

УДК 574.42 +631.618

ОПЫТ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ В КУЗБАССЕ

В. И. Уфимцев*Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
650065, Кемерово, просп. Ленинградский, 10*

E-mail: uwy2079@gmail.com

Поступила в редакцию 02.02.2016 г.

Лесная рекультивация – основное направление восстановления земель, нарушенных угольной промышленностью. На отвалах Кузбасса создано свыше 15 тыс. га древесных насаждений, отработаны агротехнологические приемы и заложены научные основы лесной рекультивации. Изучены биологические особенности нескольких десятков видов растений, оценена их пригодность для целей облесения отвалов. Сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., облепиха крушиновидная *Hippophae rhamnoides* L. и береза повислая *Betula pendula* Tristis оказались пригодными, еще 10 видов признаны перспективными. В 1989 и 2005 гг. под руководством Л. П. Баранника подготовлены и одобрены для применения на региональном уровне рекомендации по лесной рекультивации. В настоящее время опыты по подбору видов продолжаются, ведется работа по оптимизации технологий рекультивации с учетом оценки созданных насаждений I–II класса возраста. Основную площадь лесной рекультивации (около 11 тыс. га) занимает сосна обыкновенная, которая способна произрастать по высшим классам бонитета без снижения ростовых процессов в старших возрастных группах. Чистые облепиховые насаждения, созданные на площади около 3 тыс. га, используются населением как ягоды. Экологическая ценность облепихи состоит в неприхотливости и быстром освоении поверхности отвалов. Широко используются совместные посадки этих двух древесных пород. Береза повислая наряду с березой пушистой представлена в основном в виде естественного возобновления. В последние годы в связи с сокращением питомников по выращиванию семян сосны береза стала активно использоваться при рекультивации отвалов, особенно в пригородных территориях. Основными проблемами лесной рекультивации являются: неселективное отвалообразование, неудовлетворительные параметры подготовки участков на горнотехническом этапе рекультивации, высокая плотность созданных насаждений, слабое формирование подчиненных ярусов и замедленная скорость почвообразования, горимость смешанных посадок сосны и облепихи, малый ассортимент используемых культур, отсутствие должного внимания к вышеуказанным проблемам.

Ключевые слова: *отвалы, лесная рекультивация, древесные насаждения, плотность, ход роста, общее жизненное состояние, Кузбасс.*

DOI: 10.15372/SJFS20170402

ВВЕДЕНИЕ

Кемеровская область (Кузбасс) – ведущий угледобывающий регион Российской Федерации. В регионе площадью всего 95,7 тыс. км² в 2014 г. добыто 211 млн т угля, что составляет 59 % от общероссийского объема его добычи. Добыча угля постоянно растет и в основном за счет открытой разработки месторождений, доля которой должна возрасти с 64 % в 2007 г. до 75–80 % в 2025 г. (Стратегия..., 2015).

Интенсивное развитие угольной отрасли привело к формированию обширных площадей с нарушенным геоморфологическим строением поверхности земли. По состоянию на 2008 г. на территории Кемеровской области числилось 62 361 га нарушенных земель (Государственный доклад..., 2008). По оценкам экспертов эта площадь в 2003 г. составляла уже не менее 91,7 тыс. га (Счастливец, 2005), большую часть которой занимали отвалы и карьерные выемки. В последние годы статистика нарушенных земель в

Кузбассе не ведется. Установлено, что на 1 млн т добытого угля приходится 36 га нарушенных земель, поэтому с учетом объема ежегодной добычи (180–200 млн т) только за последние 5 лет площадь нарушенных земель в Кузбассе увеличилась на 32–36 тыс. га.

Следует отметить, что основная добыча каменного угля осуществляется в густонаселенной Кузнецкой котловине с наиболее плодородными почвами и развитым сельским хозяйством. В последние годы активно развивается Караканский угольный кластер, где введено в эксплуатацию 15 угольных разрезов, ведется подготовка к открытой добыче угля в Промышленновском районе (Инвестиционный паспорт..., 2015). На юге Кузбасса (Новокузнецкая и Междуреченская группа разрезов) за последние годы площадь, занятая угледобычей, значительно увеличилась и продолжает расти. В ближайшем будущем предстоит освоение Восточного Кузбасса (Клишин и др., 2014). Освоение новых месторождений значительно усугубляет и без того напряженную экологическую обстановку в Кузбассе.

Цель данной работы – обобщение многолетнего опыта лесной рекультивации отвалов в Кузбассе и оценка современного состояния созданных лесонасаждений в перспективе дальнейшего применения разработанных методов и подходов.

ОБСУЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Техногенный ландшафт отвалов Кузбасса представляет собой хаотично расположенные элементы рельефа различных форм и размеров. Распределение объемов вскрыши по способам транспортировки выглядит следующим образом: автотранспортом – 40 %, железнодорожным транспортом – 30, бестранспортная вскрыша – 20, гидровскрыша рыхлых наносов – 10 %. Соотношение площадей отвалов несколько иное: автоотвалы занимают 27 %, железнодорожные – 19, бестранспортные – 33, гидроотвалы – 21 % (Сорокин, 2005).

Экологические условия отвалов очень пестры и контрастны. На железнодорожных отвалах преобладают мелкогрядовые формы небольшой высоты (около 2 м), ориентированные в одном направлении и отделенные друг от друга относительно широкими (10–20 м) полосами горизонтальной поверхности, доля которых может достигать более 70 % общей площади. Автомобильные отвалы сформированы в виде

конусов. Каждый элемент имеет небольшую площадь и высоту в несколько десятков метров, при этом доля площади горизонтальных поверхностей составляет 20–30 %. Такие отвалы обладают чрезмерной уплотненностью, обуславливающей высокий поверхностный сток и выраженные водноэрозионные процессы. Наиболее расчлененную поверхность имеют бестранспортные отвалы – грядово-ориентированные конусовидные образования, часто очень больших размеров. Высота каждого из них может достигать 20–30 м и более, а площадь – нескольких десятков гектаров. Доля площади горизонтальных поверхностей минимальна – до 10 %. Благодаря большому количеству крупнообломочного материала и рыхлому сложению субстратов бестранспортные отвалы обладают провальным водным режимом (Баранник, Калинин, 1976).

Субстрат отвалов состоит из гетерогенной смеси горных пород, мезозойских осадочных отложений – песчаников, алевролитов и аргиллитов, в различной степени метаморфизированных. В структуре горной массы в среднем по угольным предприятиям Кузбасса песчаники составляют около 72–78 %, алевролиты – 20–28, аргиллиты – до 2 % (Потапов и др., 2005).

Глубинные горные породы, вынесенные на дневную поверхность, имеют низкий актуальный уровень плодородия, связанный с незначительным содержанием в них элементов минерального питания, особенно азота (Яковченко и др., 2011), имеют высокую каменистость – до 90 %, что определяет крайне неблагоприятный водный режим (Почвообразование..., 1979).

По исследованиям Ф. К. Рагим-Заде (Экология..., 1992), большая часть горных пород нетоксична и вполне пригодна для произрастания высших растений. Л. П. Баранником (1988) составлена классификация, в которой для каждого типа горных пород в зависимости от уровня потенциального плодородия и влагоудерживающей способности определен индекс лесорастительных условий – интегральный показатель пригодности для лесовыращивания (табл. 1). Лишенный растительности субстрат отвалов сильно нагревается летом – до +54 °С (Манаков, Уфимцев, 2010) и значительно промерзает зимой вследствие полного сдувания снежного покрова (Шереметов, 2009).

Таким образом, литологические, физические, агрохимические и структурные особенности субстрата отвалов определяют выраженную олиготрофность и резкий ксероморфизм.

Таблица 1. Классификация лесорастительных условий горных пород Кузбасса

Техногенный элювий горных пород по группам пригодности	Характеристика и показатели химического и гранулометрического состава (по ГОСТу 17.5.1.03–86)	Режим увлажнения на фрагментах рельефа	Индекс лесорастительных условий
I – плодородные и потенциально плодородные: гумусированный слой почвы, лессовидные карбонатные суглинки, некарбонатные переложженные лессы	Почвы: $pH_{\text{водн}}$ 5.5–8.2; сумма токсичных солей 0.0–0.2 %; Al подвижный – 0–3 мг/100 г; Na – 0–5 % от емкости поглощения; гумус в лесной зоне > 1 %, в степной и лесостепной зонах > 2 %; сумма фракции < 0.01 мм – 10–75 %	1 – сухие местообитания: остроконечные вершины, крутые откосы южных экспозиций (> 20°)	I ₁
	Потенциально плодородные связанные породы: $pH_{\text{водн}}$ 5.5–8.4; сумма токсичных солей 0.0–0.4 % (нетоксичные); $CaSO_4 \times 2H_2O$ – 0–10 %; $CaCO_3$ – 0–30 %; Al подвижный – 0–3 мг/100 г; Na – 0–5 % от емкости поглощения; гумус для лесной зоны > 1 %, для степной и лесостепной зон > 2 %; сумма фракций < 0.01 мм – 10–75 %	2 – свежие: плакоры, откосы северных и восточных экспозиций, подножия западных и южных откосов;	I ₂
		3 – влажные: бессточные котловины, подножия северных и восточных откосов;	I ₃
		4 – сырые: по берегам водоемов и в местах выхода грунтовых вод	I ₄
II – потенциально плодородные, но с отсутствием доступного азота: алевролит песчаный, алевролит мелкозернистый, аргиллит алевролитовый, глина алевролитовая, глина карбонатная	Малопригодные по физическим свойствам быстровыветривающиеся полускальные осадочные породы: $pH_{\text{водн}}$ 5.5–8.4; сумма токсичных солей 0.0–0.4 % (нетоксичные); $CaSO_4 \times 2H_2O$ – 0–10 %; $CaCO_3$ – 0–30 %; Al подвижный – 0–3 мг/100 г; Na – 0–5 % от емкости поглощения; различного гранулометрического состава	1 – сухие местообитания: вершины отвалов, откосы южных экспозиций;	II ₁
		2 – свежие: плакоры, откосы северных и восточных экспозиций;	II ₂
		3 – влажные: бессточные котловины;	II ₃
		4 – сырые: по берегам водоемов	II ₄
III – малопригодные (ограниченно пригодные): полимиктовый, гематизированный и алевролитистый песчаники, пирогенный конгломерат, кальцитовая бурая глина	Малопригодные по физическим свойствам и химическому составу быстровыветривающиеся полускальные и осадочные породы: $pH_{\text{водн}}$ 3.5–9.0; сумма токсичных солей 0.4–0.8 % (нетоксичные); $CaSO_4 \times 2H_2O$ – 10–20 %; $CaCO_3$ – 30–75 %; Al подвижный – 3–18 мг/100 г; Na – 5–20 % от емкости поглощения; различного гранулометрического состава	1 – сухие местообитания: вершины отвалов, откосы южных экспозиций;	III ₁
		2 – свежие: плакоры, откосы северных и восточных экспозиций;	III ₂
		3 – влажные: бессточные котловины;	III ₃
		4 – сырые: по берегам водоемов	III ₄
IV – непригодные (твердые скальные породы, устойчивые к выветриванию): песчаники и алевролиты на прочном цементе, пиритосодержащие породы	Непригодные по физическим свойствам трудноветриваемые скальные породы: химические показатели не определяются. Непригодные по химическому составу: $pH_{\text{водн}}$ 3.5; токсичные; Al подвижный – > 18 мг/100 г	1 – сухие вследствие низкой влагоемкости скальные породы;	IV ₁
		1–4 – пиритосодержащие породы	IV ₁ , IV ₂ , IV ₃ , IV ₄

Примечание. $pH_{\text{водн}}$ – реакция почвенного раствора; суглинки и лессы, а также субстраты II и III групп с твердостью более 20 кг/см² относятся к группе менее пригодных; темноцветные углесодержащие породы из-за сильного нагревания иссушаются больше, чем светлоокрашенные, и по режиму увлажнения относятся к более сухому классу горных пород.

Таблица 2. Основные характеристики почвоулучшителей и субстрата отвалов

Характеристики	ПСП	ППП	Субстрат отвалов
<i>Агрофизические</i>			
Плотность твердой фазы, г/см ³	2.46–2.69	2.38	2.49–2.68
Плотность сложения, г/см ³	1.15–1.22	1.54	1.46–1.76
Порозность, %	52.8–55.4	35.3	34.3–43.6
Содержание мелкозема (частиц < 1 мм), %	48.0–57.6	58.8	6.3–9.1
Содержание в мелкоземе частиц < 0.01 мм, %	95.4–98.2	100.0	8.3–16.1
<i>Агрохимические</i>			
pH _{водн}	6.8–7.1	7.4–7.8	7.2–8.1
C _{орг} , %	5.62–7.23	0.72–1.21	0.0
Валовое содержание, %:	азота	0.26–0.41	0.010–0.014
	фосфора	0.23–0.35	0.44–0.52
	калия	1.98–2.15	0.62–0.64

Примечание. pH_{водн} – реакция почвенного раствора; C_{орг} – углерод органического происхождения.

Существенное улучшение экологических условий происходит при создании техноземов (Андроханов и др., 2004) – почвоподобных образований с заданным профилем, моделирующим будущие почвенные горизонты, путем нанесения почвоулучшителей – потенциально плодородных пород (ППП), т. е. рыхлых четвертичных осадочных наносов (лессовидных и покровных суглинков и глины) и/или плодородного слоя почвы (ПСП), которые обладают более благоприятными агрофизическими и агрохимическими свойствами по сравнению с субстратами отвалов горных пород (Беланов, Андроханов, 2013) (табл. 2).

Однако системное применение почвоулучшителей в Кузбассе ограничено. Во-первых, даже при недлительном (5–10 лет) хранении ПСП происходит значительное ухудшение его свойств (Кожевников, Заушинцена, 2015). Во-вторых, большая часть ППП и ПСП оказывается погребенной глубинными горными породами вследствие неселективного отвалообразования (Андроханов и др., 2004). В связи с этим значительная доля участков рекультивации, на которых наиболее востребованным направлением биологического этапа оказалась лесная рекультивация, подготавливается без нанесения ПСП и ППП (Седых, 2015).

Преобладание лесного направления помимо особенностей отвалообразования обусловлено следующими факторами. Во-первых, некоторые древесные виды наиболее приспособлены к олиготрофным условиям отвалов и демонстрируют высокие показатели роста и жизненного состояния (Баранник, 1981). Во-вторых, проведение

посадки древесных пород 2–3-летними сеянцами не требует дорогостоящих мероприятий по подготовке поверхности. В-третьих, создание древесных насаждений в короткие сроки (10–15 лет) позволяет достичь видимого экологического эффекта озеленения территории и восстановления фитоценозов и частично снизить неблагоприятное влияние отвалов на окружающие ландшафты в пределах густонаселенных территорий Кузбасса (Куприянов, 2005).

ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В КУЗБАССЕ

Территории, нарушенные в результате угледобычи, располагаются в различных природно-климатических подзонах Кузбасса. Некоторые авторы предлагали выделять площади, занятые горными работами, по лесорастительному и лесохозяйственному районированию Кемеровской области в особый интразональный рекультивационный район (Калинин, 1974). В настоящее время по распространению типов горных пород, физико-географическому, агроклиматическому и лесорастительному районированию предложено выделять 5 биорекультивационных районов, а по степени неотложности рекультивации – 3 зоны: Прокопьевско-Киселевский район и центральная часть Новокузнецкого района относятся к зоне неотложной рекультивации, центральный и горно-таежный район юга Кузбасса – к зоне первоочередной рекультивации, Северный и Восточный Кузбасс – ко вторичной рекультивации (Заушинцена, Кожевников, 2015).

Кузбасс – один из первых промышленных регионов, где стали отрабатывать методы и приемы лесной рекультивации. К настоящему времени многосторонний опыт оценки техногенных лесных экосистем накоплен в лаборатории рекультивации почв Института почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск), в Кузбасском ботаническом саду, на кафедре биологии и МПБ КузГПА (г. Новокузнецк), на кафедре ботаники Кемеровского государственного университета, в проблемной лаборатории рекультивации нарушенных земель Кемеровского государственного сельскохозяйственного института и в других научных коллективах в Кузбассе и за его пределами. Проведенный обзор проблемы лесной рекультивации показывает, что за более чем 40-летний период исследованиями охвачены лесные насаждения на всех угольных предприятиях региона, изучены биологические особенности многих древесных культур, все возрастные группы насаждений (от 0 до 40 лет), произрастающих на участках лесной рекультивации и естественного лесовозобновления.

Для оценки перспективности выращивания древесных пород в 1970-е гг. широко использовалась разработанная в Главном ботаническом саду АН СССР методика П. П. Лапина и Н. В. Рябовой-Стоговой (1977), по которой оценивали степень вызревания побегов, зимостойкость, сохранение габитуса, побегообразование, регулярность прироста побегов, способность к генеративному развитию. Эта методика показала высокую объективность оценки интродуцентов в олиготрофных условиях отвалов (Куприянов, 1989). Для определения состояния хвой разработана 5-балльная шкала: 1 балл – очень плохое (хвои мало, недоразвита); 2 балла – плохое (хвоя пожухлая, сухая, неравномерная по длине, закрученная или сильно укороченная); 3 балла – удовлетворительное (неравномерное распределение хвои или частичные повреждения); 4 балла – хорошее (равномерное распределение в целом здоровой хвои); 5 баллов – отличное (хвоя густая, интенсивно-зеленого цвета, более 2 см в длину) (Баранник, 1988).

В насаждениях II класса возраста изучение общего жизненного состояния (ОЖС) древостоев проводилось по 7-балльной шкале категорий В. А. Алексеева (1989). Для оценки жизненного состояния отдельных деревьев применяли визуальный метод, в основу которого положено определение степени нарушения ассимиляционного аппарата и крон. В этом случае оценивали: 1 – долю живых (P1) ветвей в кронах де-

ревьев (10 % = 1 балл); 2 – степень охвоенности крон (P2) (10 % = 1 балл); 3 – долю живой (без некрозов) хвои (P3) (10 % = 1 балл); 4 – среднюю долю (P4) живой площади хвои (10 % = 1 балл). Суммарную оценку состояния насаждений сосны (Св) производили по формуле: $S_v = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$ (Николаевский, 1999). В последнее десятилетие изучены физиологические аспекты устойчивости деревьев: содержание аскорбиновой кислоты в хвое определялось титриметрическим методом с применением индифенолового реактива (Ермаков и др., 1987), содержание суммы каротиноидов – спектрофотометрическим методом (Гавриленко, Жигалова, 2003). Исследования патологического состояния насаждений проводили в соответствии с «Положением о лесопатологическом мониторинге» (1997): каждое дерево в пределах пробной площади исследовали на наличие морфопатологии, насекомых-вредителей, поражений вирусными и грибковыми заболеваниями.

Одновременно с изучением состояния древостоев проводилась работа по изучению почвенно-экологического состояния в техногенных лесных фитоценозах: применялись сравнительно-генетические, сравнительно-аналитические и сравнительно-географические подходы. На основании профилно-генетической классификации устанавливалась стадия почвообразования (Экология..., 1992). Для выявления особенностей почвенного покрова использовался картографический принцип исследования. В каждом варианте геоморфологического участка проводилось детальное картографирование почвенного покрова, по полученной почвенной карте определялась доля каждого типа эмбриозема от площади всего массива (Андроханов и др., 2004; Двуреченский, Середина, 2014). Определение физических, агрохимических свойств почвенных образцов проводилось общепринятыми методами (Агрохимические методы..., 1975).

Объектами наших (коллектива Кузбасского ботанического сада в составе ФИЦ УУХ СО РАН) исследований в 2008–2015 гг. были насаждения хвойных пород I и II классов возраста, произрастающие на участках рекультивации. Заложено 30 временных и постоянных пробных площадей. Их размеры определялись, как правило, густотой насаждения, чтобы на каждой пробной площади было 200–250 учетных деревьев (Вагин, Харин, 1973). Проводили сплошной пересчет деревьев по ступеням толщины и пропорционально от каждой ступени у 15 деревьев измеряли высоту, по методу сред-

ней модели рассчитывали запасы стволовой древесины и надземную фитомассу древостоя. У модельных деревьев определяли линейный и радиальный приросты, устанавливали ход роста. Сравнительную оценку продуктивности древостоев проводили с использованием таксационных нормативно-справочных материалов (Таблицы..., 2006). Изучение архитектоники и пространственного распространения подземных частей древесных видов I класса возраста проводили траншейным методом П. К. Красильникова (1983), деревьев II класса возраста – методом раскопки сектора корневой системы (Байтулин, 1987).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основоположником лесной рекультивации в Кузбассе был Леонид Прокофьевич Баранник (1931–2009). Под его непосредственным руководством сначала в Новокузнецком опытно-показательном лесхозе (1957–1980 гг.), затем в лаборатории рекультивации Центрального научно-исследовательского института лесной генетики и селекции (1980–1992 гг.) и Кузбасском ботаническом саду Кемеровского научного центра СО РАН (1993–2001 гг.) проведена посадка лесных насаждений на 10 тыс. га территорий 30 угольных предприятий области.

Первый опыт по облесению отвалов заложен Новокузнецким лесхозом в 1964 г. На участке площадью 25 га бестранспортного отвала Листвянского разреза проведен прямой посев семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. К 1972 г. средняя высота деревьев составила 1.9 м (максимальная – 3.4 м), средний диаметр (на высоте 20 см от основания) 4.8 см, густота культур на участке неравномерная, куртинного характера; на подветренных восточных склонах и в понижениях сохранилось в среднем 2.3 тыс. шт./га, на ветроударных западных склонах и на вершинах – 0.4 тыс. шт./га (Баранник, 1974). Проведенный опыт позволил сделать вывод о возможности облесения отвалов путем посева. К сожалению, до настоящего времени этот весьма ценный показательный участок не сохранился. Спустя несколько десятилетий (в 2006–2013 гг.) подобный эксперимент нами воспроизведен с апробацией нескольких вариантов подготовки поверхности и сроков посева и показал положительный результат (Уфимцев, 2014).

Тем не менее основным способом облесения отвалов стала посадка. Сильно пересеченный

рельеф породных отвалов и высокая каменистость субстрата обусловили наибольшее распространение ручной посадки 2-летних сеянцев под меч Колесова. Опыт посадки 4–6-летних саженцев показал, во-первых, удорожание стоимости работ, а во-вторых, эти саженцы, выращенные в питомниках на плодородных почвах, при пересадке на малопродуктивный субстрат отвалов плохо приживаются, длительное время болеют, пока не приспособятся к новым условиям произрастания. Первые производственные посадки, заложенные в начале 1970-х гг. и сохранившиеся до наших дней, преодолели возрастную стадию жердняка (40 лет) и переходят в группу средневозрастных – это культуры хвойных и лиственных пород на отвалах Байдаевского (посадки 1971 г.), Листвянского (в настоящее время Бунгурский) (1974 г.), Моховского (1974 г.) разрезов и на участке открытых горных работ бывшей шахты им. Волкова (в настоящее время разрез Кедровский) (1972 г.).

Одновременно с решением производственных задач по лесовосстановлению Л. П. Баранник приступил к разработке научных основ лесной рекультивации. В 1969–1970 гг. на отвалах Байдаевского разреза на площади 4.5 га заложили полевые опыты по подбору видов деревьев и кустарников. В этот же период для исследования ключевых вопросов лесной рекультивации созданы опытные участки на отвалах Байдаевского, Листвянского, Сартакинского, Моховского разрезов, на участке открытых горных работ шахты им. Волкова и на гидроотвалах Кедровского, Красногорского и Томусинского разрезов (Тарчевский, Чибрик, 1970).

Проведенными опытами установлено, что из 34 видов деревьев и кустарников, высаженных на отвалах, наиболее пригодными оказались сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., облепиха крушиновидная *Hippophaë rhamnoides* L. и береза повислая *Betula pendula* Tristis. В качестве перспективных определены 10 видов, среди которых наибольший интерес представили лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb., кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour, рябина сибирская *Sorbus sibirica* Hedl., карагана древовидная *Caragana arborescens* Lam., жимолость татарская *Lonicera tatarica* L., тополь бальзамический *Populus balsamifera* L. и тополь лавролиственный *P. laurifolia* Ledeb. (Манаков и др., 2009). По итогам многолетних работ подготовлены (Баранник, 1989) и дополнены рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель в Кузбассе (Рекомендации..., 2005), одобренные админи-

страцией Кемеровской области (распоряжение № 803-3 от 18.08.2005) для использования на региональном уровне. В 2005 г. сотрудниками Кузбасского ботанического сада возобновлены эксперименты по подбору и испытанию древесных видов на полигоне Кедровского угольного разреза (Манаков, Морсакова, 2005). Древесными видами, в течение нескольких лет показывающими удовлетворительные результаты, стали клен Гиннала *Acer ginnala* Maxim., дуб черешчатый *Quercus robur* L., липа сердцевидная *Tilia cordata* Mill., сирень венгерская *Syringa josikaea* J. Jacq. ex Rchb. и ясень пенсильванский *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. (Климова, 2012).

К 2007 г. в Кузбассе общая площадь посадок лесных культур на отвалах составила 14 320 га, или около 2/3 всех рекультивированных земель (Государственный доклад..., 2008). По данным рабочих проектов рекультивации по угольным предприятиям, в насаждениях на отвалах преобладает сосна обыкновенная – около 11 тыс. га, в том числе в смеси с облепихой крушиновидной около 5 тыс. га, второе место занимают чистые облепиховые насаждения – около 3 тыс. га. Площади других культур значительно меньше: березы повислой – около 0.5 тыс. га, лиственницы сибирской – около 0.1, кедра сибирского – около 0.05, ели сибирской *Picea obovata* Ledeb. – около 0.04, прочих деревьев и кустарников – около 0.03 тыс. га (Мазикин, 2005).

Преобладание сосны обыкновенной обусловлено ее хозяйственной ценностью и широкой экологической амплитудой, позволяющей успешно произрастать в олиготрофных условиях отвалов, а до недавнего времени также доступностью и дешевизной посадочного материала (рис. 1).

После принятия Лесного кодекса (ФЗ от 04.12.2006 № 200-ФЗ) сильно пострадала, особенно в последнее десятилетие, система лесных питомников – производителей семян сосны в Кузбассе, и ее использование при рекультивации существенно сократилось.

Изучению биологии сосновых насаждений на отвалах Кузбасса посвящено большое количество научных работ. По данным многих авторов, сосняки II класса возраста на отвалах способны произрастать по высшим (Ia–II) классам бонитета (Баранник, 1988; Колмогорова, Цандекова, 2013). Нашими исследованиями установлено, что в 35-летнем возрасте средняя высота деревьев составляет 12.1–15.5 м, средний диаметр на высоте 1.3 м в сомкнутых древостоях – 14–16 см, в несомкнутых – 20–22 см (Уфимцев,

2013). Сосновые насаждения закладывались как с нанесением ППП или ПСП, так и без нанесения, при этом исследования показывают отсутствие различий хода роста между такими участками (Баранник, 1988; Воронина, 2006; Уфимцев, 2013). Лишь на скальных породах, составляющих примерно 10 % от площади всех отвалов, отмечено снижение прироста до III–IV класса бонитета (Ермак, Русин, 2010). Сосна успешно преодолевает недостаток влаги в связи с малым ее потреблением и способностью в условиях физиологической сухости извлекать ее, используя конденсат, формирующийся в толще отвалов (Морозов, 1949; Баранник, Щербатенко, 1977). При резком дефиците элементов питания на отвалах рост сосны стимулируется усилением стрессоустойчивости деревьев (Цандекова и др., 2013). Важную роль в азотном режиме сосны на отвалах выполняет ее микотрофность (Фаизова, Зайцев, 2011).

По рекомендациям Л. П. Баранника (1989), культуры сосны обыкновенной создавались с плотностью 4.0 тыс. посадочных мест на 1 га (2.5 × 1.0 м) или 3.3 тыс. шт./га (3.0 × 1.0 м). В 1970-е гг. плотность посадки, при которой предусматривались рубки ухода, была еще выше – 6.0–8.0 тыс. шт./га (Баранник, Калинин, 1976). К настоящему времени сформировались насаждения с различными вариациями густоты – от 0.2 до 5.0 тыс. шт./га и выше, что связано, как правило, с различной приживаемостью семян (Манаков, Морсакова, 2006). Отрицательная реакция на высокую густоту возникает после смыкания крон к 25–30-летнему возрасту: при 3.0–3.5 тыс. шт./га резко сокращается радиальный прирост, снижаются запасы стволовой древесины и общая биомасса древостоя (Уфимцев, 2013). Увеличивается доля деревьев II категории жизненного состояния (ослабленные), появляются деревья III категории (сильно ослабленные). Деревья оказываются в примерно одинаковых условиях конкурентной борьбы и начинают угнетать друг друга.

Сомкнутые насаждения сосны уязвимы и в фитосанитарном отношении: в них отмечают патологические явления, развивающиеся в лесах Кемеровской области последние 20 лет. Присутствуют поражения в виде некротических и деформационных изменений хвои, которые могут спровоцировать рост численности присутствующих в биоценозе насекомых-вредителей, что вызовет развитие вторичных поражений и дальнейшее ослабление древостоя (Ермак, Русин, 2010).

В условиях высокой сомкнутости крон сосновых насаждений (70 % и выше) очень слабо развивается травянистый ярус, общее проективное покрытие которого не превышает 5–10 %, а обилие травянистых видов насчитывает не более 15–20. Формируются мертвопокровные насаждения, растительный опад в которых представлен преимущественно хвоей, слабо поддающейся разложению, физическая и биохимическая дезинтеграция горных пород замедляется (Двуреченский, Середина, 2014). Подобные явления характерны для насаждений II класса возраста с густотой от 1.0 тыс. шт./га и более.

Существенным фактором неустойчивости насаждений являются негативные последствия горнотехнического этапа рекультивации. Так, содержание в субстрате частиц угля приводит к самосогреванию, а затем – к самовозгоранию в толще отвала (Портола и др., 2011). В пределах очага самовозгорания древесная растительность погибает полностью, по мере удаления от него древостои деградируют в радиусе нескольких сотен метров. Существенное снижение жизненного состояния древостоев под воздействием эндогенных пожаров отмечено на рекультивированных отвалах Бунгурского разреза (пос. Листвяги) и терриконах г. Анжеро-Судженска (см. рис. 1, з).

Наиболее благоприятные условия для сосны складываются на бестранспортных и железнодорожных отвалах с рыхлым сложением горных элювиев, где формируется классическая корневая система поверхностно-стержнево-якорного типа. Поверхностные корни 20-летних моделей распространяются в радиусе 3.5–4.0 м, якорные корни достигают глубины 1.4–1.6 м, ответвления стержневого – 1.9–2.1 м (Уфимцев, 2011). Микоризность корней со значительной массой внекорневого мицелия выражена по всей глубине их проникновения, что свидетельствует об эффективном освоении корнеобитаемого слоя горной массы и вовлечении ее в биологический кругооборот. На автоотвалах, где приповерхностный слой горной массы чрезмерно уплотнен, наблюдается недоразвитие корней, хотя внешние признаки угнетения деревьев при этом могут отсутствовать, но в дальнейшем вполне могут проявиться в связи с малым объемом ризосферы и подверженностью таких древостоев ветровалам.

Облепиха крушиновидная на отвалах хорошо размножается посредством корневой поросли, быстро «затягивает» поверхность отвалов,

что особенно актуально для склоновых поверхностей. Благодаря зоохорности далеко распространяется семенами на свободные отвалы. В период закладки насаждений обычно использовали сортовые саженцы облепихи алтайской географической расы, дающие на протяжении многих лет стабильный урожай (до 2 т/га) ягод с высокими вкусовыми качествами, отвечающими принятым санитарно-гигиеническим требованиям. В 1970–1980-е гг. предусматривалось создание заводов по переработке ягодной продукции (Баранник, 1981), но в настоящее время промышленная заготовка ягод не проводится. В последние годы после некоторого сокращения посадок сосны облепиха по-прежнему активно используется при рекультивации исключительно в качестве фитомелиоранта (Дремова, Яковченко, 2012) (рис. 2).

При создании чистых облепиховых насаждений заданная густота составляла 1.6–2.0 тыс. шт./га с размещением саженцев по схеме 3.0 × 2.0 или 2.5 × 2.0 м (Косицын, Баранов, 2001). С 3–4-го года облепиха начинает плодоносить, появляется обильная поросль, и к 6–8 годам формируется сплошной кустарниковый ярус. Продуктивный срок жизни облепихи на отвалах составляет 10–15 лет, после чего насаждение начинает деградировать: формируются труднопроходимые заросли, впоследствии – сухостои, подверженные периодическим пожарам (Скобликов, 1996) (рис. 2, б). Кроме того, в последние годы облепиха рассматривается как инвазионный вид, так как быстро распространяется за пределы созданных на отвалах насаждений, внедряется в естественные экосистемы, нарушая их структуру и приводя к угнетению и вытеснению менее устойчивых видов (Виноградова и др., 2015). Поэтому ее использование следует существенно ограничить или полностью прекратить. Чистые облепиховые насаждения в качестве плодово-ягодных плантаций возможны и рекомендуются, но при этом непременным условием должно быть ведение хозяйства по садовому методу: с формированием штамбов, с обрезкой лишних ветвей, омоложением старых плантаций, применением удобрений и т. д.

Формирование кустарникового яруса – один из основных элементов создания устойчивых лесных насаждений экологической направленности. В Кузбассе облепиха крушиновидная часто использовалась для совместной посадки с сосной обыкновенной (см. рис. 1, б). Как правило, использовали полосную посадку культур:



Рис. 1. Древесные культуры на отвалах Кузбасса (разрез Бунгурский): *а* – сосновый древостой Iа класса бонитета; *б* – совместные посадки сосны и облепихи; *в* – остатки облепихи и деградированный древостой сосны; *г* – погибшие культуры сосны на месте эндогенного пожара.

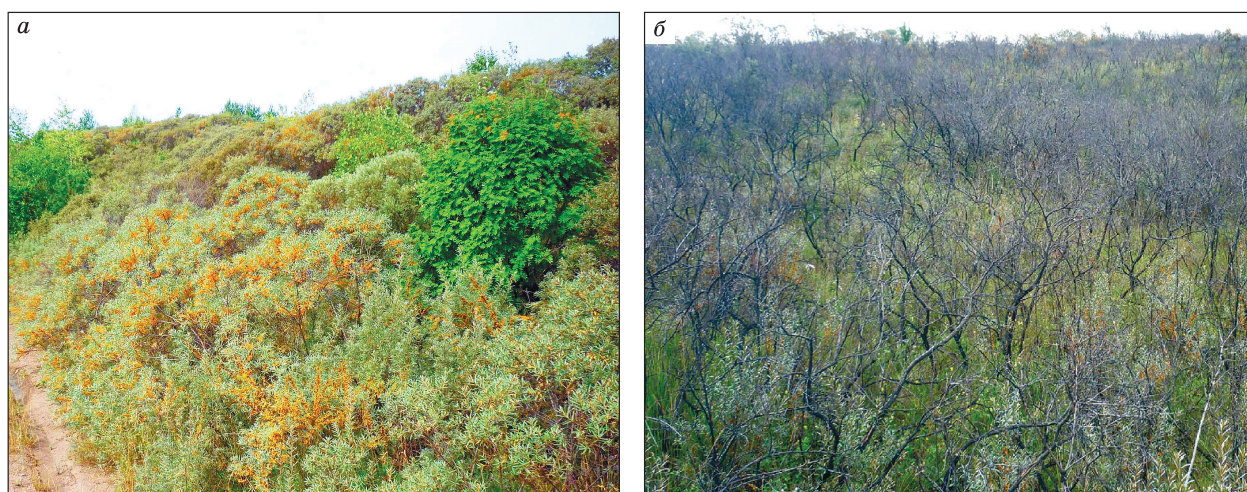


Рис. 2. Насаждения облепихи крушиновидной на отвалах Кузбасса: *а* – продуктивные (возраст 10–15 лет); *б* – сгоревшие (возраст 25–30 лет).

2 ряда сосны и 2 ряда облепихи с расстоянием 2–3 м между рядами, в более поздних посадках – 3–3.5 м (Баранник, 1989). Однако исследованиями установлено отсутствие различий хода роста сосны между чистыми насаждениями и смешанными с участием облепихи (Уфимцев,

Куприянов, 2009). В смешанных насаждениях II класса возраста отмечается снижение жизненного состояния сосны вследствие горения облепихи: по мере смыкания крон сосны облепиха быстро отмирает, образуется огромное количество мортмассы, в разы усиливающее действие

низовых пожаров (см. рис. 1, в), распространенных повсеместно, но не оказывающих разрушительного воздействия на одновидовые сосняки II класса возраста.

Негативные последствия совместной посадки сосны с облепихой ожидали еще на стадии разработки методов рекультивации (Баранник, 1989). Было предложено создавать промежуточные ряды из теневыносливых кустарников – бузины черной *Sambucus nigra* L. и рябины сибирской, которые будут препятствовать отенению полос с облепихой и смогут продлить срок их жизни. Хорошей альтернативой облепихе в смешанных посадках стал лох серебристый *Elaeagnus argentea* Pursh. Этот теневыносливый кустарник не погибает под сомкнутым пологом древостоя и образует обильную корневую поросль, распространяющуюся на 10–15 м от материнского куста. Под покров основной древесной породы оказалось достаточно высаживать 0.3–0.5 тыс. шт./га, равномерно распределяя их по площади. Благодаря этой особенности, а также почвоулучшающим качествам, обеспечивающим длительный мелиоративный эффект, лох является перспективным видом для внедрения в состав насаждений и замены облепихи крушиновидной (Рекомендации..., 2005). В сомкнутых древостоях происходит постепенное замещение отмирающих экземпляров лоха, а его молодая поросль значительно уменьшается в габитусе в отличие от облепихи, усыхание которой после смыкания крон сосны носит массовый характер. На некоторых участках разреза Байдаевский лох серебристый, высаженный под покров березы, сосны, лиственницы, на протяжении почти 40 лет остается доминирующим, а в ряде случаев единственным видом, формирующим кустарниковый ярус высотой 0.4–0.8 м.

Подбор кустарниковых видов имеет большое значение для озеленения склоновых поверхностей. При крутизне более 20° на хорошо инсолируемых ксероморфных откосах южных и западных экспозиций единственными устойчивыми породами оказались облепиха крушиновидная и лох серебристый. На более увлажненных восточных и северных склонах, особенно с нанесенным суглинком, хорошо зарекомендовали себя рябинник рябинолистный *Sorbaria sorbifolia* L., роза морщинистая *Rosa rugosa* Thunb., спиреи средняя *Spiraea media* F. Schmidt и дубровколистная *S. chamaedryfolia* L. и некоторые виды ив, в частности ива прутовидная *Salix viminalis* L. (Манаков, Уфимцев, 2010).

Береза повислая – пионер естественного лесовозобновления в Кузбассе, по показателям пригодности не уступает сосне обыкновенной, произрастает по II–III классам бонитета. Одновременно с березой повислой повсеместно встречается (до 20 % общего количества) береза пушистая *Betula pubescens* Ehrh. Площадь сомкнутых березняков естественного происхождения на отвалах Кузбасса составляет около 10 тыс. га, что сопоставимо с площадью искусственно созданных насаждений. Лесокультурные посадки березы не получили широкого распространения. Насаждения березы старших возрастов (20–40 лет) на отвалах представлены главным образом экспериментальными участками, наиболее крупный из которых расположен на разрезе Байдаевский (г. Новокузнецк) (рис. 3, а).

По нашим данным (Уфимцев, 2013), в возрасте 36 лет средняя высота древостоя составляла (14.7 ± 1.7) м, средний диаметр – 14–16 см, густота насаждения – 2.7 тыс. шт./га (исходная – 7.5 тыс. шт./га при схеме посадки 1.5×1.0 м). Под покровом березы в отличие от сомкнутых древостоев сосны формируется более развитый кустарниковый ярус, а быстроразлагающийся лиственный опад березы способствует почвообразовательному процессу.

В последние годы в связи с сокращением производства семян сосны береза стала активно использоваться в рекультивации, а в качестве посадочного материала используется самосев, взятый с залежных земель. На отвалах с нанесением ППП и ПСП 4–6-летние сеянцы березы демонстрируют лучший результат приживаемости – 79.7–87.5 %, превосходя по этому показателю сосну обыкновенную (Дремова, Яковченко, 2012). Густота посадки, как правило, составляет 1.0–1.6 тыс. шт./га при схеме посадки от 3.0×2.0 до 5.0×2.0 м. В экологическом плане сниженная густота древостоев по сравнению с рекомендованными нормами (3.0–3.5 тыс. шт./га) более благоприятна: внутривидовая конкуренция, вероятно, не будет приобретать такой острый характер, как в высокосомкнутых древостоях, что является неотъемлемым условием устойчивого формирования лесных фитоценозов.

Лиственница сибирская по показателям роста не уступает сосне обыкновенной, хотя к эдафическим условиям более требовательна, на карбонатных горных породах произрастает по высшим классам бонитета. На старом участке рекультивации разреза Байдаевский

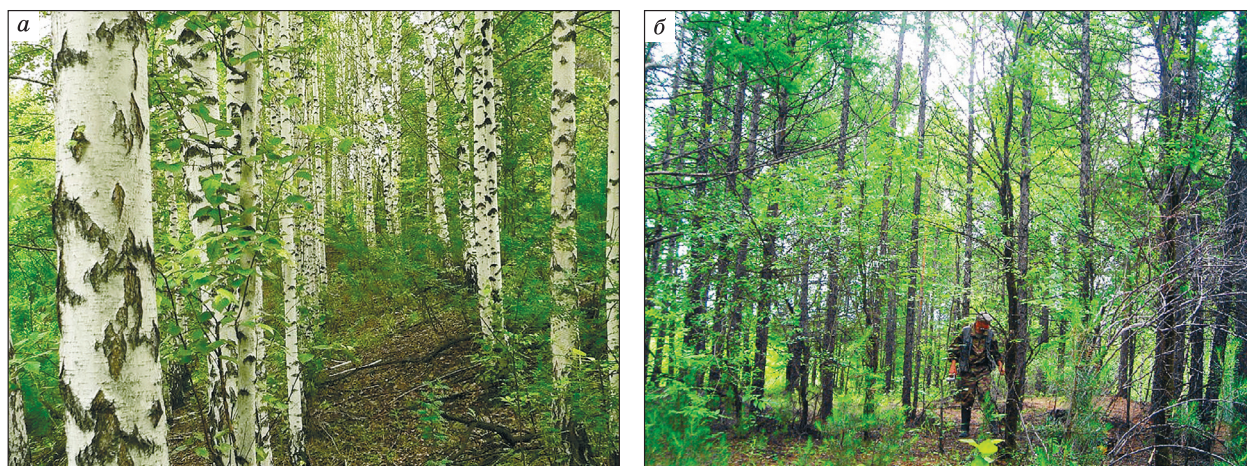


Рис. 3. Лесные культуры на участках рекультивации Байдаевского угольного разреза: *а* – береза повислая; *б* – лиственница сибирская.



Рис. 4. Кедр сибирский на отвалах горно-таежной подзоны Кузбасса: *а* – в смешанных посадках с сосной обыкновенной и елью сибирской; *б* – самосев кедр под пологом березняков.

38-летние культуры лиственницы при густоте 0.32 тыс. шт./га произрастают по I классу бонитета, имеют высоту 12.8–14.5 м, средний диаметр 20–22 см, преобладают деревья I категории ОЖС (см. рис. 3, б) (Уфимцев, 2013). Под покровом лиственницы формируется мощная подстилка из опада хвои, благодаря высокой зольности которой в отличие от опада сосны обыкновенной создаются условия для развития дернового процесса и накопления гумуса. Лиственница предпочтительна для создания пожароустойчивой структуры насаждений, поскольку не только является огнестойкой древесной породой, но и формирует плотную подстилку, горение по которой распространяется очень медленно (Рекомендации..., 2005). Лист-

венницу высаживали по периметру участков внутри сосновых массивов полосами с расстоянием между ними, обеспечивающим 10–15 % участие лиственницы в составе насаждений. Такие участки есть на Красногорском, Томусинском (г. Междуреченск) и Кедровском (г. Кемерово) разрезах.

Сосна сибирская, или кедр сибирский – перспективная древесная порода для рекультивации в горно-таежной подзоне (Рекомендации..., 2005). На отвалах кедр произрастает на 1–2 класса бонитета ниже, чем сосна обыкновенная, в период II класса возраста средняя высота древостоев кедр в 2 раза меньше, чем сосны обыкновенной. На разрезах в г. Междуреченске созданы смешанные насаждения кедр и сосны обыкновенной.

венной. К настоящему времени здесь сформировались древостои с двухъярусным древесным пологом, где верхний ярус без смыкания крон занимает сосна, а кедр формирует нижний, при этом не испытывая угнетения снижением ОЖС (рис. 4, а).

При естественном возобновлении в горно-таежной подзоне подрост кедра часто встречается в монокультурах сосны. В отличие от пионеров естественного возобновления березы и облепихи кедр, распространяясь зоохорно, поселяется на более позднем этапе мертвопокровной стадии молодняков березы и сосны, которые активно посещаются тонкоклювой сибирской кедровкой *Nucifraga caryocatactes* L. (рис. 4, б). Впоследствии при отсутствии пожаров кедр сибирский, вероятно, будет способен занять основной древесный ярус наряду с другими темнохвойными таежными видами, менее распространенными при естественном лесовозобновлении – елью сибирской и пихтой сибирской *Abies sibirica* Ledeb.

Среди других древесных пород первой величины, успешно испытанных на отвалах, следует отметить *тополь бальзамический*. Его рекомендуется использовать для создания пожароустойчивых насаждений в пригородных лесах, вблизи крупных промышленных объектов, где отмечается высокая задымленность. Будучи гигрофитом, тополь может эффективно использоваться в местах понижений с водоупорным слоем горных пород, на склонах северных и восточных экспозиций, при рекультивации гидроотвалов и подработанных шахтных территорий (Рекомендации..., 2005).

Возобновление *осины Populus tremula* L. в отличие от березы повислой на отвалах горно-таежной подзоны происходит неудовлетворительно. Условия отвалов не соответствуют ее биологическим свойствам: осина не выносит каменистых почв, избегает сухих местообитаний. На 1 га рассеивает до 0.5 млрд шт. семян, но прорастают лишь единичные, остальные гибнут в засушливый период лета. Подрост осины приурочен к понижениям, западинам, межгребневым пространствам, где при достаточном увлажнении она может претендовать на роль содоминанта лесного яруса (Климова, Уфимцев, 2014). Для облесения отвалов по показателям пригодности осина не входит в число основных перспективных видов, тем не менее может быть использована при посадке саженцами в мезоморфных местообитаниях отвалов горно-таежной подзоны (Манакон и др., 2009).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экологические условия отвалов Кузбасса в целом благоприятны для произрастания древесной растительности. Накопленный в Кузбассе опыт создания древесных насаждений позволяет осуществлять широкий спектр решений по освоению отвалов. Перспективно создание насаждений лесохозяйственного, природоохранного, рекреационного и садового направлений. Однако ввиду того, что проблеме восстановления земель в угольной отрасли придается второстепенное значение, потенциальные возможности достижений лесной рекультивации остаются не реализованными. В связи с этим приоритет имеет экологическая направленность создаваемых насаждений. Разработка и корректировка методов технологии в первую очередь должны быть направлены на создание устойчивых насаждений с максимальным использованием возможностей самовосстановления природных экосистем. Поэтому главной задачей современной «экологизации» отвалов остается создание условий стартового момента формирования экосистем. Для этого необходима реализация следующих принципов:

- исключение возникновения неблагоприятных экологических условий отвалов на стадии горнотехнической рекультивации путем профилактики эндогенных пожаров, планировки отвалов с максимальным сохранением на поверхности породы с большим количеством мелких фракций, устранения высокой уплотненности поверхности нанесением рыхлого экранизирующего слоя горной массы, при необходимости ППП или ПСП;

- расширение видового разнообразия рекомендованных деревьев и кустарников в проектах рекультивации с учетом экологических условий отвалов, создание целевых лесопитомников при региональных ботанических садах;

- использование поликомпонентных схем посадки древесных пород с учетом биологических особенностей каждого вида и экологической комплиментарности в рамках создаваемого лесного сообщества с дифференцированной вертикальной ярусностью и горизонтальной структурой, способствующих естественному поселению травянистых и древесных видов природной растительности окружающего ландшафта;

- применение совместно с посадкой древесной растительности посева многолетних трав, устойчивых к отенению, которые на начальном этапе будут препятствовать поселению рудеральной растительности, формирующей большую надземную фитомассу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А. В. Соколова. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Наука, 1975. 656 с.
- Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
- Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.
- Байтулин И. О. Методические указания по изучению и учету особенностей корневой системы растений при разработке приемов агротехники, фитомелиорации, интродукции и селекции // Методики интродукционных исследований в Казахстане. Алма-Ата, 1987. С. 85–102.
- Баранник Л. П. Лесопосадки на послепромышленных землях в Кузбассе // Проблемы рекультивации земель в СССР. Новосибирск, 1974. С. 237–240.
- Баранник Л. П. Проектирование лесной рекультивации на нарушенных землях для использования их в лесохозяйственных и рекреационных целях при разработке экспериментальных схем рекультивации в Кемеровской области // Биологическая рекультивация земель в Сибири и на Урале. Новосибирск, 1981. С. 28–46.
- Баранник Л. П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 81 с.
- Баранник Л. П. Рекомендации по созданию лесных насаждений на отвалах угольных разрезов Кузбасса. Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1989. 15 с.
- Баранник Л. П., Калинин А. М. Лес на «промышленных пустынях». Кемерово: Кемеровск. кн. изд-во, 1976. 60 с.
- Баранник Л. П., Щербатенко В. И. Гидротермические условия отвально-карьерных ландшафтов и их влияние на приживаемость и рост культур // Агроклиматология Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. С. 91–99.
- Беланов И. П., Андроханов В. А. Ресурсы рекультивации и перспективы самовосстановления техногенно нарушенных территорий угольного разреза «Бунгурский» // Вестн. КрасГАУ. 2013. № 11. С. 71–76.
- Вагин А. В., Харин О. А. Точность измерительной таксации в сосновых древостоях // Лесн. хоз-во. 1973. № 6. С. 20–24.
- Виноградова Ю. К., Акатова Т. В., Аненхонов О. А., Анкипович Е. С., Антипова Е. М., Антонова Л. А., Афанасьев В. Е., Багрикова Н. А., Баранова О. Г., Борисова Е. А., Борисова М. А., Бочкин В. Д., Буланый Ю. И., Верхозина А. В., Григорьевская А. Я., Ефремов А. Н., Зыкова Е. Ю., Кравченко А. В., Крылов А. В., Купринов А. Н., Лавриненко Ю. В., Лактионов А. П., Лысенко Д. С., Майоров С. Р., Меньшакова М. Ю., Мещерякова Н. О., Мининзон И. Л., Михайлова С. И., Морозова О. В., Нотов А. А., Панасенко Н. Н., Пликина Н. В., Пузырев А. Н., Раков Н. С., Решетникова Н. М., Рябовол С. В., Сагалаев В. А., Силаева Т. Б., Силантьева М. М., Стародубцева Е. А., Степанов Н. В., Стрельникова Т. О., Терехина Т. А., Трemasова Н. А., Третьякова А. С., Хорун Л. В., Чернова О. Д., Шауло Д. Н., Эбель А. Л. «Black»-лист инвазионных растений России // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: мат-лы IV Междунар. конф. Кемерово, 2015. С. 68–72.
- Воронина Л. А. Лиственница сибирская на угольных отвалах Кузбасса // Лесн. хоз-во. 2006. № 2. С. 35–36.
- Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Изд. центр «Академия», 2003. 256 с.
- Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Кемеровской области за 2007 год. Кемерово, 2008. С. 368.
- Двуреченский В. Г., Середина В. П. Характеристика почвенного покрова техногенных ландшафтов Красногорского каменноугольного разреза // Вестн. ТГУ. 2014. № 387. С. 257–265.
- Дремова М. С., Яковченко М. А. Мониторинг фитоценозов рекультивированных земель Кемеровской области // Методы и методики мониторинга окружающей природной среды техногенных ландшафтов: сб. мат-лов науч.-практ. сем. Кемерово, 2012. С. 18–21.
- Ермак Н. Б., Русин Е. В. Оценка жизненного состояния лесных насаждений рекультивированных участков отвалов предприятий угледобычи // Вестн. КемГУ. 2010. № 1 (41). С. 38–41.
- Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П., Перуанский Ю. В., Луковникова Г. А., Иконникова М. И. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. С. 41–43.
- Заушинцева А. В., Кожевников Н. В. Биорекультивационное районирование Кузбасса // Вестн. КемГУ. 2015. № 1–2 (61). Т. 2. С. 20–25.
- Инвестиционный паспорт Промышленновского района на 2014 год. Администрация Промышленновского района. Официальный сайт. 2015. <http://adm-promishl-rn.ru/economics>
- Калинин А. М. О перспективах лесной рекультивации в Кемеровской области // Проблемы рекультивации земель в СССР. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. С. 232–236.

- Климова О. А. Рост древесных пород на отвалах // Мат-лы науч. сессии Ин-та экол. человека СО РАН 2012 г. Кемерово: Ин-т экол. человека СО РАН, 2012. Вып. 4. С. 128–131.
- Климова О. А., Уфимцев В. И. Влияние элементов рельефа на естественное поселение древесных видов на отвалах вскрышных пород в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины // Вестн. КрасГАУ. 2014. № 6. С. 197–201.
- Клишин В. И., Федорин В. А., Борисов И. Л. Перспективы освоения Терсинского геолого-экономического района Кузбасса // Перспективы инновационного развития угольных регионов России: сб. тр. IV Междунар. науч.-практ. конф. Прокопьевск, 2014. С. 136–140.
- Кожевников Н. В., Заушинцева А. В. Проблема хранения плодородного слоя почвы в горнодобывающей отрасли промышленности // Вестн. КемГУ. 2015. Т. 4. № 1 (61). С. 10–14.
- Колмогорова Е. Ю., Цандекова О. Л. Анализ роста и продуктивности сосны обыкновенной, произрастающей в различных эдафических условиях породного отвала // Изв. Оренбургск. ГАУ. 2013. № 6 (44). С. 8–10.
- Косицын В. Н., Баранов А. Ф. Использование облепихи при лесной рекультивации в Кузбассе. 2001. http://science-bsea.narod.ru/2001/les_2001/kosicyn_baranov.htm
- Красильников П. К. Методика полевого изучения подземных частей растений. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1983. 208 с.
- Куприянов А. Н. Биологическая рекультивация отвалов в субаридной зоне. Алма-Ата, 1989. 104 с.
- Куприянов А. Н. Итоги и перспективы биологической рекультивации в Кузбассе // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово, 2005. Вып. 1. С. 49–53.
- Лапин П. П., Рябова-Стогова Н. В. Оценка перспективности интродукции жимолости по данным визуальных наблюдений // Бюл. Глав. ботан. сада. 1977. № 103. С. 12–18.
- Мазикин В. П. Перспективы развития угольной отрасли в Кузбассе и состояние рекультивации нарушенных земель // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово, 2005. Вып. 1. С. 5–9.
- Манаков Ю. А., Баранник Л. П., Куприянов А. Н. Оценка выращивания древесных пород на отвалах угольных предприятий Кузбасса // Вестн. КрасГАУ. 2009. № 4. С. 94–98.
- Манаков Ю. А., Морсакова Ю. В. Первичные результаты опытов по интродукции растений в условиях отвалов горных пород // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово, 2005. Вып. 1. С. 98–104.
- Манаков Ю. А., Морсакова Ю. В. Приживаемость и рост сосны обыкновенной в первые годы жизни на отвалах горных пород // Флора и растительность антропогенно-нарушенных территорий. Кемерово, 2006. Вып. 2. С. 7–16.
- Манаков Ю. А., Уфимцев В. И. Применение черенков ивы для биологической рекультивации склонов отвалов // Вестн. Новосибирск. ГАУ, 2010. № 4 (16). С. 22–27.
- Морозов Г. Ф. Учение о лесе. М.; Л.: Гослесбуиздат, 1949. 453 с.
- Николаевский В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. М.: МГУЛ, 1999. 193 с.
- Положение о лесопатологическом мониторинге (утв. Россельхозом 12.09.1997). М., 1997. 7 с.
- Портола В. А., Береснев С. В., Торосян Е. С. Влияние автотранспорта на самовозгорание породных отвалов // Вестн. Кузбасск. ГТУ. 2011. № 1. С. 46–49.
- Потапов В. П., Мазикин В. П., Счастливец Е. Л., Вахлаева Н. Ю. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2005. 660 с.
- Почвообразование в техногенных ландшафтах. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. С. 203–212.
- Рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель в Кузбассе / Сост.: Л. П. Баранник, А. М. Шмонов, В. П. Николайченко. Кемерово: КООО «Союз экологов Кузбасса», 2005. 26 с.
- Седых В. Н. Методические подходы к созданию технологий лесной рекультивации // Мат-лы Междунар. конгр. Интерэкспо Гео-Сибирь. Новосибирск, 2015. Т. 3. № 4. С. 121–127.
- Скобликов С. А. Анализ состояния рекультивированных земель в Кузбассе // Биологическая рекультивация нарушенных земель: тез. докл. Междунар. совещ. Екатеринбург, 1996. С. 134–135.
- Сорокин А. В. Особенности горно-технического этапа рекультивации в Кузбассе // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово, 2005. Вып. 1. С. 49–53.
- Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области на долгосрочную перспективу. Администрация Кемеровской области. 2015. <http://www.ako.ru/ekonomik/strateg-2025.pdf>
- Счастливец Е. Л. Формирование геоэкологической ситуации в угледобывающем комплексе Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово, 2005. Вып. 1. С. 15–35.
- Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород

- Северной Евразии. Нормативно-справочные мат-лы. М., 2006. 803 с.
- Тарчевский В. В., Чибрик Т. С. Естественная растительность отвалов при открытой добыче каменного угля в Кузбассе // Растения и промышленная среда. Сб. 2. Свердловск, 1970. С. 65–77.
- Уфимцев В. И. Формирование корневых систем сосны обыкновенной на рекультивированных отвалах в Кузбассе // Вестн. АГАУ. 2011. № 7 (81). С. 44–47.
- Уфимцев В. И. Современное состояние лесонасаждений и проблемы лесной рекультивации на отвалах угледобычи в Кузбассе // Изв. ИрГУ. 2013. Т. 6. № 3. С. 63–69.
- Уфимцев В. И. Состояние ювенильных культур сосны обыкновенной, созданных посевом семян на отвалах угольных месторождений в Кузбассе // Вестн. КрасГАУ. 2014. № 7. С. 199–204.
- Уфимцев В. И., Куприянов А. Н. Рост сосновых насаждений на рекультивированных отвалах Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово, 2009. Вып. 4. С. 11–16.
- Фаизова Л. И., Зайцев Г. А. Исследование микоризации сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. на промышленных отвалах Республики Башкортостан // Вестн. Удмуртск. ГУ. 2011. № 2. С. 79–83.
- Цандекова О. Л., Неверова О. А., Колмогорова Е. Ю. Роль антиоксидантной системы в устойчивости сосновых насаждений в условиях породного угольного отвала // Пробл. прикладн. экол. 2013. Т. 15. № 3. С. 245–248.
- Шереметов Р. Т. Особенности снежного покрова в период максимума снегонакопления 2006 г. на отвалах Кедровского разреза // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово, 2009. Вып. 4. С. 35–39.
- Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / Сост. И. М. Гаджиев, В. М. Курачев, Ф. К. Рагим-Заде. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. 305 с.
- Яковченко М. А., Баумгартэн М. И., Дремова М. С., Кондратенко Е. П., Филипович Л. А. Воспроизводство плодородия почв: исследование физико-химических параметров субстратов // Вестн. Кузбасск. ГТУ. 2011. № 4. С. 48–50.

AN EXPERIENCE AND CONTEMPORARY STATUS OF FOREST RECULTIVATION IN KUZBASS

V. I. Ufimtsev

*Federal Research Center on Coal and Coal Chemistry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Prospekt Leningradskii, 10, Kemerovo, 650065 Russian Federation*

E-mail: uwy2079@gmail.com

Reforestation is the main direction of rehabilitation of the degraded lands by the coal industry. The substratum of dumps of the coal industry is characterized by sharp deficiency of elements and the expressed xeromorphy. During more than 40 years on the dumps were created over 15 thousand ha of wood plantings, the agrotechnological and scientific foundation of forest recultivation is laid. Biological features of several tens types are studied, their suitability for the purposes of afforestation of dumps is estimated. Scots pine *Pinus sylvestris* L., a common sea-buckthorn *Hippophaë rhamnoides* L. and a silver birch *Betula pendula* Tristis appeared certainly suitable, 10 more types are recognized as the perspective. In 1989 and 2005 under the leadership of L. P. Barannik are prepared and approved for application at the regional level of the recommendation about reforestation. Now experiments on selection of types proceed, work on optimization of technologies of forest recultivation taking into account an assessment of the created plantings of the I–II class of age is conducted. The main square of reforestation, about 11 thousand hectares, the scots pine which is capable to grow on the highest classes of site class without decrease in growth processes in the senior age groups borrows. Pure sea-buckthorn plantings are created on the area about 3 thousand hectares, they are used by the population as berry-pickers, the ecological value of a sea-buckthorn consists in fast development of a surface of dumps, unpretentiousness. Joint landings of these two tree species are widely used. The birch hung, along with a birch fluffy, is presented, mainly, in the form of natural renewal. In recent years, in connection with reduction of nurseries on cultivation of seedlings of a pine, the birch began to be used actively at artificial afforestation of dumps, especially in urban areas. The main problems of forest recultivation are: non-selective formation of dumps, unsatisfactory parameters of preparation of sites at a mining stage of recultivation, high density of the created stands, weak formation of the subordinated circles and the slowed-down soil formation, inflammability of the mixed landings of a pine and sea-buckthorn and the small range of the used cultures, absence of due consideration to the above problems

Keywords: *dumps, forest recultivation, woody plants, density, growth trend, general vital status, Kuzbass.*

How to cite: *Ufimtsev V. I. An experience and contemporary status of forest recultivation in Kuzbass // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Siberian Journal of Forest Science). 2017. N. 4: 12–27 (in Russian with English abstract).*