

Е. М. Копцева, Е. В. Абакумов

ПЕРВИЧНЫЕ СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОЧВ НА КАРЬЕРАХ В ПОДЗОНЕ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ (НА ТЕРРИТОРИИ УХТИНСКОГО И СОСНОГОРСКОГО РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)*

Введение

Разработка карьеров открытым способом в северных регионах России приводит к целому ряду экологических проблем [1]. Эти проблемы усугубляются высокоширотным географическим положением, низкой теплообеспеченностью, низкой продуктивностью экосистем в целом, а также слабой резистентностью почв к антропогенным воздействиям. При разработке карьеров открытым способом на поверхности суши оказываются самые разнообразные субстраты в различной степени пригодные для самозарастания [2]. При этом регенерационный потенциал растительных сообществ в северных регионах органичен климатическим фактором [3]. Нужно учесть, что методы оценки эффективности самовосстановления и природной рекультивации в условиях севера европейской части России разработаны слабо.

Перед современной наукой при изучении открытых горных разработок поставлены два основных вопроса: 1) в какой степени растительные сообщества субстратоспецифичны, т. е. имеет ли место взаимная обусловленность восстанавливающейся растительности и почв, и 2) с какой скоростью происходит восстановление почв и почвенных ресурсов в экогенетических демулационных сменах самозарастания отвалов. Решение первого вопроса важно для оценки роли субстрата в первичном почвообразовании осуществлялось еще в древние эпохи [4], и в настоящее время он по-прежнему актуален [5]. Ответ на второй вопрос важен как для количественной параметризации прогнозного этапа рекультивационных мероприятий, так и для оценки почвенно-экологической эффективности восстановительных процессов [6]. Необходимо отметить, что проблеме самозарастания карьеров в тундре и лесотундре посвящена обширная литература [7–10], менее изучены процессы восстановления почв и растительности на карьерах в северной тайге [11–13].

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы стало изучение процессов самовосстановления почв и фитоценозов на отвалах карьеров в окрестностях г. Ухты (республика Коми).

Копцева Елена Михайловна — канд. биол. наук, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: ekoptseva@hotmail.com

Абакумов Евгений Васильевич — канд. биол. наук, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: e_abakumov@mail.ru

* Работа выполнена при поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы, государственный контракт № 16.512.11.2161» и РФФИ (грант № 12-04-00680-а).

© Е. М. Копцева, Е. В. Абакумов, 2012

Объекты и методы исследования

Территория водосбора в районе г. Ухты представляет собой пологоувалистое, холмистое плато, расчлененное водотоками [14]. Водораздельные пространства — плоские заболоченные равнины, чередующиеся с холмистыми возвышенностями с абсолютными отметками до 140–160 м. Бассейн р. Ухты сложен палеозойскими породами девонского и пермского возраста. Карьерные разработки ведутся на небольшом удалении от г. Ухты и служат в основном для производства строительных материалов.

Климат района умеренно-континентальный, но отличается заметным влиянием воздушных масс, приходящих с Северного Ледовитого океана. За период многолетних наблюдений средняя температура самого холодного месяца, января, составила $-17,3^{\circ}\text{C}$, временами она опускается ниже -30°C . Появление устойчивого снежного покрова отмечается в октябре, а его разрушение приходится на апрель. Окончательный сход снега происходит в середине мая. Среднее число дней со снежным покровом составляет 188–193 дня. Глубина промерзания почвы — до 2,0–2,1 м; многолетней мерзлоты в почвенно-грунтовой толще исследуемого района нет. Лето теплое, но не жаркое — среднемесячная температура летних месяцев $+12\dots+15^{\circ}\text{C}$, самого теплого, июля, — $+15,7^{\circ}\text{C}$. Среднее (многолетнее) количество осадков — 700 мм, из них 30% приходится на холодный период года, 70% — на теплый (август—сентябрь). Минимум осадков, который наблюдается в феврале — 24 мм; максимум осадков, выпадающих в августе и сентябре — 64 мм.

В геоботаническом отношении район исследования расположен на самом юге полосы северотаежных лесов и принадлежит Средне-Тиманскому округу Вычегодско-Печорской подпровинции Североевропейской таежной провинции [15]. Пограничное со среднетаежными лесами положение территории определяет специфику ее флоры и растительности. Для лесов округа характерна примесь лиственницы. Здесь преобладают редкостойные еловые и лиственнично-еловые леса зеленомошной группы с кустарничками — брусничкой и вороникой. Обширные территории занимают заболоченные леса сфагновой и долгомошной серий с преобладанием в травяно-кустарничковом ярусе багульника, вороники, голубики, морошки и осоки шаровидной. К пескам приурочены сосновые редкостойные ерничково-сфагновые и кустарничково-сфагновые леса. В долинах рек и ручьев развиты ельники крупнотравные с *Aconitum septentrionale*, *Delphinium elatum*, *Thalictrum minus*, *Crepis sibirica*, *Chamaenerion angustifolium*, которые чередуются с небольшими участками лиственничников и лиственнично-еловых травянистых лесов. Местами в долинах встречаются безлесные довольно густые заросли ерника.

Сфагновые верховые грядово-мочажинные болота, сфагновые переходные и аапа болота занимают в районе небольшие площади.

Фоновый почвенный покров представлен подзолистыми и глееподзолистыми, а также болотно-подзолистыми почвами, вариантами этих почв на двучленных наносах, а также подзолами в случае легких пород [16].

Летом 2008 г. на территории Ухтинского и Сосногорского районов Республики Коми обследовано 3 глиняных карьера и один карьер по добыче известняка. Все карьеры имели значительную площадь, превышающую 2–3 га. Ввиду значительной площади каждого из карьеров время зарастания отдельных отвалов в них варьировало от нескольких до десятков лет (до 50 и более). Возраст карьеров был указан администрацией и службами карьероуправлений. Вокруг них произрастали смешанные сосново-березовые и березово-сосновые леса различных серий.

В границах каждого карьера на отвалах разного возраста заложено около 15 геоботанических пробных площадей размером 25 м² так, что общее число описаний составило 57. Описания выполнены в однородных контурах растительности, физиономически различающихся по структуре и составу доминирующих видов, соответствующих разным местоположениям рельефа. В ходе описания отмечали видовой состав, общее проективное покрытие растительности, покрытие по биоморфологическим (мохообразные, травянистые растения, кустарники, древесные растения) и ботаническим (разнотравье, бобовые, осоковые и ситниковые, злаковые) группам, а также проективное покрытие каждого из видов в процентах. Измеряли господствующую высоту растений и характер размещения растений по площади. Видовые названия растений приведены в соответствии со сводкой С. С. Черепанова [17]. Почвы диагностировали в соответствии с Классификацией и диагностикой почв России [18] на основе субстантивно-профильного и морфологического подходов, в пробах мелкозема определяли реакцию среды (рН водной суспензии) и содержание гумуса согласно общепринятым аналитическим методам [19].

Карьер по добыче известняка. ООО «КБ» (Коми Бельгопский завод строительных материалов) с 1963 г. занимается разработкой карьера, добычей и переработкой известнякового камня. Наряду с производством строительных материалов, ООО «КБ» — единственный в Республике Коми поставщик известняковой муки. Сырьевая база месторождения достаточна и для глиноземного производства, разработка его ведется наиболее экономичным открытым способом до глубины 30 м. Бельгопское месторождение известняков «Бельгоп-1» расположено на левом берегу р. Ухты в 5 км от г. Ухты. Географические координаты центра месторождения: 63°35′ с.ш., 53°45′ в.д. В административном отношении карьер расположен в Ухтинском районе Республики Коми, на землях Ухтинского лесхоза. Он характеризуется наличием внешних отвалов. Негативные последствия от присутствия отвалов обусловлены тем, что происходит запыление близлежащих территорий. Месторождение известняков «Бельгоп-1» находится на северо-восточном крыле Ухтинской антиклинальной складки. Разрабатываемый участок располагается на юго-восточном окончании Бельгопского месторождения. В целом месторождение пластового типа, представлено оно чередованием пачек известняков, различающихся по плотности и степени чистоты известняка, разделенных мергелями. Известняки приурочены к сирачойской свите франского яруса верхнего девона. Пачки известняков на всей площади разрабатываемого участка имеют промышленную мощность от 6,8 до 8,5 м. Вся площадь разрабатываемого участка перекрыта четвертичными отложениями мощностью 1,3–4,4 м, представленными покровными суглинками и ледниковыми супесями с редкой галькой.

Изучены следующие почвы, формирующиеся на техногенных элювиях известняков: восьмилетний карбопетрозем гумусовый, пятнадцатилетний карболитозем светлогумусовый и двадцатилетний карболитозем серогумусовый. Изученные почвы представляют собой условную хронокатену.

Карьеры по добыче глины. Первые три разреза были заложены на карьере по разработке синих кембрийских глин. Карьер находится в черте г. Ухты. На первом участке проводился однократный посев трав. Второй из изученных участков был оставлен под самозарастание. Рельеф неоднороден, хорошо дифференцирован. Внешние отвалы поднимаются на 5–10 м, их склоны сильно эродированы. Растительность редкая. Возраст отвалов составляет 20 и 30 лет.

Остальные образцы были отобраны с Куратовского карьера. В разрезе карьера сверху находится от 1 до 10 м вскрышной глинистой породы четвертичного возраста, иногда эта глина перекрывается отложениями песчано-гравийного типа Бельгопской свиты верхнего девона, ниже следуют глины Велтосянской свиты верхнего девона, добываемые для производства кирпича, мощность их составляет от 1 до 37 м. Во внутренние отвалы попадают четвертичные вскрышные породы, они укладываются в ровные холмы с грядовым микрорельефом. Возраст самозарастающих отвалов составляет от 1–2 до 12, 15 и 20 лет. С этого карьера также был отобран образец токсилитострата (уплотненного грунта), загрязненного нефтепродуктами. Почвы карьера представлены разновозрастными пелоземами и серогумусовыми органоаккумулятивными.

Результаты исследований и их обсуждение

Краткая характеристика почв. В изученных почвах на карбонатных техногенных элювиях и глинистых отвалах преобладают процессы гумусообразования и гумусоаккумуляции. При этом декарбонатизация в большей степени выражена в почвах на глинистых отвалах, чем в почвах карьера по добыче известняка. В почвах на глинистых отвалах также очень хорошо проявляется процесс потери тонкодисперсных фракций (ила и физической глины) верхними горизонтами, хотя связано это не с лессиважем и абиогенным кольматажем, а с плоскостной водной эрозией, развитой на отвалах. Обогащенность органического вещества азотом относится к категориям низкой в случае почв на техногенных известняках и низкой, очень низкой в случае почв на глинистых отвалах. Низкое содержание азота в субстратах не способствует интенсивному развитию сукцессии. Ранее было показано [12, 13], что на изученных стадиях почвообразования зональный тренд почвообразования проявляется лишь в органоаккумулятивных процессах. При этом не происходит формирования эмбриональных профилей зональных почв, что является важным свидетельством недостаточности почвообразовательного потенциала северной тайги для быстрой инициации процессов вертикальной внутрипрофильной миграции вещества [13].

Видовой состав растительности. Всего на территории четырех карьеров обнаружено 120 видов сосудистых растений, принадлежащих к 25 семействам. Наибольшее число видов отмечено в семействах *Asteraceae* (17), *Poaceae* (12), *Cyperaceae* (10), *Salicaceae* (8), *Fabaceae* (7). На их долю приходится 45% флоры карьеров. Остальные семейства менее многочисленны, $\frac{2}{3}$ из них представлены всего одним или двумя видами. Повышенное участие видов семейства бобовых связано, по-видимому, как с приемами биологической рекультивации, затрагивающей отдельные участки карьеров, так и с длительным сельскохозяйственным освоением окружающих территорий в целом. Как будет показано далее, присутствие бобовых не способствует быстрому обогащению почвы азотом, хотя, вероятно, проявляется в оптимизации азотного состояния почв на начальных стадиях сукцессий.

По составу видов флора карьеров, скорее, среднебореальная, так как в ней, в отличие от локальной флоры [20], практически отсутствуют виды северного распространения — гипоарктические и арктоальпийские. Возможно, это связано с тем, что оказывающийся на поверхности субстрат является плотным и карбонатным, что, как указывал А. А. Ниценко [21], способствует появлению некоторых фрагментов южной флоры в зональных фоновых вариантах.

Число видов флоры карьеров составило четверть (25%) от видовой численности флоры окрестностей г. Ухты, принадлежащей к бассейну р. Печоры, и сравнительно богатой видами (478). Относительное богатство локальной флоры обусловлено ее пограничным положением со среднетаежными флорами, наличием специфических местообитаний (выходы известняков), а также хозяйственной деятельностью человека [20].

Обследованные карьеры оказались довольно сходны по составу сосудистых растений. Коэффициент флористического сходства Сьеренсена—Чекановского для видовых списков карьеров разных субстратов составил 70%, т. е. в целом не выявлено субстратной специфичности видового состава. Лишь некоторые виды были найдены только на известняках, например, *Veronica serpyllifolia* и такие кальцефильные виды, как *Epipactis atrorubens* и *Gentianella lingulata*. Различия видового состава карьеров, скорее, объясняются длительностью первичной сукцессии (т. е. возрастом карьера), что выражается в появлении древесных и кустарниковых видов, а также травянистых растений лесной свиты на участках с более продолжительным временем зарастания.

Высокий уровень сходства видового состава растительности карьеров северной тайги существенно отличает их от таковых полосы европейских субарктических тундр Воркутинского района Республики Коми, где, наоборот, наблюдались значительные флористические различия между всеми обследованными карьерами [22].

Причина такого флористического единообразия связана с широким распространением на карьерах северной тайги эвритопных видов растений сорных местообитаний, утративших в подавляющем большинстве случаев, прочные позиции в коренных сообществах.

Растительные сообщества. Ввиду относительно непродолжительного времени зарастания отвалов наибольшее распространение на территории карьеров получили растительные сообщества травяного типа. Значительно менее разнообразны оказались кустарниково-моховые и древесные сообщества лесного типа.

Разнотравные сообщества характеризуют наиболее ранние этапы восстановления растительности и присутствуют на территории всех четырех карьеров. Как правило, они приурочены к местообитаниям осыпных склонов. Общее проективное покрытие растительности в сообществах невелико (10–20%), как и число образующих их видов (5–8). Это преимущественно моно- и олигодоминантные сообщества с преобладанием двух рудералов — *Tussilago farfara* и *Chamaenerion angustifolium*. Описаны сообщества как монодоминантные (мать-и-мачеховые, иван-чаевые), так и с содоминированием обоих видов. Остальные виды (*Lunaria vulgaris*, *Equisetum arvense*, *Taraxacum officinale*, *Polygonum aviculare*, *Plantago major* и др.) имеют покрытие, не превышающее 1%. Мхов и лишайников не обнаружено. Подробная фитоценотическая характеристика описанных сообществ приведена в табл. 1.

Делювиальная и осыпная (склоновая) обстановка способствует проявлению относительно сухого и трансэлювиального режима почвообразования, ограниченного оргоаккумулятивного процесса и умеренного развития выветривания почвенного мелкозема.

Злаково-разнотравные сообщества занимают ровные, хорошо дренированные поверхности. Общая сомкнутость растительного покрова составляет 25–40%, а видовая насыщенность — 7–11 видов. Доминантом во всех случаях является *Chamaenerion angustifolium*, проективное покрытие которого составляет 5–20%. Злаковые растения выступают в качестве «коллективного содоминанта». Это такие виды, как *Agrostis*

Таблица 1. Сводная таблица геоботанических описаний разнотравных сообществ

Номер описания	1	2	3	4
Число видов	5	5	8	7
Общее проективное покрытие растительности нижних ярусов (%), в том числе:				
травянистых растений	10	10	20	15
мохообразных	0	0	0	0
лишайников	0	0	0	0
<i>Tussilago farfara</i>	5	2	10	7
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	0,5	6	7	5
<i>Lunaria vulgaris</i>	0,5			<1
<i>Cirsium setosum</i>	0,5	0,5		
<i>Taraxacum officinale</i>		2	5	
<i>Polygonum aviculare</i>				<1
<i>Plantago major</i>		<1		
<i>Equisetum arvense</i>			0,5	2
<i>Euphrasia frigida</i>			0,5	
<i>Crepis tectorum</i>			0,5	<1
<i>Cerastium arvense</i>			0,5	<1
<i>Hieracium umbellatum</i>	5		1	

tenius, *Calamagrostis epigeios*, *C. purpurea*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca ovina*, *Poa alpigena*. В небольшом обилии в сообществах присутствуют виды бобовых — *Amorfa repens*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca* и мхи, покрытие последних не более 15%. Более подробно сообщества охарактеризованы в табл. 2.

Чаще всего субстратная основа здесь представлена относительно рыхлыми отвалами литостратов — свежих отвальных пород, хорошо дренированных и щебнистых. Почвы в данном случае — маломощные, малогумусные, нейтральные, слабощелочные или слабокислые.

Подножия склонов занимают малосомкнутые (проективное покрытие около 15%) и мало видовые (4–5 видов) **злаковые** сообщества с преобладанием *Calamagrostis lapponica*.

Виды рудеральных трав (*Tussilago farfara*, *Chamaenerion angustifolium*, *Crepis tectorum*) имеют низкие покрытия (<1–2%). Фитоценотическая характеристика отражена в табл. 3.

На отдельных участках одного из глиняных карьеров, по-видимому, была проведена биологическая рекультивация посредством посева многолетних трав. В этом случае развиваются сообщества «лугового типа» **бобово-разнотравно-злаковые** и **разнотравно-бобовые** с участием злаков. Для сообществ характерен высокий (до 70 см) и достаточно густой (общее проективное покрытие 70–90%) травостой.

Почвы характеризуются достаточно выраженным гумусовым горизонтом, сформировавшимся на отвале четвертичных тяжелосуглинистых пород.

В покрове бобово-разнотравно-злаковых сообществ доминируют *Phleum pratense*, *Elytrigia repens*, *Festuca pratensis*, а также присутствуют *Bromus inermis*, *Poa pratensis*

Таблица 2. Сводная таблица геоботанических описаний злаково-разнотравных сообществ

Номер описания	5	6	7	8
Число видов сосудистых	7	9	10	11
Общее проективное покрытие растительности нижних ярусов (%), в том числе:				
травянистых растений	40	25	35	40
мохообразных	3	5	10	15
лишайников	0	0	0	0
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	30	15	20	25
<i>Equisetum arvense</i>		0,5		6
<i>Cirsium setosum</i>				0,5
<i>Taraxacum officinale</i>			0,5	0,5
<i>Equisetum pratense</i>	0,5			
<i>Trifolium pratense</i>		0,5	2	
<i>Vicia cracca</i>	1	0,5	1	
<i>Trifolium hybridum</i>				3
<i>Amoria repens</i>	1	0,5	2	0,5
<i>Melilotus officinalis</i>				0,5
<i>Hieracium umbellatum</i>				0,5
<i>Deschampsia cespitosa</i>	5	0,5	2	
<i>Agrostis tenuis</i>	5	3	5	3
<i>Poa alpigena</i>	10	3		
<i>Calamagrostis lapponica</i>		5		
<i>Poa pratensis</i>			1	
<i>Calamagrostis epigeios</i>			1	
<i>Festuca ovina</i>			5	5
<i>Calamagrostis purpurea</i>				7
<i>Bryum</i> sp.	1	4	5	7
<i>Ceratodon purpureus</i>	1	1	3	5
<i>Pohlia nutans</i>		<1		
<i>Leptobryum pyriforme</i>	1		1	2
<i>Andrea rupestris</i>	<1			1

и *Agrostis tenuis*. Виды разнотравья (*Chamaenerion angustifolium*, *Cirsium setosum*), хвощи (*Equisetum pratense*, *E. arvense*) и бобовые (*Amoria repens*, *Trifolium pratense*, *Melilotus officinalis*, *Vicia cracca*) содоминируют. Проективное покрытие мхов 10–15%.

Локальным вариантом является крапивно-пырейное сообщество, найденное только на одном небольшом участке. Кроме двух, явно доминирующих видов *Urtica dioica* (50%) и *Elytrigia repens* (65%), единично отмечены *Deschampsia cespitosa* и *Vicia cracca*.

По видовому составу к вышеописанным сообществам близки разнотравно-бобовые. Однако отличаются от них соотношением ботанических групп. Для этих сообществ характерно содоминирование видов разнотравья и бобовых растений с некоторым преобладанием последних. В видовом составе есть злаки и мхи, однако их

Таблица 3. Сводная таблица геоботанических описаний злаковых сообществ

Номер описания	9	10	11
Число видов сосудистых	5	4	5
Общее проективное покрытие растительности нижних ярусов (%), в том числе:			
травянистых растений	15	13	15
мохообразных	0	0	0
лишайников	0	0	0
<i>Calamagrostis lapponica</i>	13	7	10
<i>Deschampsia cespitosa</i>			5
<i>Agrostis tenuis</i>	2		
<i>Poa alpigena</i>		3	
<i>Tussilago farfara</i>	1		<1
<i>Chamaenerion angustifolium</i>		2	<1
<i>Equisetum arvense</i>		1	
<i>Crepis tectorum</i>	<1		
<i>Hieracium umbellatum</i>			0,5
<i>Trifolium pratense</i>	<1		

обилие невелико. Фитоценотическая характеристика бобово-разнотравно-злаковых (описания № 12–15) и разнотравно-бобовых сообществ (описания № 16–19) приведена в табл. 4.

В донной части карьеров по добыче глин в условиях плохого дренажа и у луж особенно широко представлены моно- и олигодоминантные сообщества **сырых и обводненных экотопов** — ситниковые, ситниково-осоковые, осоковые и гидрофильнотравяно-осоковые. Наиболее обводненные участки занимают бедные в видовом отношении (2–3 вида) и малосомкнутые сообщества с преобладанием *Carex rostrata* и *Alisma plantago-aquatica*.

Сырые местообитания, но без стоячей воды зарастают сообществами ситников (*Juncus jerardii*, *J. alpino-articulatus*) и осок (*Carex rostrata*, *C. aquatilis*) с участием мхов и отдельных экземпляров ив (*Salix viminalis*, *S. dasyclados*). Постоянными участниками таких сообществ являются хвощи (*Equisetum fluviatile*, *E. arvense*). Общая сомкнутость покрова варьирует от 35 до 85%. При этом покрытие сосудистых растений не более 40%. Мхи, в основном бриевые, формируют более или менее сомкнутый коврик с покрытием 40–60%. Для почв этих местообитаний характерна временная (сезонная) восстановительная обстановка. В табл. 5 приведена фитоценотическая характеристика ситниковых (описания № 20–23), ситниково-осоковых (описания № 24–27), осоковых (описания № 28–31) и гидрофильнотравяно-осоковых (описания № 32–35) сообществ.

К влажным экотопам приурочены кустарниковые **ивово-моховые и ивово-хвощево-моховые** сообщества, которые характеризуются практически полностью сомкнутым растительным покровом (90–100%). При этом мхи в сообществах покрывают от 40 до 90% поверхности. На отдельных участках ивовые кусты формируют довольно сомкнутый (до 40%) ярус, высотой 1,0–1,5 м. В сообществах отмечен подрост деревьев березы *Betula pubescens* и осины *Populus tremula* высотой 2,0–(2,5)–3,5 м. Виды трав

Таблица 4. Сводная таблица геоботанических описаний бобово-разнотравно-злаковых и разнотравно-бобовых сообществ

Номер описания	12	13	14	15	16	17	18	19
Число видов сосудистых	15	19	15	13	15	14	13	15
Общее проективное покрытие растительности нижних ярусов (%), в том числе:								
травянистых растений	70	90	75	80	90	90	85	90
мохообразных	70	90	75	80	80	85	85	85
лишайников	1	<1	5	<1	15	10	5	15
	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tussilago farfara</i>								
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	20	15	10	13	20	25	10	17
<i>Equisetum arvense</i>								
<i>Cirsium setosum</i>	<1		3	2	<1	<1	3	3
<i>Taraxacum officinale</i>		<1			0,5			
<i>Equisetum pratense</i>	<1	5	3		<1		2	
<i>Urtica dioica</i>	<1		10	5	10	10	10	10
<i>Achillea millefolium</i>	1	1			<1		<1	<1
<i>Rhinanthus vernalis</i>	<1	3	3	<1		<1	5	<1
<i>Ranunculus acris</i>		1	1	<1		<1		
<i>Vicia cracca</i>	3	5	3	10	15	10	25	20
<i>Trifolium pratense</i>		5	2		5			
<i>T. hybridum</i>		5		2		10	5	5
<i>Lathyrus pratensis</i>		5		2	10	20		15
<i>Amoria repens</i>	4				5			
<i>Melilotus officinalis</i>	3		10	1	5	5	15	5
<i>Vicia sepium</i>		<1					5	<1
<i>Agrostis tenuis</i>	3	3	5		1			2
<i>Phleum pratense</i>	10	10	3	10				
<i>Festuca pratensis</i>	15	10	20		1		2	5
<i>Bromus inermis</i>		7	15	20	2	7	1	3
<i>Calamagrostis purpurea</i>		5	5	3			2	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	3					<1		
<i>Elytrigia repens</i>	10	5				<1		
<i>Poa alpigena</i>	<1	<1			1	<1		
<i>Calamagrostis epigeios</i>						3		<1
<i>Poa pratensis</i>		10	10	15				<1
<i>Sanionia uncinata</i>		<1					2	2
<i>Lophozia</i> sp.	<1							
<i>Brachythecium</i> sp.	1		2	<1	10	5	3	3
<i>Bryum</i> sp.	<1	<1	3		5	5		10

Таблица 5. Сводная таблица геоботанических описаний сообществ сырых экотопов

Номер описания	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Число видов сосудистых	3	2	3	3	4	3	4	2	2	3	2	3	4	4	2	2	
Общее проективное покрытие растительности нижних ярусов (%), в том числе:	35 40 35 35				60 85 70 40				80 70 80 50				75 80 70 65				
травянистых растений	35 30 30 35				20 35 25 40				20 30 20 15				25 20 20 20				
мохообразных	0 10 5 1				45 50 50 15				60 40 60 40				50 60 50 45				
лишайников	0 0 0 0				0 0 0 0				0 <1 0 <1				0 0 0 0				
<i>Salix dasyclados</i>													<1				
<i>S. viminalis</i>									<1								
<i>Juncus gerardii</i>	20	30	20	20													
<i>J. arcticus</i>	15		15	12	<1												
<i>J. alpino-articulatus</i>					7	10	10	15									
<i>Carex aquatilis</i>	<1 3				10	25	15	25	15	25	20	10	10	10	13	13	
<i>Carex rostrata</i>					3				5								
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<1	<1									<1	7	5	7	7		
<i>Eriophorum polystachion</i>					<1								2	5			
<i>Equisetum variegatum</i>					<1				5	<1							
<i>E. fluviatile</i>					<1								3	5			
<i>Bryum</i> sp.		3	5	1	20	30	25	15	30	10	30	25	25	25	30	20	
<i>B. teres</i>		3					5	5	10	10	5						
<i>Pohlia cruda</i>					5	5					5	10	5	10	10		
<i>P. nutans</i>					5					10							
<i>Pohlia</i> sp.		2					10	5	5	10							
<i>Dicranella cerviculata</i>		2					5	5	10	5							
<i>Funaria hygrometrica</i>					5	10					5	10	10	5	10	10	10
<i>Peltigera didactyla</i>									<1				<1				

и злаков малообильны, суммарное покрытие этих групп составляет 4–7%. Из разнотравья постоянно присутствуют *Chamaenerion angustifolium*, реже другие рудеральные виды — *Taraxacum officinale*, *Plantago major*. Из злаков постоянны *Deschampsia cespitosa*, *Calamagrostis lapponica*. Подробная фитоценотическая характеристика сообществ приведена в табл. 6.

Почвы представлены либо маломощными слабогумусированными тяжелосуглинистыми пелоземами (а также серогумусовыми почвами), либо плотными глинистыми отвальными литостратами глин с начальными признаками почвообразования.

Таблица 6. Сводная таблица геоботанических описаний ивово-моховых
и ивово-хвощево-моховых сообществ

Номер описания	36	37	38	39	40	41	42	43
Число видов сосудистых	13	14	14	16	12	12	10	14
Общее проективное покрытие растительности нижних ярусов, (%), в том числе:								
кустарников	90	60	60	95	80	95	80	90
травянистых растений	45	40	40	35	25	30	20	25
мохообразных	7	5	10	35	25	30	20	25
лишайников	90	60	60	60	60	80	60	70
	0	0	0	<1	0	0	0	0
<i>Betula pendula</i> (подроств)		<1	<1		5	<1		<1
<i>Populus tremula</i> (подроств)			1	<1		5		
<i>Salix pentandra</i>	20		10				3	
<i>S. dasyclados</i>	20		20	15		10		
<i>S. cinerea</i>	10		15			3		2
<i>S. hastata</i>		2		20	5		3	3
<i>S. phylicifolia</i>		5			5			10
<i>S. viminalis</i>		35			15	15	15	10
<i>Equisetum arvense</i>	2	3	7	5	15		10	15
<i>E. pratense</i>	2			5	10			
<i>E. variegatum</i>						25	5	5
<i>E. sylvaticum</i>					<1	<1		<1
<i>E. fluviatile</i>						3	1	
<i>Juncus gerardii</i>						1	<1	
<i>Euphrasia frigida</i>		<1	<1	1	<1		<1	<1
<i>Rhinanthus minor</i>	<1	<1		2	<1		<1	
<i>Rorippa palustris</i>						<1		
<i>Ranunculus repens</i>	<1			3				<1
<i>Carex aquatilis</i>							3	1
<i>Alisma plantago-aquatica</i>						<1		<1
<i>Tussilago farfara</i>	<1		<1	3	<1			
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	2	1	<1	5	<1			<1
<i>Taraxacum officinale</i>			<1					
<i>Plantago major</i>			<1					
<i>Hieracium umbellatum</i>		<1						
<i>Trifolium pratense</i>	<1							
<i>Amoria repens</i>				<1				
<i>Deschampsia cespitosa</i>	<1	1	3	5				3
<i>Agrostis tenuis</i>	<1	<1						

Номер описания	36	37	38	39	40	41	42	43
<i>Festuca ovina</i>		<1						
<i>Poa alpigena</i>				<1		<1		
<i>Calamagrostis lapponica</i>		<1	<1	3	<1			
<i>Dactylorhiza maculata</i>			<1					
<i>Solidago virgaurea</i>		<1		<1				
<i>Pyrola rotundifolia</i>				2				
<i>Cirsium heterophyllum</i>	<1							
<i>Bryum</i> sp.	60	45	30	25	30	40	40	40
<i>Ceratodon purpureus</i>	15	10	20	20	20	15	20	15
<i>Polytrichum commune</i>	3		1	5	10	15	<1	5
<i>Calliergon cordifolium</i>	8			5		5		5
<i>Leptobryum pyriforme</i>	5	5	7	5		5		5
<i>Peltigera didactyla</i>				<1				

Древесные растительные сообщества тяготеют к более дренированным сухим местообитаниям, каковыми являются, например, отвалы отсева. Здесь формируются молодые сосновые с березой травяные и травяно-моховые сообщества **лесного типа**. Среди древесных растений по числу экземпляров, возрасту и размерным характеристикам в сообществах доминировали молодые деревья сосны *Pinus sylvestris*, которые оказались разновозрастными (от 4 до 20–25 лет), высотой 4–5 м при диаметре стволиков до 10 см. Содоминантом по числу стволов выступает подрост *Betula pubescens*, имея более скромные размеры (высота 1,0–1,5 м). Единично встречается ель сибирская *Picea obovata* (до 1,0 м в высоту). Травяной покров довольно густой (60–80%), в нем преобладают виды луговых трав, такие как *Vicia cracca*, *Rhinanthus vernalis*, *Agrostis tenuis*, *Calamagrostis purpurea*, а также *Chamaenerion angustifolium*. В небольшом обилии отмечены лесные виды *Solidago virgaurea*, *Pyrola rotundifolia*, *Melampyrum pratense*, *Equisetum sylvaticum*. Подробная характеристика сообществ приведена в табл. 7.

В этом случае почвенный профиль относительно развит и представлен серогумусовой почвой, относящейся к отделу органоаккумулятивных почв.

Выровненные бульдозером насыпные площадки занимают **злаково-травяно-моховые** сообщества с березовым подростом. На тонком ковре пионерных мхов произрастают *Calamagrostis epigeios*, *Chamaenerion angustifolium*, *Leontodon autumnalis*, виды рода *Hieracium* и др. Подрост березы занимает около 20% и в среднем имеет высоту 0,4–0,6 м, максимальная высота берез 1,1 м. Фитоценотическая характеристика сообществ представлена в табл. 8.

Следует отметить, что растительные сообщества с участием деревьев описаны, в том числе и на глиняных карьерах. Однако фитоценозы лесного типа присутствовали только на более старом карьере по добыче известняка, возраст которого по архивным данным разрабатывающего его цементного завода, расположенного в непосредственной близости от карьера, составляет около 50 лет.

Таблица 7. Сводная таблица геоботанических описаний сообществ лесного типа

Номер описания	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Число видов сосудистых	17	15	13	15	20	21	12	17	11
Общее проективное покрытие растительности нижних ярусов (%), в том числе:	70	65	75	60	90	90	90	85	80
кустарников	5	<1	1	1	5	10	<1	6	<1
травянистых растений	70	60	75	60	70	70	65	60	60
мохообразных	15	10	5	7	35	30	40	35	30
лишайников	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinus sylvestris</i> (подрост)	15	20	30	30	15	10	20	15	20
<i>Betula pendula</i> (подрост)	5	10	5	10	10	10	10	5	5
<i>Picea obovata</i> (подрост)	<1					<1			
<i>Salix pentandra</i>			1	1				1	
<i>S. dasyclados</i>							<1		
<i>S. cinerea</i>	5	<1				10		5	
<i>S. hastata</i>									
<i>S. phylicifolia</i>					5				
<i>S. viminalis</i>									
<i>Lonicera coerulea</i>			<1					<1	
<i>Rosa acicularis</i>		<1							<1
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	10	3	15	5	15	5	7	20	10
<i>Rhinanthus vernalis</i>		15	10	25	5	<1	23	10	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	3	<1	5	<1	5	0,5	3	1	3
<i>Agrostis tenuis</i>	15	5	10	10	5	7	3	3	10
<i>Lathyrus pratensis</i>	30	15	7						
<i>Trifolium hybridum</i>	7			3	5	10		<1	
<i>Vicia cracca</i>	<1	5	10	7	<1		5	10	10
<i>Trifolium pratense</i>	<1			5	20	30	10	5	5
<i>Equisetum arvense</i>				<1		5	3	<1	
<i>Poa pratensis</i>			25		15	10	10	15	20
<i>Festuca pratensis</i>				5	3	5	3		
<i>Melampyrum pratense</i>			3	<1					10
<i>Equisetum sylvaticum</i>	1	<1		<1					
<i>Achillea millefolium</i>		<1	<1	<1	<1				
<i>Vicia sepium</i>	0,5								
<i>Saussurea alpina</i>	<1								
<i>Phleum pratense</i>					<1				
<i>Calamagrostis purpurea</i>		15							
<i>Poa alpigena</i>	10	5			<1	<1		1	
<i>Calamagrostis lapponica</i>	0,5								
<i>Solidago virgaurea</i>	<1	<1				<1			<1

Номер описания	44	45	46	47	48	49	50	51	52
<i>Ranunculus acris</i>					<1				
<i>Taraxacum officinale</i>					<1	<1			
<i>Equisetum pratense</i>					<1	3		1	
<i>Tanacetum vulgare</i>						<1		<1	
<i>Trifolium repens</i>					<1	<1			
<i>Euphrasia frigida</i>						<1			
<i>Erigeron acer</i>					<1				
<i>Hieracium umbellatum</i>						<1			
<i>Brachythecium</i> sp.	10		3	3	25	20	20	20	15
<i>Sanionia uncinata</i>	5	5	2	3	5	10	10	10	10
<i>Rhizomnium punctatum</i>					2			1	
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>		5		1	3		10	4	5

В окрестностях г. Ухты на ранних стадиях восстановления растительности и почв не выявлено четкой субстратной приуроченности фитоценозов, иными словами однотипные фитоценозы формируются как на карьерах по добыче глины, так и на известняковых карьерах, что неудивительно, учитывая высокий уровень сходства видового состава растительности карьеров. Растительность демонстрирует скорее обобщенный динамический ряд развития первичной сукцессии — от малосомкнутых группировок рудеральных видов (на почти безгумусных почвах) к злаково-разнотравным и разнотравно-злаковым сообществам (на почвах с выраженным органо-аккумулятивным горизонтом). Однако и в этом случае одним и тем же почвенным различиям соответствуют растительные сообщества динамически разных стадий, т. е. скорость первичной сукцессии растительности опережает процессы педогенеза.

Это хорошо согласуется с выводами о том, что в данном случае скорость почвообразования невелика, главный почвенный процесс представлен накоплением органического вещества, а экогенетическое преобразование почвы находится на самой начальной стадии. Для посттехногенных ландшафтов карьеров характерна либо дивергенция, либо конвергенция почвенных свойств в процессе их онтогенетического развития [23]. И если для карьеров южной тайги равновероятны оба варианта, обусловленные ходом демулационной сукцессии, то в случае северной тайги почвенно-растительный компонент молодой экосистемы долгое время пребывает в состоянии «неопределенности». Это связано с низкой скоростью сукцессии, а также с дополнительными факторами, возникающими на поверхности карьера. Например, моделирование поверхности карьера экзогенными процессами — делювиальное и оползневое перемещение материала в условиях больших количеств осадков (может вызывать делювиальную мезосерию), а также эоловое перемещение вещества (особенно на известняковых карьерах). Только в некоторых случаях более развитая стадия сукцессии соответствует гумусовым эмбриоземам или серогумусовым органоаккумулятивным почвам.

И на глинах, и на известняках фитоценозы с участием древесных растений — ив и других деревьев — развиваются значительно позже. Ориентируясь на максимальный

Таблица 8. Сводная таблица геоботанических описаний сообществ злаково-травяно-моховых с березой

Номер описания	53	54	55	56	57
Число видов сосудистых	18	19	17	12	13
Общее проективное покрытие растительности нижних ярусов (%), в том числе:	70	90	90	70	70
кустарников	2	0	0	2	<1
травянистых растений	30	40	30	40	40
мохообразных	45	60	80	50	55
лишайников	0	0	0	0	0
<i>Betula pendula</i> (подрост)	20	25	23	18	20
<i>Pinus sylvestris</i> (подрост)	<1		3	5	
<i>Picea obovata</i> (подрост)	<1		<1		
<i>Populus tremula</i> (подрост)				5	5
<i>Salix hastata</i>				2	
<i>S. phylicifolia</i>	2				
<i>Rosa acicularis</i>					<1
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	10	15	5	20	30
<i>Trifolium pratense</i>	<1	3	5		5
<i>Deschampsia cespitosa</i>	3	10	<1		
<i>Amoria repens</i>	7	<1	3		
<i>Poa pratensis</i>		<1	10	10	
<i>Lathyrus pratensis</i>	10				
<i>Taraxacum officinale</i>		1	5		<1
<i>Tussilago farfara</i>	1	<1			
<i>Vicia cracca</i>	<1	<1			3
<i>Tanacetum vulgare</i>			<1		<1
<i>Equisetum arvense</i>				1	<1
<i>Trifolium hybridum</i>		3			
<i>Vicia sepium</i>	<1				
<i>Phleum pratense</i>		<1			
<i>Poa alpigena</i>	<1		<1		
<i>Calamagrostis epigeios</i>		7			
<i>C. lapponica</i>	<1			<1	
<i>Epipactis atrorubens</i>	<1				<1
<i>Solidago virgaurea</i>	<1		<1	<1	<1
<i>Pilosella officinarum</i>			<1	5	<1
<i>Saussurea alpina</i>	<1				

Номер описания	53	54	55	56	57
<i>Pirola rotundifolia</i>		3		1	
<i>Melampyrum pratense</i>					<1
<i>Equisetum sylvaticum</i>	1				
<i>Achillea millefolium</i>		<1			
<i>Ranunculus repens</i>			<1		
<i>Ranunculus acris</i>		<1	<1		
<i>Leontodon autumnalis</i>		1		3	
<i>Erysimum hieracifolium</i>		<1			
<i>Euphrasia frigida</i>			<1		
<i>Erigeron acer</i>		<1			
<i>Antennaria dioica</i>		<1			
<i>Hieracium umbellatum</i>			<1	<1	
<i>Crepis tectorum</i>					<1
<i>Ceratodon purpureus</i>	20	20	35	30	30
<i>Bryum</i> sp.		20	25	20	25
<i>Andrea rupestris</i>	3		3		<1
<i>Pogonatum dentatum</i>	2		7		
<i>Polytrichum hyperboreum</i>	10		10	<1	
<i>Pohlia</i> sp.	10	20		<1	<1

возраст сосен, можно предположить, что для их развития требуется не менее 25–30 лет. Однако и в этом случае данные сообщества еще далеки от коренных, как по структуре, так и по составу и, прежде всего, доминирующих видов. Так, в сообществах с участием древесных растений не обнаружено кустарничков и лесных видов мхов — столь характерных доминантов для лесных северотаежных ценозов. Кроме того, даже в сообществах древесного типа вообще не обнаружено представителей лишенобиоты.

В настоящий момент сообщества с участием деревьев в условиях хорошего дренажа напоминают скорее травяные «олуговельные» варианты молодых смешанных березово-сосняков.

В более влажных местообитаниях сукцессия, по-видимому, направлена в сторону формирования вторичных мелколиственных лесов — березняков и осинников.

Биологическая рекультивация, с одной стороны, способствует быстрому формированию сомкнутого покрова лугового типа. С другой стороны, скорость развития сукцессии тормозится, поскольку плотная дернина и накапливающаяся ветошь препятствуют внедрению древесных растений и развитию мохового покрова.

Таким образом, даже по прошествии 20–25 лет от начала зарастания взаимная обусловленность видового состава растительных сообществ карьеров и типа субстрата проявляется слабо, что связано, по-видимому, с небольшим временем освоения последнего. Это отличает процесс самозарастания карьеров северной тайги от аналогичного процесса в южной тайге, что ранее было показано для Ленинградской области [23, 24].

Литература

1. Посттехногенные экосистемы Севера. СПб.: Наука, 2002. 159 с.
2. Абакумов Е. В., Гагарина Э. И. Гумусовое состояние почв заброшенных карьерно-отвалных комплексов Ленинградской области // Почвоведение. 2008. № 3. С. 287–298.
3. Крючков В. В. Необходимость и возможность рекультивации нарушенных земель на Севере // Докл. II Междунар. конф. «Освоение Севера и проблемы рекультивации» Сыктывкар, 25–28 апр. 1994 г. Сыктывкар, 1994. С. 23–32.
4. Добровольский Г. В. Значение почв в сохранении биологического разнообразия // Почвоведение. 1996. № 6. С. 694–699.
5. Андроханов В. А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2005. 32 с.
6. Андроханов В. А., Курачев В. М. Принципы оценки почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2009. № 2. С. 165–169.
7. Копцева Е. М. Естественное восстановление растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России (Ямальский сектор Арктики) // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3: Биология. 2001. Вып. 2, № 11. С. 122–123.
8. Сумина О. И., Копцева Е. М. Разнообразие и динамика растительности карьеров в лесотундре Западной Сибири (окрестности г. Лабитнанги, Ямало-Ненецкий АО) // Растительность России. СПб., 2004. № 6. С. 83–103.
9. Сумина О. И., Лесовая С. Н., Долгова Л. Л. Изменение минералогического состава пород под действием пионерной растительности при зарастании карьеров // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3: Биология. 2008. Вып. 1. С. 32–37.
10. Сумина О. И., Власов Д. Ю., Долгова Л. Л., Сафронова Е. В. Особенности формирования сообществ микромицетов в зарастающих песчаных карьерах севера Западной Сибири // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3: Биология. 2010. Вып. 2. С. 84–90.
11. Корнатовая Н. Г. Развитие почвенно-растительного покрова на песчаных карьерах в северной тайге Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2004. 23 с.
12. Abakimov E. V., Maximova E. I., Lagoda A. V., Koptseva E. M. Soil formation in the quarries for limestone and clay production in the Ukhcha region // Eurasian soil science. 2011. Vol. 44. P. 380–385.
13. Максимова Е. Ю., Абакумов Е. В. Особенности почвообразования на карбонатных субстратах в посттехногенных экосистемах северной тайги и лесостепи // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13, № 5. С. 42–47.
14. Ветошкина Н. Республика Коми. Энциклопедия. Сыктывкар, 2000. Т. 3. С. 223.
15. Геоботаническое районирование Нечерноземья Европейской части РСФСР. Л.: Наука, 1989. 64 с.
16. Зайдельман Ф. Р. Почвы Европейского Северо-Востока и их плодородие. Л.: Наука, Ленинградское отд., 1989. 188 с.
17. Черепанов С. В. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.
18. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с.
19. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
20. Сумина О. И. Формирование растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2011. 46 с.
21. Ниценко А. А. Очерки растительности Ленинградской области. Л., 1959. 140 с.
22. Мартыненко В. А., Груздев Б. И., Канев В. А. Локальные флоры таежной зоны Республики Коми. Сыктывкар, 2008. 76 с.
23. Абакумов Е. В., Гагарина Э. И. Почвообразование в посттехногенных экосистемах карьеров Северо-Запада России. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2006. 256 с.
24. Абакумов Е. В. Онтогенез почв на отвалах заброшенных карьеров в таежных ландшафтах ЕТР // Тез. докл. V Междунар. конф. «Эволюция почвенного покрова: история идей и методы, голоценовая эволюция и прогнозы», Пушино-на-Оке, 26–31 окт. 2009 г.

Статья поступила в редакцию 13 сентября 2012 г.