

Особенности динамики изменения растительности при зарастании территории техногенного объекта в условиях юга Дальнего Востока (Россия)

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-1-80-85>

БЕЛОВ А.Н.

Канд. с.-х. наук, доцент,
доцент Дальневосточного
федерального университета,
690922, г. Владивосток, Россия,
e-mail: belov_an13@mail.ru

РОЗЛОМИЙ Н.Г.

Канд. биол. наук, доцент,
доцент ФГБОУ ВО «Приморский
аграрно-технологический университет»,
692510, г. Уссурийск, Россия,
e-mail: boss.shino@mail.ru

РЕПШ Н.В.

Канд. биол. наук, доцент,
доцент ФГБОУ ВО «Приморский
аграрно-технологический университет»,
692510, г. Уссурийск, Россия,
e-mail: repsh_78@mail.ru

БЕРСЕНЕВА С.А.

Канд. биол. наук, доцент,
директор Центра инклюзивного образования
Санкт-Петербургского
государственного университета,
199034, г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: svshatal@mail.ru

КОЛЯДА А.С.

Канд. биол. наук, доцент,
доцент ФГБОУ ВО «Приморский
аграрно-технологический университет»,
692510, г. Уссурийск, Россия,
e-mail: a.s.pinus@mail.ru

Любое нарушение экосистемы отражается на ее видовом составе. В статье представлены данные по флористическому сходству между различными стадиями сукцессии на участках заброшенной территории ТЭЦ, а также соотношение экологических образований на разных стадиях естественного лесовосстановления в условиях юга Дальнего Востока России; определено соотношение экологических групп растений на разных стадиях восстановления с использованием экологических шкал, сопоставлены результаты исследований с реальными свойствами почв. Статья подробно освещает процесс поэтапного зарастания шлакоотвалов и стадии изменения состава фитоценозов, для каждой стадии рассчитан коэффициент флористического сходства по Жаккару. Определено, что в ходе сукцессии происходит дифференциация экологических ниш растений, что увеличивает разнообразие экологических групп. По мере зарастания шлакоотвалов наблюдается тенденция к ацидификации растительности. Увеличивается число видов, имеющих относительно узкий интервал по кислотности, приближающийся к ацидофилам: в 2012 г. на исследуемых участках в больших количествах произрастает *Hippophae hamnoides* L. и *Lespedeza bicolor* Turcz., в 2015 и 2020 гг. наблюдается исчезновение этих видов. Происходит постепенный сдвиг диапазона баллов отношения к обеспеченности азотом от нитрофильных видов к субанитрофильным.

Ключевые слова: шлакоотвалы, самозарастание техногенных форм рельефа, фитоценоз, ацидификация растительности, Приморский край, Дальний Восток России.

Для цитирования: Особенности динамики изменения растительности при зарастании территории техногенного объекта в условиях юга Дальнего Востока (Россия) / А.Н. Белов, Н.Г. Розломий, Н.В. Репш и др. // Уголь. 2024. № 1. С. 80-85. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-1-80-85.

ВВЕДЕНИЕ

За последние несколько лет глобальная деградация лесов в результате различных антропогенных и природных нарушений привела к деградации экосистем и утрате биоразнообразия [1, 2, 3]. Нарушение естественных ландшафтов и развитие эрозионных про-

цессов приводят к широкому их распространению, выведению из хозяйственного оборота значительных земельных территорий [4, 5].

С течением времени естественный баланс фитоценоза начинает восстанавливаться [6]. Мониторинг состояния окружающей среды при естественном лесовосстановлении ландшафтов показывает, что в природно-климатических условиях Приморского края возможна смена фитоценозов, близкая к естественным сукцессиям.

В основном изучаются сложные ландшафты, но не элементарные пригородные леса [7]. Практики восстановления также ориентированы на сложные растительные сообщества [8]. При исследовании нарушенных естественных ландшафтов не изучены особенности смены древесно-кустарникового элемента, влияние осадков на состояние почв различных склонов, смена флористических групп [9], но при этом необходимо учесть, что восстановленные леса часто изолированы от «исходных» лесных участков, что может замедлить миграцию растений [10, 11, 12].

В работе мы предлагаем анализ динамики изменения растительного покрова, определили флористическое сходство между различными стадиями сукцессии, а также соотношение количества видов растений на разных стадиях нарушенного урбандиафрагмы, рассмотрели соотношение экологических групп растений на разных стадиях восстановления, сопоставив результаты исследований с реальными свойствами почв. В качестве биологических агентов мы учитывали древесные растения. Особое внимание уделяется древесно-кустарниковому ярусу, так как именно кустарниковый покров наиболее ярко отражает изменение экологических условий [13, 14].

МАТЕРИАЛ И ДАННЫЕ

Район исследования – территория промышленного объекта теплоэлектростанции (ТЭЦ), расположенная на северо-западной окраине города Уссурийска, Дальний Восток, Россия. Общая площадь – 215 га, координаты – 43°46′58″N 132°2′9″E (рис. 1).

Строительство объекта было начато в 1985 г. В 1987 г. была создана зона шлакоотвалов, для этого был удален весь плодородный слой почвы, вплоть до минерального горизонта, с прилегающего к стройплощадке склона сопки. На вершине сопки была произведена сплошная вырубка произрастающего там дубового леса. Длительное время склон сопки оставался без напочвенного покрова и подвергался струйной эрозии. Формирование самозарастания стало заметно выраженным в 1992 г., преобладающим компонентом которого являлись преимущественно рудеральные растения-азотонакопители – облепиха крушиновидная, леспецица двцветная, клевер луговой.

В 2012 г. работы по строительству Уссурийской ТЭЦ были официально приостановлены в связи с отсутствием финансирования. К этому времени произошло становление первичных растительных сообществ с преобладанием сомкнутых зарослей облепихи крушиновидной и леспецицы двцветной с вкраплением других древесно-кустарниковых видов, разнообразие травянистых растений резко снизилось, а у подножия склона стала развиваться бурьянистая растительность.

К 2014 г. произошло обогащение фитоценоза другими древесно-кустарниковыми видами за счет изреживания покрова азотонакопителей. В период с 2015 по 2020 г. за счет частых муссонов произошло разрушение раститель-

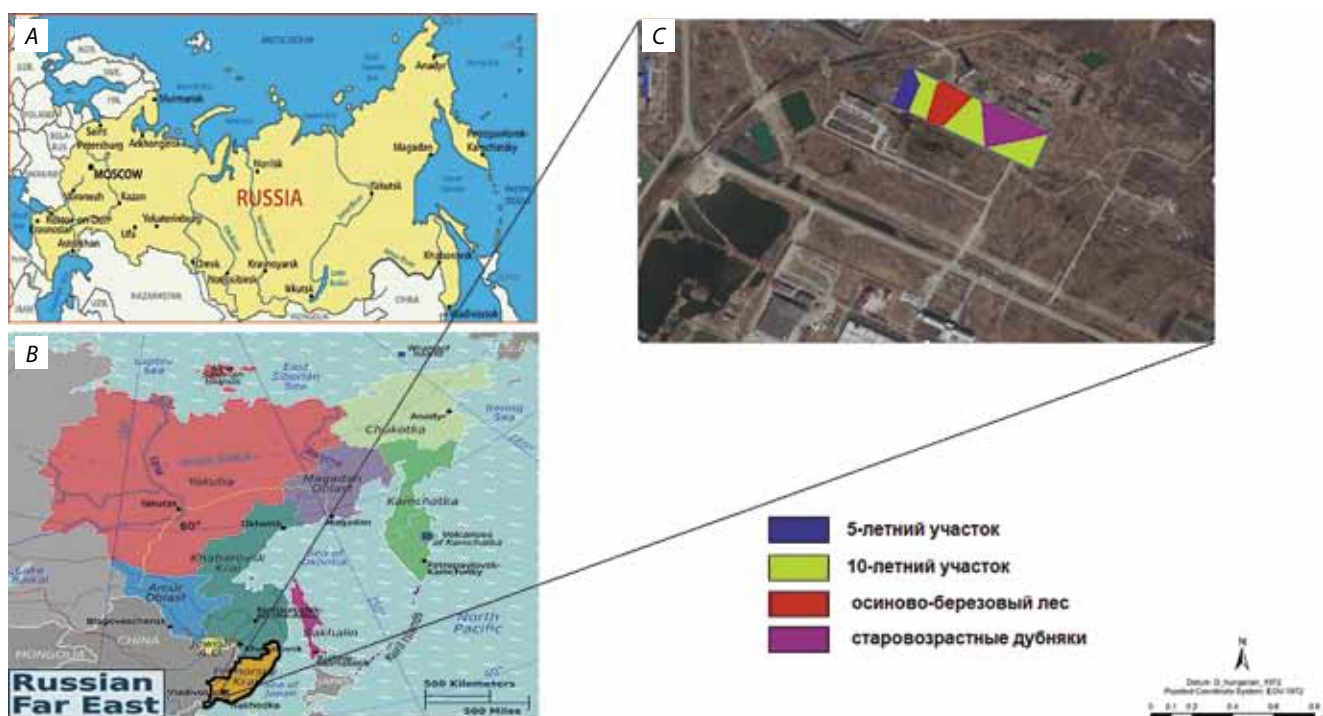


Рис. 1. Расположение объекта исследования:

A – Россия; B – юг Дальнего Востока, Приморский край; C – территория объекта исследования

Fig. 1. Location of the surveyed facilities:

A – the Russian Federation; B – southern part of the Far East, Primorsky Krai; C – territory of the surveyed facility

ных сообществ, что привело к значительному усилению эрозийных процессов.

Работы проводились в период 2010-2020 гг. Объекты исследования – участки заброшенной территории, соответствующие разным стадиям зарастания и расположенные в 1-2 км от основной строительной площадки ТЭЦ. Материнские породы – легкие суглинистые породы с большим количеством обломков, подстилаемых глинами на разной глубине (80-100 см и более) [15].

Исследования проводились на пяти участках (6-й участок являлся контрольным), находящихся на различных стадиях зарастания или разрушения растительных сообществ. В качестве контроля использовались старовозрастные дубравы с преобладанием в напочвенном покрове травянистого яруса и пятен *Sphagnum girgensohnii* (контроль).

Обследование растительности проводилось методом прерывистых ленточных трансект, так как работы проводились в различных орографических условиях [16]. На каждом из выбранных участков пробы размером 10×10 м располагались в трансектах с интервалом 50 м. Кустарники и деревья регистрировались на участках размером 10×10 м, а травы и злаки исследовались на участках размером 2×2 м. На каждом участке определялись виды растений, площадь и плотность всех кустарников и трав. Охват каждого растения измерялся визуально в пределах каждого участка отбора проб в соответствии со шкалой 1-5: 1 = менее 5%, 2 = 5-25%, 3 = 25-50%, 4 = 50-75%, 5 = 75-100%. Плотность видов растений регистрировалась путем подсчета числа особей в пределах 1×1 м. Видовое разнообразие определялось количественно по видовому богатству. Видовое богатство определяли путем подсчета количества видов в растительных сообществах в масштабе участка. После определения видов и подсчетов количества экземпляров на каждой пробной площадке определяли коэффициент Жаккара: $Kj = C/(A+B-C)$ (%), где *A* – количество видов на первой пробной площадке, *B* – количество видов на второй пробной площадке, *C* – количество видов, общих для 1-й и 2-й площадок.

Виды растений были определены на месте исследования. Образцы тех видов, которые не могли быть немедленно идентифицированы, были взяты в лабораторию, где они были идентифицированы путем сопоставления с определителями растений и сохранившимися гербарными образцами.

В дополнение к общему геоботаническому описанию наземная биомасса травянистого или кустарникового яруса (5 повторов на участке) отбиралась методом покоса с последующим анализом по видам и определением массовой доли каждого в покосе. Каждому фитоценозу был присвоен диапазон баллов активного богатства почвы по шкале Раменского (NS). С помощью теста наименьшей значимой разницы (LSD) был проведен односторонний дисперсионный анализ (ANOVA).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В течение 2010-2020 гг. в середине вегетационного периода (июль) исследования были проведены

на участках мониторинга (восточный склон, юго-западный склон, юго-восточный склон, подножие холма и западный склон).

Исследование флористического состава растительных сообществ для разных стадий зарастания отвалов представлено в *табл. 1*.

В 2010 г. на восточном склоне преобладали густые заросли облепихи, на гале-эфельных отвалах растительности не было. На юго-западном склоне, где преобладали перемытые «пески» с большой долей глинистого материала, растительность «болотного» типа покрывала всю поверхность участка. Юго-восточный склон (почвы – перемытые «пески», камень) интенсивно зарастал сорно-рудеральными травами. Подножие холма (свежая поверхность с трещинами усыхания) – растительность полностью покрывала поверхность участка – наблюдалось обилие видов-эвритопов. Западный склон (почвы – щебенка со значительной долей глинистого материала) быстро покрывался осиновым подростом.

При зарастании шлакоотвалов общее количество видов увеличивается с началом возобновления древостоя: именно на промежуточных стадиях сукцессии видовое разнообразие максимальное (*табл. 2*). При этом биомасса травянистого яруса, напротив, уменьшается в несколько раз. После окончательного смыкания древостоя количество видов в травяном ярусе резко сокращается, что, возможно, связано с уменьшением освещенности, но увеличивается количество видов в древесном и кустарниковом ярусах (*рис. 2*).

На 5- и 10-летнем участках количество видов уменьшилось, что связано с водной и ветровой эрозией почв, в осиново-березовом лесу и старовозрастных дубняках количество видов увеличилось. На месте вырубок, на вер-

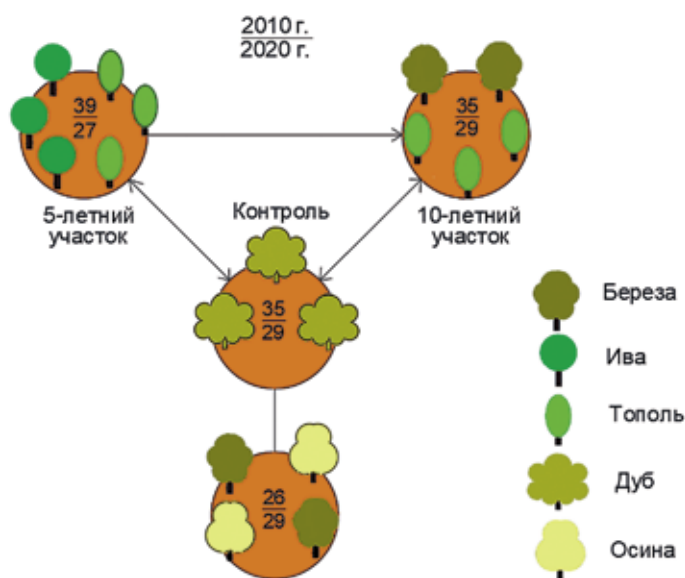


Рис. 2. Динамика изменения количества видов на площадках мониторинга (в числителе – количество видов в 2010 году / в знаменателе – количество видов в 2020 году; 5-летний участок – количество видов в 2015 году)

Fig. 2. Dynamics of changes in the number of species on the monitoring sites (numerator: the number of species in 2010 / denominator: the number of species in 2020; 5-year period: the number of species on the site in 2015)

Характеристика самозарастания техногенных форм рельефа
 Characteristics of self-organized vegetation on anthropogenic landforms

Место образования (вид деятельности)	Техногенные формы рельефа	Характеристика грунта	Время формирования, годы	Характер и интенсивность самозарастания
1. Восточный склон (место сплошной вырубки)	1. Холмисто-западинная поверхность, созданная с помощью мускуль-эфельные отвалы. 3. Покатый, выпуклый склон в правом борту долины	1. Перемещенная порода вскрыши из крупно- и мелкообломочного материала с заполнителем из мелкозема и почвенной органики. 2. Перемытые «пески»	2010	1. Густые заросли облепихи 2. Растительности нет 3. Пионерная растительность, очень рассеянно
2. Юго-западный склон (заброшенные площадки у дорог)	1. Гале-эфельные отвалы	1. Перемытые «пески» с большой долей крупнообломочного материала	1. 2010-2013	1. В основном слабая
	2. Покатые, выпуклые склоны вдоль бортов долины	2. Перемещенные «торфа»	2. 2010-2015	2. Средняя
	3. Понижения	3. Перемытые «пески» с большой долей глинистого материала, в отдельных местах перекрыты наилоком	3. 2010-2015	3. Сильная, по болотному типу
3. Юго-восточный склон (заброшенные площадки у дорог)	1. Пологоволнистая поверхность (рекультивированные гале-эфельные отвалы)	1. Перемытые «пески», камень	2010-2020	1. От слабой до сильной
	2. Покатые, выпуклые склоны вдоль бортов долины	2. Перемещенные «торфа»		2. Очень интенсивное
	3. Понижения	3. Перемытые «пески» с большой долей глинистого материала, часто перекрытые наилоком		3. Сильная, по болотному типу
4. Подножие холма	1. Гале-эфельные отвалы	1. Перемытые «пески»	2010-2020	1. Слабая и средняя
	2. Покатые, выпуклые склоны вдоль бортов долины	2. Перемещенные «торфа»		2. Средняя и сильная
	3. «Высокая пойма» в днище вновь формирующейся долины	3. Наилкок мощностью 20-30 см		3. Свежая поверхность с трещинами усыхания
5. Западный склон (заброшенные площадки у дорог)	1. Галечные отвалы	1. Перемещенная порода вскрыши из крупноглыбового материала	2010-2020	1. Слабая
	2. Эфельные отвалы	2. Щебенка со значительной долей глинистого материала		2. Осиново-тополево-березовый лес

Примечание: интенсивность самозарастания: сильная – среднее расстояние между растениями – 0,5 м, сомкнутость крон – до 0,6; средняя – среднее расстояние между растениями – 1,0 м (пределы: от 0,2 до 2,0 м); слабая – среднее расстояние между растениями – 2,5 м (пределы: от 1,0 до 4,0 м).

шине сопки, сформировалась свежая порослевая группировка дуба монгольского с леспедецей двуцветной и лещиной разнолистной в подлеске.

Все травы напочвенного покрова разделили на пять основных групп:

– сорно-рудеральная: полынь веничная (*Artemisia scoparia* Wladst. et Kit), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), осот короткоушковый (*Sonchus brachyotus* DC.);

– неморальные свиты: неморальная теневая: бор развесистый (*Milium effusum* L.), ослинник двулетний (*Onagra biennis* L.), Scop.) качим тихоокеанский (*Gypsophila pacifica* Kom.);

– мелколиственная опушечно-полянная (*Matricaria inodora* L., *Polygonum aviculare* L., *Rumex crispus* L., *Campanula cephalotes* Nakai). В основном полевые и опушечные виды осветленных местообитаний с очень богатыми почвами;

– осиновая: преимущественно осиновые леса на сравнительно богатых почвах (*Hemerocallis middendorffii* Trautv. et Mey., *Lilium pulchellum* Fish);

– эвритопы: виды, не имеющие четкой приуроченности к определенной свите (*Vicia amoena* Fish, *Trifolium pratense* L., *T. campestre* Schreb., *Astragalus schelichovii* Turcz., *Cilicium ussuriensis* Rgl. et Maack.).

Для каждого объекта мониторинга был определен диапазон баллов активного богатства почвы по шкале Раменского (NS). В ходе лесовосстановления наблюдается постепенное смещение в сторону олиготрофизации (табл. 3). Если на стадии молодой залежи пересечение большинства интервалов баллов трофности соответствует богатым почвам, то на старой залежи – в большей степени небогатым почвам, в осиново-березовом лесу – небогатым, в старовозрастном лесу – бедным.

В процессе зарастания происходит сужение диапазона баллов, особенно при переходе от молодого фитоце-

Динамика флористического состава фитоценозов при постепенном зарастании
Dynamics of floristic composition of phytocenoses during gradual self-organized vegetation

Возраст участка, тип растительности	2010 г.					2020 г.				
	Показатели мониторинга					Показатели мониторинга				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5-летний участок (2015 г.)	39	29	<i>Corexussuriensis</i> Kom., <i>A. gmelinii</i> Web. ex Stechm.	<i>Calamagrostisepigeios</i> (L.) Roth.), <i>A. sylvatica</i> Maxim	–	27	16	<i>Salix rorida</i> Laksch, <i>Populus davidiana</i> Dode	<i>Populus davidiana</i> Dode, <i>Betula mandshurica</i> (Regel) Nakai	–
10-летний участок (2020 г.)	35	25	<i>Corex ussuriensis</i> Kom., <i>Vicia amoena</i> Fish, <i>Trifolium pratense</i> L.	<i>Hippophae hamnoides</i> L., <i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.	–	29	19	<i>Matricaria inodora</i> L., <i>Onagra biennis</i> (L.), Scop.	<i>Populus davidiana</i> Dode	–
Осиново-березовый лес 5-10-летнего возраста с травяно-кустарничковым напочвенным покровом	26	16	<i>Vicia amoena</i> Fish, <i>Trifolium pratense</i> L., <i>T. campestre</i> Scheb., <i>Astragalus schelichovii</i> Turcz.	<i>Hippophae rhamnoides</i> L., <i>S. caprea</i> L.	31	29	15	<i>Achillea millefolium</i> L., <i>Matricaria inodora</i> L., <i>Onagra biennis</i> (L.), Scop.	<i>Betula mandshurica</i> (Rge. Nakai, <i>Tilia amurensis</i> Klok., <i>Pinus sylvestris</i> L.	39
Старовозрастные дубняки с преобладанием в напочвенном покрове дуба монгольского и скоплений <i>Sphagnum girgensohnii</i> Russow (контроль)	32	20	<i>Astragalus schelichovii</i> Turcz., <i>Cilycine ussuriensis</i> Rgl. et Maack, <i>Aster tataricus</i> L., <i>Cirsium setosum</i> (Wild.) M.	<i>Quercus mongolica</i> Fish., <i>Betula mandshurica</i> (Rge.) Nakai, <i>Tilia amurensis</i> Klok.	41	36	17	<i>Sonchus brachyotus</i> DC., <i>Artemisia scoparia</i> Wladst. et Kit, <i>A. gmelinii</i> Web. ex Stechm.	<i>Quercus mongolica</i> Fish., <i>Betula mandshurica</i> (Rge.) Nakai, <i>Tilia amurensis</i> Klok.	47

Примечание: 1 – количество видов, 2 – из них в напочвенном покрове, 3 – доминанты в напочвенном покрове, 4 – доминанты в древесно-кустарничковом ярусе, 5 – коэффициент флористического сходства по Жаккару с предыдущей стадией восстановления, %.

Таблица 3

Балльные оценки активного богатства почвы (трофности) для разных стадий зарастания объекта лесом

Scoring of active soil nutrient status (trophicity) for different stages of forest colonization of the site

Наименование	2010 г.	2015 г.	2020 г.
5-летний участок (с 2015 г.)	–	16-18	10-11
10-летний участок (с 2010 г.)	11-15	8-10	5-6
Осиново-березовый лес 5-10-летнего возраста	10-11	10-11	6-8
Старовозрастные дубняки	7-8	5-6	5-6

ноза (5 лет) к старому (10 лет). По причине ветровой и водной эрозии потенциальное плодородие почвы быстро снижается, что подтверждается сравнительно короткой сорно-рудеральной стадией. Так, в 2015 г. балл трофности в фитоценозе молодой залежи составляет 16-18, 10-летнего участка – 8-10, далее, соответственно, 5-6 и 6-8.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследование показало, что флористическое сходство старой залежи с мелколиственным лесом – всего 8-10%, хотя площадки, на которых они расположены, находятся рядом. Предположительно, ведущим фактором, лимитирующим разнообразие видов в мелколиственном лесу, являются процессы ветровой эрозии [4, 5]. Сходство осиново-березового леса 5-10-летнего возраста с травяно-кустарничковым напочвенным покровом со старовозрастным дубняком достигает 42%, несмотря на то, что напочвенный покров по мере роста леса становится более мозаичным. Видовой состав древостоя (включая и взрослые деревья, и подрост) становится более разнообраз-

ным по мере его развития. Если в 2010 г. доминантой был *Hippophae hamnoides* L. и *Lespedeza bicolor* Turcz. на всех исследуемых участках, то в 2020 г. доминантой становятся *Populus davidiana* Dode и *Betula mandshurica* (Rge.) Nakai, единично встречается *Pinus sylvestris* L.

Хотя древесные виды были зарегистрированы в процессе исследования, они были исключены из расчета коэффициента Жаккара по двум причинам: 1 – травянистые и древесные виды реагируют по-разному на изменение окружающей среды, на различия в скорости оборота и долголетия, поэтому, добавив сведения о древесной растительности, анализ может привести к неточным результатам в рамках текущего исследования; 2 – следует учитывать, что деревья могли быть посажены человеком, и не имеется никакой информации, чтобы отличить искусственные насаждения от естественной лесной растительности [12].

ВЫВОДЫ

Динамика изменения флористического состава склонов разных экспозиций происходит неодинаково, сход-

ство видов на разных площадках различно. Интенсивность восстановления зависит от процессов ветровой и водной эрозии. Полученные данные могут быть применены для увеличения биоразнообразия ландшафтов, реконструк-

ции угольных шлакоотвалов, восстановления естественных экосистем техногенных объектов.

Список литературы – см. References

Original Paper

UDC 622.85:58.02 © A.N. Belov, N.G. Rozlomiy, N.V. Repsh, S.A. Berseneva, A.S. Kolyada, 2024
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 1, pp. 80-85
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-1-80-85>

Title

FEATURES OF THE DYNAMICS OF CHANGES IN VEGETATION DURING OVERGROWING OF THE TERRITORY OF A MAN-MADE OBJECT IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF THE FAR EAST (RUSSIA)

Authors

Belov A.N.¹, Rozlomiy N.G.², Repsh N.V.², Berseneva S.A.³, Kolyada A.S.²

¹ Far Eastern Federal University, Vladivostok, 690090, Russian Federation

² Primorsky State Agrarian-Technological University, Ussuriysk, 692510, Russian Federation

³ Saint Petersburg State University, Center for Inclusive Education, St. Petersburg, 199034, Russian Federation

Authors Information

Belov A.N., PhD. (Agriculture), Associate Professor, e-mail: belov_an13@mail.ru

Rozlomiy N.G., PhD. (Biology), Associate Professor, e-mail: boss.shino@mail.ru

Repsh N.V., PhD. (Biology), Associate Professor, e-mail: repsh_78@mail.ru

Berseneva S.A., PhD. (Biology), Associate Professor, Director, e-mail: svshatal@mail.ru

Kolyada A.S., PhD. (Biology), Associate Professor, e-mail: a.s.pinus@mail.ru

Abstract

Any disturbance of the ecosystem affects its species composition. The article presents data on floristic similarity between different stages of succession in areas of the abandoned territory of a thermal power plant, as well as the ratio of ecological formations at different stages of natural reforestation in the conditions of the south of the Russian Far East; the ratio of ecological groups of plants at different stages of restoration was determined using environmental scales, and the research results were compared with actual soil properties. The article covers in detail the process of gradual overgrowing of slag dumps and the stages of change in the composition of phytocenoses; for each stage, the coefficient of floristic similarity according to Jaccard is calculated. It has been determined that during succession, differentiation of ecological niches of plants occurs, which increases the diversity of ecological groups. As slag dumps become overgrown, there is a tendency for vegetation to become acidified. The number of species with a relatively narrow range of acidity, approaching acidophiles, is increasing: in 2012, *Hippophae hamnoides* L. and *Lespedeza bicolor* Turcz. grow in large quantities in the study areas in 2015 and 2020. These species are becoming extinct. There is a gradual shift in the range of scores related to nitrogen supply from nitrophilic species to subnitrophilic ones.

Keywords

Slag dumps, Self-overgrowing of technogenic landforms, Phytocenosis, Acidification of vegetation, Primorsky Territory, Russian Far East.

References

- Curtis P.G., Slay C.M., Harris N.L., Tyukavina A. & Hansen M.C. Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 2018, 361 (6407), pp. 1108-1111. DOI: 10.1126/science.aau3445.
- Vogt P., Riitters K.H., Caudullo G. & Eckhardt B. FAO-State of the World's forests: forest fragmentation. *Publications Office of the European Union: Luxembourg*, 2019. DOI: 10.2760/145325.
- Mayor S.J., Boutin S., He F. & Cahill J.F. Limited impacts of extensive human land use on dominance, specialization, and biotic homogenization in boreal plant communities. *BMC Ecology*, 2015, 15 (5).
- Breshears D.D. The grassland-forest continuum: trends in ecosystem properties for woody plant mosaics? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2006, 4 (2), pp. 96-104.

5. Suding K., Higgs E., Palmer M., Callicott J.B., Anderson C.B., Baker M. & Randall A. Committing to ecological restoration. *Science*, 2015, (348), pp. 638-640. DOI: 10.1126/science.aaa4216.

6. Klaus V.H. Urban grassland restoration: a neglected opportunity for biodiversity conservation. *Restoration Ecology*, 2013, 21 (6), pp. 665-669. DOI: 10.1111/rec.12051.

7. Manning A.D., Lindenmayer D.B. & Fischer J. Stretch goals and backcasting: approaches for overcoming barriers to large-scale ecological restoration. *Restoration Ecology*, 2006, 14 (4), pp. 487-492. DOI: 10.1111/j.1526-100X.2006.00159.x.

8. Götzenberger L., de Bello F., Brathen K.A., Davison J., Dubuis A., Guisan A., Lepš J., Lindborg R., Moora M., Pärtel M., Pellissier L., Pottier J., Vittoz P., Zobel K. & Zobel M. Ecological assembly rules in plant communities—approaches, patterns and prospects. *Biological Reviews*, 2012, 87 (1), pp. 111-127. DOI: 10.1111/j.1469-185X.2011.00187.x.

9. Kövendi-Jakó A., Halassy M., Csecerits A., Hülber K., Sztár K., Wrba T. & Török K. Three years of vegetation development worth 30 years of secondary succession in urban-industrial grassland restoration. *Applied Vegetation Science*, 2019, 22 (1), pp. 138-149. DOI: 10.1111/avsc.12410.

10. Prach K. Vegetation development in central European coal mining sites. *Soil biota and ecosystem development in post mining sites*, 2013, pp. 38-52.

11. Wanner M. & Dunger W. Primary immigration and succession of soil organisms on reclaimed opencast coal mining areas in eastern Germany. *European Journal of Soil Biology*, 2002, 38 (2), pp. 137-143. DOI: 10.1016/S1164-5563(02)01135-4.

12. Fischer J. & Lindenmayer D.B. Landscape modification and habitat fragmentation: A synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, 2007, 16 (3), pp. 265-280.

13. Wang Q., Chen P., Li X., Feng Y., Song X. & Fu L. Review of forest health assessment methods. *Journal Of Nanjing Forestry University*, 2018, 61 (02), pp. 177-183.

14. Dong L. & Liu Z. Forest health assessments and multi-scale conversion methods. *Journal Of Nanjing Forestry University*, 2021, 45 (3), pp. 206.

15. Kostenkov N.M. & Purtova L.N. Post-technogenic soil formation on dump rocks as a factor in the restoration of natural landscapes. *News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2010, 12 (1-4), pp. 1032-1038. (In Russ.).

16. Mligo C. Diversity and distribution pattern of riparian plant species in the Wami River system, Tanzania. *Journal of Plant Ecology*, 2017, 10 (2), pp. 259-270.

For citation

Belov A.N., Rozlomiy N.G., Repsh N.V., Berseneva S.A. & Kolyada A.S. Features of the dynamics of changes in vegetation during overgrowing of the territory of a man-made object in the conditions of the south of the Far East (Russia). *Ugol'*, 2024, (1), pp. 80-85. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-1-80-85.

Paper info

Received August 31, 2023

Reviewed November 13, 2023

Accepted December 7, 2023

ECOLOGY