

DOI: 10.26730/1999-4125-2018-1-20-27

УДК 574.42

## ЗНАЧЕНИЕ РЕДИН КАК ФАКТОРА ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ

## IMPORTANCE OF OPEN FOREST AS THE FACTOR OF FORMATION OF SUSTAINABLE FOREST ECOSYSTEMS ACROSS TECHNOGENIC LANDSCAPES

Уфимцев Владимир Иванович<sup>1</sup>,

к.б.н., зав. лаб. рекультивации и биомониторинга, e-mail: uwy2079@gmail.com

Vladimir I. Ufimtsev<sup>1</sup>, Ph. D in Biology, research scientist,

Уфимцев Федор Георгиевич<sup>2</sup>,

студент, e-mail: ufimcevf@gmail.com

Fyodor G. Ufimtsev<sup>2</sup>, student

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, 650065, Россия, г. Кемерово, пр-т Ленинградский 10

<sup>1</sup>Federal research center of coal and coal chemistry of the SB RAS, Russia, 10 Ave Leningradsky, Kemerovo, 650065, Russian Federation

<sup>2</sup>Филиал Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева в г. Междуреченске, 652877, Россия, Кемеровская обл., г. Междуреченск, пр-т Строителей 36

<sup>2</sup>Branch of the T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University in Mezhdurechensk, 36 Ave Stroiteley, Kemerovo Region, Mezhdurechensk, 652877, Russian Federation

**Аннотация:** Проведена сравнительная оценка структурных компонентов молодых сосновых насаждений, формирующихся на участках лесной рекультивации отвалов угольной промышленности. Целью исследований явилось обоснование создания редкостойных лесов при рекультивации техногенных ландшафтов. Установлено, что по запасам стволовой древесины редины в 2,5-3 раза уступают сомкнутым насаждениям, однако по соотношению фитомассы нестволовых фракций к стволовой древесине значительно превосходят их. В этой связи редины обладают существенно большим фотосинтезирующим потенциалом и могут рассматриваться как более эффективные биологические системы депонирования атмосферного углерода. Определено, что в редирах создаются благоприятные условия для естественного возобновления популяции лесообразующего вида, что является неотъемлемым условием устойчивости экосистемы. Под покровом редины формируется развитый травостой, не уступающий по своим фитоценологическим характеристикам сложным луговым растительным группировкам, в то время как при высокой сомкнутости крон травостой не формируется. Развитый бобово-разнотравно-злаковый травостой редины способствует ускорению почвообразования, которое при высокой сомкнутости полога резко замедляется под влиянием трудноразлагаемого опада сосны. Благодаря сингенетичному формированию каждого компонента, редкостойные лесные экосистемы обладают значительным экологическим преимуществом по сравнению с сомкнутыми насаждениями.

**Abstract:** Comparative assessment of structural components of the young pine stands which are formed on the sites of reforestation of dumps of the coal industry has been carried out. The purpose of the studies was to justify the creation of open forests in the reclamation of technogenic landscapes. It is established that, the open forests rank below in the reserves of stem wood by 2,5-3 times to close stands, however they considerably exceed them in the ratio of the phytomass of non-stem fractions to stem wood. In this regard open forests have a significantly higher photosynthesizing potential and can be considered as highly effective biological mechanisms of atmospheric carbon deposition. It is defined that in the open forests favorable conditions for natural renewal of the population of a forest forming species are created being the integral condition of stability of an ecosystem. Under the cover of open forests, the developed herbage is formed which is conceding according to the phytocological characteristics to complex meadow vegetable groups, while at a high crown density, the herbage isn't formed. The developed legume-forbs-grass sward of open forests promotes acceleration of soil formation which at high crown density is abruptly slowed down under the influence of the recalcitrant pine fall. Due to syngenetic formation of each component, open forest ecosystems have considerable ecological advantage in comparison with close stands.

**Ключевые слова:** отвалы вскрышных пород, лесная рекультивация, техногенные лесные экосистемы, редины, подрост, травостой, эмбриоземы, устойчивость.

**Key words:** dump sites of overburden rock, reforestation, technogenic forest ecosystems, open forests, undergrowth, herbage, the embryonic soils, stability.

### Введение

Создание древесных насаждений – один из наиболее успешных технологических приемов возвращения в биологический кругооборот земель, нарушенных горнодобывающей промышленностью. При этом ведущее средообразующее значение имеют олиготрофные виды – лесообразователи, из которых наибольшее распространение при рекультивации отвалов вскрышных горных пород получила сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.).

К настоящему времени на отвалах Кузбасса произрастает более 11 тыс. га лесонасаждений с преобладанием сосны обыкновенной, что составляет почти половину всех рекультивированных земель (около 24 тыс. га) в регионе. Первоначально сосновые насаждения создавались по классическим лесохозяйственным методикам, которыми предусмотрена высокая норма высадки семян – до 8-10 тыс. шт. на 1 га [1, 2]. Такая густота способствует «вытягиванию» деревьев, быстрому очищению от сучьев, что является необходимым условием для формирования строевого леса, а также позволяет минимизировать возникновение пожаров, так как быстрое смыкание лесного полога препятствует развитию травянистого яруса и существенно снижает темпы накопления легкогогорючего материала. Однако по мере роста насаждений выяснилось, что в олиготрофных условиях отвалов насаждения с высокой густотой при отсутствии плановых рубок ухода реагируют снижением общего жизненного состояния особей и деградацией древостоя в целом. В период II класса возраста (20-40 лет) самоизреживание древостоев практически не наблюдается, так как деревья оказываются в условиях одинаковой конкурентной борьбы, существенно снижают линейный и, особенно, радиальный прирост, доли категорий угнетенных и сильно угнетенных деревьев становятся преобладающими. Товарные качества таких древостоев крайне низкие, а экологическая значимость насаждений оказывается сомнительной ввиду их метастабильного деградированного состояния.

В 1980-е гг. опытным путем доказана необходимость снижения густоты посадки до 2,5-3 тыс. семян на 1 га, что было отражено в последующих рекомендациях по лесной рекультивации [3]. Преимуществом данной нормы посадки оказалось то, что древостои без проведения рубок ухода сохраняют высокие темпы прироста и жизненное состояние в течение всего обозримого периода наблюдений вплоть до III класса возраста (старше 40 лет). Однако даже при такой густоте динамично развивается только исходный древостой, в то

же время другие неотъемлемые компоненты лесного фитоценоза – подрост и травостой – находятся в крайне угнетенном состоянии.

Изначально сосновые культуры на отвалах создавались как плантации лесохозяйственного назначения. В настоящее время стало понятно, что отсутствие рубок ухода, отчужденность участков рекультивации от естественных лесных массивов, и низкая товарность древостоев сводят к минимуму возможности будущего хозяйственного использования этих сосняков. В связи с этим созданные насаждения на отвалах имеют не лесохозяйственное, а рекреационное, значение, и при оценке эффективности рекультивации на первый план выдвигаются не лесоводственные, а фитоценологические характеристики [4], такие как:

- высокое видовое разнообразие сообщества;
- многоярусная высотная структура и горизонтальная дифференциация;
- самоподдержание популяции видов-эдификаторов;
- обеспечение высокой фотосинтетической активности;
- ускорение почвообразовательного процесса.

Кроме того, лесонасаждения на отвалах могут рассматриваться как объекты депонирования атмосферного CO<sub>2</sub>, поэтому таксационные характеристики, моделируемые на этапе закладки, должны обеспечивать положительный углеродный баланс.

Целью настоящей работы явилось обоснование эколого-ценотического преимущества редкостойных насаждений (редины) для формирования устойчивых лесных экосистем на отвалах угольной промышленности в Кузбассе.

### Объекты и методы

Характеристики объектов исследования приводились ранее в оригинальных публикациях [5]. Работы проводились на участках лесной рекультивации в Кемеровском, Беловском, Новокузнецком и Междуреченском районах Кемеровской области. Постоянные пробные площади подобраны с учетом ранжирования сомкнутости лесного полога от 20 до 100 % со ступенью ранжирования 5 %. Полевые материалы получены с 16 пробных площадей с различной сомкнутостью крон, сбор материалов проводился в 2013-2017 гг. При оценке характеристик травостоя и структуры почвенного покрова дополнительно были использованы материалы обследования луговых фитоценозов, сформировавшихся в результате самозарастания отвалов в тех же районах – 4 пробные площади. Ранее нами было установлено, что ход роста насаждений в молодом возрасте зависит, главным образом, от

агротехнологических условий рекультивации, а зональный фактор произрастания имеет второстепенное значение [6]. Это дает возможность объединить в виде повторностей данные с однородных пробных площадей, расположенных в разных подзонах Кузбасса.

Субстрат отвалов под покровом насаждений не имеет поверхностного слоя почвоулучшителей, сложен из гетерогенной горной массы различной размерности и способности к физическому выветриванию. Исследуемые культуры сосны обыкновенной II класса возраста (25-28 лет на момент изучения), не имеют выраженных признаков деградации древостоев. Средняя высота древостоев варьирует от 8,0 до 11,1 м, что соответствует I-II классам бонитета. Исходная густота посадки составляла 2,5-7,5 тыс. экз./га. Значительное, в ряде случаев, снижение густоты – до 0,2-0,3 тыс./га – обусловлено низкой приживаемостью семян в первые годы после посадки, и может рассматриваться как фактор случайности при дальнейшем формировании редины.

Закладка пробных площадей проводилась методами лесной таксации [7]. Проведены геоботанические описания местообитаний [8], изучены характеристики лесовозобновления [9, 10]. Определены параметры надземной фитомассы древостоя способом средней модели [11], живой фитомассы травостоя и запасов подстилки [12]. Математический анализ данных проведен с помощью программ MS Excel® и Past 3.0.

### Результаты и обсуждение

Кратное увеличение густоты древостоев обес-

печивает поступательное линейное возрастание сумм площадей сечений ( $\Sigma_{\text{сеч.}}$ ) и сомкнутости крон ( $\Sigma_k$ ) (рис. 1). Между  $\Sigma_{\text{сеч.}}$  и  $\Sigma_k$  выявлена очень высокая теснота связи – 0,96, что является характерным показателем для молодых древостоев [13] и демонстрирует пропорциональное изменение параметров запасов стволовой древесины под влиянием кроновых (нестволовых) фракций древостоя.

По соотношению стволовых и нестволовых фракций по сомкнутости крон выделяются 3 группы насаждений. В редины (А) при сомкнутости крон до 30 % и густоте до 400 экз./га формирование кроновой части превалирует над ростом стволовой древесины – внутривидовая конкуренция не выражена, емкость популяции не полная, имеются свободные экологические ниши для появления нового поколения сосны обыкновенной и/или поселения других древесных видов травянистой растительности.

В малосомкнутых насаждениях (Б) при сомкнутости крон 35-55 % и густоте 500-900 экз./га рост нестволовой части ограничен возрастающей внутривидовой конкуренцией, которая, однако, не оказывает подавляющего воздействия на прирост стволовой древесины – емкость популяции достигнута, прочие компоненты сообщества (травостой, подрост) находятся под регулятивным влиянием древостоев.

В средне- и высокосомкнутых (В) при сомкнутости крон  $\geq 60$  % и густоте 1,0-3,5 тыс. экз./га происходит снижение прироста стволовой древесины на фоне значительного подавления формирования кроновой части – емкость популяции находится на предельном уровне, создаются не-

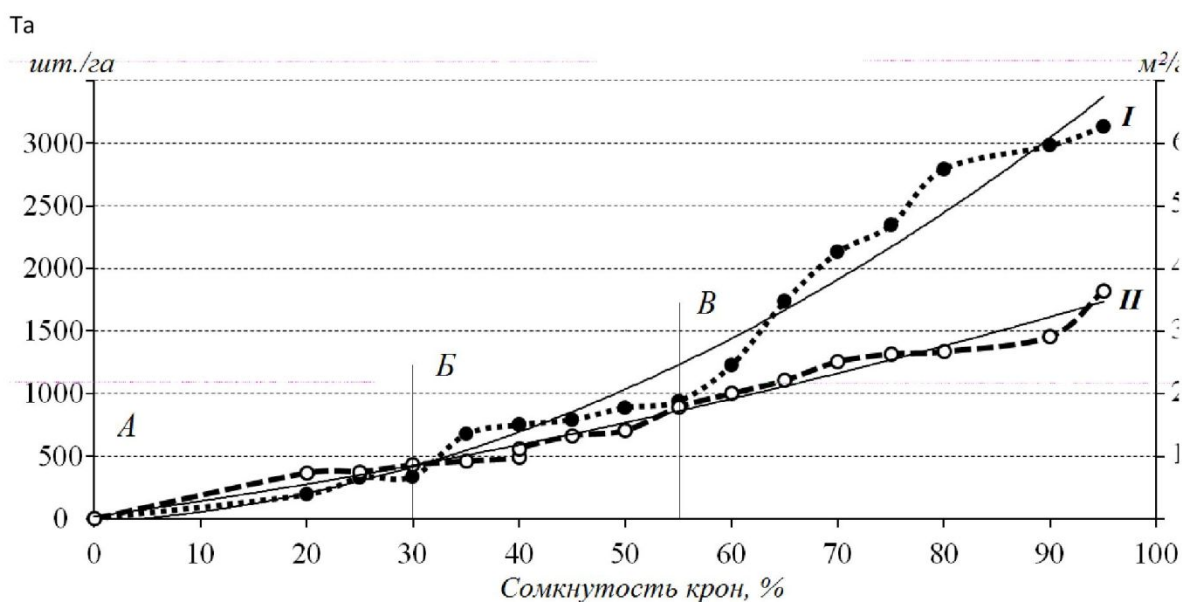


Рис. 1. Густота древостоев (I), шт./га, и суммы площадей сечений (II), м²/га, при различной сомкнутости крон.

Fig. 1. Density of forest stands (I), piece/hectare, and the sums of the areas of sections (II), sq.m/hectare, at various crown density.



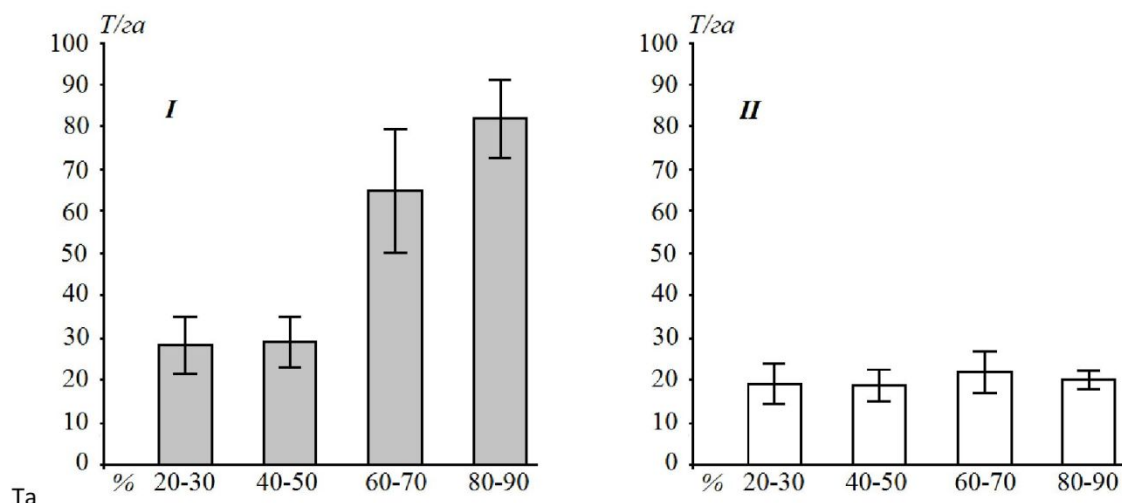


Рис. 2. Надземная фитомасса древостоев: соотношение нестволовой (I) и стволовой (II) фракций в различных градациях сомкнутости крон.

Fig. 2. Elevated phytomass of forest stands: a ratio of non-stem (I) and stem (II) fractions in various gradation of crown density.

благоприятные условия для лесовозобновления и поселения травянистой растительности.

Насаждения, относящиеся к этой группе – средне- и высокосомкнутые – лидируют по запасам стволовой древесины –  $64,9 \pm 14,7$  и  $81,9 \pm 9,2$  т/га абс. сух. вещества соответственно (рис. 2, I).

В рединах и малосомкнутых насаждениях запасы стволовой древесины в 2-3,5 раза ниже, что коррелирует с площадью сечений с теснотой связи 0,86. При этом фитомасса нестволовых фракций по градациям сомкнутости крон существенно не различается и варьирует в пределах 18,9-20,1 т/га абс. сух. вещества (рис. 2, II). Учитывая, что именно кроны как элемент древостоя обеспечивают процесс фотосинтеза, редины с позиций депонирования углерода равнозначны высокосомкнутым насаждениям, а имея свободное пространство для развития фотосинтезирующего аппарата – по

объемам уловления углекислого газа в дальнейшем могут существенно его превосходить [14].

Одним из важнейших условий устойчивости лесных экосистем является их способность к самовоспроизводству. Жизнеспособный подрост – до 82 % общего количества – присутствует и на прилегающих к насаждениям участках отвалов, однако его низкая встречаемость –  $12,5 \pm 4,9$  % – свидетельствует о слабом лесообразовательном процессе при естественном обсеменении отвалов сосной обыкновенной (рис. 3, II). В насаждениях встречаемость подроста высокая – от  $57,7 \pm 19,0$  % до  $82,2 \pm 8,2$  % – характеризует успешное возобновление во всех градациях сомкнутости крон (рис. 3, I). Однако только для редин характерна высокая доля благонадежного подроста –  $68,0 \pm 8,2$  %, в малосомкнутых насаждениях его для составляет  $10,7 \pm 3,0$  %, в остальных – близка к 0. Таким

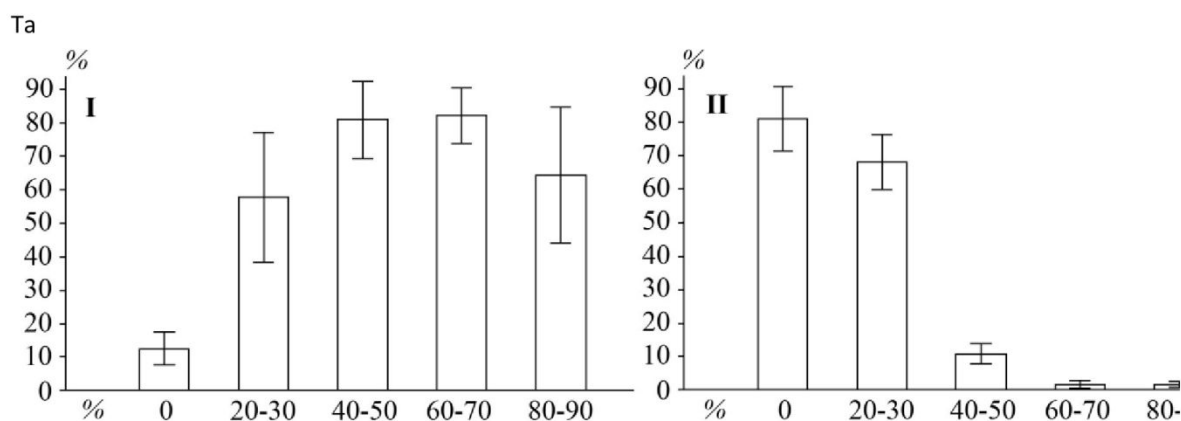


Рис. 3. Встречаемость (I, %) и доля благонадежного подроста (II, %) сосны обыкновенной в различных градациях сомкнутости крон.

Fig. 3. Occurrence (I, %) and share of reliable subgrowth (II, %) pine forestry crown density in various gradation.

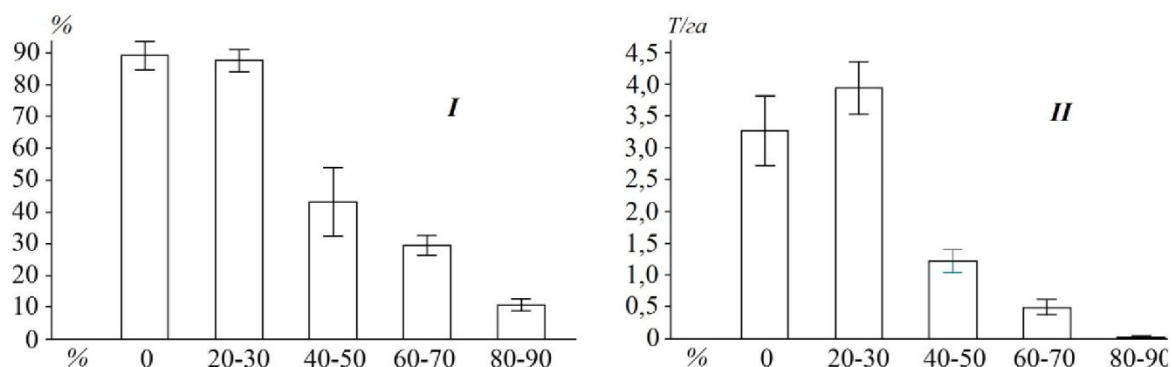


Рис. 4. Общее проективное покрытие (I, %) и надземная фитомасса травостоя (II, т/га абсолютно сухой массы) в различных градациях сомкнутости крон.

Fig. 4. The general projective covering (I, %) and the elevated phytomass of herbage (II, t/hectare of absolutely dry weight) in various gradation of crown density.

образом, на отвалах только в условиях редин может быть сформирована устойчивая разновозрастная популяция сосны обыкновенной.

Количество травянистых видов варьирует от 19 до 40 на 1 пробную площадь, по градациям сомкнутости крон в среднем – от  $20 \pm 3,7$  до  $27,5 \pm 4,3$ , статистически значимых различий по этому показателю нет. В рединах величина проективного покрытия травостоя сопоставима с показателями прилегающих луговин –  $87,7 \pm 3,4$  %, тогда как в каждой следующей градации сомкнутости отмечается снижение ОПП в 1,5-2,8 раза, достигая минимального значения в высокосомкнутых –  $10,6 \pm 1,9$  % (рис. 4, I).

Травянистый покров редин, обладая высоким ОПП, характеризуется выраженной горизонтальной дифференциацией: в подкروновых пространствах преобладают злаки, преимущественно *Poa angustifolia* *Agrostis gigantea*, к прикромовым пространствам приурочено произрастание бобовых – *Melilotus officinalis*, *Medicago lupulina*, *Amoria*

*repens*. В межкромовых пространствах формируется бобово-злаково-разнотравное сообщество с доминированием (в порядке снижения проективного покрытия) *Calamagrostis epigeios*, *Dactylis glomerata*, *Centaurea scabiosa*, *Achillea millefolium*, *Pimpinella saxifraga*, *Convolvulus arvensis*, *Amoria hybrida*, *Cirsium setosum* и др.

Различия по надземной фитомассе травянистого покрова между градациями сомкнутости еще более существенны (рис. 4, II). В рединах эта величина даже несколько выше, чем на луговинах –  $395,1 \pm 41,5$  т/га абс. сух. вещества. В каждой следующей градации сомкнутости крон по возрастанию фитомасса травостоя снижается в 2,5-3,2 раза, а в высокосомкнутых достигает нулевого значения.

Величина надземной фитомассы травостоя, как и фитомасса нестволовых фракции древостоя, может служить интегральным показателем фотосинтетической активности сообществ. Так, при отсутствии травянистого покрова в высокосо-

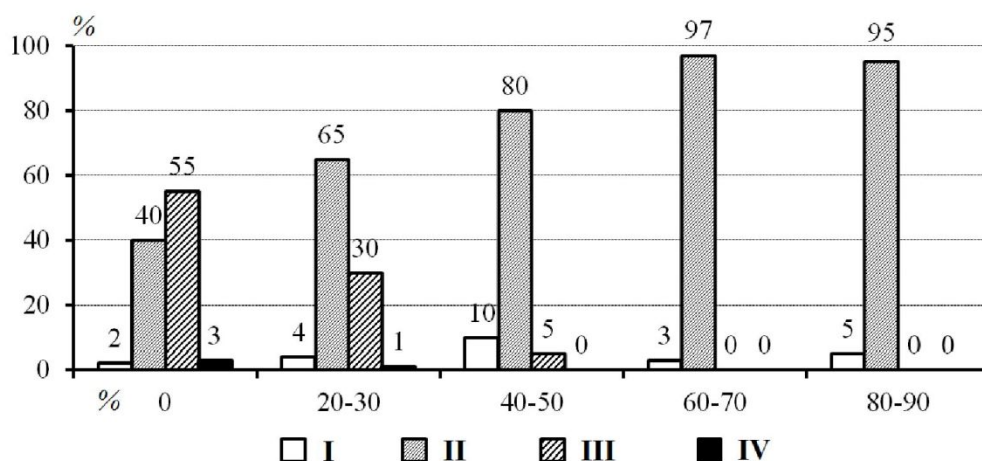


Рис. 5. Структура почвенного покрова сосновых насаждений по градациям сомкнутости крон: I – эмбриозем инициальный, II – эмбриозем органикоаккумулятивный, III – эмбриозем дерновый, IV – эмбриозем гумусоаккумулятивный.

Fig. 5. Structure of a soil cover of pine plantings on gradation of crown density: I – initial embryozem, II – organic-accumulative embryozem, III – cespitose embryozem, IV – gumus-accumulative embryozem.

мкнутых насаждениях поглощение  $\text{CO}_2$  осуществляется только кронами деревьев, а в редирах, при аналогичной фитомассе крон древостоя, его фотосинтетическая деятельность дополняется действием травянистого яруса, при ежегодном отмирании большей части которого существенная доля депонированного углерода уходит в почву [15]. Таким образом, вследствие благоприятного сочетания древесной и травянистой растительности, обеспечивающего выраженную пространственную структуру и высокую биологическую продуктивность местообитаний, средообразующее значение редины оказывается существенно выше, чем насаждений с более высокой сомкнутостью крон.

Результатом развития растительных сообществ на отвалах является сингенетически связанный с ним процесс формирования молодых почв – эмбриоземов. Согласно Классификации... 2002 года [16], каждый тип эмбриоземов является последовательной стадией начального этапа почвообразования, поэтому соотношение типов может служить эволюционной шкалой развития почвы как базиса будущей лесной экосистемы. Вследствие различий параметров травянистого покрова в основных насаждениях соотношение типов эмбриоземов в значительной степени варьирует по градициям сомкнутости крон (рис. 5).

Доля инициальных эмбриоземов стабильно незначительна, в пределах 2-10 %, без различий по пробным площадям.

Наиболее велика доля II эволюционной группы почв – эмбриоземов органоаккумулятивных. Их доля составляет 40 % на луговинах и 65 % в редирах, резко возрастает при смыкании крон: в средне- и высокосомкнутых мертвопокровных насаждениях они резко преобладают – 95-97 %.

Эмбриоземы III группы распространены на безлесных участках отвалов, а в редирах они занимают 2-е место по площади – около 30 %. Следует отметить, что дерновые эмбриоземы располагаются не только в межкronовых зонах, но и в подкronовых пространствах, где преобладают злаки. Однако уже при сомкнутости крон 40-50 % дерновые эмбриоземы под кронами деревьев не формируются, их общая доля падает до 5 %. В средне- и высокосомкнутых насаждениях эмбриоземы III не встречаются.

IV группа – эмбриоземы гумусоаккумулятивные – отмечены фрагментарно, только на луговинах – 3 %, и в редирах – 1 %, в насаждениях с сомкнутостью крон 40 % и выше не отмечаются.

Таким образом, редины, имеющие сомкнутость крон 20-30 %, по своим эколого-ценотическим и почвенно-экологическим свойствам сочетают в себе признаки луговин, по долголетнему накоплению древесины не уступают сомкнутым сосновым насаждениям, а по развитию экосистемных компонентов – превосходят их. Это подтверждает тезис о повышенных рекреационных качествах, произрастающих на отвалах

вкрышных пород, по сравнению с насаждениями лесохозяйственного назначения.

Вместе с тем редины, учитывая их благоприятные условия для формирования благонадежного подроста, в течение 1-2 поколений могут также быть преобразованы в продуктивные хозяйственно ценные древостои. Учитывая, что самосевные деревья II поколения обладают более развитой корневой системой (корни сеянцев при посадке в 70-90 % случаев повреждаются и в дальнейшем этот фактор так или иначе оказывает влияние на онтогенез всего дерева), перспективно использование редины и в качестве плантационно-обсеменительных посадок.

Весомым контраргументом считается потенциальная подверженность редины низовым пожарам. Так, легковоспламеняющаяся мортмасса травянистых видов будет служить проводником пожара, способствовать его развитию на значительной площади возгораний и, в итоге – повреждению или гибели древостоев. В сомкнутых насаждениях лесная подстилка почти полностью состоит из опада хвой, слабо поддерживающей горение, и низовые пожары под сомкнутым пологом не опасны. С другой стороны, долголетнее накопление большого количества трудноразлагаемого опада сомкнутых насаждений может приводить к редким, но опустошительным пожарам, переходящим в стадию верховых [17]. Горимость травянистых фитоценозов наблюдается значительно чаще, однако высокая частота пожаров препятствует аккумуляции горючего материала, и беглые низовые пожары в насаждениях I-II класса возраста не вызывают серьезных повреждений древостоев. Практический же опыт показывает, что пирогенный фактор приводит к деградации древостоев в двух случаях: при длительных подземных (эндогенных) пожарах углистых пород в толще отвалов, в смешанных насаждениях с участием облепихи крушиновидной, когда при смыкании крон сосны облепиха резко усыхает, формируя выраженный, до 2-3 м высотой, сухостойный подлесок [18]. В то же время, повсеместно высокое жизненное состояние подроста [19] в редирах свидетельствует о незначительности пирогенных процессов на начальном этапе (20-40 лет) формирования угольных месторождений техногенных лесных экосистем.

### Заключение

Редины – редкостойные культуры сосны обыкновенной, произрастающие на отвалах угольной промышленности – обладают экологическим преимуществом перед сомкнутыми высокополнотными насаждениями. В наземной фитомассе редины резко выделяется доля нестволовых фракций древесины, обуславливающей формирование фотосинтезирующего аппарата деревьев, что в большей степени может способствовать депонированию атмосферного углерода и долголет-



нему его сохранению в виде древесины. Благоприятный световой режим редины обеспечивает формирование многокомпонентного сомкнутого травянистого яруса, являющегося одним из ведущих факторов ускорения почвообразовательного процесса. Равномерное распределение благонадежного подроста – признак формирования разновозрастных популяций сосны обыкновенной, состоящей из 2-х и более поколений, более устойчивых в экологическом отношении. При этом первое поколение – материнские деревья – выступают обсеменителями территории, а второе и последующие поколения, в случае реализации лесохозяйственного направления лесных культур, могут

рассматриваться как товарные древостой. В отличие от сомкнутых насаждений, где развивается только исходный древостой, в редины сингенетично запускаются процессы формирования каждого компонента будущей лесной экосистемы. Поэтому с позиций возвращения нарушенных территорий отвалов в биологический круговорот, создание разреженных насаждений II класса возраста с сомкнутостью крон 20-30 % и густотой 300-500 деревьев на 1 га является перспективным направлением ландшафтно-рекреационной рекультивации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранник, Л. П. Лесная рекультивация угольных карьеров в южном Кузбассе // Рекультивация в Сибири и на Урале. – Новосибирск, 1970. – С. 89-96.
2. Калинин, А. М. О перспективах лесной рекультивации в Кемеровской области // Проблемы рекультивации земель в СССР. – Новосибирск, 1974. – С.232-236.
3. Баранник, Л. П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации. – Новосибирск, 1988. – 81 с.
4. ГОСТ 57446-2017. «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия». – М., 2017.
5. Ufimtsev, V. I. Ecological-Cenotic Role of Phytogenous Fields of Scots Pine on Coal Dumps / V. I. Ufimtsev, I. P. Belanov, O. A. Kupriyanov // Contemporary Problems of Ecology. – 2016. – Vol. 9. – No. 1. – Pp. 142-151.
6. Уфимцев, В. И. Условия произрастания сосны обыкновенной на эмбриоземах Кузбасса / В. И. Уфимцев, Ю. А. Манаков // Вестник Алтайского ГАУ. – Барнаул, 2011. – № 3 (77). – С. 61-64.
7. Анучин, Н. П. Лесная таксация. – Москва: Лесная промышленность, 1977. – 512 с.
8. Полевая геоботаника / Ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагин. Т. 5. М., Л., 1976. 320 с.
9. Парамонов, Е. Г. Разделение подроста сосны по жизнеспособности // Лесное хозяйство. – 1972. – № 5. – С. 24-25.
10. Побединский, А. В. Изучение лесовосстановительных процессов. – М., 1966. – 59 с.
11. Satoo T. A synthesis of studies by the harvest method: primary production relations in the temperate deciduous forests of Japan // D. E. Reichle (ed.). Analysis of temperate forest ecosystems. Ecological Studies, Vol. 1. – NY: Springer-Verlag, 1970. – Pp. 55-72.
12. Гришина, Л. А. Учет биомассы и химический анализ растений. Учебное пособие / Л. А. Гришина, Е. М. Самойлова. – М.: изд-во Московского университета, 1971. – 99 с.
13. Семечкина, М. Г., Структура фитомассы сосняков / М. Г. Семечкина, А. И. Бузыкин. – Наука, Сиб. отд-ние, 1978. – 165 с.
14. Ефимова, Н. А. Продуктивность естественных растительных покровов как элемент круговорота углекислого газа // Проблемы атмосферного углекислого газа. Труды сов.-амер. симпозиума. Душанбе, 12-20 октября 1980 г. – Л.: Гидропромиздат, 1980. – С. 79-85.
15. Трефилова, О. В. Фитомасса растительных сообществ на отвалах угольных разрезов юга Средней Сибири / О. В. Трефилова, Д. Ю. Ефимов, П. А. Оскорбин, Р. Т. Мурзакматов // Сиб. лесн. журнал. – 2016. – № 6. – С. 38-48.
16. Курачев, В. М., Классификация почв техногенных ландшафтов / В. М. Курачев, В. А. Андроханов // Сиб. экол. журн. – 2002. – № 3. – С. 255-261.
17. Фурьев, В. В. Роль пожаров в процессе лесообразования. – Новосибирск, 1996. – 251 с.
18. Уфимцев, В. И. Современное состояние и основные проблемы лесной рекультивации в Кузбассе // Известия Иркутского государственного университета. – 2013. – № 3. – С. 63-69.
19. Уфимцев, В. И. Естественное возобновление и семеношение сосновых насаждений на отвалах Кузбасса // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 6. – С. 84-93.

## REFERENCES

1. Barannik, L. P. Lesnaya rekul'tivaciya ugol'nyh kar'erov v yuzhnom Kuzbasse // *Rekul'tivaciya v Sibiri i na Urale*. – Novosibirsk, 1970. – S. 89-96.
2. Kalinin, A. M. O perspektivah lesnoj rekul'tivacii v Kemerovskoj oblasti // *Problemy rekul'tivacii zemel' v SSSR*. – Novosibirsk, 1974. – S.232-236.
3. Barannik, L. P. Bioekologicheskie principy lesnoj rekul'tivacii. – Novosibirsk, 1988. – 81 s.
4. GOST 57446-2017. «Nailuchshie dostupnye tekhnologii. Rekul'tivaciya narushennyh zemel' i zemel'nyh uchastkov. Vosstanovlenie biologicheskogo raznoobraziya». – M., 2017.
5. Ufimtsev, V. I. Ecological-Cenotic Role of Phytogenous Fields of Scots Pine on Coal Dumps / V. I. Ufimtsev, I. P. Belanov, O. A. Kupriyanov // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2016. – Vol. 9. – No. 1. – Pp. 142-151.
6. Ufimtsev, V. I. Usloviya proizrastaniya sosny obyknovЕННОj na ehmbriozemah Kuzbassa / V. I. Ufimtsev, YU. A. Manakov // *Vestnik Altajskogo GAU*. – Barnaul, 2011. – № 3 (77). – S. 61-64.
7. Anuchin, N. P. Lesnaya taksaciya. – Moskva: Lesnaya promyshlennost', 1977. – 512 s.
8. Polevaya geobotanika / Red. E. M. Lavrenko, A. A. Korchagin. T. 5. M., L., 1976. 320 s.
9. Paramonov, E. G. Razdelenie podrosta sosny po zhiznesposobnosti // *Lesnoe hozyajstvo*. – 1972. – № 5. – S. 24-25.
10. Pobedinskij, A. V. Izuchenie lesovosstanovitel'nyh processov. – M., 1966. – 59 s.
11. Satoo T. A synthesis of studies by the harvest method: primary production relations in the temperate deciduous forests of Japan // D. E. Reichle (ed.). *Analysis of temperate forest ecosystems. Ecological Studies*, Vol. 1. – NY: Springer-Verlag, 1970. – Pp. 55-72.
12. Grishina, L. A. Uchet biomassy i himicheskij analiz rastenij. Uchebnoe posobie / L. A. Grishina, E. M. Samojlova. – M.: izd-vo Moskovskogo universiteta, 1971. – 99 s.
13. Semechkina, M. G., Struktura fitomassy sosnyakov / M. G. Semechkina, A. I. Buzykin. – Nauka, Sib. otd-nie, 1978. – 165 s.
14. Efimova, N. A. Produktivnost' estestvennyh rastitel'nyh pokrovov kak ehlement krugovorota uglekislogo gaza // *Problemy atmosfernogo uglekislovgo gaza. Trudy sov.-amer. simpoziuma. Dushanbe, 12-20 oktyabrya 1980 g.* – L.: Gidropromizdat, 1980. – S. 79-85.
15. Trefilova, O. V. Fitomassa rastitel'nyh soobshchestv na otvalah ugol'nyh razrezov yuga Srednej Sibiri / O. V. Trefilova, D. YU. Efimov, P. A. Oskorbin, R. T. Murzakmatov // *Sib. lesn. zhurnal*. – 2016. – № 6. – S. 38-48.
16. Kurachev, V. M., Klassifikaciya pochv tekhnogennyh landshaftov / V. M. Kurachev, V. A. Androhanov // *Sib. ehkol. zhurn.* – 2002. – № 3. – S. 255-261.
17. Furyaev, V. V. Rol' pozharov v processe lesoobrazovaniya. – Novosibirsk, 1996. – 251 s.
18. Ufimtsev, V. I. Sovremennoe sostoyanie i osnovnye problemy lesnoj rekul'tivacii v Kuzbasse // *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2013. – № 3. – S. 63-69.
19. Ufimtsev, V. I. Estestvennoe vozobnovlenie i semenoshenie osnovnyh nasazhdenij na otvalah Kuzbassa // *Sibirskij lesnoj zhurnal*. – 2016. – № 6. – S. 84-93.

Поступило в редакцию 12.01.2018  
Received 12.01.2018