

Репш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

---

---

УДК 574.4

## Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Репш Н.В., Коляда А.С.

Приморский государственный аграрно-технологический университет

### Аннотация

*В процессе самозарастания отвалов Реттиховского буроугольного месторождения участвует 18 видов древесных и 15 видов травянистых растений. Наиболее активно на нарушенных землях распространяются береза плосколистная, тополи дрожащий и корейский. Среди травянистых растений преобладают рудеральные виды, на сухих участках присутствуют лесные виды – плаун годичный, виды щитовника и осоки. На основе анализа сукцессионных процессов выделены два типа фитоценозов в зависимости от уровня устойчивости. Даны рекомендации по оптимизации саморегенерации растительности на отвалах Реттиховского буроугольного месторождения.*

**Ключевые слова:** САМОЗАРАСТАНИЕ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ, БУРОУГОЛЬНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, СУКЦЕССИИ, ПРИМОРСКИЙ КРАЙ

---

### Введение

Каждый год промышленная деятельность человека приобретает все более серьезный характер для экосистем на планете. В России более 2 миллионов гектаров земель требуют проведения рекультивационных мероприятий. Приморский край не исключение, поскольку здесь растет количество земель, выделяемых под промышленные комплексы, свалки, карьеры и горнодобывающие отвалы.

Традиционная рекультивация является чрезвычайно затратной и требует значительных усилий. В связи с этим возникает потребность в поиске альтернативных, более эффективных и экономически выгодных методов восстановления почвенного

Реш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

---

---

покрова и природных экосистем. Ситуация осложняется тем, что действия по восстановлению почвенного плодородия часто проводятся с задержкой и не в достаточном объеме [1-4].

**Цель исследования** – выявить особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края.

Исследование охватывает многолетний период и направлено на предоставление практических рекомендаций, способствующих оптимальному восстановлению нарушенных экосистем и их почвенного покрова.

#### **Материалы и методы**

Сбор данных начался в 2004 году и продолжается в настоящее время. Для этого использовались в основном визуальные наблюдения и оценка обилия с использованием шкалы Друде, где Un. (unicum) – единственный экземпляр, Sol. (solitariae) – единично, Sp. (sparsae) – редко, Cop 1 (copiosae) – довольно обильно, Cop 2 (copiosae) – обильно, Cop 3 (copiosae) – очень обильно, Soc. (sociales) – сплошь. Описание растительности велось с учетом ее подъярусов, основанных на работе В.В. Пасьяуковой [5].

Почвенные образцы отбирались по стандартным методикам [6]. Химический анализ почв был проведен в период с 2004 г. по 2016 г. в ФГУ ГЦАС «Приморский», с 2017 г. по настоящее время – в лаборатории агрохимических исследований ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки.

В работе проведен анализ геоботанических описаний растительности с учетом обилия растительного покрова согласно методики В.И. Василевича [7]. Определение жизненных форм растений осуществляли по работе А.Б. Безделева и Т.А. Безделева [8].

#### **Результаты исследований**

По причине высокой стоимости и значительных затрат, связанных с процессом рекультивации, большинство выработанных территорий при закрытии разрезов остается под воздействием естественного восстановления. В ходе процесса самозарастания необходимо проводить наблюдения за естественной продуктивностью и искусственной регенерацией нарушенных территорий, при этом нужно учитывать время, потраченное на

Репш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

зарастание участков нарушенных земель на буроугольных отвалах южной части Приморского края.

Для долгосрочного мониторинга в качестве ключевого модельного участка нами было выбрано Реттиховское буроугольное месторождение, которое было открыто в 1956 году, начало разработки пришлось на 1961 год, а окончание добычи – на 1991 год.

Согласно данным геологоразведки, на месторождении было выделено два участка: Восточная и Западная мульды, на дне которых к 2003 г. сформировались обширные водоемы.

Исследования, проведенные в 2017 г., выявили существенные изменения в гидрологическом режиме объекта. Нами установлено поднятие уровня воды на несколько метров, а также объединение Западной и Восточной мульд в единый обширный водоем в периоды муссонных дождей.

Перед началом геоботанического описания в 2002 г. и повторного в 2003 г. был проведен отбор образцов почвы. По данным агрохимического анализа, уровень кислотности почвы высокий ( $\text{pH}^+$  – 3,3-4,6); относительно содержания NPK-элементов можно отметить следующее: подвижный азот присутствует в небольших количествах (1,8-3,2 мг/100 г), однако содержание фосфора недостаточно для обеспечения нормального роста растений ( $\text{P}_2\text{O}_5$  – 3,0-13,4 мг/100 г), в то же время уровень калия является относительно достаточным ( $\text{K}_2\text{O}$  – 5,4-28,2 мг/100 г) [9-10].

Общее содержание органического вещества в почве оценивается как довольно высокое (0,17–34,1%), что объясняется ограниченной эффективностью метода прокаливания, как отмечено В.В. Добровольским [6]. Это связано с тем, что в процессе анализа значительную долю органического вещества в почвенных образцах составляют уголь и угольные фракции. Однако следует отметить, что благоприятный для роста растений слой гумуса отсутствует, за исключением рекультивированных участков отвалов.

Исходя из данных за 2003–2004 гг., можно утверждать, что в процессе естественной рекультивации участвовали 18 различных видов деревьев и кустарников и 15 видов трав, главным образом, рудеральных [11].

Основные виды деревьев и кустарников, сыгравшие ключевую роль в процессе самозарастания отвалов Реттиховского буроугольного месторождения: береза плосколистная (*Betula platyphylla* Sukacz.), ива козья (*Salix caprea* L.), ива росистая (*S.*

Реш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

*rorida* Laksch.), ива Шверина (*S. schwerinii* E. Wolf), тополь дрожащий (*Populus tremula* L.), тополь корейский (*P. koreana* Rehd.), рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br.). Эти виды заселили, в основном, склоны южной, юго-западной юго-восточной и западной экспозиций (рис. 1). Виды рода *Salix* L. произрастают на относительно ровных площадках у основания склонов или на отвалах и ровных вершинах отвалов. Почвы этих мест песчано-глинистые или глинистые с примесью частиц угля в разной степени. Наполнение карьера водой привело к поднятию уровня грунтовых вод и оптимизации гидрологических характеристик на отвалах. Этот фактор, вместе с уменьшением содержания соли и кислотности в верхних слоях почвы из-за обильных осадков, существенно способствовал активизации процессов восстановления для роста растений.



Рис. 1. Формирование вторичного напочвенного покрова

Репш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

В настоящее время на указанных территориях наблюдается самозарастание в виде плотного древостоя, состоящего из тополя дрожащего, корейского, березы плосколистной. Важно отметить полное отсутствие в составе этого древостоя ивы козьей и росистой.

Нами так же отмечены новые виды древесных растений: черемуха Маака (*Padus maackii* (Rupr.) Kom.), ильм лопастный (*Ulmus laciniata* (Trautv.) Mayr), ольха волосистая (*Alnus hirsuta* (Spach) Fisch. ex Rupr.), маакия амурская (*Maackia amurensis* Rupr. et Maxim.), ясень маньчжурский (*Fraxinus mandshurica* Rupr.), клен зеленокорый (*Acer tegmentosum* Maxim.), калопанакс семилопастный (*Kalopanax septemlobum* (Thunb.) Koidz.), клен мелколистный (*Acer mono* Maxim.).

Кустарники представлены такими видами, как лещина разнолистная (*Corylus heterophylla* Fisch. Ex Trautv.), клен приречный (*Acer ginnala* Maxim.), бересклет малоцветковый (*Euonymus pauciflora* Maxim.). В более ранние периоды в составе кустарников преобладали ива козья и рябинник рябинолистный.

Рудеральный характер травянистого яруса, менее выражен, в его составе нами установлены типичные лесные виды: лютик японский (*Ranunculus japonicus* Thunb.), какалия копьевидная (*Cacalia hastata* L.), грушанка японская (*Pyrola japonica* Klenze ex Alef.), полынь маньчжурская (*Artemisia mandshurica* (Kom.) Kom.), серпуха венечная (*Serratula coronata* L), земляника восточная (*Fragaria orientalis* Losinsk.), чина Комарова (*Lathyrus komarovii* Ohwi).

На территориях, которые были подвергнуты рекультивационным мерам и посадке сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), также были зафиксированы изменения. Заметно увеличились размеры этих насаждений, что обусловлено их возрастом, ростом ежегодных приростов и благоприятным уровнем влажности. Изучаемая территория изначально занимала вершину карьера, где сформировались ксерофитные условия, в результате чего большинство деревьев имело средний или ниже среднего уровень жизнеспособности. Чаще всего встречались хвойные растения возрастом 2 года, более редко – 3 года; наблюдались хлороз и некроз хвои. В настоящее время хвоя достигла возраста 3–4 года, приобрела светло-зеленый оттенок, и площади хлороза и некроза значительно сократились. Тем не менее, также было зафиксировано семенное размножение, что представляет необычное явление для территории юга Приморского края. Это связано с недостаточно развитым напочвенным покровом, который обычно подавляет всходы обыкновенной сосны.

Репш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

---

---

В ходе исследований нами отмечено активное распространение таких видов как, береза плосколистная, тополь дрожащий, тополь корейский. Также присутствуют молодые экземпляры калопанакса семилопастного, реже аралии высокой (*Aralia elata* (Miq.) Seem.) и пихты белокорой (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.). Среди кустарников выделяются рябинник рябинолистный и шиповник даурский (*Rosa davurica* Pall.) [12].

В низинах напочвенный покров представлен рудеральными травянистыми видами. На более сухих участках наблюдается наличие характерных для лесных экосистем видов, таких как плаун годичный (*Lycopodium annotinum* L.) и виды щитовника (*Dryopteris* Adans.), а также видов рода осока (*Carex* L.), грушанка малоллистная (*Pyrola subaphylla* Maxim.), земляники восточной и лютика японского.

С течением времени выработанные карьеры начали заполняться водой, уровень грунтовых вод повышался, что привело к формированию почвенного слоя. В 2016 г. отмечено переполнение выработанных карьеров, жители этих территорий начали жаловаться на затопление домов и участков во время муссонных дождей.

В монопородных рекультивационных насаждениях наблюдалось практически полное отсутствие травянистого покрова, за исключением куртин из хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) и нестабильных скоплений рудеральных растений. Возраст насаждений составляет около 30 лет, при этом, не отмечено введение других видов древесных и кустарниковых растений. Инкорпорация других видов практически отсутствует, хотя были зафиксированы отдельные включения из березы плосколистной и ивы росистой. Подрост в монопородных осинниках представлен тополем дрожащим, а в дубовых насаждениях – тополем дрожащим и дубом монгольским (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.).

В результате наблюдений нами были отмечены следующие характерные виды древесных, кустарниковых и травянистых растений (табл. 1), которые составляют компоненты процесса самозарастания.

Реш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

Таблица 1. Основные древесно-кустарниковые и травянистые виды – компоненты самозарастания буроугольных отвалов

Семейство	Вид
Древесные растения	
Кленовые – Aceraceae Juss.	Клен негундо – <i>Acer negundo</i> L.
Березовые – Betulaceae S.F. Gray	Береза плосколистная – <i>Betula platyphylla</i> Sukacz.
Бобовые – Fabaceae Lindl.	Маакия амурская – <i>Maackia amurensis</i> Rupr. et Maxim.
Розовые – Rosaceae Juss.	Яблоня ягодная – <i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.
	Слива китайская – <i>Prunus salicina</i> Lindl.
	Малина боярышниковлистная – <i>Rubus crataegifolius</i> Bunge
	Рябинник рябинолистный – <i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br.
Ивовые – Salicaceae Mirb.	Тополь дрожащий – <i>Populus tremula</i> L.
	Т. корейский – <i>P. koreana</i> Rehd.
	Т. черный – <i>P. nigra</i> L.
	Ива козья – <i>Salix caprea</i> L.
	И. росистая – <i>S. rorida</i> Laksch.
	И. Шверина – <i>S. schwerinii</i> E. Wolf
Липовые – Tiliaceae Juss.	Липа амурская – <i>Tilia amurensis</i> Rupr.
Ильмовые – Ulmaceae Mirb.	Ильм низкий – <i>Ulmus pumila</i> L.
Травянистые растения	
Мятликовые – Poaceae Barnh.	Вейник наземный – <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth
	В. Лангсдорфа – <i>C. langsdorffii</i> (Link) Trin.
	Мятлик полевой – <i>Poa pratensis</i> L.
	Веероцветник сахароцветный – <i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim.) Benth.
	Пырей ползучий – <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski
	Тростник обыкновенный – <i>Phragmites communis</i> Trin.
Бобовые – Fabaceae Lindl.	Щетинник сизый – <i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.
	Ячмень гривастый – <i>Hordeum jubatum</i> L.
	Горошек приятный – <i>Vicia amoena</i> Fisch.
	Г. мышинный – <i>V. cracca</i> L.
	Клевер луговой – <i>Trifolium pratense</i> L.
	К. полевой – <i>T. campestre</i> Schreb.
	К. ползучий – <i>T. repens</i> L.
	Донник ароматный – <i>Melilotus suaveolens</i> Ldb.
Глицине соя – <i>Glycine soja</i> Siebold et Zucc.	
Розовые – Rosaceae Juss.	Амфикарпея японская – <i>Amphicarpaea japonica</i> (Oliv.) B. Fedtsch.
	Кровохлебка лекарственная – <i>Sanguisorba officinalis</i> L.
Астровые – Asteraceae Dumort.	Репяшок мелкобороздчатый – <i>Agrimonia striata</i> Michx.
	Амброзия полыннолистная – <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.
	Астра татарская – <i>Aster tataricus</i> L. Fil.
	Бодяк щетинистый – <i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Bieb.
	Кониза канадская – <i>Konzya canadensis</i> (L.) Cronq.
	Молокан татарский – <i>Mulgedium tataricum</i> DC.

Репш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

Семейство	Вид
	Осот короткоухий – <i>Sonchus brachyotus</i> DC. Одуванчик монгольский – <i>Taraxacum mongolicum</i> Hand.-Mazz. Полынь веничная – <i>Artemisia scoparia</i> Waldst. et Kit П. Гмелина – <i>A. gmelinii</i> Web. ex Stechm. П. красноножковая – <i>A. rubripes</i> Nakai Чихотник альпийский – <i>Ptarmica alpina</i> (L.) DC. Скерда кровельная – <i>Crepis tectorum</i> L. Тысячелистник обыкновенный – <i>Achillea millefolium</i> L. Трехребросемянник непахучий – <i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.
Кипрейные – Onagraceae Juss.	Энотера двулетняя – <i>Oenothera biennis</i> L.
Гречиховые – Polygonaceae Juss.	Спорыш птичий – <i>Polygonum aviculare</i> L. Щавельник курчавый – <i>Rumex crispus</i> L.
Яснотковые – Lamiaceae Lindl.	Тимьян разьединенный – <i>Thymus disjunctus</i> Klok.

Согласно флористическому анализу нарушенных земель буроугольных отвалов юга Приморского края, нами установлены разнообразные виды сукцессий, включая природные, автогенные, аллогенные, восстановительные, прогрессивные, рекультивационные, первичные, вторичные и антропогенные [13]. Эти виды сукцессий взаимодействуют друг с другом, изменяются вследствие воздействия внешних и внутренних факторов окружающей среды.

В процессе исследований нами также отмечены сукцессии, которые связаны с изменениями климата, почвенных условий, рельефа или уровня грунтовых вод, а также воздействием антропогенных факторов. Кроме того, на указанных территориях важную роль играют процессы биорекультивации, формирующие новые фитоценозы. Также отмечается наличие производных фитоценозов, которые проявляют различную степень долговечности и устойчивости.

Анализ сукцессионных процессов нарушенных земель буроугольных отвалов разреза «Реттиховский» позволил выделить два основных типа растительных сообществ в зависимости от уровня устойчивости:

1. Кратковременные фитоценозы, которые существуют в течение одного поколения и возвращаются к первоначальному состоянию. Примерами таких фитоценозов являются



Реш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

*Электронный научно-производственный журнал*

**«АгроЭкоИнфо»**

---

---

березняки и осинники, которые замещают широколиственные дубравы на участках отвалов разреза.

2. Долговременные фитоценозы, включая рекультивационные насаждения сосны обыкновенной (рис. 2). Эти сообщества сохраняются на протяжении продолжительного времени и обладают устойчивостью к изменениям [14].



Рис. 2. Рекультивационные насаждения сосны обыкновенной

Отвалы буроугольного разреза «Реттиховский» представляют собой места с разнообразными растительными сообществами, обусловленными, в основном, мезорельефом. Геоботанические описания и наблюдения за сукцессиями на участках буроугольного месторождения «Реттиховский» позволили выявить некоторые закономерности:

1. Древесные и травянистые покровы наиболее развиты на южных и западных склонах, в то время как склоны северной экспозиции практически лишены растительности, с небольшими участками начального зарастания.

2. Деревья преимущественно произрастают на плоских участках отвалов и на микротеррасах склонов с уклоном  $45^\circ$  и более крутым. Травянистый покров наиболее развит на склонах с уклонами  $30^\circ$  и на нижних частях склонов с уклонами от  $45^\circ$  до  $60^\circ$ .

3. На почвах с низким содержанием частиц угля наблюдаются наибольшее видовое разнообразие и покрытие травянистого покрова.

4. На несоленых, промывных почвах отмечена высокая жизненность, обилие и продуктивность для деревьев и травянистых растений.

5. Максимальное обилие и разнообразие напочвенного покрова наблюдается на местах, где произрастает береза плосколистная. Это указывает на активные процессы формирования гумуса. Вероятно, опавшие листья этой березы способствуют образованию легкого гумуса, щелочат почву и способствуют быстрому разложению частиц бурых углей.

Первым этапом природного восстановления следует считать возникновение сообществ рудеральных трав. Затем начальные сукцессии на плоских склонах или равнинных участках могут быть устранены в результате водной эрозии. Иногда эти процессы являются необратимыми, но часто, перед наступлением окончательного разрушения, травянистые растения успевают закрепиться, а также возникают деревья и кустарниковые заросли, главным образом представленные разнообразными видами березы маньчжурской и ив.

Продолжая своё развитие, корни растений в древесном ярусе придают устойчивость почве, что в свою очередь способствует снижению эрозии и процессов выветривания. Внизу, в низинах, скапливается опавшая листва, создавая благоприятные условия для вторичного распространения травянистого яруса. На начальных этапах этот ярус характеризуется преобладанием видов злаков (*Poaceae* Barnh.) и сложноцветных

(Asteraceae Dumort.), далее к ним добавляются представители семейств Бобовые (Fabaceae Lindl.) и Розовые (Rosaceae Juss.).

Крутые террасированные склоны подвергаются процессам природной регенерации, которые протекают более линейно. Первый этап – формирование пионерных скоплений рудеральных трав, второй – формирование древесного яруса с присутствием березы плосколистной, тополей дрожащего и корейского. На последнем этапе рудеральные травы постепенно уступают место лесным видам.

В процессе создания сообществ рудеральных трав происходит интеграция наиболее устойчивых древесных элементов, таких как ива росистая, Шверина, тополь дрожащий, тополь Максимович (*Populus maximoviczii* A. Henry), березы плосколистной. Однако, эти растительные сообщества обладают низкой устойчивостью и не способствуют накоплению органического материала в почве.

В другом сценарии наблюдается формирование разреженных групп ивы росистой, которая обладает мощным аллелопатическим влиянием, препятствующим заселению других видов древесных и кустарниковых растений.

С нашей точки зрения, бурьянистое распространение на остепненных территориях шлакоотвалов считается наименее перспективным в отношении восстановления верхнего покрова почвы, что связано с последствиями ветровой эрозии. В состав пионерных компонентов бурьянистого распространения входят различные виды полыни (*Artemisia* L.), которые изнуряют первоначальные органические ресурсы почвы и подавляют развитие микрофлоры почвы.

Для выхода из текущей ситуации может быть предложено управляемое искусственное восстановление нарушенных местообитаний через внесение семян или диаспор наиболее типичных для данной местности растений, совместно с микрофлорой, которая специфична для этих видов. Например, для растений, способных к азотфиксации, можно внести клубеньковые бактерии или фосфобактерии, что способствует более эффективному усвоению фосфора другими видами растений.

Для закрепления диаспор на крутых склонах буроугольных выработок необходимо внести изменения в рельеф. Ранее долгое время полагалось, что для этого требуется изменение макро- или, по крайней мере, микрорельефа. Однако, на основе наших обширных наблюдений становится ясно, что достаточно небольших изменений в ландшафтной реконструкции на уровне нанорельефа.

Репш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

---

---

Наиболее эффективным способом формирования верхнего покрова нарушенных местообитаний является контагиозное внесение диаспор видов, способствующих образованию сбалансированных сообществ, в сочетании с соответствующей микрофлорой. Это создает разрозненные участки напочвенной растительности, которая со временем успешно интегрируется и формирует непрерывное покрытие.

### **Выводы**

1. В процессе формирования сукцессий нами выделены различные направления процесса самовосстановления буроугольных отвалов, включая возникновение древесных мелколиственных растений и формирование зарослей бурьяновых растений.

2. Естественное самовосстановление не гарантирует стабильное развитие последовательности, способной интегрировать нарушенные участки в естественные циклы растительных сообществ.

3. Изменения в гидрологическом режиме, происшедшие на территории южной части Приморского края за последние четыре вегетационных периода, могут привести к существенным изменениям в процессах естественной регенерации нарушенных земельных участков.

### **Рекомендации**

Длительный процесс становления антропоценозов подчеркивает важность бережного отношения человека к процессам формирования естественных биоценозов. Нарушая их, следует руководствоваться принципом минимального воздействия в процессе их регенерации.

Возможные рекомендации по рекультивации выработанных территорий буроугольных отвалов на юге Приморского края:

1. Чтобы восстановить земли, нарушенные угледобычей, целесообразно в течение 3–5 лет после окончания выработки восстанавливать их использование путем умелого планирования. Этот процесс рекомендуется начинать еще на начальных этапах эксплуатации угольного разреза.

2. При осуществлении восстановительных мероприятий, направленных на воссоздание природного облика выработанных отвалов, необходимо учитывать зонные, климатические и почвенные особенности.

3. Активное применение широко распространенной практики выполаживания склонов в условиях Приморского края может вызвать интенсивное смыывание почв, провоцировать водную эрозию и разрушение верхнего слоя почвы. На территории южной части Приморского края более предпочтительным подходом может быть необходимость проведения террасирования крутых склонов, что позволит более эффективно сохранять напочвенное покрытие и предотвращать эрозионные процессы.

4. При разработке планов лесореставрационных мероприятий следует выбирать аборигенные виды деревьев и кустарников, способные противостоять негативному воздействию техногенных факторов. В роли ключевых кандидатов можно рассмотреть такие виды, как сосна могильная (*Pinus funebris* Kom.), кедровый стланик (*Pinus pumila* (Pall.) Regel), можжевельник сибирский (*Juniperus sibirica* Burgsd.), лиственница даурская (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.), береза плосколистная, тополь дрожащий и рябина бузинолистная (*Sorbus sambucifolia* Cham. et Schlecht.).

5. Монотипные моногенные лесные насаждения, состоящие из одного вида деревьев, не способствуют активному процессу формирования почвы и развитию верхнего растительного слоя. С учетом этой проблемы рекомендуется создание смешанных лесных насаждений, которые обладают большей устойчивостью, высокой продуктивностью и разнообразием видов.

6. Для выполнения лесореставрационных мероприятий рекомендуется использовать посадку растений, предпочитающих олиготрофные почвы с низким содержанием питательных веществ. К таким растениям можно отнести виды родов береза (*Betula* L.), клен (*Acer* L.) и дуб (*Quercus* L.). При выборе деревьев для восстановления на отвалах следует ориентироваться на их способность процветать в условиях низкой плодородности, выдерживать засухи и обладать устойчивостью к соли.

7. Рекомендуется проводить совместную посадку растений, способных накапливать азот, с основными породами. В этой роли могут быть использованы такие виды, как облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides* L.), леспедеца двухцветная (*Lespedeza bicolor* Turcz.), лещина разнолистная, маакия амурская, ольха волосистая и карагана уссурийская (*Caragana ussuriensis* (Regel) Pojark.).

8. С целью повышения видового разнообразия деревьев и кустарников в выращиваемых насаждениях рекомендуется вносить в новообразования почвы микоризу симбиотических грибов. Это способствует улучшению структуры отвалов.

9. Для усиления процесса образования гумуса рекомендуется использовать высокопродуктивные штаммы карбофиловых микроорганизмов. Они способствуют эффективной трансформации бурых углей в гумусовые кислоты.

#### Список использованных источников:

1. Жарников В.Б., Шукина В.Н. Обеспечение условий устойчивого землепользования в проектах разработки месторождений на территориях традиционного природопользования // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2012. – № 1 (17). – С. 72–78.
2. Belov A.N., Bersenyova S.A., Ivus O.N., Belova G.A. Restoration of ground vegetation covers of disturbed areas on brown-coal dumps in the South of Primorye of Russia // Systematic Reviews in Pharmacy. – 2020. – Vol. 11. – No. 3. – P. 538-543.
3. Ческидов В.В., Сенченко Д.С. Учебно-рекреационная рекультивация карьерных комплексов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2007. – № 7. – С. 238–241.
4. Розломий Н.Г., Белов А.Н., Берсенева С.А., Репш Н.В. Динамика естественного лесовосстановления на нарушенных землях в условиях Юга Дальнего Востока // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 6 (171). – С. 39–46.
5. Руководство к летней полевой практике по ботанике / под ред. В.В. Пасьяковой. – Л., 1970. – 65 с.
6. Добровольский В.В. Практикум по географии почв с основами почвоведения: Учебное пособие для студентов пед. институтов по геогр. спец. – М.: Просвещение, 1982. – 127 с.
7. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. – Л., 1969. – 232 с.
8. Безделев А.Б., Безделева Т.А. Жизненные формы семенных растений российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 296 с.
9. Афанасьев Р.А. Агрохимические аспекты точного земледелия // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. – № 2. – С. 38–43.
10. Махонина Г.И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2003. – 355 с.
11. Немцова В.В., Белов А.Н. Особенности искусственного формирования культур ландшафта отвалов бурогольных месторождений юга Приморья // Животный и растительный мир Дальнего Востока. – Уссурийск. – 2005. – № 9. – С. 25–27.



Репш Н.В., Коляда А.С.

Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

12. Белов А.Н., Касинцева М.В. Восстановление напочвенного покрова техногенно нарушенных земель Южного Приморья // Мат. II межд. конф. к 90-летию со дня рождения профессора А.Г. Еленевского «Систематические и флористические исследования Северной Евразии». – М.: МПГУ. – 2018. – Т. 1. – С. 74–79.

13. Белов А.Н., Репш Н.В., Ландык В.М., Ломова В.В. Формирование первичного напочвенного покрова на минерализованных почвогрунтах буроугольных отвалов Приморского края // Естественные и технические науки. – 2020. – № 3(141). – С. 73–75.

14. Белов А.Н., Репш Н.В., Хилькова М.К., Ломова В.В. Стадии формирования фитоценозов на техногенной территории Уссурийской ТЭЦ // Животный и растительный мир Дальнего Востока». – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет. – 2019. – Вып. 32. – С. 13–16.

**Цитирование:**

Репш Н.В., Коляда А.С. Особенности сукцессионных процессов на буроугольных отвалах южной части Приморского края [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 6. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st\\_621.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st_621.pdf). DOI: <https://doi.org/10.51419/202136621>.