

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

УДК 574.4 + 581.524.3 (571)

ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Е. В. Ивакина¹, С. В. Осипов^{1,2}

¹ Тихоокеанский институт географии ДВО РАН
690041, Владивосток, ул. Радио, 7

² Дальневосточный федеральный университет
690950, Владивосток, ул. Суханова, 8

E-mail: sv-osipov@yandex.ru, Celenn@rambler.ru

Поступила в редакцию 23.07.2015 г.

Площадь техногенных территорий на Дальнем Востоке и в Сибири продолжает увеличиваться. Задача данной статьи – отразить степень изученности процессов лесовосстановления в горнопромышленных ландшафтах Дальневосточного региона. Результаты исследований техногенных ландшафтов Дальнего Востока России – это большой объем знаний, накопленных в течение полувека, но в настоящее время весьма разрозненных. Они не столь велики, как результаты исследований природных ландшафтов, но имеют важное прикладное значение. Время воздействия горной промышленности на ландшафты Дальневосточного региона относительно непродолжительное, в основном несколько десятилетий, поэтому результаты большинства исследований относятся к ранним, реже – к средним стадиям экологических сукцессий. Наиболее основательно охарактеризованы флористические особенности горнопромышленных территорий. Много работ посвящено закономерностям самовосстановления растительного покрова. Вопросы рекультивации рассматриваются для каждого участка отдельно. Рекомендуется проводить лесохозяйственную, рекреационно-озеленительную, санитарно-гигиеническую и мелиоративную рекультивации, которые предполагают разные схемы. Выбор древесных пород обычно рекомендуется проводить из числа аборигенных видов, так как они лучше приспособлены к местным условиям произрастания. Составлены списки древесных пород, наиболее успешно приживающихся на отвалах. При наличии обширной научной литературы малочисленны детальные исследования структуры и динамики нарушенных территорий. В частности, не изучена фациальная структура техногенных территорий, не рассматривались процессы восстановления растительности дифференцированно для разных типов местообитаний, отсутствуют детальные ландшафтные и геоботанические карты нарушенных территорий. К сожалению, не развиты мониторинговые исследования естественного и искусственного лесовосстановления.

Ключевые слова: техногенный, горнопромышленный, антропогенный ландшафты, растительность, флора, экологическая сукцессия, биологическая рекультивация, Дальний Восток России.

DOI: 10.15372/SJFS20160201

ВВЕДЕНИЕ

Площадь техногенных территорий на Дальнем Востоке, в Сибири и во многих других регионах мира продолжает увеличиваться. Озабоченность этим явлением отражена и в средствах массовой информации, и в научных публикациях. Проблемы восстановления нарушенных эко-

систем и ландшафтов на Дальнем Востоке затрагиваются во многих научных работах, однако знания о восстановительных процессах весьма фрагментарны. Во многом это обусловлено многообразием природных условий зон и районов, различиями технологических процессов, разнообразием экологических условий любой техногенной территории и другими особенно-

стями (Тарчевский, 1967; Колесников, Моторина, 1978; Тишков, 1994; Prach, Rušek, 2001). При этом почти нет обзорных и обобщающих работ по Дальневосточному региону, посвященных лесовосстановлению в горнопромышленных ландшафтах.

Задача данной работы – отразить степень изученности процессов лесовосстановления в горнопромышленных ландшафтах Дальневосточного региона, охватывающего Приморский, Хабаровский и Камчатский края, Амурскую, Сахалинскую и Магаданскую области, Еврейскую автономную область и Чукотский автономный округ.

Изучение растительного покрова техногенных ландшафтов российского Дальнего Востока начато в 1960-е гг. (Леонтьев, 1966) вместе с расширением исследований нарушенных ландшафтов в стране и мире (Walker et al., 2007; Моторина и др., 2009). В 1970–1980-е гг. во многих районах Дальнего Востока проведены исследования растительного покрова и разработаны рекомендации по рекультивации в конкретных физико-географических условиях. В 1990-е гг. исследования продолжаются, пожалуй, без заметного спада. В 2000–2010-е гг. наблюдается усиление интереса к процессам самозарастания нарушенных территорий.

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Состав растительного покрова – один из важнейших показателей, отражающих степень как нарушенности, так и восстановленности территории. Для некоторых горнопромышленных ландшафтов опубликованы аннотированные списки видов. Для прииска «Экспериментальный» в Магаданской области приведено 156 видов сосудистых растений (Беликович, 2001), для карьерно-отвальных комплексов Наталкинского золоторудного месторождения в той же области – 112 (Лысенко, 2006), для приисков «Софийский», «Кербинский» и «Херпучинский» в Хабаровском крае – соответственно 109, 111 и 136 (Осипов и др., 2008), для рудника «Березитовый» в Амурской области – 296 (Старченко, Борисова, 2010), для Ерковецкого месторождения там же – 155 (Шатохина, 2011), в Приморском крае для Лучегорского месторождения – 156, Реттиховского – 139, Липовецкого – 106 (Саламатова, Плошко, 1992), для Лузановского – 274 (Ивакина и др., 2013), для угольных терриконов

ООО «Правобережное» – 168 видов сосудистых растений (Пуртова и др., 2013).

Некоторыми исследователями проведен семейственно-видовой анализ, который показал перераспределение ведущих семейств во флоре техногенных местообитаний. Так, на дражных отвалах в Магаданской области ведущую роль по числу видов играют семейства Poaceae, Salicaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Cyperaceae (Лысенко, 2006). Распределение ведущих семейств Амурской области выглядит так: Asteraceae > Cyperaceae > Poaceae > Ranunculaceae > Rosaceae. Во флоре рудника «Березитовый» соотношение ведущих семейств меняется, на первое место выходят осоковые (Старченко, Борисова, 2010). Во флоре Ерковецкого месторождения этой же области (Шатохина, 2013), но другой природной зоны состав первых пяти семейств изменился: Asteraceae > Poaceae > Fabaceae > Polygonaceae > Salicaceae. На Реттиховском и Липовецком месторождениях наиболее многовидовыми семействами являются Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, а на Лучегорском к ним добавляется Polygonaceae (Саламатова, Плошко, 1992). Наблюдается увеличение с севера на юг количества представленных на техногенных территориях семейств.

Анализ эколого-ценотический и по жизненным формам показывают неодинаковые результаты даже в пределах одной природно-климатической зоны. Так, для Ерковецкого месторождения выявлено 59 жизненных форм (Шатохина, 2011) и 4 ценокомплекса (Шатохина, 2013). При этом анализ жизненных форм выполнен по стадиям сукцессии. Для приисков бореально-лесной зоны – 28 ценоэлементов (Осипов и др., 2008) или 5 (Морин и др., 2010) и т. д.

Эколого-ценотический анализ показал, что на дражных и эфельных отвалах Хабаровского края наибольшее число видов зарегистрировано в тундрово-боровом, на вскрышных отвалах – лесолуговом бореальном, в понижениях (пазухах и отстойниках) – травяно-болотном бореальном экоценоэлементах (Осипов и др., 2008). На дражных отвалах Магаданской области 68 % отмеченных видов синантропные (Лысенко, 2006). В карьере по добыче золота в Амурской области преобладают водно-болотные, неморально-лесные и светлохвойно-лесные виды (Старченко, Борисова, 2010). В Амурской области большую часть флоры представляют лугово-пойменные виды (Шатохина, 2013), в Приморье – сорно-рудеральные (Саламатова, Плошко, 1992; Пуртова

и др., 2013), но на отдельных разрезах отмечено преобладание луговой и лесной групп. Зарастание сорно-рудеральными видами с широкой экологической амплитудой отмечается также в верховьях р. Колымы (Беликович, 2001).

Анализ по жизненным формам растений показал, что на дражных отвалах в слиянии рек Омчак и Тенке (Магаданская обл.) преобладают многолетние травы, 27 % флоры отвалов – это малолетние травы и 12 % – кустарники. Среди многолетников 62 % занимают корневищные растения и 17 % – дерновинные (Лысенко, 2006). На территории Зейско-Буреинской равнины в начале зарастания доминируют стержнекорневые монокарпические травы с удлинённым побегом, на более поздних этапах они сменяются тонко-длиннокорневищными с удлинённым побегом и короткокорневищно-кистекарневыми с розеточным прямостоячим побегом поликарпиками (Шатохина, 2011). На отвалах угольных разрезов Приморского края преобладают многолетники, но на территории Липовецкого месторождения высока доля малолетников (Саламатова, Плошко, 1992). Для карьерно-отвальных комплексов Лучегорского месторождения (Приморский край) выделены следующие жизненные формы: деревья и кустарники летнезелёные листопадные, однолетние травянистые растения (вегетативно-неподвижные), многолетние, из них вегетативно-подвижные (короткокорневищные, способные образовывать дерновины, длиннокорневищные, стержнекорневые корнеотпрысковые), вегетативно-неподвижные (стержнекорневые) (Костенков и др., 2011). На юге Приморского края доминируют травянистые виды, при этом количество много- и однолетников одинаковое. Прямые наблюдения по описаниям 2009 и 2011 гг. выявили тенденции к уменьшению однолетних растений и к увеличению количества видов древесных растений. Среди травянистых видов преобладают вегетативно-неподвижные (стержне- и кистекарневые) (Пуртова и др., 2013).

Часто в работах упоминается, что в растительном покрове преобладают виды-анемохоры (Тихменев Е. А., Тихменев П. Е., 2012; Андриянова, 2014 и др.), но анализ флоры по способам диссеминации встречается редко. Изучение типов распространения семян в Южном Приморье показало, что среди видов с одним способом диссеминации преобладают анемо- и автохоры, среди видов с диплохорией – анемо- и баллистохоры (Ивакина и др., 2013).

Изучение адаптации растений к нарушенным местообитаниям позволило выделить ряд особенностей. Успешность закрепления какого-либо вида на территории зависит от способа опыления. На свежих сформированных отвалах возникает дефицит насекомых-опылителей, поэтому явное преимущество приобретают растения, опыляемые ветром и самоопыляемые (Тихменев Е. А., Тихменев П. Е., 2012). Исследования *Larix cajanderi* Мауг на дражных отвалах в Хабаровском крае показали, что произрастание вида приурочено к особым микроэкологическим местам включения глины или древесины, западинам с привнесённым опадом и т. п. Малочисленность вида на отвалах свидетельствует о неблагоприятной в целом среде обитания. В то же время значения ряда таксационных характеристик деревьев и морфоанатомических показателей хвои указывают на то, что рост и развитие лиственницы на дражных отвалах, как правило, лучше, чем на соседних целинных марях (Осипов, Бурундукова, 2005).

Количественный анализ позволил выделить некоторые особенности флоры. Коэффициенты сходства флоры двух удалённых друг от друга месторождений – Балецкого в верховьях Амура и Многовершинного в приустьевой части Амура – равны 0.5, отдельно для древесных видов – 0.6, для кустарников и трав – 0.4. Коэффициент для месторождения Балецкого и Солнечного горно-обогатительного комбината (Верхний и Нижний Амур) – 0.4, для древесных видов – 0.7, кустарников – 0.6, трав – 0.3. Наиболее близкими из сравниваемых объектов являются Солнечный ГОК и Бриаканский участок, расположенные в бассейне Нижнего Амура: коэффициент флористического сходства 0.5, коэффициенты для деревьев, кустарников и трав равны соответственно 0.8, 0.6 и 0.5 (Морин и др., 2009). Невысокие коэффициенты флористического сходства между как отдалёнными, так и близкими месторождениями свидетельствуют о своеобразии флористического состава каждого месторождения.

Для трех районов таежной зоны Нижнего Приамурья на основе дисперсионного анализа определено влияние трех факторов – географического и топографического положения и возраста техногенного рельефа на ярусы растительности, виды, биоморфные и эколого-ценотические группы. В пределах изученного региона географическое положение оказывает относительно слабое влияние на характеристики растительности, а топографическое положение

ние и возраст – более сильное (Осипов, 2006). Анализ сходства на нарушенных территориях в верховьях р. Колымы показал, что основные кластеры графов объединены согласно типам воздействия: дражные отвалы, разведочные ряды, участки, нарушенные золотодобычей, и т. д. (Беликович, 2001).

Анализ коэффициентов сходства участков естественного растительного покрова по мере удаления от источника загрязнения не дал однозначных результатов. При сравнении флористического состава растительности в 100 и 400 м от прииска «Кербинский» (Хабаровский край) можно заметить, что в целом коэффициент увеличивается. Такой неоднозначный результат, как пишут авторы, зависит от многих факторов, в том числе от появления на расстоянии 400 м видов, устойчивых к загрязнению (Морин и др., 2010).

Материал по растительности излагается двумя способами: перечисляются доминанты местообитаний (Малютенко, Никольская, 1973; Гусаченко, 1992; Саламатова, Плошко, 1992; Пугачев, Тихменев Е. А., 2007; Яборов, 2007; Морин и др., 2010; Шатохина, 2011 и др.) или приводятся названия растительных группировок и часто встречающиеся виды (Максимова, Поливанов, 1980; Беликович, 2001; Борисова, Старченко, 2009; Старченко, Борисова, 2010; Сибирина, 2012; Ивакина и др., 2013 и др.). Отмечено сочетание двух способов, когда для пионерных группировок перечисляются часто встречающиеся виды, а для существующих продолжительное время сообществ дается название, потому что на ранних стадиях сукцессии видовой состав непостоянен, доминирование зависит от факторов среды, структура в сообществах появляется позднее. Эксплуатация месторождений на Дальнем Востоке происходит исторически небольшой период времени, большинство сообществ находится на инициальных стадиях, поэтому в значительной части работ состояние растительного покрова характеризуется перечислением доминантов растительных группировок.

Участки золотодобычи в верховьях р. Колымы (Магаданская обл.) заняты ивняками и несомкнутыми растительными группировками с пойменными и рудеральными видами (Беликович, 2001). В этом же районе на территории горно-обогадательного комбината «Кубака» произрастают травяные группировки с 1–2 доминантами, в качестве которых выступают кипрей *Epilobium* L., злаки Poaceae Barnh., осо-

ки *Carex* L., ясколки *Cerastium* L., звездчатки *Stellaria* L., полыни *Artemisia* L., камнеломки *Saxifraga* L. и др., а также чозения *Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skvorts. и тополь (Тихменев Е. А., Тихменев П. Е., 2012). В техногенных ландшафтах п-ова Камчатка произрастают злаково-хвощовые (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., *Equisetum arvense* L., *Poa arctica* R. Br., *Leymus interior* (Hult.) Tzvel. и др.) группировки с ивами арктической *Salix arctica* Pall., удской *S. udensis* Trautv. et Mey. и красивой *S. pulchra* Cham. (Рассохина и др., 2009). В полностью измененных северо-таежных ландшафтах Юдомо-Майского и Алданского нагорий, хребтов Кет-Кап, Джугджур, Прибрежный и Омальский первыми поселяются травы: полынь побегоносная *Artemisia stolonifera* (Maxim.) Kom., мытник перевернутый *Pedicularis resupinata* L., иван-чай узколистый *Chamerion angustifolium* (L.) Holub, осока лапландская *Carex lapponica* O. Lang и др., затем – древесные породы семейств Salicaceae и Betulaceae. В серийных группировках широко представлены кустарники – рябинник рябинолистный *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br. и таволга иволистная *Spiraea salicifolia* L. и травы – ожика красноватая *Luzula rufescens* Fisch. ex E. Mey., мятлик сибирский *Poa sibirica* Roshev., полевичка волосистая *Eragrostis pilosa* (L.) Beauv., пыреи ползучий *Elytrigia repens* (L.) Nevski и амгунский *E. jacutorum* (Nevski) Nevski (Шлотгауэр, 2007).

На нарушенных участках рудника «Березитовый» в Амурской области формируются травяные (виды родов осока, ситник *Juncus* L., хвощ, мари *Chenopodium* L.) и кустарниковые (малина *Rubus idaeus* L., рябинник рябинолистный, ольховник кустарниковый *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar) парцеллы. Обычны такие древесные породы, как чозения, ложнополь сердцелистный *Toisusu cardiophylla* (Trautv. et Mey.) Kimura, береза плосколистная *Betula platyphylla* Sukacz., тополь душистый *Populus suaveolens* Fisch., сеянцы лиственницы Гмелина *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr., сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. (Старченко, Борисова, 2010). На участках золотодобычи Хабаровского края произрастают леса и редколесья из лиственницы Каяндера *Larix cajanderi* Mayr, березы плосколистной и тополя душистого с травяным покровом из иван-чая узколистного, вейника Лангсдорфа и др., изредка с кустарниками: ивами Шверина *Salix schwerinii* E. Wolf и росистой *S. rorida* Laksch., рябинником рябинолистным, таволгой иволистной и др. Распространены тра-

вяно-ивовые заросли, чозенники, ольховники, осоковые и хвощовые болота, лишайниковые пустоши (Осипов, 2005, 2006). В горно-таежных условиях на отвалах горных пород формируются древостои тополя душистого с подростом из пихты белокорой *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim., ели аянской *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carг. и травяным покровом из иван-чая узколистного, злаков и разнотравья (Борисова и др., 1987). Центральный участок Солнечного месторождения в центральной части хр. Мяо-Чан (Хабаровский край) зарастает стлаником и ольхой, в травяном ярусе представлены иван-чай, подорожник, мятлик. Распространены мхи и лишайники (Кукушкин, 1992).

На территории Среднего Сихотэ-Алиня растительность представлена разреженными злаковыми и полынными группировками, полынно-вейниковым травостоем с подростом мелколиственных пород, а также участками с подростом древесных и кустарниковых пород без травяного яруса (Максимова, Поливанов, 1980). При естественном зарастании отвалов разработки россыпей в Приморье в первое пятилетие после завершения горнодобывающих работ наблюдается биогрупповое распределение растительности. Видовой состав возобновления неоднороден. На положительных элементах рельефа доминируют тополь Максимовича *Populus maximowiczii* A. Henry, чозения, ольха пушистая, ольховник кустарниковый. В понижениях они сменяются различными видами ивы с ольхой. Наиболее низкие, заиленные участки понижений зарастают осоками и гигрофильным разнотравьем (Паюсова, Прокопьев, 1990).

На территории Павловского месторождения Приханкайской низменности произрастают разнотравные, вейниковые, тростниковые, полынные, хвощовые, ястребинковые, клеверные агрегации и группировки, пушицевые, мохово-разнотравные болота, пузырчатковые и рдестовые группировки, а также куртины осинового подроста (Ивакина и др., 2013).

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

В верховьях р. Колымы выделена одна серия зарастания дражного полигона россыпного месторождения. А. В. Беликович (2001) выделяет следующие стадии: I – отсутствие растительности, наблюдается в первые 5 (10) лет после формирования полигона; II – пионерная

растительность, отдельные особи чозении, до 20 (25) лет; III – ивняки с чозенией и тополем, до 50 (60) лет; IV – листовенничное возобновление, до 80 (100) лет; V – листовенничный лес, возраст 100–150 лет; VI – заболачивание марей, 150–250 лет. В настоящее время процесс достиг II–III стадий на участках, начатых обрабатываться в 30–40-е гг. Характер и скорость сукцессии, как пишет автор, зависят от наличия близких источников семенного материала. Если на бортах долины лес уничтожен, сукцессия на отвалах в долине может замедлиться на 40–60 лет.

На участках добычи россыпного золота в Хабаровском крае выделено 7 серий восстановления растительного покрова. Серия 1: первая стадия – лишайниковая агрегация и семиагрегация, длительность примерно 30–50 лет; вторая стадия – сомкнутого покрова кустистых лишайников, длится десятилетия. Серия 2 представлена на отвалах после технической рекультивации: первая стадия – агрегация и семиагрегация древесного подроста тополя душистого, березы плосколистной и листовенницы Каяндера, длится 10–20 лет; вторая стадия – лес и редколесье. Серия 3: первая стадия – агрегация и семиагрегация древесного подроста ив Шверина и росистой, тополя душистого и др., длится 5–10 лет; вторая стадия – лес или редколесье, формируется древостой из листовенницы Каяндера и/или тополя душистого, встречается подрост ели аянской. Серия 4: первая стадия не наблюдалась; вторая стадия – лес, длится несколько десятков лет, древостой состоит из березы плосколистной и листовенницы Каяндера с выраженным кустарниковым ярусом. Серия 5: массово разрастаются ивы Шверина, росистая, удская, вейник Лангсдорфа, ивняки с травяным ярусом, существуют десятки лет. Серия 6: формируются ивняки, чозенники, ольховники в пойме пазух и отстойников. Серия 7: осоковые и хвощовые болота в пазухах и отстойниках (Осипов, 2005, 2006).

На п-ове Камчатка выделена демулационная серия в субальпийском поясе. На инициальной стадии зарегистрировано 86 видов сосудистых растений. 10 видов трав и 3 вида кустарников (ива удская, таволга Бовера *Spiraea beauverdiana* Schneid и ольховник кустарниковый) встречаются с частотой более 50 %. Длительность стадии 1–8 лет. Для второй стадии длительностью 10–20 лет характерны злаково-хвощовые группировки. Набор видов обычен для речной долины (Рассохина и др., 2009).

Основными возобновляющимися породами в бассейнах рек Охотии являются лесообразую-

щие породы преобладающих лесных формаций: лиственница Каяндера, ели аянская и сибирская *Picea obovata* Ledeb., тополь душистый, осина *Populus tremula* L., береза плосколистная, ивы удская, Шверина, сухолюбивая *Salix bebbiana* Sarg. и сердцелистная. Анализ численности возобновления на учетных площадях показывает, что на первом месте по обилию и жизненности стоят представители семейства ивовых. Наибольшая скорость лесовосстановительных смен характерна для долин и шлейфов склонов, где развиты участки вскрыши. На заболоченных местообитаниях развитие получили лиственничники заболоченного ряда (сфагновые, багульниковые и ерниковые), мари и болота. Уничтожение мощного покрова из сфагновых мхов, хорошее прогревание почвенного профиля, увеличение дренирующих свойств субстрата, отступление мерзлоты – все эти факторы способствуют появлению возобновления 800–1800 экз. на 1 га. Восстановительные смены в этих условиях идут с участием тополя, березы плосколистной, осины и реже чозении (Шлотгауэр, 2007).

Естественное зарастание отвалов Солнечногорского месторождения на хр. Мао-Чан происходит в следующей последовательности: лишайники, мхи, кустарники – травянистые растения, ольха, береза – береза, осина, подрост ели и затем пихтово-еловые леса, повторяя тем пути естественной рекультивации в природе (Кукушкин, 1992).

В техногенных ландшафтах Ерковецкого бурогоугольного месторождения на Зейско-Буреинской равнине отмечена одна серия зарастания с четырьмя стадиями. На I стадии (пионерная растительность) выделено несколько сообществ из солянки холмовой *Salsola collina* Pall. и мари белой *Chenopodium album* L., а также группировки рудеральных видов. II стадия (простая группировка) складывается к 5–6 годам, характеризуется несомкнутым в наземном ярусе проективным покрытием 25–30 %. Наиболее ясно различаются по видовой насыщенности, флористическому составу 4 типа сообществ: солянковое, разнотравно-пырейное, полынное, разнотравно-иван-чаевое. К 8–10 годам простые группировки сменяются сложными (III стадия) с общим проективным покрытием 40–70 %. Выделяются 6 основных сообществ: полынно-пырейное *Elytrigia repens* + *Artemisia argyi* Levl. et Vaniot; полынно-соевое *Glycine soja* Siebold et Zucc. + *Artemisia umbrosa* (Bess.) Turcz. ex DC.; хвощово-полынное *Artemisia umbrosa* + *Equisetum arvense*; разнотравно-пырейное, разнотравно-бобовое и злаково-бобовое. К 13–17 годам, со-

гласно исследованиям, формируется замкнутый фитоценоз (IV стадия): разнотравно-злаковые и разнотравно-злаково-бобовые сообщества, в которых господство переходит к многолетникам. Общее проективное покрытие достигает 80–98 % (Шатохина, 2009).

На карьерно-отвальных комплексах Павловского месторождения Приханкайской низменности выделена одна серия зарастания с тремя стадиями, но при этом растительные группировки каждой стадии различаются на трех местоположениях: элювиальном, трансаккумулятивном и аккумулятивном (Сибирина, 2012; Сибирина и др., 2012). Согласно другим исследованиям, на карьерно-отвальных комплексах Павловского месторождения выделено 4 серии зарастания с тремя стадиями развития: ксеромезо-, мезо-, гигро- и гидроморфная. Выделены варианты серий. Продолжительность стадий варьирует и зависит от серии. Стадия 1 – пионерная – представлена агрегациями и семиагрегациями с доминированием горца развесистого *Persicaria lapathifolia* (L.) S. F. Gray и щетинника сизого *Setaria glauca* (L.) Beauv. Вторая стадия – простой группировки – заросли и микрокомбинации клевера, полыней, вейника, хвоща, ив, осинового подроста и др. Третья стадия – сложной группировки – представлена злаково-разнотравными и другими группировками, ивовыми зарослями, куртинами осинового молодого леса (Осипов, Ивакина, 2013).

Для техногенных ландшафтов Реттиховского месторождения, Лузановского разреза (Павловское месторождение) и Ворошиловского шахтоуправления на Приханкайской низменности выделены 4 серии и 4 стадии: пионерная, простой, сложной группировки и замкнутого фитоценоза. При этом стадия 4 отмечена только для терриконов Ворошиловского шахтоуправления и представлена белоберезово-осиновым шиповниково-лещиновым разнотравным лесом (Родаева, 2004).

Л. Т. Крупская (1992), обобщая этапы зарастания отвалов вскрыши угольных месторождений (Лучегорского и Реттиховского) и дражных полигонов (прииска «Херпучинский»), отметила, что развитие растительных сообществ идет от «пионеров» через разнотравно- и бобово-злаковых к злаковым ценозам. Выделяется несколько последовательных стадий: пионерная, простая, сложная группировки и замкнутый фитоценоз. На первой стадии главенствующая роль принадлежит иван-чаю узколистному, на второй стадии к 5–7 годам поселяются и господству-

ют древесные виды, а также травянистые рудеральные из сем. *Chenopodiaceae* и *Asteraceae*. На третьей стадии к 10–12 годам образуются одно-, двухъярусные ценозы с господством древесных видов.

Лесовозобновление в горнопромышленных ландшафтах бореально-лесной зоны начинается с поселения древесных пород пойменной растительности (тополя душистого, ольхи волосистой, ложнополья сердцелистного, чозении, ивы удской, красивой и др.). Изредка в массе встречается береза плосколистная. Лиственница Каяндера также поселяется на начальных этапах зарастания. Сосна обыкновенная поселяется на техногенных территориях редко, она отмечена для территории Амурской области рядом с местами естественного произрастания. К средне- и поздне-сукцессионным породам относятся представители темнохвойных лесов (пихта белокорая, ели аянская и сибирская), возобновление которых отмечено под пологом лиственных пород. В неморально-лесной зоне в горнопромышленных ландшафтах первыми появляются также виды пойм (тополь душистый только в северной части зоны, чозения, ивы удская, Пьеро и др.). Массовым видом является осина, изредка древостой образует береза плосколистная. Подрост сосны корейской *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc. встречается очень редко, отмечен под пологом тополельников на хвостохранилище в Северном Приморье.

Лесорастительные условия хорошо описаны на примере отвалов рассыпных месторождений в бассейнах рек Охотии (Шлотгауэр, 2007). Доминирование ив характерно для плоских, выровненных отвалов пойм с преобладанием средних по гранулометрическим показателям обломков горной породы или галечного материала. С возрастом крупноглыбового материала заметно падает сомкнутость возобновления пород, резко уменьшается численность тополя, чозении, ивы сердцелистной, раскидистой, Шверина и удской. И хотя тополь и чозения играют здесь доминирующую роль, они нигде не образуют сомкнутого полога. Деревья тополя отмечаются в западинах, заполненных мелкоземом. В основном это 18–20-летние экземпляры, развитость крон и жизненность которых различны. Такого же возраста чозения и ива нередко образуют большие площади проективного покрытия, так как имеют более развитую корневую систему и в первые два десятилетия обеспечивают себя влагой и минеральным питанием. Лиственница даурская *Larix gmelinii* образует небольшие скопления только в

пологе ивы, тополя и чозении. Она поселяется позже на 5–7 лет, ее развитию препятствуют не только сухость и уплотненность субстрата, но и температурный режим. Лесорастительные условия определяются также воздействием снегоотложения и ветровым режимом. Эти факторы коррелируют с экспозицией склонов. На откосах северных и северо-западных румбов и на вершинах, где снежный покров сдувается господствующими ветрами, происходит вымерзание (физиологическое иссушение) саженцев, особенно хвойных (лиственницы, ели, кедрового стланика *Pinus pumila* (Pall.) Regel).

Горная промышленность оказывает разноплановое воздействие на растительный покров. Показано влияние на растительность преобразования местообитаний в связи с резким увеличением пожаров и палов, а также осушением массивов лесов, лугов и болот при проведении различного рода работ, связанных с прокладкой дорог и строительством временных поселков (Шлотгауэр, 2007). Выделяются следующие фазы дигрессии растительного покрова: угнетения видов; выпадения чувствительных видов; структурных перестроек экосистемы и ее разрушения (Морин и др., 2009).

Исследование техногенного воздействия в Приморском крае показало изменение в структуре дубняков в радиусе до 2 км от химкомбината: древостой угнетен, из состава выпали некоторые виды, сомкнутость крон древесного и кустарникового ярусов снизилась до 0.1–0.2, в наземном ярусе снизилось количество видов, остались газо- и пожароустойчивые виды (Шеметова, Малащенко, 1990). Аналогичные исследования Хинганского месторождения показали, что заметное влияние на растительность наблюдается в радиусе до 3 км от комбината и до 1 км от хвостохранилища (Морин и др., 2010). Также отмечено, что при удалении от Корфовского месторождения в Хабаровском крае снижается стерильность пыльцы, что говорит о наличии воздушного загрязнения (Озарян и др., 2009).

Можно заметить, что нет единого критерия выделения серий и стадий естественного восстановления растительности. Существуют различные подходы и способы выделения растительных группировок по структуре растительных сообществ, по доминирующим видам и жизненным формам. Большая часть авторов (Крупская, 1992; Родаева, 2004; Шатохина, 2009; Сибирина, 2012; Осипов, Ивакина, 2013) придерживаются классификации инициальных стадий зарастания, разработанной А. Г. Вороновым (1973).

СТРУКТУРА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ И ТЕМАТИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Актуальной проблемой остается изучение динамических процессов с помощью крупномасштабного картографирования. Ландшафтно-экологические исследования в техногенных ландшафтах проведены на россыпных месторождениях Юдомо-Майского нагорья (Мирзеханова, Шлотгауэр, 1991) и на месторождениях бурого угля Зейско-Буреинской равнины (Борисова, 2004). В результате исследований построены ландшафтные карты и схемы экологической обстановки, показывающие степень и структуру трансформации ландшафтов. На их основе разрабатываются меры по санитарно-гигиенической и биологической рекультивации, даются оценка и прогноз остроты экологических ситуаций, техногенных нагрузок и проч. В Амурской области для рудника «Березитовый» и его окрестностей составлена геоботаническая карта (Старченко, Борисова, 2010). Для зоны влияния химкомбината в Сихотэ-Алинском биосферном районе составлена карта-схема ассоциаций, показывающая разнообразие восстановительных смен и иных динамических процессов, происходящих в фитоценозах (Шеметова, 1990).

Карты экологической обстановки природной среды включают в себя не только техногенную территорию, но и зону влияния горного производства. Отмечается трансформация всех компонентов ландшафта (Старожилов и др., 2011). Складированные отходы, хвостохранилища и проч., имея разнообразный состав и свойства, содержат загрязняющие биосферу токсичные элементы, способствуют опасному загрязнению почвенно-растительного покрова прилегающих территорий; определяют потенциально высокий и продолжительный риск загрязнения поверхностных и подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, хозяйственно-бытовых и рыбохозяйственных нужд и др.; представляют опасность для природных систем загрязнения пылью и газообразными продуктами разрушения отходов; провоцируют нарушение экологического равновесия (Лескова и др., 2007).

ВОПРОСЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Общие требования к рекультивации земель определены ГОСТами 17.5.3.04-83, 17.5.1.02-85.

Разработаны рекомендации по биологической рекультивации на северо-востоке страны (Подковыркин, 1985). Меры по рекультивации техногенных ландшафтов включают несколько этапов: определение пригодности субстратов к рекультивации и способов стабилизации техногенного рельефа, подбор соответствующих данным условиям видов, разработка схемы рекультивации с использованием доступных на предприятии технических средств.

Л. Г. Крупская (1992) выделила пригодные, малопригодные и непригодные к рекультивации горные породы на основе показателей pH среды, содержания углерода, гранулометрического состава, биогенности и твердости. К пригодным горным породам отнесены четвертичные отложения, аргиллиты, алевролиты, сапропель, торф низинный; к малопригодным – суглинки, верховой торф, глина со щебнем, галька, дресва, гравий, известняк, доломиты, дайки, сланцы, песчаники цементированные; к непригодным – трудновыветриваемые скальные и токсичные породы.

Неоднозначно мнение о планировке техногенного рельефа при горнотехнической рекультивации. Проведенные в Приамурье и Приморье работы показывают, что ровные площадные поверхности отвалов открыты ветрам, выдувающим снежный покров и мелкозем и приводящим к летнему иссушению, испытывают значительные перепады температур, имеют неблагоприятные условия увлажнения (в процессе планировки субстрат сильно уплотняется) (Борисова, 2008). А. Ю. Гусаченко (1992) отмечает отрицательное влияние предпосадочной планировки: состояние сосны на участках со сплошной планировкой хуже, чем на тех, где только срезали гребни и засыпали промоины. Накопление древесной массы у таких сосен идет в 2–2.5 раза медленнее. Отметим, что исследования, в результате которых отмечено отрицательное влияние планировки, проводились на субстратах, признанных потенциально плодородными, благоприятными для естественного восстановления и биологической рекультивации (Паюсова, Прокопьев, 1981, 1983 по: Крупская, 1992; Гусаченко, Саболдашев, 1989; Гусаченко, 1992; Борисова, 2008; Борисова, Старченко, 2009). Практика показывает, что горнотехническая рекультивация зачастую проводится на отвалах, где сформировался растительный покров на инициальных стадиях сукцессии, при этом не учитываются экологические, фитоценотические и другие аспекты (Пугачев, Тихменев Е. А.,

2007). Поэтому решение о планировке должно приниматься в каждом случае отдельно.

Первоочередной задачей горнотехнического этапа рекультивации должно быть восстановление гидрорежима (Сапожников и др., 1994). Л. Г. Крупская (1992) предлагает схему складирования отвалов, при которой планировка включена в процесс их формирования. Схема успешно опробована на Лучегорском разрезе в Приморском крае и позволяет снизить затраты на рекультивацию.

Землевание проводится с целью повышения пригодности субстратов к приживанию посадочного материала. На поверхность субстрата наносят либо снятый перед разработкой территории почвенный слой, либо грунтосмеси. Предлагается в качестве мелиорантов для горных пород применять отходы горнодобывающей и перерабатывающей промышленности (Паюсова, Прокопьев, 1984; Сапожников и др., 1994; Костенков, Ознобихин, 2007). Интерес представляют следующие породы агроруд: руды – сырье на фосфор, руды – сырье на микроэлементы, органические полезные ископаемые (торф и сапропели), химические мелиоранты почв (известняки, доломиты, гипсы), породы – оптимизаторы структуры почв (цеолиты, трепелы, опок, кремнеземистая глина), золошлаковые отходы ТЭЦ, бытовые отходы, активные илы, вермикомпосты и др. (Пугачев, Тихменев Е. А., 2008). На Корфоском каменном карьере воссоздан почвенный профиль: проведена отсыпка дренажного слоя, затем – слои из водоупорных глин для предотвращения водной эрозии и потенциального плодородного слоя из мелкозема гранодиорита и отходов бурых углей. Производилась подкормка посевного материала удобрениями (Крупская, 1992). При другом эксперименте на Лучегорском угольном разрезе применяли «биогумус», изготовленный из совместного помола угольных отходов, фосфорной муки и штаммов микроорганизмов с внесением при необходимости питательной добавки (Костенков, Ознобихин, 2007).

После подготовительного этапа наступает момент посева или посадки. Существуют два способа формирования растительности: посев травяных смесей, способных повысить плодородность поверхностных образований, и посадка черенков и саженцев древесных видов. А. П. Сапожников с соавторами (1994) категорически против требования обязательного лесовосстановления во всех случаях, так как с точки зрения лесоресурсного многоцелевого лесопользования компенсационные и миними-

зирующие подходы к отводам земель в таежной зоне не имеют принципиального значения. Насколько обязательно восстановление леса на горнопромышленном полигоне, по их мнению, решается на основе знаний о динамике естественного лесовосстановления, оценке лесопригодности техногенной поверхности и функциональной значимости лесов разрушенного и сопряженного с ним ландшафтов, т. е. необходима функционально-экологическая диагностика техногенных земель. Также необходимо знать вид последующего использования рекультивируемой территории. Для юга Дальневосточного региона наиболее перспективными могут оказаться лесохозяйственное, рекреационно-озеленительное, санитарно-гигиеническое и мелиоративное направления (Гусаченко, 1992). Тем не менее реконструируемая растительность должна обладать следующими свойствами: защищать водотоки от чрезмерного испарения, удерживать твердые стоки паводков, укреплять склоны отвалов (Паюсова, Прокопьев, 1984).

При выборе древесных пород предпочтение отдается видам аборигенной флоры по нескольким причинам (Гусаченко, Саболдашев, 1989; Пугачев, Тихменев Е. А., 2007; Борисова, Старченко, 2009; Карпухин и др., 2012): 1) они лучше приспособлены к местным природно-климатическим условиям (особенно к действию сильных морозов при высокой влажности, что приводит к образованию морозобойных трещин), а у травянистых растений местной флоры выработался высокий уровень приспособления генеративной сферы (Тихменев Е. А., Тихменев П. Е., 2012); 2) виды-интродуценты способны вытеснять виды аборигенной флоры из занимаемых ими местообитаний, снижать урожайность сельскохозяйственных структур, причинять вред здоровью (Шлотгауэр, 1993; Кожевников, Кожевникова, 2014); 3) возможна заготовка посадочного материала на месте; 4) сокращается время восстановления зональной растительности (Крупская, 1992). Выбор древесных пород ведется с учетом фоновой растительности и их требований к лесорастительным условиям (Паюсова, Прокопьев, 1984; Гусаченко, 1992; Карпухин и др., 2012; Андриянова, 2014).

На месторождении Кубака в Магаданской области предложена рекультивация с помощью травяных смесей из видов местной флоры. На ксерофильных местообитаниях предлагается высевать семена пырейника сибирского *Elymus sibiricus* L., вейника Лангсдорфа, трищетинника колосистого *Trisetum spicatum* (L.) K. Richt.,

тонконога азиатского *Koeleria asiatica* Domin, на мезофильных местообитаниях – пырейников изменчивого *Elymus mutabilis* (Drobow) Tzvelev и почтиволокнистого *E. subfibrosus* (Tzvelev) Tzvelev, овсяниц *Festuca* L., кострцов *Bromus* L., а на участках с повышенной влагообеспеченностью – арктополевицы широколистной *Arctagrostis latifolia* (Rob. Brown) Griseb. и тростниковой *A. arundinacea* (Trin.) Beal, бекмании восточной *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fernald, люцерны серповидной *Medicago falcata* L. Существует опыт посева в 90-х гг. в долине р. Ичугеем арктополевицы широколистной, которая помогла решить вопросы кормовых ресурсов и выполняла противоэрозионные функции. Для решения мелиоративных функций в долине рек предложена посадка древесной растительности из тополя и ивы Шверина (Пугачев, Тихменев Е. А., 2007; Тихменев Е. А., 2012; Тихменев Е. А., Тихменев П. Е., 2012).

При рекультивации хвостохранилища Карамкенского ГМК в Магаданской области для закрепления субстрата использованы травосмеси злаков: костреч безостый *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, овсяница красная *Festuca rubra* L., мятлик луговой *Poa pratensis* L., волоснянец ситниковый *Leymus junceus* Fisch., лисохвост луговой *Alopecurus pratensis* L., овсяницы овечья *Festuca ovina* L. и луговая *F. pratensis* Huds., ежа сборная *Dactylis glomerata* L., бекмания обыкновенная, полевица побегоносная *Agrostis stolonifera* L., тимофеевка *Phleum* L. и райграсс многолетний *Lolium perenne* L. в разных пропорциях. Внесение семян производилось гидропосевом с применением удобрений и связывающих элементов (Крупская и др., 2013).

В результате исследований на месторождениях россыпной платины Левтыринваям, Ледяное, Пенистое и Южное в Корякском автономном округе (Камчатский край) предложены схемы рекультивации для трех поясов растительности. Для долинного пояса в качестве главной древесной породы рекомендован тополь душистый, в качестве сопутствующих – ива удская и ольховник; для склонового низкогорного пояса в качестве главной породы предложен тополь, в качестве сопутствующих – кедровый стланик и ольховник; для склонового среднегорного пояса в качестве главной породы рассматривается кедровый стланик, в качестве сопутствующей – ольховник (Карпухин и др., 2012).

Для посадок на отвалах Райчихинского бурогоугольного бассейна (Амурская обл.) выбран тополь. Тополь приживается успешно. Произ-

водилась посадка сосны обыкновенной, которая благополучно развивается лишь на ограниченных площадях и самостоятельно на отвалы не поселяется (Малютенко, Никольская, 1973).

На территории дражных отвалов в долинах рек Могот и Учугей в Приамурье проведен эксперимент по посадке и посеву древесных видов аборигенной флоры разными методами. В долине р. Могот посевной и посадочный материал представлен семенами и сеянцами-двулетками ели аянской, лиственницы даурской и сосны обыкновенной, как приобретенными в местных лесхозах, так и заготовленными дичками 2–3-летнего возраста. Сеянцы высаживали либо с комом земли, либо на субстрат со сплошным землеванием. Инвентаризация через год показала хорошую приживаемость сеянцев лиственницы, сосны и кустарников. При этом сосна с комом земли показала больший прирост, чем высаженная на субстрат с землеванием. На втором участке черенки на следующий год усохли. При инвентаризации через 3 года выявлено отрицательное влияние суровой зимы – большая часть сеянцев погибла. Уцелевшие экземпляры дали высокий прирост. Лиственница при совместном росте с сосной значительно ее обогнала при одинаковых приживаемости и соотношении видов.

В долине р. Учугей семена хвойных высевали либо свободным посевом на дражный субстрат с последующим мульчированием, либо в торфоперегнойных упаковках. Результаты показали, что около 70 % свободного посева уничтожено грызунами или иссохло, семена в торфяных шариках дали всходы практически в каждом посевном месте (Паюсова, Прокопьев, 1984).

Разработана схема рекультивации Урушо-Альдойского золотоносного узла в Амурской области. Согласно этой схеме, формируется отвал с холмисто-западинным рельефом высотой 1–1.5 м, в межрядовые понижения вносятся мульча и сидераты растений-азотнакопителей, и они отводятся под самозарастание. По бортам отвала производятся смешанные посадки из лиственницы и березы плосколистной. Посадки позволяют укрепить склоны, защищают от выветривания, выдувания снежного покрова, перепадов температур (Борисова, Старченко, 2009). В этой схеме рекультивации совмещено использование травянистых и древесных видов.

На участках золотодобычи в Амурской области производилась посадка сосны обыкновенной трехлетнего возраста в борозды. Ширина междурядий 3.5–4.0 м и расстояние в ряду 0.75–1.0 м с количеством посадочных мест

2.5–3.6 тыс. шт./га. Посадка производилась с обработкой и без обработки почвы на песчаных почвогрунтах ручным и механизированным способами (Яборов, 2007).

Для рекультивации угольных отвалов Н. М. Костенков и В. И. Ознобихин (2007) рекомендуют использовать семена сорно-полевой растительности, собранные тут же, для приближения наступления бурьянистой стадии сукцессии. Для залужения рекомендуется следующая смесь засухоустойчивых трав: канареечник тростниковый *Phalaris arundinacea* L., мятлик луговой, полевица белая *Agrostis gigantea* Roth, овсяница луговая, тимофеевка луговая *Phleum pratense* L., лисохвост луговой, пырей *Elytrigia* Desv., волоснец сибирский, клевер белый *Trifolium repens* L. или красный *T. pratense* L. Смесь рекомендуется вносить методом гидропосева с добавлением гумусосодержащей суспензии в весенний или раннелетний период.

А. Ю. Гусаченко (1992) подобрал ряд древесных и кустарниковых видов, пригодных для рекультивации отвалов Дальнего Востока. По его рекомендациям, при посадке древесной и кустарниковой растительности необходимо стремиться к максимальному разнообразию, что обеспечит наилучшее использование условий местопроизрастания. Им предложены виды из семейств Pinaceae, Betulaceae, Fabaceae, Vitaceae, Celastraceae, Salicaceae, Aceraceae, Elaeagnaceae, Rosaceae.

Содействовать же самовосстановлению нарушенного почвенно-растительного покрова можно посредством сохранения участков с естественной флорой для последующей регенерации посттехногенных ландшафтов (Пугачев, Тихменев Е. А., 2006).

Таким образом, для нарушенных территорий разработаны разнообразные схемы рекультивации. Они отличаются по назначению территории отвода, природно-климатическим условиям месторождения (лесорастительным условиям), принципам горно-технической рекультивации, которая формирует конечный рельеф, системой формирования потенциально плодородного слоя, технологией посадок и внесения семян (гидропосев, в торфяных шариках или сухой посев, посадка всходов и черенков с комом земли или в субстрат), по видам и жизненным формам растений, по количеству их видов, высаженных на одном участке рекультивации (от моно- до полидоминантных посадок древесной растительности с обязательной посадкой кустарниковых форм и посевом семян). Происходит раз-

витие концепции проведения рекультивации. Наблюдается стремление усложнить структуру поверхностных образований и формирующегося растительного покрова. Для некоторых разработок получены патенты (Шевкун и др., 2006; Озарян и др., 2009).

Критерием успешной рекультивации является приживаемость растений. Для этого необходимы уход и мониторинг высаженных ранее растений. Уход за посевами в первый год состоит в дополнительном поливе и подкашивании травяных растений (Костенков, Ознобихин, 2007). Мониторинг посадок на дражных полигонах в Хабаровском крае (в долинах рек Могот и Учугей) в течение пяти лет позволил определить успешный способ посадки и посева древесных видов (Паюсова, Прокопьев, 1984). Наблюдения в Магаданской области и Камчатском крае показали, что проективное покрытие травостоя на следующий после посева год неравномерное, местами до 100 %. На второй год существования его проективное покрытие превышает таковое естественных сообществ. Но авторы считают, что рано обсуждать мероприятие как содействующее восстановлению естественного растительного покрова (Рассохина и др., 2009).

Проведены исследования посадок лесных культур Райчихинского буроугольного бассейна на Зейско-Буреинской равнине. Возраст посадок 26–42 года, отмечали годичный прирост, густоту насаждения и другие таксационные показатели. Замечено, что искусственные насаждения развиваются успешно, продуктивность до 40 лет не снижается. Для формирования устойчивых лесных ценозов в этом регионе целесообразнее закладывать культуры из сосны обыкновенной, так как сосновые леса на техногенных ландшафтах могут достигать высоких Iа–II бонитетов. Большая же часть ясеня маньчжурского *Fraxinus mandshurica* Rupr. относится к V классу продуктивности, почвенный потенциал не отвечает условиям роста и развития ясеня, поэтому лесные культуры этой древесной породы высаживать нецелесообразно (Алешичев, 2010).

Мониторинг посадок сосны обыкновенной на участках золотодобычи в Амурской области показал, что наибольшая приживаемость молодняков обеспечивается на спланированных отвалах, имеющих крутизну уклона не более 4–6° и равномерно-гребнистую поверхность, на песчаных увлажненных грунтах с суглинком. К 10–19 годам кроны деревьев в междурядьях несомкнутые, в результате замедленно создаются лесорастительные условия. Междурядья ин-

тенсивно зарастают сопутствующей древесной и кустарниковой растительностью. Продуктивность оценивается третьим классом бонитета. Смешанные насаждения оказывают более благоприятное влияние на почвообразовательный процесс через опад и воздействие корневой системы (Яборов, 2007).

При обследовании посадок осины на Павловском месторождении (Приморский край) выявлено, что состояние посадок удовлетворительное, но у данной древесной породы низкая средообразующая способность, так как в наземном ярусе высока доля рудеральных видов. Рекультивацию осинной удобнее производить на непланируемых участках (Родаева, Белов, 2007).

Таким образом, в посадках используются древесные породы, которые либо самостоятельно селятся и успешно произрастают на техногенных территориях, либо из окружающих коренных формаций, либо обладающие свойствами улучшать качество среды. Некоторые древесные породы коренных формаций самостоятельно селятся на горнопромышленных ландшафтах. Так, лиственница Каяндера успешно произрастает на отвалах, показывает высокие значения прироста и адаптации к условиям произрастания, является одной из пород коренных формаций светлохвойных лесов бореально-лесной зоны. Сосна обыкновенная самостоятельно селится на отвалах крайне редко, возможно, из-за недостатка источников осеменения на окружающей территории. В последующие годы ей требуется уход. Пихта белокорая, ели аянская и сибирская самостоятельно селятся только под пологом лиственных пород. Ели характеризуются высокой требовательностью к лесорастительным условиям и крайне низкой приживаемостью на отвалах, поэтому не рекомендуются при рекультивации. Для создания лесорастительных условий для самостоятельного поселения темнохвойных пород можно использовать в посадках тополь душистый, осину, березу плосколистную, ольху волосистую, чозению, виды рода Ива и другие лиственные породы. Ясень маньчжурский использовать в посадках также не рекомендуется, так как для успешного произрастания вида требуется проточное водообеспечение в корнеобитаемом слое. Виды рода Ива имеют хорошие средообразующие свойства, но для семенной рекультивации не подходят, так как их семена быстро теряют всхожесть. Для улучшения качества среды рекомендуют к посадкам облепиху *Hippophae rhamnoides* Mill. и маакию амурскую *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim.

Разработки последних лет показывают эффективность посадок на одном участке деревьев разных пород – лиственных и хвойных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований техногенных ландшафтов Дальнего Востока России представляют собой большой запас знаний, накопленных в течение полувека, но весьма разрозненных. Время воздействия горной промышленности на ландшафты Дальневосточного региона в большинстве случаев составляет несколько десятилетий, поэтому результаты большинства исследований относятся к ранним, реже к средним стадиям экологических сукцессий.

К настоящему моменту наиболее основательно охарактеризованы флористические особенности горнопромышленных территорий региона. Много работ посвящено закономерностям самовосстановления растительного покрова. В то же время малочисленны детальные исследования структуры и динамики нарушенных территорий. В частности, не изучены фациальная структура техногенных территорий, не рассматривались процессы восстановления растительности дифференцированно для разных типов местообитаний, отсутствуют детальные ландшафтные и геоботанические карты нарушенных территорий, не развиты мониторинговые исследования естественного и искусственного лесовосстановления. Вопросы рекультивации рассматриваются для каждого участка отдельно.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 13-05-00677) и Русского географического общества (проект РГО-РФФИ № 13-05-41280), а также Программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» (проект № 15-1-6-114).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алешинцев А. Н. Формирование лесных экосистем в зоне техногенного воздействия Райчихинского бурогоугольного месторождения. Благовещенск: ДальГАУ, 2010. 166 с.
- Андрянова Е. А. Распространение древесных растений на отвалах россыпной золотодобычи Магаданской области в связи с биологическими особенностями семян // Проблемы устойчивого управления лесами Сибири и Дальнего Востока. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2014. С. 378–382.

- Беликович А. В. Растительный покров Сусуманского района Магаданской области // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2001. Вып. 48. С. 125–154.
- Борисова И. Г. Оценка экологического состояния природной среды в угледобывающих районах Амурской области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Владивосток, 2004. 25 с.
- Борисова И. Г. Рекультивация нарушенных земель (на примере Березитового рудника в Амурской области) // Современные проблемы регионального развития. Биробиджан: ИКАРП-ДГСГА, 2008. С. 7–8.
- Борисова В. Н., Гетьман Т. А., Ефимов Н. Н. Самозаращение отвалов при добыче руд открытым способом в горно-таежных условиях // Методы оценки состояния природной среды. Владивосток: ТИГ ДВО АН СССР, 1987. С. 121–129.
- Борисова И. Г., Старченко В. М. Проблемы рекультивации нарушенных территорий // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2009. № 3. С. 54–63.
- Воронов А. Г. Геоботаника. М.: Высш. школа, 1973. 384 с.
- Гусаченко Ю. А. Экореставрация угольных карьеров юга Дальнего Востока // Вестн. ДВО РАН. 1992. № 1–2 (41–42). С. 32–44.
- Гусаченко Ю. А., Саболдашев С. А. Некоторые вопросы лесной рекультивации открытых угольных разработок в Приморском крае // Некоторые аспекты рекреационных исследований и зеленого строительства. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 53–65.
- Ивакина Е. В., Якубов В. В., Осипов С. В. Сосудистые растения участка угледобычи «Лузановский» (российский Дальний Восток) // Сиб. экол. журн. 2013. № 2. С. 239–252.
- Карпунин Н. С., Нешатаев В. Ю., Нешатаев М. В., Штак Л. Д. Концепция выбора целевых древесных растений при рекультивации земель, нарушенных открытыми разработками при освоении месторождений платины в Олюторском районе Камчатского края // Успехи совр. естествознания. 2012. № 11. С. 130–131.
- Кожевников А. Е., Кожевникова З. В. Чужеродные виды растений во флоре российского Дальнего Востока и региональные закономерности их географической дифференциации // Вестн. ДВО РАН. 2014. № 3. С. 12–19.
- Колесников Б. П., Моторина Л. В. Методы изучения биогеоценозов в техногенных ландшафтах // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. М.: Наука, 1978. С. 5–21.
- Костенков Н. М., Ознобихин В. И. Биологическая рекультивация пород угольных отвалов. Владивосток: Дальнаука, 2007. 99 с.
- Костенков Н. М., Пуртова Л. Н., Верхлат В. П. Растительность и запасы органического вещества в фитоценозах техногенных ландшафтов (на примере Лучегорского угольного разреза Приморского края) // Вестн. ДВО РАН. 2011. № 4. С. 73–80.
- Крупская Л. Т. Охрана и рациональное использование земель на горных предприятиях Приамурья и Приморья. Хабаровск: ДВО РАН, 1992. 175 с.
- Крупская Л. Т., Зверева В. П., Леоненко А. В., Бабинцева Я. Н. Горнопромышленные техногенные системы и их воздействие на объекты окружающей среды в процессе золотодобычи. Владивосток: Дальнаука, 2013. 142 с.
- Кукушкин И. А. Об антропогенных воздействиях на природные ландшафты в районе Солнечного горно-обогачительного комбината // Вопросы географии и геоморфологии советского Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1992. С. 82–87.
- Леонтьев Г. Н. Естественная растительность на терриконах угольных шахт юга Приморья // Растительность и промышленные загрязнения: охрана природы на Урале. Свердловск: УФ АН СССР, 1966. С. 107–110.
- Лескова Л. П., Крупская Л. Т., Грехнев Н. И., Дербенцева А. М., Гула К. Е., Морин В. А. Экологические проблемы освоения недр в ЗАО «Многовершинное» и современные подходы к их решению // Горн. информ.-аналит. бюл. 2007. Т. 8. № 12. С. 519–525.
- Лысенко Д. С. Сосудистые растения дражных отвалов в слиянии рек Омчак и Тенке (Магаданская область) // Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2006. С. 378–383.
- Максимова В. Ф., Поливанов В. С. Восстановление почвенно-растительного покрова техногенных ландшафтов Среднего Сихотэ-Алиня // Вопросы географии. М.: Мысль, 1980. № 114. С. 165–174.
- Малютенко Г. А., Никольская В. В. Естественные процессы развития и рекультивация рельефа отвалов Райчихинского бурогоугольного месторождения // Природа и человек. Владивосток: ТИГ ДВО АН СССР, 1973. С. 142–148.
- Мирзеханова З. Г., Шлотгауэр С. Д. Анализ экологической обстановки при разработке россыпных месторождений // География и природ. ресурсы. 1991. № 2. С. 56–63.
- Морин В. А., Литина Л. Н., Морина О. М., Литина Я. С. Трансформация растительного покрова под влиянием горного производства в условиях юга Дальнего Востока и возможности его

- восстановления // Горн. информ.-аналит. бюл. 2010. № 6. С. 299–308.
- Морин В. А., Морина О. М., Бубнова М. Б. Экологическая роль пионерной растительности на техногенно-нарушенных землях в бассейне р. Амур // Горн. информ.-аналит. бюл. 2009. Т. 5. № 12. С. 253–262.
- Моторина Л. В., Панков Я. В., Стифеев А. И., Федотов В. И. Сотрудничество СССР и стран – членов СЭВ по рекультивации техногенных земель // Вестн. Воронежск. гос. ун-та. География. Геоэкология. 2009. № 2. С. 132–136.
- Озарян Ю. А., Новороцкая А. Г., Кошелева Т. А., Вовчук Е. Е. Обоснование способа рекультивации земель, нарушенных добычей гранодиорита // Горн. информ.-аналит. бюл. 2009. Т. 5. № 12. С. 337–341.
- Осинов С. В. Сукцессионные серии растительности на полигонах дражной и гидромеханизированной добычи золота в таежной зоне Нижнего Приамурья (российский Дальний Восток) // Ритмы и катастрофы в растительном покрове российского Дальнего Востока. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2005. С. 208–214.
- Осинов С. В. Серийная растительность участков золотодобычи в таежной зоне Нижнего Приамурья // Ботан. журн. 2006. Т. 91. № 4. С. 521–532.
- Осинов С. В., Бурундукова О. Л. К характеристике лиственницы Каяндера *Larix cajanderi* Мауг на дражных отвалах Приамурья // Экология. 2005. № 4. С. 259–263.
- Осинов С. В., Ивакина Е. В. Местообитания и сукцессионные серии растительности в карьерно-отвальных ландшафтах: опыт изучения территории Павловского угольного месторождения // Растительный мир Северной Азии: проблемы изучения и сохранения биоразнообразия. Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 2013. С. 106–108.
- Осинов С. В., Черданцева В. Я., Галанина И. А., Якубов В. В. Видовой состав и эколого-ценотические спектры сосудистых растений, мхов и лишайников на участках золотодобычи в таежной зоне Нижнего Приамурья (Дальний Восток) // Сиб. экол. журн. 2008. № 4. С. 553–569.
- Паюсова Е. А., Прокотьев М. Н. Опыт биологической рекультивации дражных отвалов в Приамурье // Использование и охрана природных ресурсов в Хабаровском крае. Владивосток, 1984. С. 31–39.
- Паюсова Е. А., Прокотьев М. Н. Динамика лесной растительности при естественном зарастании отвалов разработки россыпей в Приморье // Экология и защита леса. Л.: ЛТА, 1990. С. 60–67.
- Подковыркин В. В. Биологический этап рекультивации земель на северо-востоке СССР: рекомендации. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1985. 92 с.
- Пугачев А. А., Тихменев Е. А. Эколого-биологические аспекты восстановления нарушенных земель северо-запада Чукотки // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2006. № 1. С. 67–75.
- Пугачев А. А., Тихменев Е. А. Восстановление горнопромышленных ландшафтов Крайнего Северо-Востока России // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2007. № 2. С. 72–82.
- Пугачев А. А., Тихменев Е. А. Состояние, антропогенная трансформация и восстановление почвенно-растительных комплексов Крайнего Северо-Востока Азии. Магадан: Изд-во СВГУ, 2008. 182 с.
- Пуртова Л. Н., Костенков Н. М., Верхолат В. П. Почвенно-растительный мониторинг на техногенных ландшафтах Приморья (на примере рекультивируемых участков угольных шахт) // Фундамент. исслед. Биол. науки. 2013. № 11. С. 108–114.
- Рассохина Л. И., Карпунин Н. С., Захарихина Л. В. Растительный покров и его восстановление в окрестностях Агинского золоторудного месторождения (Центральная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. С. 84–97.
- Родаева В. В. Восстановление растительного покрова на отвалах буроугольных месторождений Южного Приморья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Усурийск, 2004. 25 с.
- Родаева В. В., Белов А. Н. Рекультивационные посадки тополя Давида *Populus davidiana* на отвалах Лузановского участка Павловского буроугольного месторождения // Бюл. БСИ ДВО РАН. 2007. Вып. 1 (1). С. 94–95.
- Саламатова Н. А., Плошко Г. С. Сравнительный анализ флористического состава сообществ на отвалах угольных разрезов «Приморск-уголь» // Растения и промышленная среда. Екатеринбург: УОТКЗГУ, 1992. С. 78–94.
- Сапожников А. П., Морин В. А., Чельшев В. А. Об эколого-лесоводственной оценке земель, нарушенных золотодобычей (на примере Хабаровского края) // География и природ. ресурсы. 1994. № 3. С. 43–48.
- Сибирина Л. А. Эволюция фитоценозов техногенных ландшафтов Приморского края // Вестн. КрасГАУ. 2012. Т. 10. С. 81–85.
- Сибирина Л. А., Полохин О. В., Жабыко Е. В. Начальные этапы формирования растительного покрова на техногенных экотопах Приморского края // Изв. Самарск. науч. центра РАН. 2012. Т. 14. № 1 (6). С. 1539–1542.

- Старожиллов В. Т., Дербенцева А. М., Пилипушка В. Н., Крупская Л. Т., Бубнова М. Б. Оценка состояния техногенных ландшафтов для обеспечения их экологической безопасности (на примере угольного и горно-рудного производства Приморского края) // Экол. пром. пр-ва. 2011. № 4. С. 41–45.
- Старченко В. М., Борисова И. Г. Флора и растительность рудника «Березитовый» и его окрестностей // Комаровские чтения. 2010. Вып. 57. С. 183–202.
- Тарчевский В. В. Закономерности формирования фитоценозов на промышленных отвалах: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Томск, 1967. 36 с.
- Тихменев Е. А. Опыт и проблемы биологической рекультивации нарушенных земель Крайнего Северо-Востока Азии // Усп. совр. естествознания. 2012. № 11. С. 22–24.
- Тихменев Е. А., Тихменев П. Е. Использование видов природной флоры для целей рекультивации нарушенных ландшафтов Крайнего Северо-Востока Азии // Биол. рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Екатеринбург: Уральск. гос. ун-т, 2012. С. 259–264.
- Тишков А. А. Географические закономерности природных и антропогенных сукцессий: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 1994. 81 с.
- Шатохина А. В. Сосудистые растения техногенных ландшафтов открытой угледобычи в Амурской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Благовещенск, 2009. 23 с.
- Шатохина А. В. Биоморфологический спектр флоры на различных стадиях сукцессии Ерковецкого угольного разреза (Амурская область) // Вестн. Иркутск. гос. с.-х. акад. 2011. Т. 7. № 44. С. 151–155.
- Шатохина А. В. Структура флоры техногенного ландшафта Ерковецкого бурогоугольного ландшафта (Амурская область) // Изв. Оренбург. гос. агр. ун-та. 2013. № 2 (40). С. 225–228.
- Шевкун Е. Б., Крупская Л. Т., Вагина Г. П., Морин В. А., Крупский В. Т. Способ рекультивации оработанных карьеров и зон обрушения в районах с мерзлотными породами. Патент на изобретение RUS 2314421. 16.05.2006.
- Шеметова Н. С. Крупномасштабное картографирование растительности для изучения антропогенной динамики // Динамика и структура растительности Приморского края. Владивосток: БПИ ДВО АН СССР, 1990. С. 35–46. Деп. в ВИНТИ 30.01.91. № 569.
- Шеметова Н. С., Малащенко Н. Н. Динамика видового состава и состояние лесов в районе комплексного антропогенного воздействия // Динамика и структура растительности Приморского края. Владивосток: БПИ ДВО АН СССР, 1990. С. 47–55. Деп. в ВИНТИ 30.01.91. № 569.
- Шлотгауэр С. Д. Антропогенная динамика растительности Хабаровского края // Вестн. ДВО РАН. 1993. № 6. С. 84–90.
- Шлотгауэр С. Д. Антропогенная трансформация растительного покрова тайги. М., 2007. 178 с.
- Яборов В. Т. Естественное и искусственное восстановление естественного покрова на техногенных ландшафтах россыпной золотодобычи в Амурской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Благовещенск, 2007. 23 с.
- Prach K., Pyšek P. Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe // Ecol. Engineer. 2001. V. 17. N. 1. P. 55–62.
- Walker L. R., Walker J., del Moral R. Forging a new alliance between succession and restoration // Linking Restoration and Ecological Succession. Springer. 2007. P. 1–18.

NATURAL AND ARTIFICIAL REFORESTATION IN THE MINING LANDSCAPES OF THE RUSSIAN FAR EAST

E. V. Ivakina¹, S. V. Osipov^{1,2}

¹ *Pacific Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Far Eastern Branch
Radio str., 7, Vladivostok, 690041 Russian Federation*

² *Far Eastern Federal University
Sukhanova str., 8, Vladivostok, 690950 Russian Federation*

E-mail: sv-osipov@yandex.ru, Celenn@rambler.ru

The area of technogenic territories in the Russian Far East and Siberia continues to increase. The aim of this article is to show the degree of reforestation processes scrutiny in mining landscapes of the Russian Far Eastern region. The results of technogenic landscapes research of the Russian Far East are represented by extensive set of knowledge, accumulated over half a century, and highly of disparate in recent time. They are not extensive as the results of studies of natural landscapes, but have important practical importance. Time of mining influence in the landscapes of the Far Eastern region is relatively small, and makes some decades in most cases. Therefore, the results of most studies belong to early, at least middle stages of ecological successions. Floral features of mining areas are thoroughly characterized. Many papers are devoted to the regularities of self-healing vegetation. Questions of recultivation are considered for each site individually. It is recommended to provide forestry, recreation, sanitation and meliorative restoration that assume different recultivation schemes. The selection of wood species is commonly recommended from the number of native species, because they are better adapted for local growing conditions. Compiled the lists of tree species, most successfully surviving on the dumps. In the presence of fairly extensive scientific literature, detailed studies of the structure and dynamics of disturbed areas are few in number. In particular, the facies structure of technogenic territories have not been studied, the recovery process of vegetation differentiated for different types of habitats were not considered and there are no detailed landscape and geobotanical maps of disturbed areas. Unfortunately, monitoring studies of natural and artificial reforestation are not developed.

Keywords: *technogenic, mining, anthropogenic landscape, vegetation, flora, ecological succession, biological recultivation, Russian Far East.*

How to cite: *Ivakina E. V., Osipov S. V. Natural and artificial reforestation in the mining landscapes of the Russian Far East // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Siberian Journal of Forest Science). 2016. N. 2: 6–21 (in Russian with English abstract).*