

Особенности восстановления растительности на отвалах отработанных россыпей Приполярного Урала

© 2021. С. В. Дёгтева, д. б. н., директор, зав. отделом,
Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук,
167928, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,
e-mail: degteva@ib.komisc.ru

В статье приведены результаты многолетнего мониторинга восстановления растительности на отвалах отработанного месторождения россыпного золота в бассейне р. Кожим (Приполярный Урал). Установлено, что через 25 лет после завершения добычи золота лишь на небольшой части промышленных полигонов сформировались открытые группировки и несомкнутые растительные сообщества; значительные площади отвалов, состоящих из скелетных фракций разного размера без примеси мелкозёма, остались практически безжизненными. При зарастании элементов техногенного рельефа со временем происходит увеличение видового разнообразия сосудистых растений (до 212 видов) и мохообразных (до 27 видов). Состав растительных группировок и фитоценозов отличается значительным непостоянством. Это обусловлено не только неблагоприятными экологическими условиями, но и случайным характером заноса семян. Первичные сукцессии в течение всего периода наблюдений протекали не по зональному типу, хотя облик формирующейся растительности определяли виды-апофиты.

Ключевые слова: восстановление растительности, нарушенные территории, Приполярный Урал.

Features of vegetation restoration on the dumps of spent minings of the Subpolar Urals

© 2021. S. V. Degteva ORCID: 0000-0003-3641-6123
Institute of Biology of the Komi Science Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,
e-mail: degteva@ib.komisc.ru

The results of long-term monitoring of vegetation restoration on the dumps of a spent gold mining in the Kozhim River basin (Circumpolar Urals) are presented. 25 years after the finishing of gold mining, only on a small part of the industrial territories open groupings and unclosed plant communities are formed. Significant areas of dumps remained practically lifeless. Biodiversity increases over time up to 212 species for vascular plants and up to 27 species for bryophytes. The composition of plant groups and phytocenoses is characterized by significant variability. This is due not only to unfavorable environmental conditions, but also to the random introduction of seeds. Primary successions during the observation period did not occur according to the zonal type, although the appearance of the emerging vegetation was determined by species of natural flora.

Keywords: restoration of vegetation, disturbed territories, Subpolar Urals.

Исследование динамики (сукцессионных смен) фитоценозов в ландшафтах, трансформированных деятельностью человека, актуально не только с точки зрения фундаментальных проблем науки о растительности, но и для разработки рекомендаций по восстановлению нарушенных сообществ и экосистем. Изучение сукцессий различных типов проводится достаточно активно, как в России,

так и за её пределами, однако массив данных, касающихся разнообразия и динамики растительности техногенных местообитаний районов Крайнего Севера, всё ещё относительно невелик. В Республике Коми наиболее полно изучены демулационные смены растительных сообществ в равнинных ландшафтах: на вырубках [1, 2], в границах разрабатываемых месторождений углеводородного сырья [2–9]

и каменного угля [10, 11], вдоль железных и шоссейных дорог, трасс газо- и нефтепроводов [12, 13], на карьерах [10, 14, 15].

Начиная с 1980-х гг. учёными ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН проводится мониторинг восстановления растительного покрова на отвалах месторождения россыпного золота, расположенного на западном макросклоне Приполярного Урала, в бассейне р. Кожим. С 1994 г. данная территория входит в состав Национального парка «Югыд ва», уровень антропогенного пресса в настоящее время здесь минимален, добыча золота не проводится.

Цель данной работы – обобщить сведения о восстановлении растительности на различных элементах техногенного рельефа Кожимского месторождения за 25-летний период.

Объекты и методы исследований

Район исследований расположен в северо-западной части Приполярного Урала, ограниченной с юга долиной р. Косью, а с востока и севера – р. Кожим. В рельефе чередуются антиклинальные поднятия в виде хребтов Обе-из, Восточные и Западные Саледы, Малды, Росомаха и разделяющие их продольные депрессии, которые представляют собой синклинальные мульды, преобразованные позднейшими эрозионными процессами [16]. Бассейн реки Кожим относится к крайнесеверной подзоне тайги Урало-Западносибирской провинции Евразийской таёжной области [17]. В растительном покрове выражены черты вертикальной поясности. До отметок высот 450–500 м над уровнем моря его облик определяют горные леса и редколесья, сформированные преимущественно *Larix sibirica* Ledeb. и *Picea obovata* Ledeb. Латинские названия растений приведены согласно сводке С.К. Черепанова [18]. Высотные уровни от 500 до 850 м занимают горные тундры, выше 850 м простирается пояс гольцов с небольшими фрагментами тундровых сообществ.

В процессе разработки месторождения россыпного золота в 1982–1995 гг. на промышленных площадках, а также частично на сопредельных с ними участках были уничтожены почвы и растительность, сформировались новые техногенные местообитания, экологические условия которых в большинстве случаев неблагоприятны для развития растений. В подгольцовом поясе в процессе добычи золота в долинах рек разрабатывали террасы высокого уровня. При проведении вскрышных работ до начала добычи золота и осуществле-

нии горнотехнической рекультивации после её окончания (1988–1993 гг.) произошли большие потери потенциально плодородной пойменной фации аллювия. Вследствие этого при рекультивации отвалов их поверхность после планировки, как правило, не была засыпана слоем мелкозёма. Промышленные полигоны по окончании работ представляют собой комплекс техногенных экотопов: гряд крупновалунно-глыбового материала (галийные отвалы), «терриконов» галечно-гравийного материала с плотным и промытым песчаным наполнителем (эфельные отвалы), отвалов смешанного состава, состоящих из гальки, гравия и мелкозёма, либо (реже) валунов, гальки, гравия. Наибольшую площадь в границах полигонов занимают эфельные отвалы и отвалы смешанного состава. Еще один специфический тип техногенных экотопов – днища спущенных водоёмов-отстойников, которые сложены тонкодисперсным песчано-алеврито-глинистым материалом. Часть из них в процессе горнотехнической рекультивации была засыпана субстратом, взятым из эфельных отвалов. Отстойники, располагающиеся в непосредственной близости от русел водотоков, отграничены от них дамбами, обычно состоящими из вскрышных пород, в отдельных случаях – смешанных с галькой и гравием, реже – из эфельного материала [19].

В 1984, 1986–1990, 2010 гг. на промышленных полигонах проводили мониторинг восстановления растительности. На различных элементах техногенного рельефа и на участках, расположенных по границам промышленных полигонов, были заложены площадки размером 10 × 10 м, на которых выполняли геоботанические описания. При описаниях выявляли видовой состав сосудистых растений и мохообразных, общее проективное покрытие (ОПП), обилие отдельных видов, высоту растений. Для оценки обилия видов использовали шкалу господства В.С. Ипатовва [20], предполагающую оценку степени господства вида на всей пробной площади (табл. 1). При обработке данных 219 геоботанических описаний разных лет на основании данных о встречаемости и обилии видов на пробных площадях, заложенных на разных элементах техногенного рельефа, были определены значения коэффициента участия по формуле:

$$K_y = \frac{\sum a}{n} \cdot \frac{m}{n} \cdot \frac{1}{8} = \frac{\sum a \cdot m}{n^2 \cdot 8},$$

где K_y – коэффициент участия вида в совокупности описаний одного для экотопа; m – число встреч вида в совокупности описаний для одного экотопа; n – число описаний для одного экотопа; a – ранг вида в каждом из описаний [20].

Результаты и обсуждение

На разных элементах техногенного рельефа складываются неодинаковые экотопические условия. Так, формирующий их субстрат отличается не только по гранулометрическому составу, но и по химическим свойствам [19]. Субстрат вскрышных отвалов по значениям аналитических показателей близок к почвам, сформировавшимся под естественными растительными сообществами. Он имеет кислую или слабокислую реакцию среды, относительно высокие показатели гидролитической кислотности. Среди катионов, определяющих обменную кислотность, доминирует алюминий, а в составе поглощённых катионов – кальций. Достаточная обеспеченность вскрышных пород доступными формами азота, а в ряде случаев – фосфора и калия, создаёт благоприятные условия для восстановления растительности. На вскрышных отвалах, так же как и на участках, граничащих с промышленными полигонами, где были уничтожены растительность и верхние горизонты почв, но не проводились горнодобывающие работы, восстановление растительного покрова протекает по типу вторичных сукцессий (демутаций).

Галийные отвалы и отвалы смешанного состава из валунов, гальки, гравия не содержат мелкозёма. Мелкозём эфелей характери-

зуется нейтральными или слабощелочными значениями рН, обменная и гидролитическая кислотность практически отсутствуют. Среди обменных оснований увеличивается доля ионов кальция и магния. Эти особенности связаны с наличием в составе продуктивных отложений карбонатного материала и/или карбонатных коренных подстилающих пород. Гумуса в мелкозёме эфелей мало, что создаёт дефицит азота, доступного для растений.

Свойства отложений смешанного состава (вскрышные породы с эфелями) зависят от свойств и соотношения слагающих их компонентов. Данная группа субстратов весьма разнообразна как по значению рН, так и по обеспеченности элементами минерального питания.

Материал, формирующий днища бывших водоёмов-отстойников, характеризуется слоистостью. Значения аналитических показателей меняются с глубиной. В целом субстрат имеет слабощелочную или близкую к нейтральной реакцию среды, обусловленную его карбонатностью. Содержание гумуса выше, чем в мелкозёме эфелей, что обусловлено его концентрированием в процессе седиментации с минеральной составляющей [19].

Различное положение в мезорельефе и неодинаковый гранулометрический состав субстратов техногенных экотопов обуславливают особенности режима влажности. Галийные и эфельные отвалы характеризуются провальной фильтрацией. Бывшие водоёмы-отстойники располагаются в мезопонижениях между отвалами. В зимний период здесь скапливается значительное количество снега. По этой причине, а также из-за наличия водонепроницаемого слоя под отложениями песчано-

Таблица 1 / Table 1

Шкала оценки участия видов в растительном покрове [20]
Scale of species abundance estimation in plant cover [20]

Показатель / Parameter	Оценка обилия / Abundance estimation							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ранг / Rank								
Относительное покрытие Relative coverage	до 1% up to 1%	1–5%	около 5% about 5%	5%–1/3	около 1/3 about 1/3	1/3–2/3	около 2/3 about 2/3	2/3 и больше 2/3 and more
Среднее относительное покрытие, % / Average relative coverage, %	1	2	5	19	33	50	66	83
Амплитуда относительного покрытия, % / Amplitude of relative coverage, %	до 1 up to 1	2–3	4–11	12–25	26–41	42–57	58–74	75 и больше 75 and more

Примечание: 1/3, 2/3 – доля от общего проективного покрытия.
Note: 1/3, 2/3 – the share of the total projective coverage.

алеврито-глинистого материала, субстраты днищ отстойников в течение вегетационного сезона переувлажнены. В ряде случаев в центральной части отстойников до 2010 г. сохранились временные водоёмы глубиной от 30 до 70 см. Наиболее благоприятный для растений режим влажности складывается на вскрышных отвалах, а также на отвалах смешанного состава, состоящих из материала вскрыши с примесью эфелей.

На отвалах с высокой долей скелетной фракции в субстратах наиболее контрастны перепады температуры по сезонам года. В летний период поверхность валунов, гальки и гравия, имеющая тёмно-серую окраску, нагревается больше. Зимой из-за выдувания снега субстрат здесь промерзает сильнее, чем на днищах отстойников.

Восстановление растительности в местообитаниях, сформировавшихся в процессе горнодобывающих работ, происходит по типу первичных сукцессий. Контрастные экотопические условия обуславливают их специфику на различных элементах техногенного рельефа.

Через 1–3 года после прекращения разработки полезных ископаемых на промышленных полигонах, расположенных в подгольцовом поясе (долины рек Кожим и Балбанью), было зарегистрировано 105 видов сосудистых растений и 6 видов мохообразных [21]. По прошествии 5–7 лет по окончании добычных работ видовой состав растений в техногенных экотопах насчитывал 168 таксонов сосудистых растений и 8 видов мхов [19, 22, 23].

Восстановление растительного покрова характеризовалось крайне низкими темпами. На нарушенных участках сформировались открытые группировки растений, реже – несомкнутые фитоценозы. Величина ОПП чаще составляла 5–20% и лишь в отдельных случаях превышала 40–50%. За 5 лет наблюдений, осуществляемых на постоянных пробных площадях, показатели ОПП возросли лишь на 4–15%. Была отмечена прямая зависимость видовой насыщенности и ОПП формирующейся растительности от содержания мелкозёма и доступных для растений форм азота в субстратах [19, 23]. Кроме того, процесс восстановления растительного покрова в значительной степени зависел от присутствия в субстратах семян и их заноса с сопредельных территорий. Наиболее интенсивное протекание сукцессий отмечено на нарушенных территориях, расположенных по границам промышленных полигонов, вскрышных отвалах и днищах отстойников. На эфельных отвалах

регистрировали единичные экземпляры растений, галийные отвалы оставались полностью безжизненными. Наиболее значимую ценотическую роль в процессах зарастания отвалов выполняла небольшая группа травянистых растений: *Poa pratensis* L., *P. alpina* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Festuca ovina* L., *Calamagrostis lapponica* (Wahlenb.) C. Hartm., *Achillea millefolium* L. и некоторые др. Восстановление ценопопуляций древесных растений, доминирующих в сообществах редколесий подгольцового пояса – *Larix sibirica*, *Picea obovata*, протекало неудовлетворительно. Это было обусловлено нерегулярностью плодоношения. Более активно колонизировали отвалы кустарники: *Salix phylicifolia* L., *S. hastata* L. и *S. dasyclados* Wimm. На днищах отстойников лидирующие позиции переходили к *Equisetum arvense* L. и влаголюбивым видам: *Equisetum palustre* L., *Alopecurus aequalis* Sobol., *Polygonum humifusum* Merk ex C. Koch. В данном типе экотопов, как правило, был хорошо выражен моховой покров, образованный *Funaria hygrometrica* Hedw. и *Marchantia polymorpha* L. Кроме того, здесь было отмечено наиболее интенсивное возобновление ивы, встречались как всходы, так и молодые особи высотой до 1,0–1,3 м.

Большинство видов, характеризующихся значимыми показателями постоянства и обилия на первых этапах сингенеза растительности, относилось к числу апофитов, но не выполняло значимой роли в природных фитоценозах. Это позволило заключить, что первые этапы смен протекали не по зональному типу [19, 22, 23].

В 2010 г. на нарушенных участках отмечено увеличение видового разнообразия, зарегистрировано 212 таксонов сосудистых растений и 27 видов мхов. При этом через 25 лет после окончания горных работ растительный покров на большей части промышленных полигонов не восстановился. Установлено, что во всех типах техногенных экотопов достоверно увеличилось ОПП сосудистых растений, наиболее значимо – на вскрышных отвалах и днищах отстойников (рис.). Однако на отвалах, характеризующихся низким содержанием мелкозёма, формирование сомкнутого растительного покрова не произошло. Здесь развиты открытые мало видовые растительные группировки, в которых максимальное значение ОПП сосудистых растений составило 15%. Сходные тенденции отмечены и для напочвенного покрова. Лучшее всего он развит на днищах отстойников (ОПП в среднем 37,5%), особенно

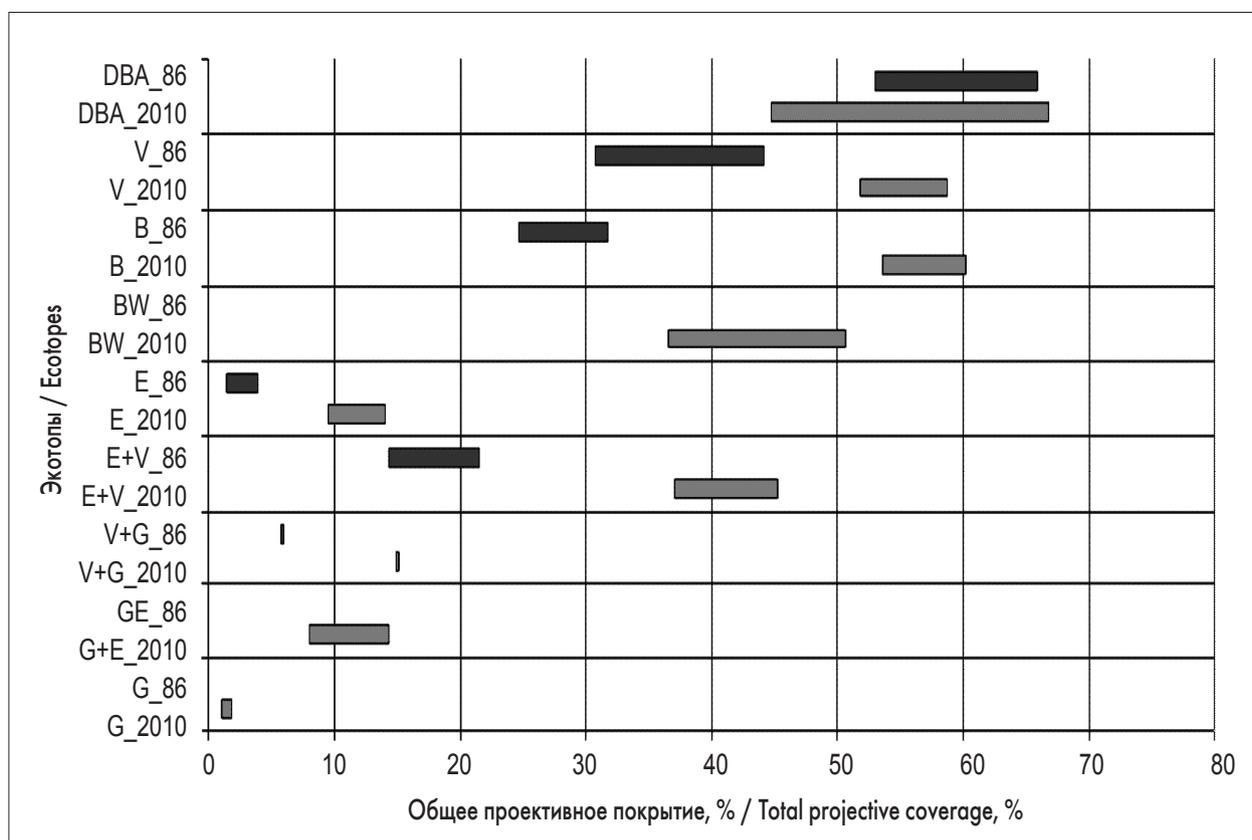


Рис. Изменение значений ОПП, % сосудистых растений (по горизонтали) в фитоценозах и растительных группировках, формирующихся в различных типах техногенных экотопов (по вертикали): DBA – нарушенные участки по границам промышленных полигонов, V – вскрышные отвалы, E+V – отвалы смешанного состава (эфели и вскрыша), E – эфельные отвалы, G – галийные отвалы, V+G – отвалы смешанного состава (вскрыша и валунно-глыбовый материал), G+E – отвалы смешанного состава (валуны, галька, гравий), B – днища водоёмов-отстойников, BW – ивняки на днищах водоёмов-отстойников.

Чёрным цветом обозначены данные 1986 г., серым цветом – данные 2010 г.

Fig. Changes in the values of total projective coverage, % of vascular plants in phytocenoses and plant groupings formed in various types of technogenic ecotopes (on vertical): DBA – disturbed areas along the borders of industrial ground, V – overburden rock dumps, E+V – dumps of mixed composition (pebbles and overburden rock), E – pebbles and gravel dumps, G – boulder dumps, V+G – dumps of mixed composition (overburden rock and boulder material), G+E – dumps of mixed composition (boulders, pebbles, gravel), B – bottoms of sedimentation ponds, BW – willow stands on the bottoms of sedimentation ponds. Data from 1986 are indicated in black, data from 2010 are indicated in gray

в сформировавшихся здесь ивняках (59,6%), а также на вскрышных отвалах (39,4%), отвалах, состоящих из смеси вскрышных пород и эфелей (25,9%). На эфельных отвалах среднее ОПП мхов составляло 7,8%, на отвалах эфелей с примесью валунов – 11,6%.

Медленнее всего протекают сукцессии на галийных отвалах, где зарегистрированы лишь накипные лишайники родов *Melanelia*, *Parmelia*, в редких случаях – налёты водорослей и единичные экземпляры сосудистых растений. Наиболее хорошо сформированные сообщества приурочены к днищам водоёмов-отстойников, занимающих на рекультивированных промышленных полигонах подчинённые площади. По их периметру обычно разви-

ты заросли ивы (*Salix dasyclados*, *S. phlyicifolia*, *S. hastata*), в которых высота полога достигает 2–5 м, а сомкнутость крон – 0,6–1,0. Ширина полосы ивняка, окаймляющего центральную часть отстойника, относительно невелика (варьирует от 1,5 до 4 м). На остальной площади днищ чаще всего встречаются сообщества с доминированием *Equisetum palustre*. В напочвенном покрове (ОПП от 5 до 90%) обычны влаголюбивые виды мхов: *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb., *Calliergonella lindbergii* (Mitt.) Hedenäs, *Scorpidium cossonii* (Schimp.) Hedenäs, *Warnstorfia exannulata* (Bruch et al.). В нижней части стволов и на ветвях ивы обильны виды рода *Brachythecium* и *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske.

Проанализировано изменение ценотической роли отдельных видов сосудистых растений в процессе смен растительности в техногенных экотопах (табл. 2). Произошло заметное усиление позиций древесных растений: деревьев (*Larix sibirica*, *Betula pubescens* Ehrh.), кустарников (*Salix phylicifolia*, *S. dasyclados*, *S. hastata*, *S. glauca* L., *Betula nana* L., *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz), кустарничков (*Dryas octopetala* L., *Salix reticulata* L.). Установлено, что из многолетних трав высокое постоянство и обилие в большинстве типов местообитаний сохраняют или увеличивают *Festuca ovina*, *Poa alpina*, *Achillea millefolium*, *Oxytropis sordida* (Willd.) Pers., *Elymus mutabilis* (Drob.) Tzvel., *Parnassia palustris* L., *Erigeron politus* Fries, *Bromopsis pumPELLIANA* (Scribn.) Holub, *Solidago virgaurea* L., *Euphrasia frigida* Pugsl., *Minuartia stricta* (Sw.) Hiern., *Astragalus subpolaris* Boriss. & Schischk. Преимущественно к экотопам, субстраты которых содержат значительное количество мелкозёма, приурочены *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Taraxacum ceratophorum* (Ledeb.) DC., *Comastoma tenellum* (Rottb.) Toyokuni, *Sanguisorba officinalis* L., *Angelica archangelica* L., *Pedicularis verticillata* L., *Botrychium lunaria* (L.) Sw., демонстрирующие здесь увеличение коэффициента участия.

На отвалах с большой долей скелетной фракции в субстратах большей ценотической значимостью отличаются *Astragalus norvegicus* Grauer, *Campanula rotundifolia* L., *Gypsophila uralensis* Less., *Papaver lapponicum* ssp. *jugoricum* (Tolm.) Tolm., *Gastrolychnis apetala* (L.) Tolm. & Kozhanczikov. Эти виды в регионе исследований обычны для горных тундр и скал. В местообитаниях с повышенной влажностью (днища отстойников) возрастают значения коэффициента участия гигрофитов: *Juncus filiformis* L., *Equisetum palustre*, *Carex cespitosa* L., *C. rostrata* Stokes, а также *Poa nemoralis* L., *Pyrola rotundifolia* L.

Одновременно отмечено снижение ценотической значимости *Poa pratensis*, *Chamaenerion angustifolium*, *Calamagrostis lapponica*, *Equisetum arvense*, занимавших на ранних этапах восстановления наиболее стабильные позиции в растительных группировках и фитоценозах, формирующихся на элементах техногенного рельефа, а также *Luzula frigida* (Buchenau) Sam., *L. parviflora* (Ehrh.) Desv., *Carex brunnescens* (Pers.) Poir., *C. arctisibirica* (Jurtz.) Czer., *Tanacetum bipinnatum* (L.) Sch.

Bip., *Poa palustris* L., *Alopecurus pratensis*, *Bistorta major* S.F. Gray и др. (табл. 2).

По прошествии 25 лет в техногенных экотопах не были зафиксированы 38 видов, встречавшихся здесь ранее; одновременно впервые отмечены 85 таксонов. Все они относятся к I классу постоянства. Это, как и низкие значения коэффициента Сьёренсена-Чекановского (табл. 3), свидетельствует о том, что формирующиеся на промышленных полигонах растительные группировки и сообщества отличаются значительным варьированием видового состава. Таким образом, через 25 лет после завершения разработки полезных ископаемых первичные сукцессии на элементах техногенного рельефа по-прежнему протекали не по зональному типу. Особо следует отметить, что в ряде случаев в таких местообитаниях сформировались достаточно многочисленные и устойчивые ценопопуляции редких видов (*Cypripedium calceolus* L., *Gypsophila uralensis*, *Saxifraga oppositifolia* L., *Papaver lapponicum* ssp. *jugoricum*, *Thymus talijevii* Klok. & Shost. и др.). Большинство из них относится к группе петрофитов и способно расти на отвалах отработанных россыпей, отличающихся высоким содержанием скелетной фракции в субстратах. Данные виды, принадлежащие к группе S-стратегов и характеризующиеся низкой конкурентной способностью, получают преимущества перед другими при условии поступления зачатков из ненарушенных экотопов. Их участие в процессах первичных сукцессий во многом носит случайный характер [24].

По границам промышленных полигонов, где была уничтожена естественная растительность и нарушены верхние горизонты почв, в результате вторичной сукцессии (демутации) началось восстановление древесной растительности. Здесь обычны молодняки из *Larix sibirica* с примесью *Betula pubescens*, в которых сомкнутость полога достигала в отдельных случаях 0,6–0,8, а максимальная высота деревьев – 3–4 м. Интенсивность процессов формирования растительности на этих участках значительно выше, чем в техногенных экотопах, а производные сообщества приобрели некоторые черты зональных фитоценозов. На участках, расположенных по границам промышленных полигонов и вскрышных отвалах, в 2010 г. отмечено снижение постоянства и обилия *Galium boreale* L., *Bistorta vivipara* (L.) S.F. Gray, *Dianthus superbus* L., *Chamaenerion latifolium* (L.) Holub., *Festuca rubra* L., *Artemisia tilesii* Ledeb., *Hedysarum*

Таблица 2 / Table 2
Динамика значений коэффициента участия [19] видов сосудистых растений в различных типах техногенных экотопов подольцового пояса
Dynamics of the coefficient of participation of [19] vascular plant species in various types of technogenic ecotopes

Экотоп / Habitat	DBA		V		E+V		E		G		G+E		B		BW	
	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010
Число описаний / Number of relevés	8	4	18	34	17	18	3	34	0	10	0	5	22	32	0	13
Деревья / Trees																
<i>Larix sibirica</i>	+	90,6	+	33,3	.	6,9	.	3,5	.	+	.	6,0	.	1,9	.	8,7
<i>Picea obovata</i>	.	9,4	.	11,2	.	7,5	.	11,4	.	6,1	.	10,0	.	1,7	.	5,3
<i>Betula pubescens</i>	.	7,8	+	7,0	.	6,0	.	5,0	.	1,1	.	4,5	+	1,2	.	8,9
Кустарники / Shrubs																
<i>Salix phylicifolia</i>	1,8	25,0	4,7	50,7	2,8	54,2	.	41,7	.	8,3	.	30,0	2,1	37,5	.	57,7
<i>S. dasyclados</i>	.	+	.	19,5	+	15,5	.	13,2	.	8,3	.	22,0	.	36,0	.	47,9
<i>S. hastata</i>	.	3,9	1,4	7,1	1,6	10,5	5,6	9,2	.	+	.	9,0	+	4,1	.	12,0
<i>Betula nana</i>	1,8	23,4	+	3,2	.	+	.	+	.	+	.	8,0	.	+	.	6,0
<i>Pentaphylloides fruticosa</i>	+	+	+	1,9	.	3,9	.	+	.	+	.	+	.	+	.	+
Кустарнички / Dwarf shrubs																
<i>Dryas octopetala</i>	.	6,3	+	5,6	.	16,7	.	36,0	.	3,1	.	60,0	.	+	.	+
<i>Salix reticulata</i>	+	1,6	.	1,5	.	4,5	.	3,4	.	.	.	10,0	.	1,2	.	4,4
Травянистые растения / Herbs																
<i>Oxytropis sordida</i>	2,0	1,6	.	4,7	+	20,5	2,8	12,8	.	5,0	.	22,5	.	+	.	+
<i>Festuca ovina</i>	8,6	65,6	38,2	60,6	44,9	77,1	70,8	62,4	.	13,1	.	42,5	4,8	10,2	.	24,6
<i>Achillea millefolium</i>	11,7	9,4	6,9	11,1	1,1	16,7	1,4	5,8	.	+	.	6,0	2,1	1,5	.	8,0
<i>Poa alpina</i>	18,8	3,1	6,6	9,6	5,2	8,5	16,7	29,4	.	11,0	.	7,5	5,6	4,9	.	5,2
<i>Elymus mutabilis</i>	5,3	1,6	+	10,8	+	17,8	.	2,1	.	1,1	.	2,0	+	+	.	1,8
<i>Parnassia palustris</i>	+	18,8	+	14,5	.	13,3	.	2,1	.	.	.	6,0	+	2,4	.	21,2
<i>Erigeron poliius</i>	.	3,1	.	7,8	.	6,2	.	3,5	.	+	.	.	.	+	.	2,2
<i>Bromopsis pumPELLIANA</i>	+	4,7	+	5,3	+	2,7	.	1,8	.	+	.	1,0	+	+	.	+
<i>Solidago virgaurea</i>	3,5	4,7	+	4,7	+	5,1	1,4	+	.	+	.	+	+	+	.	1,8
<i>Euphrasia frigida</i>	.	3,1	.	2,1	+	3,4	.	+	.	+	.	6,0	.	+	.	5,7
<i>Minuartia stricta</i>	.	+	.	1,6	.	+	.	3,1	.	4,1	.	5,0	.	1,4	.	8,8
<i>Astragalus subpolaris</i>	+	+	+	4,4	1,0	3,2	1,4	+	.	.	.	3,0	.	+	.	+
<i>Botrychium lunaria</i>	.	4,7	.	1,8	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Deschampsia cespitosa</i>	+	14,1	+	10,3	+	1,4	.	+	.	.	.	.	+	5,5	.	2,7
<i>Taraxacum ceratophorum</i>	+	7,0	+	11,1	.	1,6	.	+	.	+	.	.	.	+	.	1,5
<i>Comastoma tenellum</i>	+	+	.	5,5	.	4,6	.	+	.	+	.	+	.	1,7	.	3,6
<i>Sanguisorba officinalis</i>	10,5	3,1	+	4,9	.	4,2	.	+	.	.	.	.	+	+	.	1,2
<i>Angelica archangelica</i>	+	3,1	+	2,2	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	3,0

МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Год / Year	Экологический статус / Ecological status		DBA		V		E+V		E		G		G+E		B		BW	
	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010
Число описаний / Number of relevés	8	4	18	34	17	18	3	34	0	10	0	10	5	22	32	0	13	
<i>Pedicularis verticillata</i>	+	9,4	+	3,9	+	+	1,4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1,2	
<i>Campánula rotundifolia</i>	+	+	+	+	+	6,5	4,0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gypsophila uralensis</i>	+	+	+	+	+	2,2	1,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Astragalus norvegicus</i>	+	+	+	+	+	1,4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Papaver lapponicum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gastrolychnis apetala</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Equisetum arvense</i>	+	+	4,3	6,6	3,9	1,2	+	+	+	+	+	+	+	23,6	22,0	+	49,7	
<i>Equisetum palustre</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4,9	42,2	+	20,7	
<i>Juncus filiformis</i>	+	+	+	1,1	+	3,7	1,1	+	+	+	+	+	+	+	8,5	+	14,8	
<i>Carex cespitosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4,9	+	3,0	
<i>C. rostrata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3,7	+	+	
<i>Poa nemoralis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3,8	
<i>Pyrola rotundifolia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	8,3	
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	14,6	56,3	51,8	40,7	50,0	22,0	16,7	8,6	+	+	+	4,5	+	6,8	2,6	+	22,2	
<i>Poa pratensis</i>	45,3	+	45,3	2,3	41,9	+	29,2	+	+	+	+	1,1	+	23,9	1,3	+	4,4	
<i>Calamagrostis lapponica</i>	2,9	+	6,2	+	6,5	+	1,4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Tanacetum bipinnatum</i>	5,5	3,1	3,5	6,2	3,5	2,4	1,4	1,2	+	+	+	+	+	4,5	2,1	+	3,1	
<i>Luzula frigida</i>	1,8	12,5	12,2	3,5	6,7	+	8,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Poa palustris</i>	4,7	+	+	+	3,8	+	2,8	+	+	+	+	+	+	+	1,7	+	+	
<i>Luzula parviflora</i>	3,1	+	4,5	+	1,6	+	1,4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Carex brunneescens</i>	2,3	+	10,2	+	9,0	+	5,6	+	+	+	+	+	+	+	2,1	+	+	
<i>C. arclisibirica</i>	+	4,7	2,2	+	8,3	+	+	+	+	+	+	+	+	1,0	2,3	+	+	
<i>Alopecurus pratensis</i>	6,8	+	1,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2,8	+	+	
<i>Bistorta major</i>	11,7	+	+	+	1,8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Galium boreale</i>	14,1	3,1	1,7	1,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Bistorta vivipara</i>	11,7	+	+	+	+	2,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Dianthus superbus</i>	8,2	+	1,7	+	+	+	+	+	+	+	+	1,1	+	+	+	+	+	
<i>Chamaenerion latifolium</i>	4,1	+	1,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3,0	+	+	
<i>Festuca rubra</i>	4,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Artemisia tilesii</i>	3,9	+	+	+	+	3,5	+	+	+	+	+	+	+	+	1,5	+	+	
<i>Hedysarum arcticum</i>	2,0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Aster sibiricus</i>	1,8	+	+	+	+	3,8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Примечание. Значения коэффициента участия умножены на 100. Знак «.» обозначает отсутствие вида, «+» обозначает участие участка, умноженное на 100, менее 1. Условные обозначения: см. рисунок / Note. The participation rate values are multiplied by 100. The sign “.” denotes the absence of the species, “+” denotes that the value of the participation rate multiplied by 100 is less than 1. For the symbols, see Figure.

Таблица 3 / Table 3

Значения коэффициентов Сьёренсена-Чекановского для растительности различных экотопов
Values of the Sørensen-Chekanovsky coefficients for vegetation of various ecotopes

Экотоп / Habitat	DBA	V	E+V	E	G	G+E	B
V	38	–	–	–	–	–	–
E+V	40	41	–	–	–	–	–
E	42	41	46	–	–	–	–
G	32	29	35	53	–	–	–
G+E	34	33	37	42	41	–	–
B	38	43	41	40	30	32	–
BW	40	43	41	39	29	30	44

Примечание: значения коэффициента Сьёренсена-Чекановского умножены на 100. Условные обозначения: см. рисунок.
Note: the values of the Sørensen-Chekanovsky coefficient are multiplied by 100. For the symbols, see Figure.

arcticum В. Fedtsch., *Aster sibiricus* L., *Cerastium jenisejense* Hult. Эти виды, характерные для сообществ травянистых растений, развитых на галечниковых наносах по берегам рек, могут демонстрировать увеличение значений коэффициента участия в других типах техногенных экотопов.

Заключение

При разработке месторождения россыпного золота на западном макросклоне Приполярного Урала сформировались техногенные экотопы. Большая часть из них неблагоприятна для восстановления растительности из-за низкого содержания или практически полного отсутствия мелкозёма в субстратах. Через 25 лет после завершения добычи золота лишь на небольшой части промышленных полигонов сформировались открытые группировки и несомкнутые растительные сообщества; значительные площади отвалов, состоящих из скелетных фракций разного размера без примеси мелкозёма, остались практически безжизненными. В процессе многолетнего мониторинга выявлено, что при зарастании элементов техногенного рельефа со временем происходит увеличение видового разнообразия сосудистых растений и мохообразных. Состав растительных группировок и фитоценозов отличается значительным непостоянством. Это обусловлено не только неблагоприятными экологическими условиями, но и случайным характером заноса семян. Первичные сукцессии в течение всего периода наблюдений протекали не по зональному типу, хотя облик формирующейся растительности определяли виды-апофиты. Среди наиболее ценотически значимых видов можно отметить: *Achillea millefolium*, *Elymus mutabilis*, *Festuca ovina*, *Oxytropis sordida*, *Poa alpina*; на днищах спущенных водоёмов-отстойников возрастают

величины коэффициента участия гигрофитов: *Carex cespitosa*, *Carex rostrata*, *Equisetum arvense*, *E. palustre*, *Eriophorum russeolum*, *Juncus filiformis*.

Интенсивность процессов формирования растительности на нарушенных участках, сопредельных с полигонами, была значительно выше, чем в техногенных местообитаниях. Производные сообщества, развивающиеся по типу демуляции, по прошествии 25 лет приобрели черты зональных фитоценозов.

Автор благодарит сотрудников отдела флоры и растительности Севера д.б.н. Г.В. Железнову за определение мхов и к.б.н. А.Б. Новиковского за помощь в статистической обработке материала.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН № гос. регистрации АААА-А19-119011790022.

References

1. Degteva S.V., Zheleznova G.V., Pystina T.N., Shubina T.P. The coenotic and floral structure of the deciduous forests of the European North. Sankt-Petersburg: Nauka, 2001. 269 p. (in Russian).
2. Post-technological ecosystems of the North. Sankt-Petersburg: Nauka, 2002. 159 p. (in Russian).
3. Gruzdev B.I. Natural restoration of vegetation in the disturbed territories of the Bolshezemelskaya tundra // Biological problems of the North: Abstr. 2 All-Union Symposium. Yakutsk, 1986. P. 81 (in Russian).
4. Gruzdev B.I. Anthropogenic transformation of the species composition of plant communities of the Bolshezemelskaya tundra // Ecological and floristic study of phytocenoses of the European North. Trudy Komi filial AN USSR. 1987. No. 82. P. 58–67 (in Russian).
5. Gruzdev B.I. Dynamics of plant species composition on disturbed ecotopes of Eastern European tundras // Biodiversity of the vegetation cover of the Far North: inventory, monitoring, protection. Syktyvkar: Komi

- Science Center Ural Branch of RAS, 2006. P. 18–19 (in Russian).
6. Zheleznova G.V., Kuznetsova E.G., Evdokimova T.V. Restoration of biodiversity in the process of self-overgrowth of technogenic sites on the territory of the Usinsk oil field // Biological diversity of anthropogenic transformed landscapes of the European North-East of Russia. Syktyvkar: Komi Science Center Ural Branch of RAS, 1996. P. 14–30 (in Russian).
7. Zheleznova G.V., Kuznetsova E.G., Evdokimova T.V., Turubanova L.P. Monitoring of vegetation cover formation in technogenically disturbed territories of the Usinsk oil field // Ecology. 2005. No. 4. P. 269–274 (in Russian).
8. Chalysheva L.V. Secondary succession of vegetation of technogenic landscapes of oil production areas in the European North-East // Siberian Ecological Journal. 2002. V. 9. No. 21. P. 41–45 (in Russian).
9. Likhanova I.A., Shushpannikova G.S., Turubanova L.P. Vegetation on technogenic habitats in the Far-North taiga and South forest-tundra of the European North-East of Russia. Alliance *Chamerio angustifolii–Matricarion hookeria* // Vegetation of Russia. Sankt-Petersburg, 2019. No. 35. P. 77–94 (in Russian). doi: 10/31111/vegrus / 2019/35/77
10. Druzhinina O.A., Myalo E.G. Protection of the vegetation cover of the Far North: problems and prospects. Moskva: Agropromizdat, 1990. 176 p. (in Russian).
11. The natural environment of the tundra in the conditions of open-pit coal mining (on the example of the Yunyaginsky deposit). Syktyvkar, 2005. 246 p. (in Russian).
12. Akulshina N.P., Firs L.V., Shushpannikova G.S. Willow stands on the route of the Vozey-Usa-Ukhta oil trunk pipeline in the Komi ASSR // Vestnik Leningradskogo universiteta. 1988. Ser. 3. Issue 4 (No. 24). P. 24–30 (in Russian).
13. Martynenko V.A. Flora of the northern and middle taiga subzones of the European North-East: Abstract. dis. ... doct. biol. nauk. Yekaterinburg, 1996. 31 p. (in Russian).
14. Koptseva E.M., Abakumov E.V. Primary successions of vegetation and soils at quarries in the northern Taiga subzone (on the territory of the Ukhta and Sosnogorsky districts of the Komi Republic) // Vestnik St. Petersburg University. 2013. Ser. 3. Biology. No. 1. P. 28–44 (in Russian).
15. Likhanova I.A., Shushpannikova G.S., Zheleznova G.V., Pystina T.N. Syntaxonomy of plant communities at the quarries after the cuttings of lichen and green moss pine forests (middle taiga subzone of the European North-East of Russia) // Vegetation of Russia. 2020. No. 39. P. 3–25 (in Russian). doi: 10/31111/vegrus/2020/39/3
16. Dolgushin L.D. Some features of the relief, climate and modern denudation in the Circumpolar Urals. Moskva: Akademiya nauk SSSR, 1951. 208 p. (in Russian).
17. Isachenko T.I., Lavrenko E.M. Phytogeographical zoning // Vegetation of the Europtan part of the USSR. Leningrad: Nauka, 1980. P. 10–20 (in Russian).
18. Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states (within the former USSR). Sankt-Petersburg: Mir i sem'ya, 1995. 992 p. (in Russian).
19. Voronin R.N., Degteva S.V., Lavrenko A.N., Loskutova O.A., Martynenko V.A., Nepomilueva N.I., Pakhuchij V.V., Polezhaev N.M., Sidorov G.P., Simonov G.A., Shubina V.N., Shtejner E.I. The impact of the development of the mineral deposits in Subpolar Urals on the natural environment. Syktyvkar: Komi Science Center Ural Branch of RAS, 1994. 167 p. (in Russian).
20. Ipatov V.S., Mirin D.M. Description of phytocoenosis. Methodical recommendations. Sankt-Petersburg: Sankt-Petersburg State University, 2008. 71 p. (in Russian).
21. Martynenko V.A. Natural overgrowth of technogenic sites in the Circumpolar Urals // Botanicheskiy zhurnal. 1986. V. 71. No. 12. P. 1663–1669 (in Russian).
22. Degteva S.V. Initial stages of vegetation syngensis at the industrial dumps of the Kozhimskoye field // Influence of anthropogenic factors on the flora and vegetation of the North. Syktyvkar: Komi Science Center Ural Branch of RAS, 1990. P. 35–45 (in Russian).
23. Degteva S.V., Rubtsov M.D., Simonov G.A. Restoration of vegetation on the dumps of placer deposits of the Circumpolar Urals // Ecology. 1991. No. 2. P. 36–44 (in Russian).
24. Poletaeva I.I., Degteva S.V., Kirillova I.A. Characteristics of cenopopulations of some rare plants on the dumps of the placer gold deposit (Circumpolar Urals) // Plant Resources. 2014. V. 50. No. 1. P. 53–66 (in Russian).