среднюю высоту 34,9 см/0,25 м² при среднем количестве подростка 0,44 шт/0,25 м². Количество и встречаемость подростка во внешней зоне сопоставимы с показателями подкромовой зоны, но с наибольшей средней высотой подростка (83,4 см относительно 34,9 см/0,25 м²). Наименьшее среднее количество подростка имеет прикромовая зона (0,12 шт/0,25 м²).

В результате проведенного исследования подкромовая зона фитогенного поля характеризуется наилучшими показателями по количеству подростка. Прикромовая зона имеет средние значения по количеству и высоте подростка в одиночных насаждениях сосны, но в насаждениях сосны при сомкнутости крон 30 % данная зона характеризуется низким показателем по количеству и встречаемости подростка. Во внешней зоне высокий и многочисленный под-

рост наблюдается в насаждениях сосны при сомкнутости крон 30 %,

Выводы

1. На поверхности отвалов наибольшее количество семян сосны обыкновенной обнаружено в зоне северной лесостепи (от 0,7 до 2,2 тыс. шт/га). В южной лесостепи и горно-таежной подзоне количество семян на отвалах не превышает 0,4 тыс. шт/га.
2. В зоне северной лесостепи подрост сосны обыкновенной встречается в благоприятных и умеренно благоприятных условиях (0,7–10,7 тыс. шт/га), в южной лесостепи – только в благоприятных местообитаниях (0,1–0,25 тыс. шт/га), в горно-таежной подзоне подрост встречается во всех условиях благоприятствования (0,2–1,6 тыс. шт/га).
3. Для получения наиболее многочисленного и благонадежного подростка сосны обыкновенной

венной необходимо создавать насаждения материнских деревьев с сомкнутостью крон около 30 %.

Литература

1. Лукьянец А.И. Эколого-географические закономерности естественного зарастания древесной растительностью промышленных отвалов Свердловской области // На встрече молодых географов. – Иркутск, 1972. – С. 32–35.
2. Махонина Г.И., Чибрик Т.С. Начальные этапы почвообразования на отвалах Кемертаусского бурогольного разреза при естественном зарастании их растительностью // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1974. – С. 116–126.
3. Махонина Г.И., Чибрик Т.С. Естественное восстановление и вопросы рекультивации отвалов месторождений огнеупорных глин Южного Урала // Рекультивация земель. – Тарту, 1975. – С. 158–163.
4. Естественное возобновление хвойных в Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. – 204 с.
5. Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Баранник Л.П. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса. – Новосибирск: Гео, 2010. – С. 124.
6. Леньков П.В. Семена полевых сорных растений Европейской части СССР. – М.; Л., 1932. – 243 с.
7. Методы изучения лесных сообществ. – СПб., 2002. – 240 с.
8. Баранник Л.П., Шмонов А.М., Николайченко В.П. Рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель в Кузбассе // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. – 2005. – № 1. – С. 124–145.
9. Шиманюк А.П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках. – М., 1955. – 356 с.
10. Демьянов В.А. Структура ценогенного поля на примере *Larix sibirica* (Pinaceae) // Бот. журнал. – Т. 74, № 9. – 1989. – С. 1309–1316.
11. Самойлов Ю.И. Поля воздействия и их функциональная структура // Проблемы биогеоценологии: тез. докл. II Всесоюз. совещания. Ч. 1. – М., 1986. – С. 126.
12. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. – М.: Наука, 1966. – 64 с.

Literatura

1. Luk'janec A.I. Jekologo-geograficheskie zakonomernosti estestvennogo zarastaniya drevesnoj rastitel'nost'ju promyshlennyh otvalov Sverdlovskoj oblasti // Na vstreche molodyh geografov. – Irkutsk, 1972. – S. 32–35.
2. Mahonina G.I., Chibrik T.S. Nachal'nye jetapy pochvoobrazovanija na otvalah Kemertausskogo burougol'nogo razreza pri estestvennom zarastanii ih rastitel'nost'ju // Rasteniya i promyshlennaja sreda. – Sverdlovsk, 1974. – S. 116–126.
3. Mahonina G.I., Chibrik T.S. Estestvennoe vosstanovlenie i voprosy rekul'tivacii otvalov mestorozhdenij ogneupornyh glin Juzhnogo Urala // Rekul'tivacija zemel'. – Tartu, 1975. – S. 158–163.
4. Estestvennoe vozobnovlenie hvojnyh v Zapadnoj Sibiri. – Novosibirsk: Izd-vo SO AN SSSR, 1962. – 204 s.
5. Kuprijanov A.N., Manakov Ju.A., Barannik L.P. Vosstanovlenie jekosistem na otvalah gornodobyvajushhej promyshlennosti Kuzbassa. – Novosibirsk: Geo, 2010. – S. 124.
6. Len'kov P.V. Semena polevyh somnyh rastenij Evropejskoj chasti SSSR. – M.; L., 1932. – 243 s.
7. Metody izuchenija lesnyh soobshhestv. – SPb., 2002. – 240 s.
8. Barannik L.P., Shmonov A.M., Nikolajchenko V.P. Rekomendacii po lesnoj rekul'tivacii narushennyh zemel' v Kuzbasse // Rekul'tivacija narushennyh zemel' v Sibiri. – 2005. – № 1. – S. 124–145.
9. Shimanjuk A.P. Estestvennoe vozobnovlenie na koncentrirovannyh vyrubkah. – M., 1955. – 356 s.
10. Dem'janov V.A. Struktura cenogenogo polja na primere *Larix sibirica* (Pinaceae) // Bot. zhurnal. – T. 74, № 9. – 1989. – S. 1309–1316.
11. Samojlov Ju.I. Polja vozdeystvija i ih funkcion'al'naja struktura // Problemy biogeocenologii: tez. dokl. II Vsesojuz. soveshhanija. Ch. 1. – M., 1986. – S. 126.
12. Pobedinskij A.V. Izuchenie lesovosstanovitel'nyh processov. – M.: Nauka, 1966. – 64 s.