

АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ НА ОТВАЛАХ И КАРЬЕРАХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

© 2021 г. Е. Э. Костина^{1,*}, А. М. Крышень¹, Н. В. Геникова¹

¹ Институт леса – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра “Карельский научный центр РАН” (ИЛ КарНЦ РАН)
ул. Пушкинская, 11, г. Петрозаводск, 185910, Россия

*e-mail: kostina@krc.karelia.ru

Поступила в редакцию 18.04.2020 г.

После доработки 20.09.2021 г.

Принята к публикации 21.09.2021 г.

Проведен анализ видового состава сосудистых растений, отмеченных на землях, нарушенных при добыче полезных ископаемых – отвалах пустой горной породы Костомукшского горно-обогательного комбината и карьерах по добыче песчано-гравийной смеси на территории Республики Карелия. Всего выявлено 152 вида сосудистых растений, среди которых 120 (79.0%) – аборигенные и 32 (21%) адвентивные. Среди адвентивных видов по способу заноса преобладают ксенофиты, по степени натурализации – эпекофиты. Апофиты (48 видов, 31.6%) максимально представлены лесными и луговыми видами (по 18). По способам распространения растений наибольшим числом видов представлена группа диплохорных – 61 вид (40.1%) и анемохорных видов – 38 (25%). Среди них самые массовые на нарушенных территориях – *Calamagrostis epigeios*, *Chamaenerion angustifolium*, *Tussilago farfara*, *Betula* spp., *Pinus sylvestris*, *Salix* spp., и др. При обогащении минерального субстрата органикой (торф, твердые бытовые отходы), являющейся одновременно и источником зачатков растений, восстановление растительного покрова происходит значительно успешнее. В таких местах через 20 лет и число видов, и проективное покрытие живого напочвенного покрова примерно на 40% выше, чем на минеральном субстрате. Процессы естественного зарастания определяются также и наличием близких источников заноса зачатков растений.

Ключевые слова: нарушенные земли, карьеры, отвалы пустой породы, биоразнообразии, эколого-экономическая структура, восстановление растительности

DOI: 10.31857/S000681362112005X

С каждым годом во всем мире доля земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых открытым способом, возрастает. В Республике Карелия по состоянию на 1 января 2019 г. площадь таких нарушенных территорий составила 13.4 тыс. га (Gosudarstvennyi..., 2020), и, хотя доля их относительно всего земельного фонда республики невелика (0.07%), они отличаются полным уничтожением растительного и почвенного покрова. Помимо разрушения естественной среды в ходе открытой добычи полезных ископаемых кардинально меняется рельеф, появляются новые, не характерные для естественной среды субстраты (Krasavin, 1982; Kulagin, Nabirova, 2016), полное восстановление естественной растительности и почвы здесь растягивается на сотни лет. Для ускорения процесса и успешной рекультивации карьеров и отвалов горных пород требуется знание закономерностей формирования растительных сообществ на минеральных субстратах (Batalov et al., 1989; Ekologicheskiye..., 2011; Mana-

kov et al., 2011; Sumina, 2012 и др.). В густонаселенных районах актуальность исследования естественного восстановления растительного покрова на объектах, образованных в результате открытой добычи полезных ископаемых, связана также и с дефицитом земель сельскохозяйственного назначения (Borgegård, 1990; Řehouňková, Prach, 2008; Skousen et al., 2011; Chaudhuri et al., 2011). Практическая значимость таких исследований связана с восстановлением природной благоприятной для человека среды (Chibrik, Yel'kin, 1991; Likhanova, Zheleznova, 2012; Goryukhin, 2018 и др.). В России вопросами рекультивации нарушенных земель всерьез занялись примерно с середины XX века, в том числе и на Севере (Druzhinina, Myalo, 1990; Mironova, 2000; Sumina, 2013; Kapel'kina, 2014; Kapitonova et al., 2017 и др.).

Карьеры и отвалы представляют интерес не только с точки зрения методов их рекультивации, но и как модельные объекты для изучения механизмов формирования растительных сообществ

(Koronatova, Milyayeva, 2011; Sumina, 2012, 2014; Denshchikova, 2015 и др.), важны биологические и экологические характеристики видов-пионеров, их приспособления к распространению семенами, вегетативная подвижность, способность переживать неблагоприятные условия.

В статье представлен анализ видового состава растительности отвалов и карьеров на территории Республики Карелия, с акцентом на эколого-ценотическую характеристику видов. Эколого-ценотический анализ видового состава приближает нас к пониманию механизмов восстановления фитоценозов в меняющихся экологических условиях (Nitsenko, 1969; Gnatiuk, Kryshen', 2005; Kryshen', 2006). Ранее при сравнительном исследовании парциальных флор антропогенно фрагментированного ландшафта (Genikova et al., 2014) было показано, что наиболее адекватные результаты получаются при использовании региональных классификаций эколого-ценотических групп (ЭЦГ) видов (Kryshen' et al., 2016). В условиях Карелии таковой является классификация, разработанная М.Л. Раменской (Ramenskaya, 1983) с некоторыми нашими уточнениями (Marianna..., 2015). С каждым новым изученным объектом, расположенным вблизи населенных пунктов, с/х полей и т. п., видовой состав сосудистых растений меняется (Kostina, 2012), главным образом за счет заносных видов, поэтому приведенный в статье список отражает наши знания на момент проведения исследований. При этом материал вполне позволяет провести анализ эколого-ценотической и географической структур, а также оценить некоторые закономерности формирования растительных сообществ.

Таким образом, с целью получения новых знаний о закономерностях формирования растительных сообществ на землях, нарушенных в ходе открытой добычи полезных ископаемых в Каре-

лии, мы поставили задачу проанализировать структуру видового состава растительности карьеров по добыче песчано-гравийной смеси (ПГС) и отвалов пустой горной породы железорудного месторождения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Геоботанические описания проводили в 2007–2008 гг. на вершинах отвалов пустой породы Костомукшского горно-обогатительного комбината (КГОК), расположенного в северо-таежной подзоне (рис. 1; координаты: 64°41'12" с.ш. 30°39'24" в.д.). Отвалы пустой горной породы занимают более половины (486 га) территории, вовлеченной в хозяйственный процесс (Gosudarstvennyy..., 2020) и представляют собой ряд близко расположенных искусственных насыпей высотой от 30 до 50 м с откосами большой крутизны (около 45°) и плоскими вершинами. Более 90% общего объема отвалов составляет смесь кристаллических сланцев различного состава – кварц-амфибол-биотитовые и их трудно выветривающиеся разновидности (Fedorets et al., 2011). Нами обследованы только горизонтальные поверхности на вершинах отвалов, где временно или окончательно была завершена их техническая отсыпка. Здесь выделили 6 участков, которые сгруппированы в зависимости от качества субстрата (табл. 1). В первую группу вошли 2 участка без дополнительной отсыпки (исключительно пустая горная порода). На участках второй группы в ходе технической рекультивации производилась дополнительная отсыпка поверхности отвалов четвертичными отложениями (ледниковой песчаной и супесчаной мореной и торфом переходного типа). В третью группу вошли участки, на которых дополнительная отсыпка поверхности сочеталась с посадками древесных растений (*Picea abies* (L.)

Таблица 1. Характеристика исследованных участков отвалов вскрышных пород
Table 1. Characteristics of the studied areas of overburden dumps

Группа Group	Варианты рекультивации/Recultivation options			Площадь, га Area, hectares
	Техническая/Technical		Биологическая Biological	
	Субстрат поверхности Surface substrate	Наличие планировки Surface alignment		
1	Горные породы Rock formation	Выполнена планировка With surface alignment	–	5 0.5
2	Морена с торфом Moraine and peat	Без планировки Without surface alignment		1.5 0.1
3		Выполнена планировка With surface alignment	Посадки древесных растений Planting of woody plants	1
4	Твердые бытовые отходы, морена Household solid waste, moraine		–	1

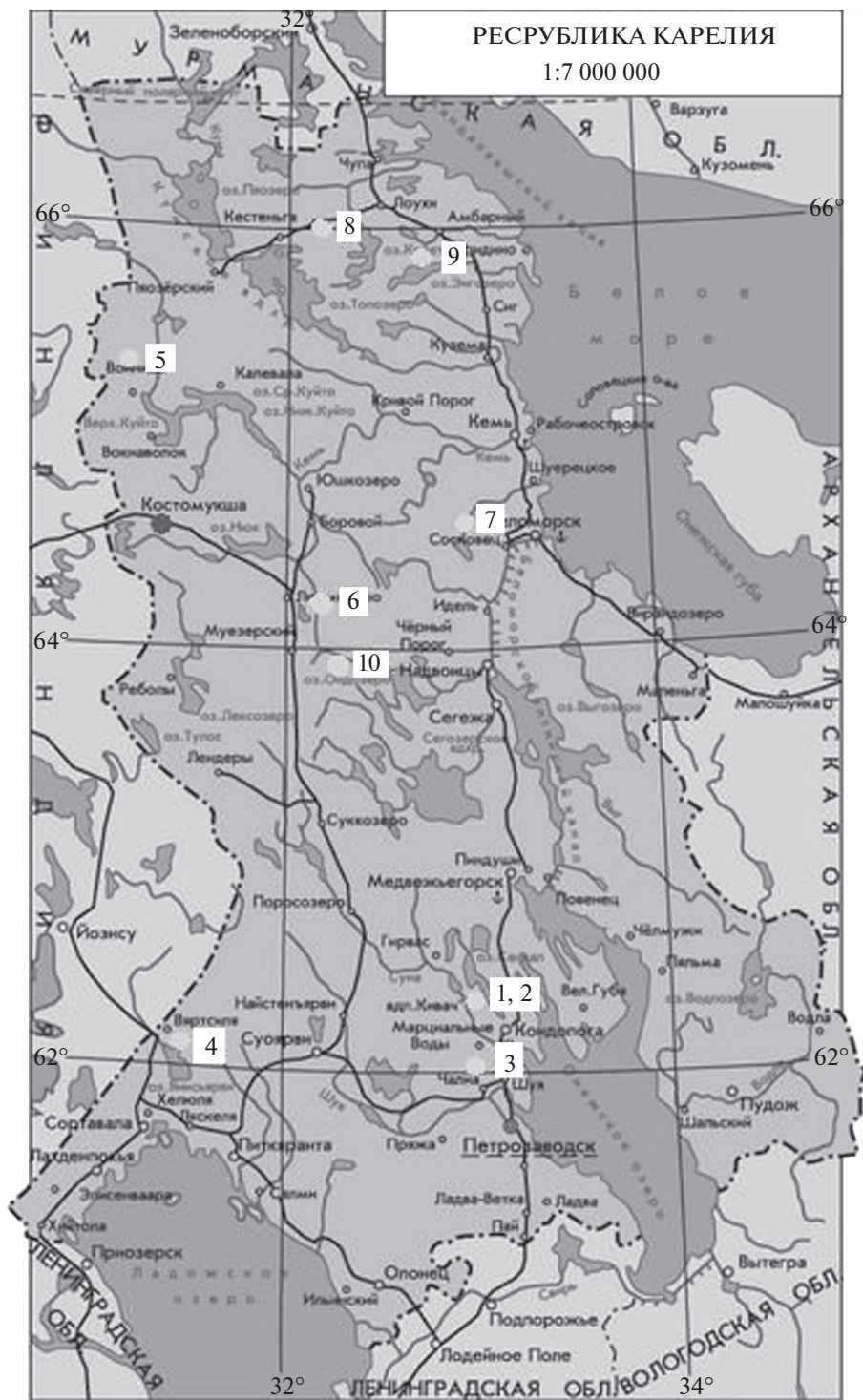


Рис. 1. Расположение исследованных объектов на территории Республики Карелия. Цифрами обозначены номера карьеров по добыче песчано-гравийной смеси.

Fig. 1. Location of the studied objects on the territory of the Republic of Karelia. The figures correspond to the numbers of the sand-and-gravel-mixture quarries.

Н. Karst., *Pinus sylvestris* L. и *Betula pendula* Roth var. *carelica* (Merclin) Hamet-Ahti). Опытные посадки были созданы в 1990 г. сотрудниками Института

леса КарНЦ РАН под руководством А.И. Соколова и Н.Г. Федоренко с целью ускорения процессов восстановления растительности на отвалах и

Таблица 2. Характеристика карьеров по добыче песчано-гравийной смеси
Table 2. Characteristics of the sand-and-gravel-mixture quarries

№	Подзона тайги Subzone of the taiga	Возраст*, лет Age*, years	Площадь, га Area, ha	Вид карьера (субстрат) Type of quarry (substrate)	Удаленность от населенных пунктов, км Distance from settlements, km	Окружающее естественное растительное сообщество Surrounding natural plant community	
1	Средняя Middle	40	2.20	Песчано-гравийный Sand-gravel	0.10	Сосняк брусничный Lingonberry pine forest with <i>Pinus sylvestris</i> – <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	
2		35	8		0.35		
3		25	20	Песчаный Sandy	1.5		
4		10	0.1	Песчано-гравийный Sand-gravel	>10	Ельник черничный Blueberry spruce forest with <i>Picea abies</i> – <i>Vaccinium myrtillus</i>	
5	Северная Northern	35	0.008			Сосняк брусничный Lingonberry pine forest with <i>Pinus sylvestris</i> – <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	
6		40	0.04				
7		30	0.04				
8		30	0.004				
9		35	2				Песчаный Sandy
10		25	0.04				Песчано-гравийный Sand-gravel

* Возраст карьеров указан по возрасту деревьев, выросших после окончания его эксплуатации.

* The age of the quarries is the age of the trees that have grown after the end of its operation.

внедрения данного метода рекультивации в практику КГОКа (Nachal'nyye..., 1999; Sokolov, 2016). В четвертую группу вошла территория бывшей городской свалки твердых бытовых отходов (ТБО), расположенная на поверхности отвала, не достигшего проектной высоты. После прекращения ее эксплуатации свалка была засыпана супесчаными моренными отложениями и таким образом законсервирована. Все обследованные участки были созданы в начале 1990-х годов, и на момент исследований имели возраст около 20 лет, что позволило изучить особенности их застарения древесной и травянистой растительности, сопоставляя с результатами предыдущих геоботанических наблюдений, выполненных в 1993 г. сотрудниками Института леса КарНЦ РАН (Razrabotka..., 1993; Fedorets et al., 2011). Для удобства и простоты изложения в дальнейшем эти объекты будем именовать: отвалы – “О”, с указанием группы участков из табл. 1, например, “О1”. Геоботанические описания территории исследуемых участков вершин отвалов пустой породы КГОКа проводили в 2007–2008 гг. Для оценки обилия живого напочвенного покрова на каждом участке через десять метров закладывали 20 круговых площадок, размером 5 м² каждая, всего 120. На постоянных опытных участках с посадками древесных пород были заложены 3 трансекты

длиной от 26 до 45 м так, чтобы каждая из них пересекала участки с посадками разных видов. Пробные площадки размером 1 м² закладывали через 0.5 м, всего 101.

Вторым типом объектов являются карьеры по добыче песчано-гравийной смеси (ПГС), широко распространенные на территории республики. Всего было обследовано 10 объектов различного возраста (от 10 до 40 лет с момента прекращения эксплуатации) и размера (от мелких выемок песка площадью 0.04 га до довольно крупных карьеров – 20 га), расположенных в разных районах Карелии, как в северной, так и в средней тайге (рис. 1, табл. 2). Семь из них находились на большом удалении от населенных пунктов и крупных автомобильных трасс и возникли при строительстве лесовозных дорог. Три карьера (№№ 1–3) расположены вблизи населенных пунктов и после прекращения промышленной разработки подвергались дополнительному антропогенному воздействию в виде рекреации, создания стихийных свалок ТБО, изъятия песка и глины для хозяйственных нужд и пр. Во всех десяти карьерах восстановление растительности происходило естественным путем, кроме № 3, где в 1990 г. на части карьера, были произведены опытные посадки сосны с внесением торфа. Геоботанические описания выполнены в 10 карьерах по добыче

ПГС в период 2008–2013 гг. Геоботанические описания большинства карьеров (№№ 3–10) проводили однократно. Трансекту закладывали так, чтобы в нее вошли, разнообразные экотопы (при их наличии). Пробные площадки размером 1 м² размещали через 1 м. В зависимости от размера карьера количество пробных площадок было различным и составляло от 20 до 160 шт. В результате в общий список (табл. 3) включены все виды, отмеченные нами в период 2007–2013 гг. и дополнены архивными данными исследований Института леса КарНЦ РАН, проведенных в двух карьерах (№ 1 и 2) в 1980 и 1992 гг. (Klassifikatsiya..., 1980; Razrabotka..., 1993). Для удобства и простоты изложения в дальнейшем карьеры будем именовать “К” с указанием номера карьера из табл. 2, например, “К1”.

Названия видов в табл. 3 приведены в алфавитном порядке в соответствии с “Конспектом флоры Карелии” А.В. Кравченко (Kravchenko, 2007). Для каждого вида указаны характеристики, определяющие способность вида заселять свободные пространства и важные для понимания механизмов формирования сообществ на нарушенных землях: принадлежность к аборигенной или адвентивной фракции флоры по А.В. Кравченко (Kravchenko, 2007); экологические группы – по данным сайта www.plantarium.ru (Plantarium...), где они даны с учетом экологических шкал Г. Элленберга (Ellenberg, 1974, 1996), Е. Ландольта (Landolt, 1977) и Д.Н. Цыганова (Tsyganov, 1983); жизненная форма – по И.Г. Серебрякову (Serebryakov, 1962) с некоторой корректировкой, учитывающей региональную специфику. Также для каждого вида указаны встречаемость (со следующей градацией: Е – единично – 1–5%; Р – редко – 5–30%; Ч – часто – 30–50%; П – повсеместно – >50%), тип вегетативного размножения (вегетативная подвижность) и способы распространения семян (Levina, 1957). Для аборигенных видов приводится эколого-ценотическая характеристика по М.Л. Раменской (Ramenskaya, 1983), разработанная для территории Кольского полуострова и Карелии, в соответствии с которой все виды разделены на 12 эколого-ценотических групп.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего на обследованных отвалах и карьерах Карелии нами отмечены 152 вида сосудистых растений (77 – на отвалах, 133 – в карьерах) из 111 родов и 42 семейств (табл. 3), что составляет 8.4% от флоры Карелии. Большинство видов являются аборигенными – 120 (79.0%), из которых 31% – апофиты¹, что более чем в два раза превышает

¹ В данном исследовании под апофитами мы понимаем эвапофиты по А.В. Кравченко (2007).

этот показатель (13.2%) в целом для Карелии (Kravchenko, 2007). В географической структуре аборигенной фракции ожидаемо преобладают бореальные элементы – 72.5%, как и во флоре Карелии в целом (Gnatiuk, Kryshen', 2005). Среди долготных фракций – циркумполярные и евроазиатские элементы, доли которых почти равны и составляют 37.5% и 34.2% соответственно.

Лесная фракция представлена 72 видами (60%), луговых значительно меньше – 19.6% (23), болотных – 10% (12), видов береговых пресноводных местообитаний – 7.5% (9). Наибольшее число апофитов приходится на группы луговых и лесных видов – 15% (по 18).

АНАЛИЗ АБОРИГЕННОЙ ФРАКЦИИ ВИДОВОГО СОСТАВА

1 – “виды лесные, характерные преимущественно для более плодородных лесных почв и хорошо развитого... довольно тенистого древесного яруса” (цит. здесь и далее по Ramenskaya, 1983: 34–35). Это лесные эвтрофные мезо-гигрофиты сциофиты – виды богатых влажных ельников. Из 1-й ЭЦГ в карьерах отмечены 14 видов, среди которых преобладают вегетативно-подвижные многолетние травы. Большинство (13) отмечены в карьерах, расположенных у населенных пунктов: на дне К1 и К2 – *Angelica sylvestris*, *Carex digitata*, *Milium effusum*, *Oxalis acetosella*, *Padus avium*, *Ribes nigrum*, *Scirpus sylvaticus*, *Vaccinium myrtillus*, *Viola mirabilis*, а также *Hylebia nemorum*, который встречался в первые годы зарастания карьера (20 лет назад) и в дальнейшем не отмечался. В К3 произрастали борео-неморальные виды *Convallaria majalis*, *Melica nutans*, *Oxalis acetosella*. В карьерах, удаленных от населенных пунктов на значительное расстояние (К4–10), отмечены только 3 вида: *Angelica sylvestris*, *Vaccinium myrtillus*, *Vicia sylvatica*. На отвалах произрастала только *Vaccinium myrtillus* – на участках с дополнительной отсыпкой торфом (О2, О3). Только 1 вид является апофитом (*Aegopodium podagraria*) и отмечен единично в К3 в посадках сосны на субстрате с добавлением торфа. По способу распространения семян большинство (8 видов) являются диплохорами (*Aegopodium podagraria*, *Angelica sylvestris*, *Carex digitata*, *Melica nutans*, *Oxalis acetosella*, *Scirpus sylvaticus*, *Vaccinium myrtillus*, *Viola mirabilis*), по 3 – автохорами (*Hylebia nemorum*, *Milium effusum*, *Vicia sylvatica*) и зоохорами (*Convallaria majalis*, *Ribes nigrum*, *Padus avium*).

2 – виды, “распространенные преимущественно в лесах на средних для региона по богатству и относительно бедных лесных почвах с более или менее, иногда значительно разреженным древостоем”. Это лесные мезо-олиготрофные мезофиты сциофиты-семигелиофиты – виды самой распространенной группы лесов (от ельников

Таблица 3. Видовой состав сосудистых растений на отвалах вскрышных пород Костомукшского горно-обога-тельного комбината и в карьерах по добыче песчано-гравийной смеси
Table 3. Vascular plant species composition on the dumps of overburden rocks of the Kostomuksha Mining and Processing Plant and in the sand-and-gravel-mixture quarries

№	Вид Species	Встречаемость Occurrence		ЭЦГ ECG	Экологические группы по шкалам Ecological groups according to the ecological scales		
		Отвалы Dumps	Карьеры Quarries		Свет Light	Влажность Humidity	Почвенное богатство Soil productivity
1	<i>Achillea millefolium</i> L.	Е	Е	7*	Гел	К-М	Ме
2	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	—	Е	1*	С-Сц	М	Эв
3	<i>Agrostis capillaris</i> L.	Ч	Ч	7*	С-Гел	М	Ме-Ол
4	<i>Alchemilla acutiloba</i> Opiz	—	Е***	адв-4б	С-Гел	М	Ме-Эв
5	<i>Alchemilla subscrenata</i> Buser	Е	Р	адв-4б	Гел	М	Ме-Ол
6	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	—	Р	2	С-Гел	М-Г	Ме
7	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	—	Е***	8*	Гел	М-Г	Ме-Эв
8	<i>Alsine media</i> L.	—	Е***	адв-2	Гел	М	Эв
9	<i>Angelica sylvestris</i> L.	—	Е	1	С-Сц	М-Г	Эв
10	<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.	Е	Ч	3	С-Гел	К-М	Ме-Ол
11	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	—	Е***	7*	Гел	К-М	Ме-Ол
12	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	Р	Р	2*	Гел	М	Ме-Эв
13	<i>Arctium lappa</i> L.	Е	—	адв-3	Гел	М	Эв
14	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.	Р	Ч	3*	Гел	К-М	Ол
15	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Е	—	адв-3	Гел	М-К	Эв
16	<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drej.	Р	Р	2	С-Гел	К-М	Ол
17	<i>Betula nana</i> L.	Е	—	4	Гел	М-Г	Ол
18	<i>Betula pendula</i> Roth	Ч	Ч	4	Гел	М	Ме
19	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	П	П	4	Гел	М	Ме
20	<i>Brunnera sibirica</i> Stev.	—	Е	адв-5в	Сц	М-Г	Ме-Эв
21	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	Р	Р	2*	С-Сц	М	Ме
22	<i>Calamagrostis canescens</i> (Web.) Roth	—	Е***	5*	С-Гел	Г	Эв
23	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Ч	Р	3*	С-Гел	М	Ме-Эв
24	<i>Calamagrostis phragmitoides</i> C. Hartm.	—	Р	5	С-Гел	Г	Ме
25	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Р	Ч	3	Гел	К-М	Ол
26	<i>Campanula glomerata</i> L.	—	Е	7*	С-Гел	М	Ме
27	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	—	Е	адв-2	С-Гел	М	Ме-Эв
28	<i>Carduus crispus</i> L.	Е	Е	9*	С-Гел	М	Ме
29	<i>Carex canescens</i> L.	—	Р	5	С-Гел	Г	Ме
30	<i>Carex cespitosa</i> L.	—	Р	5	Гел	Г	Ме-Эв
31	<i>Carex digitata</i> L.	—	Р	1	С-Сц	М	Ме
32	<i>Carex globularis</i> L.	Е	—	4	С-Гел	Г	Ме-Ол
33	<i>Carex juncella</i> (Fries) Th. Fries	—	Р	5	Гел	Г	Ме-Ол
34	<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.	—	Р	5	Гел	Г-Ги	Ме
35	<i>Carex leporina</i> L.	—	Р	7*	С-Гел	М	Ме

Таблица 3. Продолжение

№	Вид Species	Встречаемость Occurrence		ЭЦГ ECG	Экологические группы по шкалам Ecological groups according to the ecological scales		
		Отвалы Dumps	Карьеры Quarries		Свет Light	Влажность Humidity	Почвенное богатство Soil productivity
36	<i>Carex pseudocyperus</i> L.	—	Р	8	Сц	Г	Эв
37	<i>Centaurea jacea</i> L.	Е	Е	адв-4б	Гел	М	Ме
38	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	П	П	2*	Гел	М-Г	Эв
39	<i>Chenopodium album</i> L. s. l.	—	Е	адв-2	С-Гел	М	Ме-Эв
40	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	—	Е	адв-3	Гел	К-М	Эв
41	<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill	—	Е***	2	С-Гел	М-Г	Ме-Эв
42	<i>Coccyganthe flos-cuculi</i> (L.) Fourr.	—	Е	5*	Гел	М-Г	Ме-Эв
43	<i>Convallaria majalis</i> L.	Е	Р	1	Гел	М	Ме
44	<i>Cyanus montanus</i> (L.) Hill	—	Е	адв-5в	Гел	М	Ме-Эв
45	<i>Dactylis glomerata</i> L.	—	Р	адв-4б	Гел	М	Ме
46	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soo	Е	Е	2	С-Сц	М-Г	Ме-Ол
47	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	Р	Р	7*	С-Гел	М-Г	Ме
48	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H. Fuchs	Е	Р	4*	С-Сц	М-Г	Ме
49	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	—	Р	8*	С-Гел	М	Эв
50	<i>Empetrum hermaphroditum</i> Hagerup	Р	—	4	Гел	К-М-Г	Ол
51	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	—	Р	5	Гел	Г-Ги	Ме
52	<i>Equisetum hyemale</i> L.	—	Р	3	С-Сц	К-М	Ме-Ол
53	<i>Equisetum palustre</i> L.	Е	Р	5	Гел	Г	Ме-Ол
54	<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	—	Р	4*	С-Гел	М	Ме
55	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	Е	Р	4	С-Сц	М	Ме
56	<i>Equisetum variegatum</i> Schleich.	—	Р	11	Гел	М-Г	Ме
57	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	Е**	—	6	С-Гел	Г	Ол
58	<i>Euphrasia stricta</i> D. Wolff ex J.F. Lehm. s. l.	Е	Е	7*	Гел	М	Ме
59	<i>Festuca ovina</i> L.	—	Р	9	Гел	К-М	Ол
60	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	Е	Р	5	С-Гел	Г	Ме-Эв
61	<i>Fragaria ananassa</i> Duchesne	Е	—	адв-5в	Гел	М	Эв
62	<i>Fragaria vesca</i> L.	—	Р	2*	С-Гел	М	Ме-Эв
63	<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	—	Е	адв-2	Гел	М	Эв
64	<i>Galium album</i> Mill.	—	Е	адв-4б	С-Гел	М	Ме-Эв
65	<i>Galium aparine</i> L.	—	Е***	адв-2	С-Гел	М	Эв
66	<i>Geranium sylvaticum</i> L.	Р	Р	2	С-Гел	М-Г	Ме-Эв
67	<i>Geum rivale</i> L.	—	Р	7	С-Сц	М-Г	Ме
68	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newm.	Е	Р	4	С-Сц	М-Г	Ме-Эв
69	<i>Hieracium umbellatum</i> L. s. l.	Е	Р	2*	С-Гел	М	Ме
70	<i>Hylebia nemorum</i> (L.) Fourr.	—	Е***	1	Сц	М-Г	Эв
71	<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	—	Е	адв-4б	С-Гел	М	Ме-Эв
72	<i>Juncus filiformis</i> L.	—	Е	7	С-Гел	Г	Ме

Таблица 3. Продолжение

№	Вид Species	Встречаемость Occurrence		ЭЦГ ECG	Экологические группы по шкалам Ecological groups according to the ecological scales		
		Отвалы Dumps	Карьеры Quarries		Свет Light	Влажность Humidity	Почвенное богатство Soil productivity
73	<i>Juniperus communis</i> L.	Е	Е	4	С-Гел	К-М	Ме-Ол
74	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	—	Е	7*	Гел	М	Ме
75	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Е	Е	7*	С-Гел	М	Ме
76	<i>Ledum palustre</i> L.	—	Е	4	Гел	Г	Ол
77	<i>Leontodon autumnalis</i> L.	Е	—	7*	С-Гел	М	Ме-Эв
78	<i>Lepidotheca suaveolens</i> (Pursh) Nutt.	Е	—	адв-3	Гел	М	Ме
79	<i>Leucanthemum ircuitianum</i> Turcz. ex DC.	Е	Е	адв-46	Гел	К-М	Ме
80	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Е	Е	3*	Гел	К-М	Ме
81	<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	Р	Р	адв-5в	Гел	М	Ме-Ол
82	<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	—	Р	7*	Гел	М	Ме-Ол
83	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	Р	Р	2	С-Сц	М	Ме
84	<i>Lycopodium annotinum</i> L.	Е	—	2	С-Сц	М	Ме-Ол
85	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	—	Е***	2	Сц	К-М	Ол
86	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	—	Е	2	С-Сц	М	Ме
87	<i>Malaxis monophyllos</i> (L.) Sw.	—	Е	5	Сц	М-Г	Ме
88	<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	—	Р	2	С-Гел	М	Ме
89	<i>Melica nutans</i> L.	—	Р	1	С-Сц	М-Г	Ме
90	<i>Melilotus albus</i> Medik.	Е	—	адв-3	Гел	К-М	Ме-Ол
91	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Е	—	адв-3	С-Гел	К-М	Ме-Эв
92	<i>Milium effusum</i> L.	—	Е	1	С-Сц	М-Г	Ме-Эв
93	<i>Moneses uniflora</i> (L.) A. Gray	—	Е	2	Сц	М-Г	Ме
94	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	—	Е***	адв-1	С-Гел	К-М	Ме
95	<i>Oberna behen</i> (L.) Ikonn.	Е**	—	адв-46	Гел	М	Ме
96	<i>Orthilia secunda</i> (L.) House	Р	Е	4	С-Гел	М	Ме-Ол
97	<i>Oxalis acetosella</i> L.	—	Е	1	Сц	М-Г	Ме
98	<i>Padus avium</i> Mill.	—	Р	1	С-Гел	М-Г	Ме-Эв
99	<i>Phleum pratense</i> L.	Р	Р	7*	С-Гел	М-Г	Ме-Эв
100	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	—	Е	12	Гел	Г-Ги	Эв
101	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	Р	Р	4	С-Сц	М	Ме
102	<i>Pilosella officinarum</i> F. Schultz et Sch. Bip.	Е	Р	3*	С-Гел	К-М	Ме
103	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Ч	П	4	Гел	М	Ме-Ол
104	<i>Plantago major</i> L.	Р	Е***	адв-3	Гел	М	Ме
105	<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	—	Е	2	Сц	М	Ме-Эв
106	<i>Poa nemoralis</i> L.	—	Е***	2	Сц	М	Ме
107	<i>Poa palustris</i> L.	—	Е***	7	Гел	М-Г	Ме-Эв
108	<i>Poa trivialis</i> L.	—	Р	8*	С-Сц	М-Г	Ме-Эв
109	<i>Populus tremula</i> L.	—	Р	4	Гел	М	Ме

Таблица 3. Продолжение

№	Вид Species	Встречаемость Occurrence		ЭЦГ ECG	Экологические группы по шкалам Ecological groups according to the ecological scales		
		Отвалы Dumps	Карьеры Quarries		Свет Light	Влажность Humidity	Почвенное богатство Soil productivity
110	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	—	Е***	7*	С-Гел	М	Ме-Ол
111	<i>Prunella vulgaris</i> L.	—	Е	2*	С-Гел	М	Ме
112	<i>Pteridium latiusculum</i> (Desv.) Hieron. ex Fries	—	Е***	3*	С-Гел	К-М	Ме-Ол
113	<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	Р	Р	2	С-Сц	М	Ме-Ол
114	<i>Ranunculus acris</i> L.	—	Р	7*	Гел	М	Ме
115	<i>Ranunculus polyanthemus</i> L.	—	Р	3*	С-Гел	К-М	Ме-Эв
116	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	—	Е	адв-1	Гел	М	Ме-Эв
117	<i>Rhinanthus minor</i> L. s. l.	—	Е	7*	Гел	М-Г	Ме-Ол
118	<i>Ribes nigrum</i> L.	—	Е	1	С-Гел	Г	Эв
119	<i>Ribes rubrum</i> L.	Е	—	адв-5в	С-Гел	М	Ме-Эв
120	<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	Е	Р	2	С-Гел	М	Ме
121	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	Е**	—	4	С-Гел	М-Г	Ол
122	<i>Rubus idaeus</i> L.	Е	Р	2*	С-Гел	М	Эв
123	<i>Rubus saxatilis</i> L.	—	Р	2	С-Гел	М-Г	Ме-Эв
124	<i>Rumex acetosa</i> L.	Е	—	7*	С-Гел	М-Г	Ме-Эв
125	<i>Rumex acetosella</i> L.	Е	Р	8*	С-Гел	М	Ме-Ол
126	<i>Salix caprea</i> L.	П	П	2	С-Гел	М	Ме
127	<i>Salix phylicifolia</i> L.	Ч	П	4	С-Сц	М-Г	Ме
128	<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	—	Р	1	Гел	Г	Ме-Эв
129	<i>Solidago virgaurea</i> L.	Р	Е	2	С-Гел	М	Ме
130	<i>Sonchus arvensis</i> L.	—	Е	адв-1	Гел	М	Ме-Эв
131	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Е	Р	2	С-Сц	М	Ме
132	<i>Stellaria graminea</i> L.	Е	Р	8*	Гел	М	Ме
133	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Е	Е	8*	Гел	К-М	Ме
134	<i>Taraxacum officinale</i> Wigg. s. l.	Р	Р	8*	Гел	М	Ме-Ол
135	<i>Trientalis europaea</i> L.	Р	Р	2	С-Сц	М-Г	Ме
136	<i>Trifolium arvense</i> L.	—	Е	адв-1	Гел	М	Ол
137	<i>Trifolium pratense</i> L.	Е	Е	адв-4б	Гел	М	Ме
138	<i>Trifolium repens</i> L.	Р	Р	адв-4б	Гел	М	Эв
139	<i>Tussilago farfara</i> L.	Ч	Ч	8*	С-Гел	М	Ме-Ол
140	<i>Typha latifolia</i> L.	—	Е	12*	Гел	Г-Ги	Ме-Эв
141	<i>Urtica dioica</i> L.	Е	Р	адв-3	С-Гел	М-Г	Эв
142	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Р	Р	1	С-Гел	М	Ме
143	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Р	—	4	С-Гел	М-Г	Ме-Ол
144	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Р	Р	4	С-Гел	М	Ме-Ол
145	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Е	Е	2*	С-Гел	М	Ме-Эв
146	<i>Veronica officinalis</i> L.	—	Е***	3*	С-Гел	М	Ме-Эв

Таблица 3. Окончание

№	Вид Species	Встречаемость Occurrence		ЭЦГ ECG	Экологические группы по шкалам Ecological groups according to the ecological scales		
		Отвалы Dumps	Карьеры Quarries		Свет Light	Влажность Humidity	Почвенное богатство Soil productivity
147	<i>Vicia cracca</i> L.	Е	Р	7*	Гел	М	Ме-Эв
148	<i>Vicia sylvatica</i> L.	—	Е	1	Сц	М	Ме
149	<i>Viola nemoralis</i> L.	Е	—	7	Гел	М	Ме
150	<i>Viola canina</i> L.	—	Е	7	С-Гел	М	Ме
151	<i>Viola mirabilis</i> L.	—	Е	1	С-Сц	М	Ме-Эв
152	<i>Viola tricolor</i> L.	Е	—	7*	Гел	М	Ме-Эв
	Всего видов Total number of species	77	133				

Примечание. **Встречаемость вида** (отношение числа описаний, где вид отмечен, к общему числу описаний, %): Е – единично (<5%); Р – редко (5–30%); Ч – часто (30–50%); П – повсеместно (>50%).

Эколого-ценотические группы (ЭЦГ): 1 – лесные эвтрофные мезо-гигрофиты сциофиты; 2 – лесные мезо-олиготрофные мезофиты сциофиты-семигелиофиты; 3 – лесные олиготрофные ксерофиты-гелиофиты; 4 – лесные виды с широкой экологической амплитудой; 5 – болотные эу-мезотрофы; 6 – болотные олиготрофы; 7 – луговые мезо-гигрофиты; 8 – прибрежные пресноводных водоемов; 9 – прибрежно-водные морские; 11 – тундровые; 12 – водные и прибрежно-водные.

Адвентивные виды по М. Л. Раменской: адв-1 – сорняки полевые сеgetальные; адв-2 – сеgetально-рудеральные; адв-3 – рудеральные; адв-4 – эрзоиофилы, в т. ч. адв-4а – растения сухих обнажений, адв-4б – растения мест средней степени увлажнения, адв-4в – растения сырых и мокрых обнажений, адв-5 – случайные заносные, в т. ч. адв-5а – заносные сорные, адв-5б – заносные сорные (не сорные по своей природе), адв-5в – культивируемые и дичающие.

Экологические группы. По отношению к свету: Гел – гелиофит, С-Гел – семи-гелиофит, С-Сц – семи-сциофит, Сц – сциофит; по отношению к влажности: К-М – ксеро-мезофит, М – мезофит, М-Г – мезо-гигрофит, Г – гигрофит; Г-Ги – гигрогидрофит; по отношению к плодородию почвы: Ол – олиготроф, Ме-Ол – мезо-олиготроф, Ме – мезотроф, Ме-Эв – мезо-эвтроф, Эв – эвтроф.

* – эвапофиты по А.В. Кравченко (Kravchenko, 2007).

** – вид приводится по данным Razrabotka..., 1993; Fedorets et al., 2011.

*** – вид приводится по данным Klassifikatsiya..., 1980; Razrabotka..., 1993.

Note. **Species occurrence** (the ratio of the number of relevés where the species is indicated to the total number of relevés, %): E – single (<5%); P – rare (5–30%); Ч – often (30–50%); П – general (>50%).

Ecological-coenotic groups (ECG): 1 – forest eutrophic meso-hygrophilous sciophilous species; 2 – forest meso-oligotrophic mesophilous sciophilous-semiheliophilous species; 3 – forest oligotrophic xerophilous heliophilous species; 4 – forest species with a wide ecological amplitude; 5 – meso-eutrophic mire species; 6 – oligotrophic mire species; 7 – meso-hygrophilous plants of meadows; 8 – species of freshwater shores; 9 – coastal and aquatic marine species; 11 – tundra species; 12 – aquatic and coastal freshwater species.

Adventive species according to M.L. Ramenskaya: adv-1 – segetal; adv-2 – segetal-ruderal; adv-3 – ruderal; adv-4 – exposed-rock species, incl. adv-4a – of dry exposed rock, adv-4b – of average moisture habitats, adv-4v – of very moist and wet exposed-rock habitats, adv-5 – accidental aliens, incl. adv-5a – alien weeds, adv-5b – accidental non-weed aliens, adv-5v – cultivated.

Ecological groups. In respect to lighting: Гел – heliophilous, С-Гел – semi-heliophilous, С-Сц – semi-sciophilous, Сц – sciophilous; in respect to moisture: К-М – xero-mesophilous, М – mesophilous, М-Г – meso-hygrophilous, Г – hygrophilous, Г-Ги – hygro-hygrophilous; in respect to soil fertility: Ол – oligotrophic, Ме-Ол – meso-oligotrophic, Ме – mesotrophic, Ме-Эв – meso-eutrophic, Эв – eutrophic.

* – marked euapophytes by A.V. Kravchenko (2007).

** – the species is cited according to Razrabotka..., 1993; Fedorets et al., 2011.

*** – the species is cited according to Klassifikatsiya..., 1980; Razrabotka..., 1993.

черничных до сосняков брусничных, а также производных лесов). Из 2-й ЭЦГ на исследованных объектах отмечены 28 видов: 9 – на отвалах, 27 – в карьерах. Это самая большая по числу видов группа на изучаемых объектах, при этом самые массовые виды, произрастающие на нарушенных землях, входят именно в эту группу. Это *Chamaenerion angustifolium* и *Salix caprea* – виды, соче-

тающие семенное размножение (распространяющие огромное число летучих семян), с активным вегетативным размножением. Всего 11 видов являются анемохорами, 5 – диплохорами, по 6 – авто- и зоохоров. Почти треть (8 видов) этой группы – апофиты: *Anthriscus sylvestris*, *Calamagrostis arundinacea*, *Chamaenerion angustifolium*, *Fragaria vesca*, *Hieracium umbellatum*, *Prunella vulgaris*, *Rubus idaeus*,

Veronica chamaedrys. Практически, все они – светолюбивые растения (семи-гелиофиты и гелиофиты). Наличие данных видов на территории отвалов и карьеров вполне закономерно, так как в эту группу входят широко распространенные в лесах виды, которые попадают на нарушенные земли из окружающих естественных сообществ. 13 видов (46%) – многолетние вегетативно-подвижные травы – *Cirsium heterophyllum*, *Luzula pilosa*, *Lycopodium clavatum*, *Maianthemum bifolium*, *Moneses uniflora*, *Pyrola rotundifolia*, *Rubus saxatilis*, *Trientalis europaea*, *Veronica chamaedrys* и др. и только 1 однолетник – *Melampyrum sylvaticum*. На отвалах эти виды (за исключением ивы и иванчая) отмечены только на привозном субстрате (O2, O3). Три вида (*Cirsium heterophyllum*, *Lycopodium clavatum*, *Poa nemoralis*) произрастали только в первые годы зарастания карьеров (K1 и K2) и в дальнейшем отсутствовали.

3 – “виды наиболее сухих и бедных почвогрунтов и еще большего светолюбия” – лесные олиготрофные ксерофиты гелиофиты – это виды сухих сосняков и полян, а также скальных выходов. Все 10 видов 3-й ЭЦГ отмечены и на отвалах, и в карьерах. Из них по способу распространения семян 4 являются диплохорами (*Arctostaphylos uva-ursi*, *Linaria vulgaris*, *Ranunculus polyanthemus*, *Veronica officinalis*) и 1 – автохор (*Calluna vulgaris*). 5 видов являются анемохорами (*Antennaria dioica*, *Equisetum hyemale*, *Pilosella officinarum*, *Pteridium latiusculum*, *Calamagrostis epigeios*). Последний является самым распространенным на отвалах видом – апофитом, который был отмечен на всех типах субстратов. Распространяя семена с помощью ветра и являясь одновременно вегетативно-подвижным растением, он успешно расселяется по отвалам. Единично отмечено 3 вида (*Antennaria dioica*, *Linaria vulgaris*, *Pilosella officinarum*), которые произрастали по обочинам дороги на участке бывшей свалки ТБО и, вероятно, занесены сюда с транспортом еще во время ее функционирования.

4 – “лесные виды с очень широкой экологической амплитудой” – лесные виды, часто заходящие на скалы, и на лесные, и на открытые болота, и другие местообитания. Из 4-й ЭЦГ отмечено 19 видов (16 – на отвалах, 14 – в карьерах). Из древесных растений это деревья – *Betula pendula*², *B. pubescens*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, кустарники – *Betula nana*, *Juniperus communis*, *Salix phylicifolia*, кустарнички – *Empetrum hermaphroditum*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*. Еще 7 видов – многолетние травы, 5 из которых – длиннокорневищные: *Equisetum*

pratense, *E. sylvaticum*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Orthilia secunda*, *Rubus chamaemorus*. Только 2 вида являются апофитами – *Dryopteris carthusiana* и *Equisetum pratense*. По способу распространения семян растения делятся на две равные части: анемохоры – с легкими семенами (*Betula nana*, *B. pendula*, *B. pubescens*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Equisetum pratense*, *E. sylvaticum*, *Orthilia secunda* и др.) и эндозоохоры – с сочными плодами (*Empetrum hermaphroditum*, *Rubus chamaemorus*, *Juniperus communis* и др.) – распространяются преимущественно птицами.

5 – “виды болот более или менее эутрофных и мезотрофных, как безлесных, так и облесенных; как топяного характера, так и со средней (для болот) степенью обводнения” – болотные эу- и мезотрофные виды. Из 5-й ЭЦГ отмечено 11 видов (2 – на отвалах, 11 – в карьерах): *Calamagrostis phragmitoides*, *Carex canescens*, *C. cespitosa*, *C. juncella*, *C. lasiocarpa*, *Equisetum fluviatile*, *E. palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Malaxis monophyllos*, *Calamagrostis canescens*, *Coccyganthe flos-cuculi*, 2 последних – апофиты. Преимущественно это – светолюбивые гигрофиты. Все перечисленные виды произрастали на дне карьеров, где образовался водоем. Только 2 вида (*Equisetum palustre* и *Filipendula ulmaria*) отмечены на участках отвалов, где вносился торф (O2, O3), с которыми они и были завезены. По способу распространения семян выявлены 5 диплохоров, 4 анемохора, по 1 автохору (*Coccyganthe flos-cuculi*) и гидрохору (*Carex lasiocarpa*).

6 – виды, “характерные для олиготрофных болот”. По причине экстремальных условий обитания количество их невелико, но это виды довольно массовые. Из 6-й ЭЦГ на отвалах отмечен только *Eriophorum vaginatum*, который был целым растением занесен с торфом и существовал здесь только в первый год отсыпки отвала.

7 – “виды преимущественно луговые – мезофильного и гидрофильного ряда: открытых мест с достаточно хорошо выраженным задернением травянистой растительностью” – луговые мезо- и гигрофиты семи- и гелиофиты. Из 7-й ЭЦГ отмечены 23 вида (11 – на отвалах, 19 – в карьерах, подавляющее большинство которых (18 видов) – апофиты. Все они требовательны к освещению и влажности и сочетают (за исключением *Leontodon autumnalis*) несколько способов распространения семян. Два из них (*Anthoxanthum odoratum* и *Potentilla erecta*) были отмечены только в первые годы после прекращения эксплуатации K1. *Achillea millefolium* и *Viola tricolor* произрастали только на O4 – участке бывшей свалки ТБО. Из остальных 5 абorigенных видов *Viola nemoralis* отмечена только на O2, отсыпанных смесью морены и торфа и попала сюда с привезенным субстратом. Еще 4 вида – только в карьерах: *Geum rivale* и *Viola canina* – в K2 рядом с несанкционированной свалкой

² *Betula pendula* у М.Л. Раменской отнесен ко 2 ЭЦГ. Исходя из личных многочисленных наблюдений особенностей произрастания этого вида в естественных биогеоценозах в условиях Карелии, считаем более правильным отнести его к 4 ЭЦГ.

бытового мусора; *Poa palustris* и *Juncus filiformis* – однократно на дне К1 (при повторном описании отсутствовал).

8 – виды, произрастающие “преимущественно на берегах пресноводных водоемов (озер, рек, ручьев), включая виды открытых песчаных и песчано-галечниковых относительно сухих отмелей, глинистых и иловатых сырых отмелей, заболоченных берегов”. Эта достаточно разнородная группа объединяет прибрежные пресноводные виды, как сухих, так и переувлажненных местообитаний. Из 8-й ЭЦГ отмечены 9 видов (5 – на отвалах, 9 – в карьерах). За исключением *Carex pseudocyperus*, все они являются апофитами, это преимущественно гелиофиты и вегетативно-подвижные растения, по биологическим свойствам способные произрастать на подвижных субстратах. *Taraxacum officinale* и *Tussilago farfara* распространяются ветром, а остальные (*Alopecurus aequalis*, *Carex pseudocyperus*, *Elytrigia repens*, *Poa trivialis*, *Rumex acetosella*, *Stellaria graminea*, *Tanacetum vulgare*) непреднамеренно занесены человеком или животными.

9 – виды, “характерные исключительно или почти исключительно для морского берега (от мелководий до лесных опушек)” – виды, приуроченные к засоленным местообитаниям морского побережья. Из 9-й ЭЦГ отмечены *Festuca ovina* и *Carduus crispus*. Оба вида произрастали в К1 и К2, расположенных у населенных пунктов. *Carduus crispus* – травянистый двулетний анемохор, апофит – успешно поселяется на вторичных местообитаниях. *Festuca ovina* – травянистый многолетник, способный распространять семена различными путями. На отвалах из этой группы отмечен только *Carduus crispus* – на территории бывшей свалки ТБО.

11 – “тундровые виды”. Из 11-й ЭЦГ отмечен только *Equisetum variegatum* – вегетативно-подвижный, анемохорный, светолюбивый вид, предпочитающий избыточное увлажнение почвы. В Карелии он довольно редок, распространяется по влажным берегам, заросшим кустарником, карьерам, выходам карбонатных пород (Кравченко, 2007). Нами обнаружен в К2 в переувлажненных местообитаниях с разреженным древостоем.

12 – “водные и прибрежно-водные растения”. Из 12-й ЭЦГ были отмечены *Typha latifolia* и *Phragmites australis*, произраставшие в небольших водоемах, образовавшихся на дне К2. Это длиннокорневищные светолюбивые, требовательные к богатству почвы и приспособленные к избыточному увлажнению виды. Семена распространяются ветром, водой, а также водоплавающими птицами. Нахождение этих видов в карьерах с образовавшимися непересыхающими водоемами вполне закономерно.

Одна из ЭЦГ (№ 10 в классификации М.Л. Раменской), в которой объединены виды, приуроченные к скальным местообитаниям – петрофиты, нами в карьерах и на отвалах не отмечена. Так как все перечисленные выше ЭЦГ растений имеют довольно длинные названия, для удобства при анализе видового состава будут использоваться сокращенные названия или указываться номер группы.

Анализ синантропных видов. Синантропные³ виды представлены 32 адвентивными и 48 апофитами и в целом составляют 52.6% от общего списка. Среди адвентивных видов по жизненной форме преобладают многолетние травы (19 видов), чуть меньше (12 видов) 1–2-летних трав. Встречается также кустарник *Ribes rubrum*. По времени заноса 19 видов (59.4%) являются археофитами – адвентивные виды, проникшие на территорию республики до XVI века (Кравченко, 2007). Немного уступают им неофиты (13 видов – 40.6%) – более поздние иммигранты. По способу заноса преобладают ксенофиты (22 вида – 68.8%) – заносятся человеком непреднамеренно. Еще 4 вида являются аколитофитами и самостоятельно осваивают новые территории: это натурализовавшиеся виды, способные проникать в естественные и полусамостоятельные сообщества – агриофиты (*Galium album*, *Trifolium repens*) и расселяющиеся по вторичным местообитаниям – эпекофиты (*Leucanthemum ircutianum*, *Sonchus arvensis*). За исключением *Galium album* все они – гелиофиты.

По классификации М.Л. Раменской (Раменская, 1983) в зависимости от осваиваемых вторичных биотопов (табл. 3) наибольшим числом представлены группы рудеральных видов (всего 8: *Arctium lappa*, *Artemisia absinthium*, *Cirsium arvense*, *Lepidotheca suaveolens*, *Melilotus albus*, *M. officinalis*, *Plantago major*, *Urtica dioica*⁴) и эрозиофилов – 10 видов, из которых отмечены только растения мест средней степени увлажнения (*Alchemilla acutiloba*, *A. subscrenata*, *Centaurea jacea*, *Galium album* и др.). Отметим, что в группу эрозиофилов в том числе включены 6 видов (*Dactylis glomerata*, *Leucanthemum ircutianum*, *Oberna behen*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Hypericum maculatum*), которые по сводке А.В. Кравченко (Кравченко, 2007) являются адвентивными видами, а у М.Л. Раменской (Раменская, 1983) – луговые апофиты (за исключением последнего). Примерно одинаковым числом видов представлены группы сегетальных – полевых сорняков (*Myosotis ar-*

³ Под синантропными мы понимаем совокупность видов, связанных с деятельностью человека – апофиты и адвентивные виды.

⁴ По последним данным (Kucherov et al., 1998; Kравченко, 2007) в средней подзоне тайги крапива является аборигенным видом. Мы в данной работе следуем М.Л. Раменской и относим крапиву к заносным видам, т. к. анализируем одновременно объекты в средней и северной тайге.

vensis, *Raphanus raphanistrum*, *Sonchus arvensis*, *Trifolium arvense*), сегетально-рудеральных (*Alsine media*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Galeopsis tetrahit*, *Galium aparine*) и случайных заносных видов, из которых отмечены только культивируемые и дичающие (*Brunnera sibirica*, *Cyanus montanus*, *Fragaria ananassa*, *Lupinus polyphyllus*, *Ribes rubrum*). Последние 4 вида-неофита по способу распространения сочетают в себе черты ксенофитов и эргазиофитов и отмечены только в замусоренных местах: на отвалах, на месте бывшей свалки (O4) и на кучах мусора в К2. Находки всех этих видов единичны и, несмотря на обилие в точке заноса, их дальнейшего распространения, как правило, не происходит. Исключение составляет *Lupinus polyphyllus*, который успешно осваивает разные типы нарушенных территорий (Kostina, 2020). В К2 он был непреднамеренно занесен человеком из расположенного поблизости населенного пункта, где является обильным, а на отвалах специально внедрен в посадки сосны в качестве биомелиоранта, и на момент исследований активно осваивал соседние опытные участки. Стоит отметить, что наряду с люпином здесь проводили экспериментальные посеы донников (*Melilotus albus* и *M. officinalis*), которые на момент повторных исследований (через 20 лет) уже не обнаружены.

Среди 48 видов-апофитов подавляющее большинство – это многолетние травы (41 вид – 83.0%), из которых 31 вид (75.6%) являются вегетативно-подвижными растениями (14 длиннокорневищных, 5 корнеотпрысковых, 2 надземностолонных). Еще 5 видов (10.6%) являются 1–2-летними растениями. При этом половина – 25 (53.2%) видов является анемохорами.

Анализ видового состава по способу распространения семян⁵ показал, что на нарушенных землях преобладают диплохорные виды – 61 вид (40.1%), чисто анемохорных видов – 38 (25%). Если к ним прибавить 35 анемохорных растений из группы диплохорных, то их общее число достигает 84, что составляет 55.2% от всего видового состава. Среди них самые массовые виды на нарушенных территориях: *Betula* spp., *Pinus sylvestris*, *Salix* spp., *Chamaenerion angustifolium*, *Tussilago farfara* и др. Чуть меньше автохорных – 35 видов (23%). Это 13 адвентивных и 22 аборигенных вида, половина которых – апофиты (11 видов). Еще меньше зоохоров – 18 видов (12%). В основном это аборигенные лесные растения с сочными плодами различных жизненных форм: травы (*Convallaria majalis*, *Fragaria vesca*), кустарнички

(*Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium vitis-idaea* и др.), кустарники (*Juniperus communis*, *Ribes nigrum*, *Rosa acicularis*), деревья (*Padus avium*, *Sorbus aucuparia*), а также адвентивные культивируемые виды (*Fragaria ananassa*, *Ribes rubrum*). Вторая часть зоохоров обладает цепкими, сухими и легкими семенами (*Juncus filiformis*, *Galium aparine*), которые, прицепляясь к шерсти животных и одежде человека, могут переноситься на новые места.

Анализ встречаемости видов показал, что большинство видов на отвалах и карьерах по добыче ПГС отмечены редко (23 вида – 30.3% и 61 вид – 45.9%, соответственно) и единично (46–60.5% и 61–46.6%). Всего несколько видов встречались часто. На отвалах это травянистые виды *Agrostis capillaris*, *Tussilago farfara*, *Calamagrostis epigeios*, из древесных – *Pinus sylvestris*. В карьерах к первым двум добавляются *Antennaria dioica*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Calluna vulgaris*. Повсеместно на обоих типах нарушенных земель отмечен только *Chamaenerion angustifolium*; из древесных – *Betula* spp., *Salix* spp. В карьерах к ним добавляется *Pinus sylvestris*.

На восстановление растительности отвалов железорудного месторождения и карьеров по добыче ПГС на начальных стадиях может повлиять качество субстрата. На тех участках отвалов (O1), поверхность которых представлена исключительно пустой горной породой (минеральным субстратом) через 20 лет живой напочвенный покров образуют всего пять видов сосудистых растений (*Agrostis capillaris*, *Calamagrostis epigeios*, *Chamaenerion angustifolium*, *Deschampsia cespitosa*, *Tussilago farfara*), их суммарное проективное покрытие в среднем составляло 1%. Из древесных видов здесь произрастают *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Salix* spp., очень редко – *Picea abies* и *Populus tremula*. При их высокой встречаемости (97–100%) и численности (9.48, 3.15, 9.81 тыс. шт./га, соответственно) все древесные растения, как правило, находились в угнетенном состоянии и имели высоту до 0.2 м. Иная ситуация складывается на участках с рекультивацией, где минеральный субстрат был дополнительно покрыт торфом и супесчаной мореной (O2). Здесь за 20 лет естественным путем сформировались фитоценозы, в древесном ярусе которых преобладают различные виды рода *Salix* (средняя высота 1.3 м), реже встречаются *Betula pendula* и *B. pubescens* (4.4 м) и *Pinus sylvestris* (2.5 м). *Picea abies* и *Populus tremula* отмечены единично. В живом напочвенном покрове отмечено 20 видов сосудистых растений, со средним общим проективным покрытием 40%.

Ярким примером влияния органики на формирование сообщества является К3, где в 1990 г. был проведен эксперимент по внесению торфа при рекультивации с применением древесных растений. Через 23 года после посадки сосны

⁵ При данном анализе мы намеренно не выделяли антропохорию (распространение семян с участием человека) как отдельный способ диссеминации, понимая, что потенциально, практически любой вид на таких антропогенных местообитаниях является антропохором – случайно может быть занесен человеком.

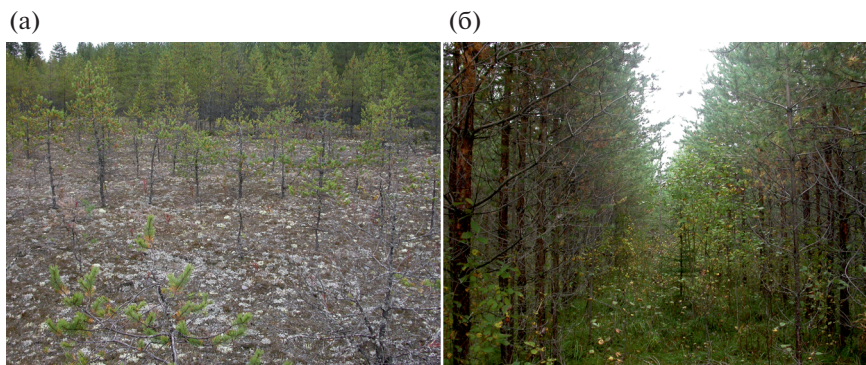


Рис. 2. Посадки сосны в карьере по добыче песчано-гравийной смеси на минеральном субстрате (а) и при дополнительной отсыпке поверхности торфом (б).

Fig. 2. Pine plantings in the sand-and-gravel-mixture quarry on mineral substrate (a) and with additional filling of the surface with peat (b).

структура древесного яруса двух участков очень сильно различалась (рис. 2), хотя сохранность саженцев на них была примерно одинаковой (73 и 76%, соответственно). На участке без дополнительной отсыпки торфом средняя высота древесного яруса составляла 2.2 м. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова не превышало 25%, преобладали лишайники рода *Cladonia* spp. Из сосудистых растений отмечены 19 видов, типичных для бедных и сухих сосняков (*Antennaria dioica*, *Chamaenerion angustifolium*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Hieracium umbellatum* и др.), все — единично. Фактически в средней тайге в условиях сосняков черничных наблюдалось развитие видового состава, характерное для северотаежных сосняков лишайниковых (Kryshen' et al., 2018). На участке, отсыпанном торфом, средняя высота культур составляла 6.5 м. Среднее проективное покрытие живого напочвенного покрова достигало 70%. Здесь отмечено практически в два раза больше видов сосудистых растений (35), в том числе, такие эвтрофные виды, как *Aegopodium podagraria*, *Anthriscus sylvestris*, *Coccyganthe flos-cuculi*, *Rubus idaeus*, *Urtica dioica*, *Veronica chamaedrys* и др. Внесение торфа обеспечило развитие сообщества по характерному для данной местности “сценарию” с формированием подлеска и появлению в подросте ели, с доминированием в травяно-кустарничковом ярусе типичных для сосняков черничных лесных растений.

Для успешного заселения свободной территории важную роль играют способы распространения семян. Как уже было отмечено, только несколько видов успешно заселяют отвалы самостоятельно. Подавляющая часть была случайно занесена человеком с грунтом и транспортом. Особенно это отражается на разнообразии растений, произрастающих на нарушенных территориях, расположенных у населенных пунктов. Так, после окончания промышленной разработки ка-

рьера, как правило, он продолжает эксплуатироваться местным населением, что приводит к непреднамеренному заносу зачатков многих растений. Разнообразные антропогенные биотопы (территории населенных пунктов, обочины дорог, огороды и др.) и естественные (лес, прибрежные фитоценозы у водоемов и др.) вблизи нарушенной территории могут приводить к повышению видового богатства сообществ, так как расширяется пул видов (адвентивных и аборигенных) потенциально способных на нее попасть (Kostina, 2018). Так, в семи карьерах, удаленных от населенных пунктов и расположенных в лесных массивах (табл. 2), было выявлено только 29 видов сосудистых растений. Все они — типичные лесные растения и встречаются в непосредственной близости от карьеров в естественных лесных сообществах. Тогда как в трех карьерах, находящихся у населенных пунктов, видовое разнообразие было в несколько раз больше (К3 — 51 вид, К1 — 70, К2 — 99), при этом 13–18% видов являлись адвентивными. Увеличение видового разнообразия растительных сообществ в карьерах при наличии антропогенной нагрузки отмечалось и в других регионах (Koronatova, 2000), при этом также выявлено увеличение числа адвентивных видов (Řehouňková, Prach, 2006).

Не для всех попавших на свободную территорию растений условия являются благоприятными для прорастания. Минеральный субстрат (песок, горные породы) изначально лишен многих питательных веществ, необходимых для их развития. В результате из всего разнообразия растений первое время здесь может появиться и существовать только небольшая группа нетребовательных к почвенным условиям видов. Анализ их состава по встречаемости показал, что всего 7 поселялись на нарушенных территориях часто — они являются здесь самыми массовыми и относятся к совершенно разным эколого-ценотическим группам.

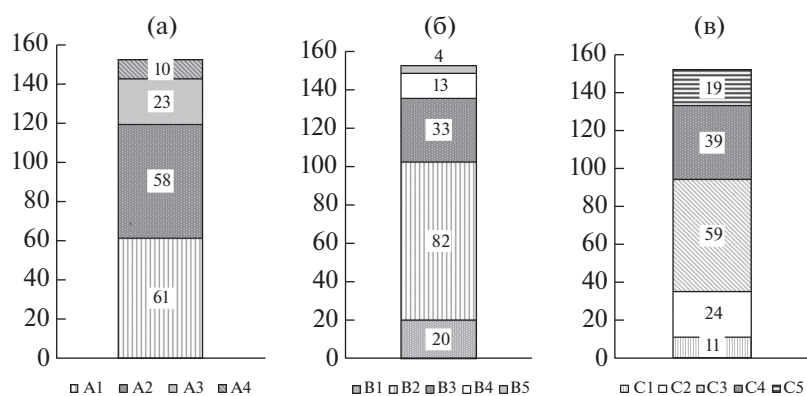


Рис. 3. Экологическая структура видового состава сосудистых растений, заселяющих отвалы и карьеры. По оси ординат – количество видов. а – по отношению к свету (А1 – гелиофиты, А2 – семигелиофиты, А3 – семисциофиты, А4 – сциофиты), б – по отношению к влажности (В1 – ксеро-мезофиты, В2 – мезофиты, В3 – мезо-гигрофиты, В4 – гигрофиты, В5 – гигро-гидрофиты), в – по отношению к богатству почвы (С1 – олиготрофы, С2 – мезо-олиготрофы, С3 – мезотрофы, С4 – мезо-эвтрофы, С5 – эвтрофы).

Fig. 3. Ecological structure of the vascular plant species in dumps and quarries. Y-axis – the number of species. а – ecological groups of plants in respect to lighting (A1 – heliophilous, A2 – semi-heliophilous, A3 – semi-sciophilous, A4 – sciophilous), б – ecological groups of plants in respect to moisture (B1 – xero-mesophilous, B2 – mesophilous, B3 – meso-hygrophilous, B4 – hygrophilous, B5 – hygro-hydrophilous), в – ecological groups of plants in respect to soil fertility (C1 – oligotrophic, C2 – meso-oligotrophic, C3 – mesotrophic, C4 – meso-eutrophic, C5 – eutrophic).

Из травянистых растений это: луговой злак – *Agrostis capillaris*, лесной злак – *Calamagrostis epigeios*, апофит и пионер всех нарушенных территорий – *Chamaenerion angustifolium*, прибрежный вид и также апофит – *Tussilago farfara*. Из древесных – *Betula pubescens*, *Salix phylicifolia*, *Pinus sylvestris*. Все они светолюбивые, не требовательные к почвенным условиям и, за исключением злаков, – аборигенные анемохоры.

По отношению к плодородию почвы в видовом составе преобладают мезотрофы – 34.4% (рис. 3). За ними в порядке уменьшения следуют мезо-эвтрофы, эвтрофы, мезо-олиготрофы, олиготрофы (25.7, 12.5, 7.3, 7.2% соответственно). Присутствие столь разных групп по требовательности к почвенному богатству объясняется тем, что как на отвалах, так и в крупных карьерах местами добавлялись богатые органикой субстраты, такие как торф и бытовой мусор. Именно фитоценозы обогащенных органикой участков отличались активным участием эу- и мезотрофов, как это было показано выше для КЗ.

Важно отметить, что сам привносимый субстрат является источником зачатков многих растений. Так, на кучах привозного торфа на отвалах произрастали гигрофиты (*Carex globularis*, *Eriophorum vaginatum*, *Filipendula ulmaria*) и мезо-гигрофиты (*Betula nana*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Dryopteris carthusiana*, *Dactylorhiza maculata* и др.) – виды болот и сырых лесов, многие из которых, однако, отмечены лишь в течение одного-двух лет после заноса. Присутствие таких видов указывает только на происхождение торфа и не имеет

значения для формирования сообществ на нарушенных территориях.

Наибольшее видовое разнообразие выявлено на свалках ТБО, что не удивительно, так как здесь идет обогащение субстрата не только элементами питания (Когонатова, 2004), но и зачатками большого числа адвентивных видов. Здесь отмечены такие эвтрофные адвентивные виды, как *Alsine media*, *Ribes nigrum*, *Rubus idaeus* – в карьерах; *Arcium lappa*, *Artemisia absinthium*, *Fragaria ananassa*, *Melilotus officinalis*, *Ribes rubrum*, *Trifolium repens* – на отвалах.

По отношению к освещенности на исследованных территориях ожидаемо преобладают светолюбивые растения (семи- и гелиофиты) – 119 (78.3%), большинство которых является луговыми апофитами: *Achillea millefolium*, *Anthoxanthum odoratum*, *Campanula glomerata*, *Ranunculus acris*, *Rhinanthus minor*, *Viola tricolor* и другие (рис. 3). При этом доля теневыносливых и тенелюбивых растений значительно меньше (15.1, 6.6%, соответственно). Такое соотношение вполне закономерно для сообществ на нарушенных землях, так как древесный ярус на этих территориях сформировался не везде и не сразу. И даже там, где он есть, неравномерная его структура позволяет существовать светолюбивым видам.

По отношению к влажности почвы преобладают мезофиты – 82 (40%). За ними следуют мезо-гигрофиты (21.7%), ксеро-мезофиты (13.2%), гигрофиты (8.5%), гигро-гидрофиты (2.6%). Столь пестрая картина разнообразия видов демонстрирует не только реальный спектр условий (перувлажненные и очень сухие участки) для произ-

растения различных групп растений, но и различные источники зачатков растений. Ранее было показано, что в карьерах распределение видов по склонам отражало различие условий в обеспеченности растений водой (Kostina, 2013). В верхней, наиболее дренированной части склонов преобладали ксеромезофиты (*Antennaria dioica*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Calluna vulgaris*, *Pilosella officinarum*) — все они виды сухих сосняков. В средней части — уже мезофиты (*Calamagrostis arundinacea*, *C. epigeios*, *Fragaria vesca*, *Luzula pilosa*, *Melampyrum sylvaticum*, *Orthilia secunda*, *Pyrola rotundifolia*) — лесные виды, в естественных условиях произрастающие в более влажных сосняках и ельниках. В нижней части кроме мезофитов (*Melampyrum sylvaticum*, *Pyrola rotundifolia*, *Vaccinium myrtillus* и др.), произрастали мезо-гигрофиты (*Dactylorhiza maculata*, *Milium effusum*, *Moneses uniflora*, *Oxalis acetosella*). В тех карьерах, где дно подстилалось водоупорным слоем глины, возникали небольшие водоемы (постоянные или временные), присутствовали виды околоводных и водных местообитаний — гигрофиты (*Carex canescens*, *C. cespitosa*, *C. juncella*, *Filipendula ulmaria*, *Juncus filiformis*, *Scirpus sylvaticus*) и гигро-гидрофиты (*Typha latifolia*, *Phragmites australis*).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом на начальных этапах восстановления растительности в заселении относительно больших по площади нарушенных участков, поверхность которых состоит только из минерального субстрата, может участвовать небольшая группа нетребовательных к почвенным условиям видов, распространяющихся из окружающих естественных и антропогенных сообществ. Так, на большей части поверхности отвалов, изолированной от контакта с естественной или антропогенной растительностью, напочвенный покров отсутствует совсем или представлен единичными экземплярами растений. Начало процессов активного восстановления растительности, как правило, сопряжено с деятельностью человека, а именно специальным или случайным обогащением субстрата органикой. Внесение органики (торф, органические отходы стихийных или спроектированных свалок) не только улучшает условия обитания растений, но и обеспечивает занос семян, корневищ, частей и целых растений, что отражается в повышении видового разнообразия и ускорении формирования фитоценозов.

Растительность неоднородной (по происхождению, размерам, рельефу, влиянию человека) территории карьеров и отвалов, несмотря на относительно небольшую занимаемую площадь (в целом от земельного фонда республики), отличается разнообразием эколого-ценотических свойств видов. Здесь были обнаружены виды

одиннадцати из двенадцати ЭЦГ, выделенных М.Л. Раменской (Ramenskaya, 1983) для региона. Эколого-ценотическая структура отличается от таковой флоры Карелии и ценофлор других природных и антропогенно нарушенных местообитаний, таких как вырубки, производные леса — и в случае с карьерами и отвалами она отражает в большей степени набор источников зачатков, формирующих сообщества растений, чем сами условия произрастания.

На начальных этапах естественного процесса зарастания нарушенных территорий способ расселения растений (самостоятельный, антропогенный занос) определяет видовой состав растений. В целом здесь преобладают диплохорные виды, сочетающие несколько путей распространения семян — 61 вид (40.1%), в большинстве занесенные на карьеры и отвалы человеком. Чисто анемохорных видов — 38 (25%). Среди них самые массовые на нарушенных территориях типичные пионерные виды (*Chamaenerion angustifolium*, *Tussilago farfara*, *Betula* spp., *Salix* spp. и др.).

В экологической структуре преобладают светолюбивые виды (семи- и гелиофиты), доля которых составляет 78.3%, что закономерно для растительности нарушенных территорий, т.к. на начальных стадиях зарастания не сформирован древесный ярус. По отношению к влажности преобладают мезофиты (52.0%). По отношению к богатству почвы нет однозначно преобладающей группы, т.к. в карьерах и на отвалах представлен широкий спектр местообитаний — от минерального субстрата до свалок, богатых органическим веществом.

Исследования еще раз продемонстрировали, что без специальных мероприятий (рекультивации) быстрое восстановление растительности крупных карьеров и отвалов невозможно. В то же время во многих случаях достаточно внесения небольшого количества органического субстрата, чтобы запустить естественные процессы формирования растительных сообществ.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаем благодарность за содействие в сборе материала В.А. Харитонову, А.Н. Пеккоеву, а также Е.П. Гнатюк и А.В. Кравченко за помощь в определении видов сосудистых растений.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт леса КарНЦ РАН).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[Batalov et al.] Баталов А.А., Мартъянов Н.А., Кулагин А.Ю., Горюхин О.Б. 1989. Лесовосстановле-

- ние на промышленных отвалах Предуралья и Южного Урала. Уфа, 140 с.
- Borgegård S.O. 1990. Vegetation development in abandoned gravel pits: effects of surrounding vegetation, substrate and regionalilty. — *J. Veg. Sci.* 1: 675–682.
- Chaudhuri S., Pena-Yewtukhiw E.M., McDonald L.M., Skousen J., Sperow M. 2011. Land use effects on sample size requirements for soil organic carbon stock estimations. — *Soil Sciences*. 176 (2): 110–114. <https://doi.org/10.1097/SS.0b013e31820a0fe2>
- [Chibrik, Yel'kin] Чибрик Т.С., Елькин Ю.А. 1991. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях: (биологическая рекультивация). Свердловск. 220 с.
- [Denshchikova] Денщикова Т.Ю. 2015. Сукцессионные процессы в растительности Центрального Предкавказья. Ставрополь. 94 с.
- [Druzhinina, Myalo] Дружинина О.А., Мяло Е.Г. 1990. Охрана растительного покрова Севера: проблемы и перспективы. М. 176 с.
- [Ekologicheskiye...] Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель. 2011. Екатеринбург. 267 с.
- Ellenberg H. 1974. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Göttingen. 97 s.
- Ellenberg H. 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In *ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. Stuttgart. 1095 s.
- [Fedorets et al.] Федорец Н.Г., Соколов А.И., Крышень А.М., Медведева М.В., Костина Е.Э. 2011. Формирование лесных сообществ на техногенных землях северо-запада таежной зоны России. Петрозаводск. 130 с.
- [Genikova et al.] Геникова Н.В., Гнатюк Е.П., Крышень А.М., Рыжкова Н.И. 2014. Формирование состава растительных сообществ в условиях антропогенно фрагментированного ландшафта у границы южной и средней тайги. — *Труды КарНЦ РАН*. 2: 27–35.
- [Gnatiuk, Kryshen'] Гнатюк Е.П., Крышень А.М. 2005. Методы исследования ценофлор (на примере растительных сообществ вырубок Карелии). Петрозаводск. 68 с.
- [Goryukhin] Горюхин М.В. 2018. Направления потенциального использования отработанных не обводненных карьеров полезных ископаемых Еврейской автономной области. — *Региональные проблемы*. 21 (3): 49–54. <https://doi.org/10.31433/1605-220X-2018-21-3-49-54>
- [Gosudarstvennyi...] Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2019 году. 2020. Петрозаводск. 248 с. <http://ecology.gov.karelia.ru>
- [Kapel'kina] Капелькина Л.П. 2014. Трансформация тундровых экосистем на нефтепромыслах Севера России. — *Теоретическая и прикладная экология*. 1: 49–52.
- [Kapitonova et al.] Капитонова О.А., Селиванов А.Е., Капитонов В.И. 2017. Структура растительных сообществ начальных стадий сукцессий на антропогенных песчаных обнажениях лесотундры и северной тайги Западной Сибири. — *Сибирский экологический журнал*. 24 (6): 731–745. <https://doi.org/10.15372/SEJ20170606>
- [Klassifikatsiya...] Классификация земель нарушенных при добыче строительных материалов в Карелии. 1980. Т. 3. Петрозаводск. 124 с.
- [Koronatova] Коронатова Н.Г. 2000. Заращение песчаных карьеров в зоне северной тайги. — В сб.: *Мат. II Всерос. конф. “Проблемы региональной экологии”*. Вып. 8. Новосибирск. С. 201–202.
- [Koronatova] Коронатова Н.Г. 2004. Развитие почвенно-растительного покрова на песчаных карьерах в северной тайге Западной Сибири: Дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 23 с.
- [Koronatova, Milyayeva] Коронатова Н.Г., Миляева Е.В. 2011. Сукцессия фитоценозов при заращении выработанных карьеров в подзоне северной тайги западной Сибири. — *Сибирский экологический журнал*. 18 (5): 697–705.
- [Kostina] Костина Е.Э. 2012. Особенности формирования лесных сообществ в песчано-гравийных карьерах Карелии. — *Известия Самарского научного центра РАН*. 14 (1): 1284–1287.
- [Kostina] Костина Е.Э. 2013. Особенности структуры напочвенного покрова в песчано-гравийных карьерах Республики Карелия. — В сб.: *Труды XIII Съезда Русского бот. об-ва и конф. “Науч. основы охраны и рац. использования растит. покрова Волжского бассейна”*. Т. 2. Тольятти. С. 241–243.
- [Kostina] Костина Е.Э. 2018. Формирование видового состава растительности на нарушенной территории в таежной зоне (на примере песчано-гравийного карьера). — В сб.: *Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конф. “Ботаника в современном мире”*. Т. 2. Махачкала. С. 71–73.
- [Kostina] Костина Е.Э. 2020. О распространении *Lupinus polyphyllus* Lindl. на отвалах Костомукшского горно-обогатительного комбината и в карьере по добыче песчано-гравийного материала в Карелии. — *Труды КарНЦ РАН*. 12: 35–41. <https://doi.org/10.17076/eco1310>
- [Krasavin] Красавин А.П. 1982. Охрана природы при разработке угольных месторождений. Люберцы. 162 с.
- [Kravchenko] Кравченко А.В. 2007. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск. 403 с.
- [Kryshen'] Крышень А.М. 2006. Растительные сообщества вырубок Карелии. М. 262 с.
- [Kryshen' et al.] Крышень А.М., Гнатюк Е.П., Геникова Н.В., Рыжкова Н.И. 2016. Сравнительный анализ эколого-ценотических групп в структуре парциальных флор антропогенно фрагментированной территории. — *Бот. журн.* 101 (5): 489–516. <https://doi.org/10.1134/S0006813616050021>
- [Kryshen' et al.] Крышень А.М., Геникова Н.В., Гнатюк Е.П., Преснухин Ю.В., Ткаченко Ю.Н. 2018. Ряды восстановления сосняков Восточной Феноскандии на песчаных автоморфных почвах. — *Бот. журн.* 103 (1): 5–35. <https://doi.org/10.1134/S0006813618010015>

- [Kuchеров et al.] Кучеров И.Б., Милевская С.Н., Науменко Н.И., Сенников А.Н. 1998. О богатстве локальной флоры заповедника “Кивач” и пределах широтного распространения видов в Заонежской Карелии. — В кн.: Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. СПб. С. 119–150.
- [Kulagin, Nabitrova] Кулагин А.А., Хабирова Л.М. 2016. Техногенное воздействие на ландшафт Чесноковского месторождения песчано-гравийной смеси в Республике Башкортостан. — Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 1 (57): 121–123.
- Landolt E. 1977. *Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich. 64: 1–208.
- [Levina] Левина Р.Е. 1957. Способы распространения плодов и семян. М. 358 с.
- [Likhanova, Zheleznova] Лиханова И.А., Железнова Г.В. 2012. Восстановление растительности на карьерах строительных материалов окрестностей г. Сыктывкар при проведении лесной рекультивации. — Известия Самарского научного центра РАН. 14 (1): 1485–1488.
- [Manakov et al.] Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов А.Н. 2011. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса. Новосибирск. 167 с.
- [Marianna...] Марианна Леонтьевна Раменская (жизнь и научная деятельность, избранное, переводы). 2015. Апатиты. 204 с.
- [Mironova] Миронова С.И. 2000. Техногенные сукцессионные системы растительности Якутии (на примере Западной и Южной Якутии). Новосибирск. 152 с.
- [Nachal'nyue...] Начальные стадии формирования биогеоценозов на техногенных землях Европейского Севера. 1999. Петрозаводск. 74 с.
- [Nitsenko] Ниценко А.А. 1969. Об изучении экологической структуры растительного покрова. — Бот. журн. 54 (7): 1002–1014.
- [Plantarium...] Плантариум: открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран. 2007–2021. <http://www.plantarium.ru>
- [Ramenskaya] Раменская М.Л. 1983. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л. 203 с.
- [Razrabotka...] Разработка методов лесомелиорации техногенных пустошей Европейского Севера. 1993. Петрозаводск. 294 с.
- Řehouňková K., Prach K. 2008. Spontaneous vegetation succession in gravel-sand pits: a potential for restoration. — *Restoration Ecology*. 16 (2): 305–312.
- [Serebryakov] Серебряков И.Г. 1962. Экологическая морфология растений. М. 378 с.
- Skousen J., Zipper C., Burger J., Barton C., Angel P. 2011. Selecting materials for mine soil construction when establishing forests on Appalachian mine sites. — *Forest Reclamation Advisory*. 8: 1–6.
- [Sokolov] Соколов А.И. 2016. Повышение ресурсного потенциала таежных лесов лесокультурным методом. Петрозаводск. 178 с.
- [Sumina] Сумина О.И. 2012. Поливариантная модель первичной сукцессии растительности на экотопически гетерогенной территории (на примере карьеров лесотундры) — *Успехи современного естествознания*. 11 (1): 112–116.
- [Sumina] Сумина О.И. 2013. Формирование растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России. СПб. 340 с.
- [Sumina] Сумина О.И. 2014. Первичные сукцессии на карьерах как натурная модель для изучения процессов формирования наземных экосистем. — *Теоретическая и прикладная экология*. 1: 40–44.
- [Tsyganov] Цыганов Д.Н. 1983. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. 196 с.

ANALYSIS OF VASCULAR PLANT SPECIES COMPOSITION OF DUMPS AND QUARRIES IN THE REPUBLIC OF KARELIA

E. E. Kostina^{a,*}, A. M. Kryshen^a, and N. V. Genikova^a

^a Forest Research Institute of the Karelian Research Centre RAS
Pushkinskaya Str., 11, Petrozavodsk, 185910, Russia

*e-mail: kostina@krc.karelia.ru

The analysis of the vascular plant species composition recorded was carried out on the lands disturbed during the extraction of minerals (dumps of empty rock and quarries) on the territory of the Republic of Karelia. In total, 152 vascular plant species were identified, including 120 (79.0%) native and 32 (21.0%) adventive. Among the adventive species, xenophytes predominate according to the way of introduction, and epiphytes predominate according to the degree of naturalization. Apophytes (48 species, 31.6%) are represented mostly by forest and meadow species (18 each). According to the way of plant dispersion, the group of diplochorous species is represented by the largest number – 61 species (40.1%), and anemochorous species – 38 (25%). Among them, *Calamagrostis epigeios*, *Chamaenerion angustifolium*, *Tussilago farfara*, *Betula* spp., *Pinus sylvestris*, *Salix* spp., etc. are the most widespread in disturbed areas. The restoration of plant cover is much more successful if the mineral substrate is enriched with organic matter (peat, solid household waste), which is also a source of plant germs. In such places, after 20 years, the species number and the plant projective cover is about 40% higher than on the mineral substrate. The processes of natural overgrowth are also determined by the presence of nearby sources of introduction of plant propagules.

Keywords: disturbed lands, quarry, overburden dumps, biodiversity, ecological-coenotic composition, revegetation

ACKNOWLEDGEMENTS

Our gratitudes due to V.A. Kharitonov, A.N. Pekkoev for their assistance in collecting the material, and also to E.P. Gnatiuk and A.V. Kravchenko for their assistance in identifying the plant species.

The research was funded through the state research programme of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (Forest Research Institute of the KarRC RAS).

REFERENCES

- Batalov A.A., Mart'yanov N.A., Kulagin A.U., Goryukhin O.B. 1989. Lesovosstanovlenie na promyshlennykh otvalakh predural'ya i Yuzhnogo Urala [Reforestation on industrial dumps of the Urals and the southern Urals]. Ufa. 140 p. (In Russ.).
- Borgegård S.O. 1990. Vegetation development in abandoned gravel pits: effects of surrounding vegetation, substrate and regionalty. — *J. Veg. Sci.* 1: 675–682.
- Chaudhuri S., Pena-Yewtukhiw E.M., McDonald L.M., Skousen J., Sperow M. 2011. Land use effects on sample size requirements for soil organic carbon stock estimations. — *Soil Sciences*. 176 (2): 110–114. <https://doi.org/10.1097/SS.0b013e31820a0fe2>
- Chibrik T.S., Yel'kin Yu.A. 1991. Formirovanie fitotsenozov na narushennykh promyshlennostyu zemlyakh (biologicheskaya rekultivatsiya) [Formation of phytocenoses on the lands disturbed by industry: (biological reclamation)]. Sverdlovsk. 220 p. (In Russ.).
- Denshchikova T.Yu. 2015. Suktsessionnyye protsessy v rastitel'nosti Tsentral'nogo Predkavkazya [Succession processes in vegetation of the Central Caucasus]. Stavropol. 94 p. (In Russ.).
- Druzhinina O.A., Myalo E.G. 1990. Okhrana rastitel'nogo pokrova krainego severa: problemy i perspektivy [Protection of the vegetation cover of the Far North: problems and perspectives]. Moscow. 176 p. (In Russ.).
- Ekologicheskiye osnovy i opit biologicheskoi rekul'tivatsii narushennykh promishlennost'yu zemel'. 2011. [Ecological bases and experience of biological reclamation of lands disturbed by industry]. Yekaterinburg. 267 p. (In Russ.).
- Ellenberg H. 1974. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Göttingen. 97 s.
- Ellenberg H. 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Stuttgart. 1095 s.
- Fedorets N.G., Sokolov A.I., Kryshen A.M., Medvedeva M.V., Kostina E.E. 2011. Formirovanie lesnykh soobshchestv na tekhnogennykh zemlyakh severa-zapada taezhnoy zony Rossii [Forming forest ecosystems on technogenic substrates in the North-West of the Russian boreal zone]. Petrozavodsk. 130 p. (In Russ.).
- Genikova N.V., Gnatiuk E.P., Kryshen A.M., Ryzhkova N.I. 2014. Formation of the composition of plant communities in an anthropogenically fragmented landscape at the southern-middle taiga interface. — *Trudy KarNTC RAN*. 2: 27–35 (In Russ.).
- Gnatiuk E.P., Kryshen A.M. 2005. Methods for investigating coenofloras (example of plant communities in harvested forest areas in Karelia). Petrozavodsk. 68 p. (In Russ.).
- Goryukhin M.V. 2018. Areas of potential use of waste not flooded quarries of minerals in the Jewish autonomous region. — *Regional problem*. 21 (3): 49–54 (In Russ.). <https://doi.org/10.31433/1605-220X-2018-21-3-49-54>
- Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Karelia v 2019 godu. 2020. [State report on the state of the environment of the Republic of Karelia in 2019]. Petrozavodsk. 248 p. (In Russ.). <http://ecology.gov.karelia.ru/>
- Kapel'kina L.P. 2014. Transformation of tundra ecosystems in oil development industrials of the North of Russia. — *Theoretical and applied ecology*. 1: 49–52 (In Russ.).
- Kapitonova O.A., Selivanov A.E., Kapitonov V.I. 2017. Structure of plant communities of the initial stages of succession on anthropogenic sandy outcrops of the Forest-Tundra and Northern Taiga of West Siberia. — *Siberian ecological journal*. 24 (6): 731–745 (In Russ.). <https://doi.org/10.15372/SEJ20170606>
- Klassifikatsiya zemel' narushennykh pri dobyche stroitel'nykh materialov v Karelii. 1980. [Classification of land disturbed during the extraction of construction materials in Karelia]. Vol. 3. Petrozavodsk. 124 p. (In Russ.).
- Koronatova N.G. 2000. Zarastanie peschanykh kar'erov v zone severnoi taigi [Overgrowing of sand pits in the Northern taiga zone]. — In: *Materialy II Vseros. konf. "Problemy regionalnoi ekologii"*. Vol. 8. Novosibirsk. P. 201–202 (In Russ.).
- Koronatova N.G. 2004. Razvitiye pochvenno-rastitel'nogo pokrova na peschanykh kar'yerakh v severnoi taiga Zapadnoi Sibiri [Development of soil and vegetation cover on sand pits in the Northern taiga of Western Siberia]: Abstr. ... Diss. Kand. Sci.]. Novosibirsk. 23 p. (In Russ.).
- Koronatova N.G., Milyayeva E.V. 2011. Succession of phytocenoses during overgrowth of quarries in the Northern taiga subzone of Western Siberia. — *Sibirskiy ekologicheskii zhurnal*. 18 (5): 697–705 (In Russ.).
- Kostina E.E. 2012. Osobennosti formirovaniya lesnykh soobshchestv v peschano-graviinykh karyerakh Karelii [Features of formation of forest communities in sand and gravel pits of Karelia]. — *Izvestia of Samara Scientific Center RAS*. 14 (1): 1284–1287 (In Russ.).
- Kostina E.E. 2013. Osobennosti struktury napochvennogo pokrova v peschano-graviinykh karyerakh Respubliki Kareliya. — In: *Trudy XIII S'yezda Russkogo bot. ob-va i konf. "Nauchn. osnovy ohrany i rac. ispol'zovaniya rastit. pokrova Volzhskogo bassejna"*. Vol. 2. Tol'yatti. P. 241–243 (In Russ.).
- Kostina E.E. 2018. Formirovaniye vidovogo sostava rastitel'nosti na narushennoi territorii v tayozhnoizone (na primere peschano-graviinogo kar'yera) [The formation of the species composition of disturbed areas in the taiga zone (on the example of sandy-gravel pit)]. — In: *Trudy XIV S'yezda Russkogo bot. ob-va i konf. "Botanika v sovremenom mire"*. Vol. 2. Makhachkala. P. 71–73 (In Russ.).

- Kostina E.E. 2020. The distribution of *Lupinus polyphyllus* Lindl. on the dumps of the Kostomuksha mining and processing plant and in the sand and gravel quarry (Republic Karelia, Russia). — Trudy Karelskogo Nauchnogo Tsentra RAN. 12: 35–41 (In Russ.). <https://doi.org/10.17076/eco1310>
- Krasavin A.P. 1982. Okhrana prirodi pri razrabotke ugol'nikh metorozhdenii [Nature protection in the development of coal deposits]. Lyubertsy. 162 p. (In Russ.).
- Kravchenko A.V. 2007. Synopsis of the flora of Karelia. Petrozavodsk. 403 p. (In Russ.).
- Kryshen A.M. 2006. Plant communities of logging areas in Karelia. Moscow. 262 p. (In Russ.).
- Kryshen A.M., Gnatiuk E.P., Genikova N.V., Ryzhkova N.I. 2016. Comparative analysis of ecological coenetic groups in the structure of partial floras of anthropogenically fragmented territory. — Bot. Zhurn. 101 (5): 489–516 (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S0006813616050021>
- Kryshen A.M., Genikova N.V., Gnatiuk E.P., Presnulin Iu.V., Tkachenko Iu.N. 2018. Reforestation series of pine forest communities in eastern fennoscandia on sandy automorphic soils. — Bot. Zhurn. 103 (1): 5–35 (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S0006813618010015>
- Kucherov I.B., Milevskaya S.N., Naumenko N.I., Sennikov A.N. 1998. O bogatstve lokal'noi flory zapovdnika "Kivach" i predelakh shirotnogo rasprostraneniya vidov v Zaonezhskoy Karelii [About the richness of the local flora of the Kivach reserve and the limits of the latitudinal distribution of species in Zaonezhskaya Karelia]. — In: Izuchenie biologicheskogo raznoobraziya metodami sravnitel'noi floristiki. St.-Petersburg. P. 119–150 (In Russ.).
- Kulagin A.A., Habirova L.M. 2016. Technogenic impact of sandy-gravel mixture on the landscape of Chesnokovsky deposit in the republic of Bashkortostan. — Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 1 (57): 121–123 (In Russ.).
- Landolt E. 1977. Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich. 64: 1–208.
- Levina R.E. 1957. Sposoby rasprostraneniya plodov i semyan [Methods of distribution of fruits and seeds]. Moscow. 358 p. (In Russ.).
- Likhanova I.A., Zheleznova G.V. 2012. Vegetation restoration at sand-pits in the suburbs of Syktyvkar during forest recultivation. — Izvestiya of Samara Scientific Center RAS. 14 (1): 1485–1488 (In Russ.).
- Manakov Yu.A., Strel'nikova T.O., Kupriyanov A.N. 2011. Formirovaniye rastitel'nogo pokrova v technogennikh landshaftakh Kuzbassa [Formation of vegetation cover in the technogenic landscapes of the Kuznetsk Coal Basin]. Novosibirsk. 167 p. (In Russ.).
- Marianna L. Ramenkaya (life and scientific activity, selected works, translations). 2015. Apatites. 204 p. (In Russ.).
- Mironova S.I. 2000. Tekhnogennyye suksessiionnyye sistemy rastitel'noti Yakutii (na primere Zapadnoi i Yuznoi Yakutii) [Technogenic successional system of vegetation in Yakutia (by the example of the Western and southern Yakutia)]. Novosibirsk. 152 p. (In Russ.).
- Nachal'nyye stadii formirovaniya biogeotsenozov na tekhnogennikh zemlyakh Evropeiskogo Severa. 1999. [Initial stages of formation of biogeocenoses on technogenic lands of the European North]. Petrozavodsk. 74 p. (In Russ.).
- Nitsenko A.A. 1969. On the study of ecological structure of vegetation cover. — Bot. Zhurn. 54 (7): 1002–1013 (In Russ.).
- Plantarium: open on-line atlas and key to plants and lichens of Russia and neighbouring countries. 2007–2021. <http://www.plantarium.ru/>
- Ramenskaya M.L. 1983. Analysis of flora in the Murmansk region and Republic of Karelia. Leningrad. 216 p. (In Russ.).
- Razrabotka metodov lesomelioratsii tekhnogennikh pustoshei Evropeiskogo Severa. 1993. [Development of methods of forest reclamation of technogenic wastelands of the European North]. Petrozavodsk 294 p. (In Russ.).
- Řehouňková K., Prach K. 2008. Spontaneous vegetation succession in gravel-sand pits: a potential for restoration. — Restoration Ecology. 16(2): 305–312.
- Serebryakov I.G. 1962. Ecologicheskaya morfologiya rastenii [Ecological morphology of plants]. Moscow. 378 p. (In Russ.).
- Skousen J., Zipper C., Burger J., Barton C., Angel P. 2011. Selecting materials for mine soil construction when establishing forests on Appalachian mine sites. — Forest Reclamation Advisory. 8: 1–6.
- Sokolov A.I. 2016. Povysheniye resursnogo potentsiala tayozhnykh lesov lesokul'turnym metodom [Increasing the resource potential of taiga forests by the forest culture method]. Petrozavodsk. 178 p. (In Russ.).
- Sumina O.I. 2012. Polyvariant model of vegetation primary succession on heterogeneous territory with a various habitats set (by the example of forest-tundra quarries). — Successes of Modern Natural Sciences. 11 (1): 112–116 (In Russ.).
- Sumina O.I. 2013. Formirovaniye rastitelnosti na tekhnogennikh mestoobitaniyakh Krainego Severa Rossii [Vegetation formation in technogenic habitats of the Far North of Russia]. St.-Petersburg. 340 p. (In Russ.).
- Sumina O.I. 2014. Primary successions on quarries as a full-scale model for study of terrestrial ecosystems development. — Theoretical and applied ecology. 1: 40–44 (In Russ.).
- Tsyganov D.N. 1983. Fitoindikatsiya ekologicheskikh rezi-mov v podzone khvoino-shirokolistvennykh lesov [Phytoindication of ecological regimes in the subzone of coniferous and broad-leaved forests]. Moscow. 196 p. (In Russ.).