



УДК 581.5

## Современное состояние лесонасаждений и проблемы лесной рекультивации на отвалах угледобычи в Кузбассе

В. И. Уфимцев

Институт экологии человека СО РАН, Кемерово

E-mail: [uwu2079@gmail.com](mailto:uwu2079@gmail.com)

**Аннотация.** Проведён анализ состояния лесных насаждений на участках рекультивации отвалов вскрышных пород угольных разрезов в Кузбассе, отмечены основные проблемы лесной рекультивации. Установлено, что условия отвалов благоприятны для произрастания сосны обыкновенной, лиственницы сибирской, кедра сибирского и берёзы повислой. Определено, что при высокой сомкнутости крон формируются мёртвопокровные насаждения, а высокая плотность в сосновых насаждениях (свыше 2 тыс. деревьев на 1 га) приводит к снижению хода роста и общего жизненного состояния. Выявлены отрицательные последствия совместных посадок сосны с облепихой крушиновидной, которая является недолговечной и пожароопасной культурой. Отмечена повсеместная деградация одновидовых насаждений облепихи к 25–30 годам. Обоснована необходимость комплексной корректировки технологии создания лесных насаждений для достижения видового разнообразия формирующихся сообществ.

**Ключевые слова:** лесная рекультивация, отвалы вскрышных пород, эмбриоземы, сосна обыкновенная, берёза повислая, облепиха, общее жизненное состояние, ход роста, полнота, видовое разнообразие.

### Введение

Кузнецкий угольный бассейн (Кузбасс) – важнейший угледобывающий регион России: в 2012 г. здесь было добыто более 200 млн т каменного угля, что составило около 60 % добычи в стране. Многолетнее интенсивное развитие угольной отрасли, особенно открытых разработок, привело к серьёзному нарушению естественных ландшафтов. Согласно официальным данным, в 2007 г. площадь нарушенных земель составила 62 361 га, по оценкам же экспертов – к настоящему времени она вдвое больше [5].

Древесные растения являются мощным биологическим «инструментом» преобразования природной среды. Произрастающие на отвалах вскрышных пород лесные насаждения выступают важнейшим фактором стабилизации экологической обстановки как на самих отвалах, так и на прилегающих территориях. В Кузбассе, где угольные предприятия сконцентрированы в густонаселённой Кузнецкой котловине, основным направлением рекультивации из-за рекреационных возможностей и простоты внедрения стало именно воссоздание лесных насаждений.

Лесная рекультивация проводится здесь более 40 лет: к 2007 г. площадь посадок лесных культур составила 14 320 га, что составляет

около 2/3 всех рекультивированных земель [5]. Поскольку условия произрастания древесных растений на отвалах существенно отличаются от условий естественных ландшафтов, формирующиеся насаждения требуют постоянного мониторинга. К настоящему времени старшевозрастные насаждения уже дают возможность провести ретроспективный анализ и оценить не прогнозируемую, а реальную эффективность рекультивации. Целью данной работы явилось выявление существующих проблем лесной рекультивации отвалов угольных разрезов.

### Материалы и методы

Объектами исследования стали лесные насаждения, произрастающие на отвалах угольных разработок в Кемеровском, Беловском, Прокопьевском и Новокузнецком административных районах Кемеровской области и в пределах г. Междуреченска. Изучены типичные по видовому составу насаждения с участием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), облепихи крушиновидной (*Hippophaë rhamnoides* L.) и берёзы повислой (*Betula pendula* Tristis). Прочие встречающиеся здесь древесные виды (кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour), лиственница (*Larix sibirica* Ledeb.) и др.) составляют в насаждениях незначительную долю, как правило, в виде дополнения в сосно-

вых посадках или на мелкоконтурных участках. Анализ занятой отдельными древесными видами площади отвалов был проведен с привлечением данных официальной статистики [8] и рабочих проектов рекультивации на отдельных угольных предприятиях.

В 2009–2011 гг. на заселённых древесными породами отвалах десяти объектов угледобычи в соответствии с условиями ГОСТ 56-69-83 [7] были заложены временные пробные площади (ВПП) (рис. 1). Закладка ВПП проводилась в типичных участках насаждений, на ровных или слабонаклонных участках, в глубине общего массива.

На каждой пробной площади по стандартной методике проведён отбор почвенных образцов с целью определения механического и гранулометрического состава, агрохимических

свойств эмбриоземов [6]. Для оценки влияния древостоев на подчинённые ярусы растительности выполнены геоботанические описания [5]. На каждом участке учитывалось проявление экологических факторов, негативно влияющих на состояние насаждений.

В насаждениях выделены две возрастных группы деревьев:  $20 \pm 3$  и  $35 \pm 5$  лет.

Оценка жизненного состояния (ОЖС) насаждений проведена расчётным путём с использованием общепринятой в лесозащитной практике шкалы категорий состояния В. А. Алексева [1]: I – здоровые деревья без внешних признаков ослабления; II – ослабленные деревья; III – сильно ослабленные деревья; IV – усыхающие деревья; V – свежий сухостой; VI – старый сухостой.

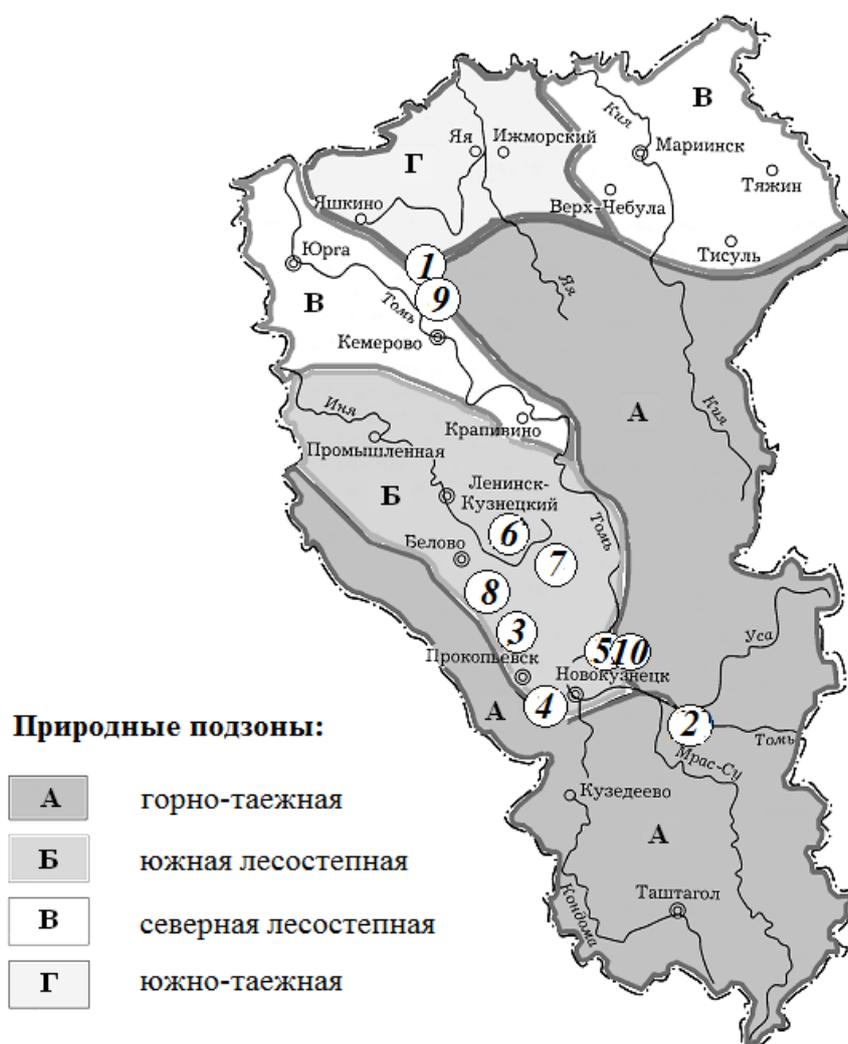


Рис. 1. Расположение пробных площадей на угольных разрезах Кемеровской области:

1 – Черниговский, 2 – Красногорский, 3 – Киселёвский, 4 – Листвянский, 5, 10 – Байдаевский, 6 – Моховский, 7 – Сартакинский, 8 – Бачатский, 9 – Кедровский

Таксационные характеристики (средняя высота, средний диаметр ствола на высоте груди – 1,3 м) получены путём сплошного перечёта не менее 200 деревьев на каждой ВПП и обработки данных методом среднего модельного дерева [2]. Густота древостоя определялась с помощью GPS-навигатора путём замера площади, занятой перечтёнными деревьями.

На каждой пробной площади проведена серия геоботанических описаний, включая оценки видового обилия и общего проективного покрытия (ОПП) травостоя.

### Результаты

Минералогический состав эмбриозёмов на участках лесной рекультивации представляет собой смесь в различной степени выветрелых песчаников, алевролитов, аргиллитов и суглинков (табл. 1). Песчаники на силикатном цементе, малоподверженные физическому выветриванию, обуславливают каменность субстрата. Доля мелкозёма варьирует от 17,1 до 54,8 %. В горизонтах ниже 30 см доля камней существенно возрастает, достигая 90 %. Содержание глинистых фракций составляет 27,9–41,7 %, представляя собой лёгкий и средний суглинок, однако низкое содержание мелкозёма придаёт субстратам признаки более лёгкого гранулометрического состава.

Таблица 1

Почвенно-экологические характеристики эмбриозёмов на пробных площадях рекультивированных отвалов угольных разрезов Кузбасса

№ ВПП	Состав горных пород*	Содержание мелкозёма в слое 0–20 см, %	Содержание физ. глины в мелкозёме в слое 0–20 см, %	Агрохимические свойства			
				pH	N общий, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> подвижный, мг/кг	K <sub>2</sub> O обменный, мг/кг
1	С, П+Ал	31,6	27,85	6,8	0,33	498	14,4
2	П	26,4	27,95	6,4	0,32	450	1,07
3	С, Ар	24,6	34,4	7,2	0,23	17	13,8
4	П	18,8	41,7	7,1	0,55	257	13,8
5	Ал+У	25,1	29,5	7,3	0,12	43	23,7
6	Ал	54,8	15,5	7,3	0,09	10	35,8
7	Ар+П	17,1	26,9	6,9	0,33	170	12,5
8	Ар+С	24,1	33,8	7,3	0,25	10	13,8
9	Ар+С+У	25,3	36,8	7,2	0,27	10	15
10	Ар+У	31,8	22,2	7,2	0,26	22	10

\*Примечание: состав горных пород: С – суглинки, П – песчаники, Ал – алевролиты, Ар – аргиллиты, У – частицы угля.

Субстрат эмбриозёмов имеет нейтральную, редко слабокислую реакцию. Содержание обменного калия низкое и очень низкое: 9,5–35,8 мг/кг; содержание подвижного фосфора варьирует в очень широких пределах: от очень низкого (ВПП 3, 5, 8, 9 и 10) до среднего (ВПП 7), высокого (ВПП 4) и очень высокого (ВПП 1 и 2). Последнее может быть обусловлено образованием ортофосфорной кислоты в результате дезинтеграции алевролитов.

Для насаждений 1-й возрастной группы характерен высокий класс бонитета (табл. 2). На всех участках имеются следы беглых низовых пожаров, однако признаков угнетения древостоев не обнаружено. Статистические различия по показателям средней высоты и среднего диаметра деревьев между ВПП 1 и 2 отсутствуют, несмотря на то, что густота древостоя сосны на ВПП 1 в 4 раза выше, чем на ВПП 2. Показатели продуктивности лиственницы сибирской, незначительно присутствующей в

насаждениях на ВПП 2, соизмеримы с таковыми сосны, а кедр сибирский, хотя и значительно уступающий сосне по высоте и диаметру ствола, произрастает по II классу бонитета и формирует в насаждении второй ярус, способствуя более равномерному размещению крон в вертикальной плоскости.

На ВПП 3 существенную долю проективного покрытия занимает облепиха (60 %), древостой сосны характеризуется высокими показателями высоты и диаметра, рост протекает по высшему (Ia) классу бонитета.

Для насаждений 2-й возрастной группы характерны различия хода роста. На ВПП 4 факторы угнетения не обнаружены: при густоте < 1 тыс. шт./га и средней сомкнутости (60 %) древостой сосны произрастает по Ia классу бонитета, а значения средней высоты и среднего диаметра ствола здесь наибольшие установленные для всех пробных площадей. Максимальная густота древостоя на ВПП 5 составила

> 4 тыс. шт./га, а класс бонитета – минимальный среди исследуемых участков (III). На ВПП 6 неблагоприятным фактором среды выступает эндогенное горение в толще отвала. Густота

здесь почти вдвое ниже (2,1 тыс. шт./га), класс бонитета выше (II), при статистически значимом превосходстве по высоте средний диаметр ствола существенно ниже.

Таблица 2

Таксационная характеристика древесных насаждений на пробных площадях рекультивированных отвалов угольных разрезов Кузбасса

№ ВПП	Древесная порода	Возраст, лет	Средняя высота (H±h), м	Класс бонитета	Средний диаметр (D±d), см	Густота, тыс. шт./га	Сомкнутость крон, %
1	Сосна	21	7,5±0,11	I	10,1±0,19	3921	80
2	Сосна+кедр+лиственница	19	7,5±0,16	I	10,8±0,19	945	60
			4,1±2,3	II	3,2±0,4	591	10
			6,9±1,1	I	9,6±1,5	52	+
3	Сосна+облепиха	17	6,6±0,18	Ia	9±0,18	350	25
			2,5±0,3	–	–	18 400	60
4	Сосна	35	15,5±0,15	Ia	20,0±0,26	941	60
5	Сосна	38	12,1±0,46	III	15,0±0,27	4014	90
6	Сосна	38	14,6±0,25	II	13,2±0,24	2100	80
7	Сосна+облепиха	33	10,8±0,5	III	16,3±0,33	766	50
			1,6±0,7	–	–	3200	10
8	Облепиха	19	1,7±0,39	–	–	37 500	100
9	Облепиха	30	3,0±1,13	–	–	20 100	90
10	Берёза	36	14,7±1,70	I	18,8±3,12	2780	70

На ВПП 7 густота древостоя < 1 тыс. шт./га, сомкнутость крон составляет 50 %, класс бонитета – III. Плотность живых побегов облепихи, произрастающей под покровом сосны (3,2 тыс. шт./га) значительно (в 6 раз) меньше, чем в аналогичном насаждении 1-й возрастной группы (ВПП 3), где смыкание крон сосны ещё не произошло. На участке отмечено большое количество морт-массы облепихи, которая значительно усиливает действие низовых пожаров.

Подобные явления отмечены и одновидовых облепиховых насаждениях (ВПП 8 и 9). В 1-й возрастной группе проективное покрытие и густота облепихи максимальные – 37,5 тыс. шт./га и 100 % соответственно. Для 2-й возрастной группы характерно снижение этих показателей до 20,1 тыс. шт./га и 90 %, а высота растений имеет значительно большую вариабельность.

Рост берёзы повислой в насаждениях (ВПП 10) не уступает сосне, деревья имеют I класс бонитета. Средний диаметр ствола в березняках составляет 18,8 см, что значительно выше, чем в сосняках при аналогичной густоте (2,7 тыс. шт./га) и соответствует среднему диаметру в сосняках при густоте до 1 тыс. шт./га.

По категориям общего жизненного состояния для всех насаждений 1-й возрастной груп-

пы, как одновидовых насаждений сосны и облепихи, так и их совместных посадок (ВПП 1, 2, 3 и 8), характерна высокая доля растений без признаков ослабления (92–97 %), деревья прочих категорий ОЖС представлены единичными экземплярами или отсутствуют (рис. 2).

Во 2-й возрастной группе высокое жизненное состояние сохраняется у сосны обыкновенной на ВПП 4 и берёзы повислой на ВПП 10: доля здоровых деревьев составляет здесь 92 и 97 % соответственно. Насаждения на прочих участках характеризуются сниженным ОЖС. На ВПП 5, подверженной низовым пожарам, доля здоровых деревьев сосны (I категория) снижена до 46 %, а доля деревьев II категории достигает 43 %. На ВПП 6 и 7 преобладают растения III категории состояния (39 и 49 %), при этом доля II категории составляет 27 и 29 %, а I – сокращается до 13 и 9 % соответственно.

Жизненное состояние одновидовых насаждений облепихи после 20 лет существования также резко снижается – преобладает категория усыхающих растений (48 %), сухостой составляет 20 %, количество здоровых растений снижено до 20 %.

Продуктивность и структура травянистого яруса под покровом насаждений также претерпевает изменения с их возрастом (рис. 3).

В насаждениях 1-й возрастной группы ОПП травостоя повсеместно более 35 %, максималь-

ное – на ВПП 3 с участием облепихи (60 %). Число видов в сосновых насаждениях с участием облепихи, наоборот, ниже – 21–27 (ВПП № 3 и 7), тогда в насаждениях без её участия – 30 и 36 соответственно.

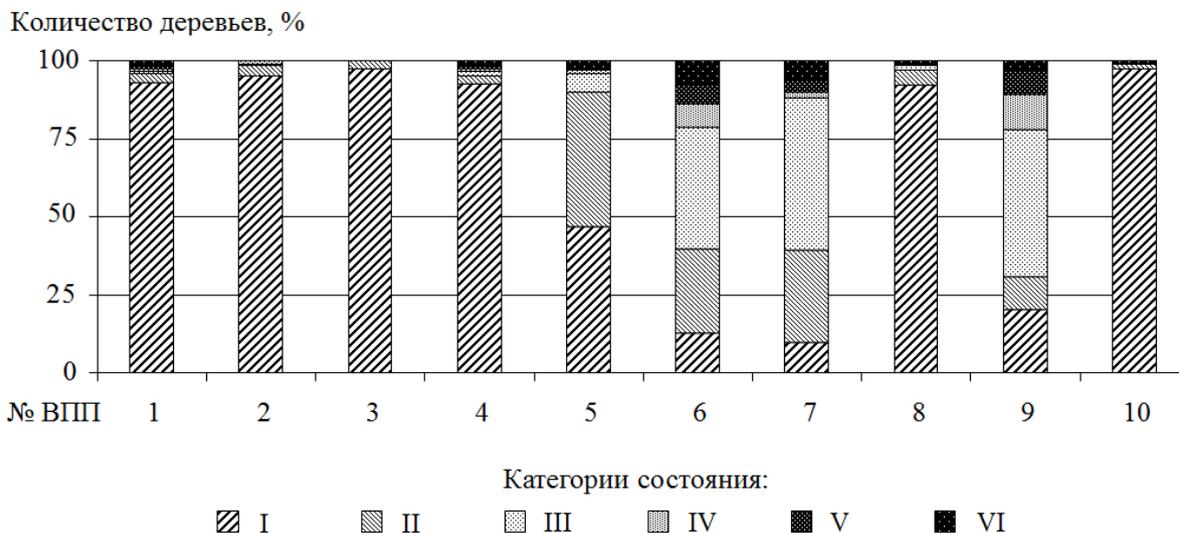


Рис. 2. Распределение произрастающих на пробных площадях рекультивированных отвалов угольных разрезов Кузбасса деревьев по категориям ОЖС: I – здоровые, II – ослабленные, III – сильно ослабленные, IV – усыхающие, V – свежий сухостой, VI – старый сухостой

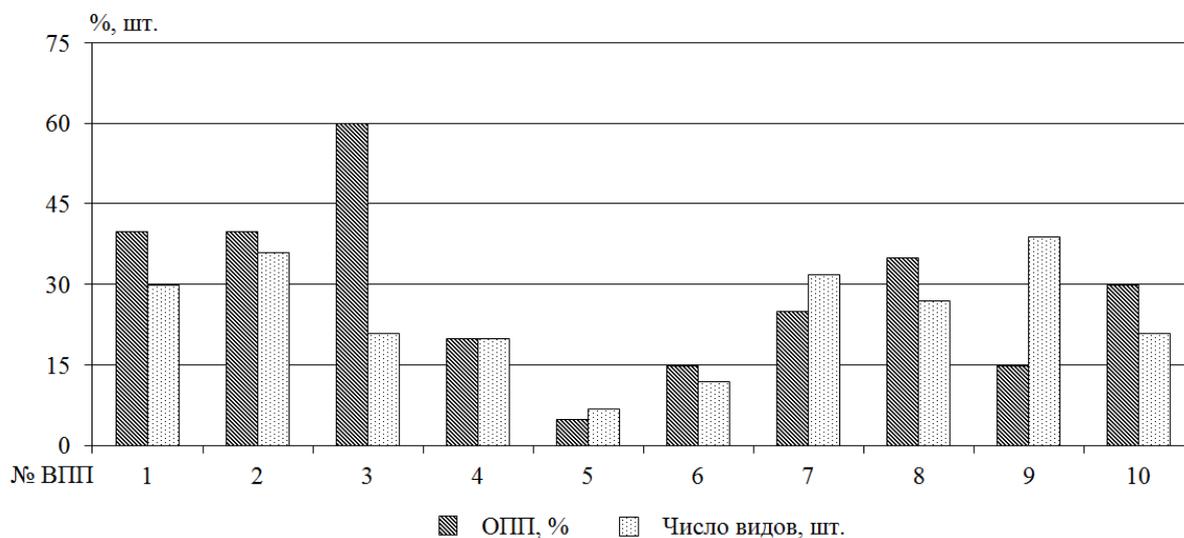


Рис. 3. Основные характеристики травянистого яруса на пробных площадях рекультивированных отвалов угольных разрезов Кузбасса

ОПП травостоя во 2-й возрастной группе тесно связан с густотой насаждений. На ВПП 4 проективное покрытие составляет 20 %, а число видов 20. На ВПП 5, характеризующейся максимальной густотой древостоя, ОПП травостоя снижено до 5 %, а число видов минимальное – 7. Несколько выше эти показатели на ВПП 6: 14 % и 12 видов соответственно. Под покровом среднеплотного насаждения на

ВПП 7 характеристики травостоя сопоставимы с таковыми в насаждениях 1-й группы. В 30-летнем облепиховом насаждении (ВПП 9) количество видов максимальное – 39, хотя ОПП травостоя снижен до 15 %. Насаждение берёзы повислой (ВПП 10) отличается высоким проективным покрытием травянистого яруса (30 %), нехарактерным для сомкнутых сосновых насаждений.

### **Обсуждение**

Участки лесной рекультивации на отвалах угольных разрезов Кузбасса характеризуются низким содержанием основных элементов минерального питания. Однако в целом почвенно-литологические характеристики эмбриоземов (гранулометрический и породный состав, агрохимические свойства) соответствуют, например, условиям супесчаных борových и каменистых горных почв, на которых формируются сосновые леса высших классов бонитета [1]. Таким образом, отвалы вскрышных пород следует признать пригодными для лесовыращивания.

Основу насаждений на участках рекультивации составляют лишь три древесные породы: сосна обыкновенная, облепиха крушиновидная и береза повислая, причем первая из них резко преобладает по площади. Сосна обыкновенная способна формировать на отвалах высокобонитетные насаждения I категории жизненного состояния, темп прироста древесины в которых не снижается в течение всего периода, соответствующего 2-й возрастной группе (до 38 лет), что свидетельствует о благоприятной возможности их дальнейшего произрастания.

Сосновые насаждения отрицательно реагируют на загущенность древостоев: при густоте 2 тыс. деревьев на гектар и выше резко снижаются радиальный прирост и ухудшается жизненное состояние деревьев. Процессы самоизреживания, благодаря которым происходит естественная регуляция числа деревьев в естественных условиях [8], на отвалах практически отсутствуют: вследствие слабовыраженной дифференциации древостоя по возрасту и продуктивности растения оказываются в примерно одинаковых конкурентных условиях и начинают угнетать друг друга.

В сомкнутых насаждениях (при густоте 1 тыс. шт./га и ОПП 70 % и выше) после 30 лет роста травянистый ярус развивается очень слабо, значительно снижается обилие видов. Формируются одновидовые мёртвопокровные насаждения, растительный опад в которых представлен преимущественно хвоей, слабо поддающейся разложению. Под покровом таких насаждений резко замедляются биохимические реакции, останавливается почвообразовательный процесс [6].

В Кузбассе достаточно широко распространены совместные посадки сосны с облепихой крушиновидной. Широкое внедрение облепихи в качестве подлеска обосновывалось необходимостью создания кустарникового яруса, ко-

торый будет способствовать активизации почвообразовательного процесса и, благодаря симбиотрофной способности облепихи, обеспечивать дополнительное азотное питание основной древесной породе. В период, соответствующий 1-й возрастной группе, действительно, отмечается некоторое увеличение линейного прироста, однако к 35 годам усыхание облепихи и подверженность её остатков пожарам приводит к снижению жизненного состояния древостоев сосны (ВПП № 7). В результате к 40-летнему возрасту сосняки представляют собой подверженные периодическим пожарам монокомпонентные насаждения с замедленным формированием травянистого яруса и почвенного профиля.

Одновидовые насаждения облепихи хорошо растут на отвалах до 20-летнего возраста, снижения их продуктивности не происходит. Благодаря высокой способности к вегетативному размножению посредством корневой поросли облепиха быстро «затягивает» поверхность отвалов, образуя кустарниковые агроценозы со 100%-ным проективным покрытием. Однако облепиха недолговечна и не образует устойчивых фитоценозов. Без систематического ухода чистые насаждения облепихи к 30 годам превращаются в усыхающие труднопроходимые заросли, подверженные действию пирогенных процессов. Ход естественной сукцессии на участках рекультивации оказывается замедленным и в случае полной деградации насаждений через несколько десятилетий после посадки состояние фитоценозов возвращается к первоначальному, а цели рекультивации не достигаются.

Насаждения берёзы повислой произрастают по I классу бонитета, что свидетельствует о возможности эффективного выращивание её на отвалах. В сомкнутых древостоях берёза менее подвержена угнетению, чем сосна. Проективное покрытие травостоя покровом берёзы значительно выше, чем в сосняках с подобной густотой и сомкнутостью крон, поэтому почвенно-экологический эффект от берёзовых насаждений на данном возрастном этапе выше, чем от хвойных насаждений.

Прочие древесные породы, включая перспективные для рекультивации и ценные в хозяйственном отношении лиственницу и кедр, занимают в Кузбассе незначительные площади.

### **Заключение**

Тысячи гектаров лесных насаждений, созданных на отвалах Кузбасса, ныне практически не используются и их целевое использова-

ние пока не предполагается. Рубки ухода в этих насаждениях никогда не проводились.

Таким образом, создание лесных насаждений здесь обусловлено исключительно экологическими соображениями. Созданные насаждения, несмотря на указанные существенные агротехнологические недостатки, все-таки выполняют важные средообразующие функции, закрепляют, «консервируют» поверхность отвалов, препятствуют развитию дефляционных и водноэрозионных процессов.

Созданные культурфитоценозы по структуре и свойствам далеко отстоят от естественных сообществ. Восстановление экосистем в соответствии с ходом естественных сукцессионных процессов требует десятки, возможно, даже сотни лет. Поэтому существующие методики восстановления лесной растительности нуждаются в существенной корректировке.

В управлении лесными насаждениями, произрастающими на отвалах угольных разрезов в Кузбассе, выделяются следующие основные проблемы.

1. Монокультурность и отсутствие ассортимента древесных видов. Основу существующих на отвалах угольных разрезов Кузбасса насаждений составляют сосна, облепиха и берёза.

2. Восприимчивость насаждений к пирогенным процессам, связанная с усыханием облепихи как сопутствующей породы нижнего яруса.

3. Высокая густота древостоев, приводящая к их угнетению и препятствующая формированию вертикальной ярусности фитоценоза и почвообразованию.

4. Отсутствие технологического ухода за насаждениями, значительно снижающее эффективность проведенной рекультивации.

#### Литература

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С.51–57.
2. Анучин Н. П. Лесная таксация / Н. П. Анучин. – М. : Лесная промышленность, 1977. – 512 с.
3. Баранник Л. П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации / Л. П. Баранник. – Новосибирск : Наука, 1988. 89 с.
4. Баранник Л. П. Лесная рекультивация угольных карьеров в южном Кузбассе / Л. П. Баранник // Рекультивация в Сибири и на Урале. – Новосибирск, 1970. – С. 89–96.
5. Воронов А. Г. Геоботаника / А. Г. Воронов. – М. : Высш. шк., 1983. – 384 с.
6. Гаджиев И. М. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / И. М. Гаджиев, В. М. Курачев, Ф. К. Рагим-заде. – Новосибирск : Наука, 1992. – 305 с.
7. ГОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. – М. : ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1984. – 60 с.
8. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Кемеровской области за 2007 год». – Кемерово, 2008. – С. 368.
9. Морозов Г. Ф. Учение о лесе / Г. Ф. Морозов. – М. 1949. – 453 с.
10. Орлов А. Я. Почвенная экология сосны / А. Я. Орлов, С. П. Кошельков. – М., 1977. – 323 с.
11. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии. Нормативно-справочные материалы. – М., 2006. – 803 с.

## Problems of reforestation in Kuzbass

V. I. Ufimtsev

*Institute of Human Ecology SB RAS, Kemerovo*

**Abstract.** In article the analysis of a condition of forest plantings on recultivation sites in Kuzbass is carried out, the main problems of reforestation are noted. It is established that conditions of dumps are favorable for growth of pine, larch, cedar and birch trees. Formation mort-cover plantings is defined at a high density of kroner. High density of forest stands in pine plantings (over 2000 trees on 1 ha) leads to decrease in a course of growth and the general vital state. Negative consequences of joint landings of a pine with a sea-buckthorn which is short-lived and fire-dangerous culture are revealed. Universal degradation of one-specific plantings of a sea-buckthorn by 25–30 years is noted. Need of complex correction of technology of creation of forest plantings for achievement of a specific variety of being formed.

**Key words:** reforestation, dumps, embriozems, pine *Pinus sylvestris*, birch *Betula pendula*, sea-buckthorn *Hippophaë rhamnoides*, general vital condition, growth course, completeness, species diversity.

*Уфимцев Владимир Иванович*  
 Институт экологии человека СО РАН  
 650065, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10  
 кандидат биологических наук, научный сотрудник  
 тел. (3842) 57–51–19  
 E-mail: uwy2079@gmail.com

*Ufimtsev Vladimir Ivanovich*  
 Institute of Human Ecology SB RAS,  
 10 Leningragsky Av., Kemerovo, 650065  
 Ph.D. in Biology, research scientist  
 phone (3842) 57–51–19  
 E-mail: uwy2079@gmail.com