

Т.С. Чибрик, Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НА ОТВАЛАХ ЧЕРЕМШАНСКОГО НИКЕЛЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»

В работе представлено изучение восстановления флоры и растительности на 8 разновозрастных (4–36-летних) отвалах Черемшанского рудника Уфалейского никелевого месторождения, находящихся в Челябинской области. Исследование показало, что на 4–6-летних отвалах идет формирование растительных группировок, представленных единичными особями сорно-рудеральных и лугово-сорных видов. На 11–36-летних отвалах формируются лесные фитоценозы с доминированием *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth. Формирующиеся растительные сообщества представлены в основном многолетними анемохорными лесными, луговыми и лугово-лесными видами с высокой долей участия сорно-рудеральных и лугово-сорных видов, относящимися к бореальной ареалогической группе евразийского происхождения. Промышленные отвалы могут длительный период являться территориями с повышенной концентрацией адвентивных видов.

**Ключевые слова:** никелевые отвалы, фитоценозы, динамика флоры, адвентивный вид

### Введение

Охрана и восстановление биологического разнообразия и рациональное использование природных ресурсов имеют основополагающее значение для устойчивого развития регионов. Это связано, прежде всего, с глобальной антропогенной трансформацией природных экосистем, сопровождающейся коренными биоценозическими перестройками, адаптациями популяционной организации аборигенных и внедрением инвазивных видов, изменением направленности сукцессионных смен и целым рядом других, подчас негативных последствий [1].

Нарушенные земли, прежде всего, отвалы вскрышных горных пород, в настоящее время рассматриваются как объекты для восстановления природных экосистем, а ценность этих территорий возрастает по мере восстановления биологического разнообразия [5]. Изучение скорости регенерации растительного покрова на нарушенных землях имеет в настоящее время очень важное значение.

### Цели и задачи исследований

Целью наших исследований было изучение восстановления флоры и растительности в процессе самозарастания на отвалах никелевого месторождения. Задачи: биоэкологический анализ флоры с выявлением адвентивного компонента.

### Объекты и методики исследования

Исследования проводились в июне–июле 1980 г. Были обследованы 8 разновозрастных (4–36-летних) отвалов Черемшанского рудника Уфалейского никелевого месторождения, находящихся в 15 км к северо-востоку от г. Верхний Уфалей Челябинской области. Территория относится к лесной зоне, подзоне сосново-березовых лесов восточного склона Урала. Климат в этом районе континентальный, холодный, с влажной зимой, преобладают западные и юго-западные ветры. Среднее количество осадков – 500 мм. Естественный ландшафт этого района лесной и горнолесной. В районе месторождения преобладают горные дерново-подзолистые почвы.

Обследование отвалов проводилось детально-маршрутным методом с описанием растительности. За основной критерий сформированности растительного сообщества принималось проективное покрытие (ПП) растениями [3]. В основу наших исследований положено представление о том, что выстроенные в хроноряд разновозрастные самозарастающие отвалы дают возможность судить об изменениях, которые происходят как в растительном, так и почвенном покрове в период их развития. Таким образом, разновозрастные самозарастающие отвалы могут служить моделями разных временных стадий формирования биогеоценозов. Выявление видового состава адвентивных видов проводилось по сводке П.В. Куликова [2].

### Результаты исследований и их обсуждение

Породы отвалов Черемшанского карьера состоят, в основном, из выветренных серпентинитов, представленных валунами и глинистым материалом в равной степени. Агрохимический анализ субстрата показал, что реакция среды (рН) варьирует от слабощелочной до нейтральной, обеспеченность азотом и доступными фосфатами очень низкая, обменным калием – средняя и высокая. Подробная характеристика пород приведена в работе Г.И. Махониной [4].

При обследовании растительности отвалов Черемшанского рудника выявлено, что на отвале 4-летнего возраста формируются сложные растительные группировки (ПП 6–10 %), представленные единичными особями *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort., *Polygonum aviculare* L., *Amoria repens* (L.) C. Presl и др.

На отвале 6-летнего возраста в составе сложной растительной группировки (ПП 6–10 %) появляются единичные всходы *Betula pendula* Roth (sol gr), из травянистых видов встречаются *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl., *Chenopodium rubrum* L., *Taraxacum officinale* Wigg. и др.

Было обследовано два 11-летних отвала, один из отвалов (11а) имеет выровненную поверхность с относительно рыхлым субстратом, на втором (11б) – субстрат более каменистый, в связи с этим ПП растительностью на первом отвале выше, чем на втором. В фитоценозах обоих отвалов (ПП от 40 до 80 %) древесные виды представлены *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula*, *Populus tremula* L., *Salix caprea* L. (sol), из травянистых видов

доминируют: *Trifolium pratense* L. (sp–sol), *Amoria repens* (sp gr), *Poa compressa* L., *Festuca rubra* L. (sp) и др.

На отвале 15-летнего возраста наблюдается формирование лесного фитоценоза (ПП 50 %) с высоким обилием *Pinus sylvestris* (cop<sub>2</sub>), высотой 2–3 м, *Betula pendula* (cop<sub>1</sub>), *Populus tremula* (sol), из травянистых видов наибольшую встречаемость имеют: *Amoria repens*, *Festuca pratensis* Huds. (sp gr), *Poa palustris* L. (sp).

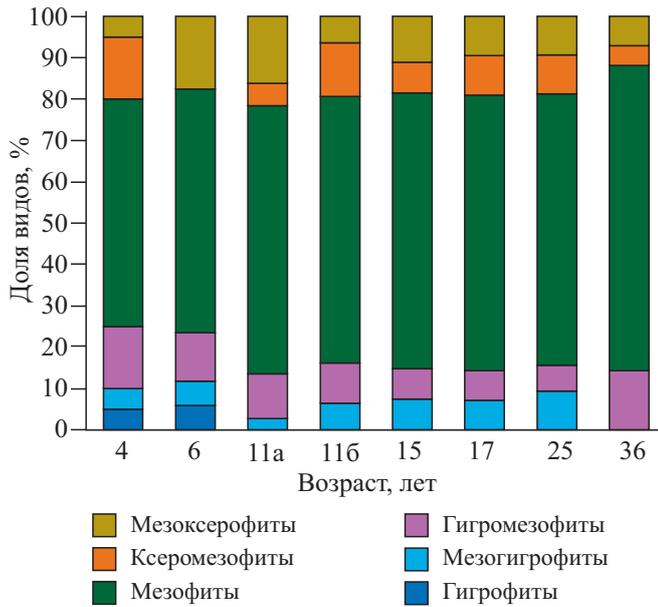
Отвал 17-летнего возраста характеризуется высокой каменистостью. В формирующемся лесном фитоценозе (ПП 50–80 %) доминирует *Pinus sylvestris* (cop<sub>2</sub>), встречаются *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (sol). Травянистый ярус представлен *Dactylis glomerata* L., *Festuca rubra*, *Phleum pratense* L., *Trifolium pratense*, *Amoria repens* (sp gr) и др.

На отвале 25-летнего возраста формируется смешанный лесной фитоценоз (ПП 50–60 %). Древесные виды представлены *Pinus sylvestris* (sp), *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Populus tremula*, *Alnus glutinosa* (sol), травянистые – *Elytrigia repens* (L.) Nevski (sp gr), *Festuca rubra* (sp) и др.

Отвал 36-летнего возраста частично разобран, характеризуется разнообразным режимом увлажнения. На возвышенных участках сформировался лесной фитоценоз (ПП 90 %) с доминированием *Pinus sylvestris* (cop<sub>2</sub>), с примесью *Betula pendula* и *Salix caprea* (sol), с хорошо развитым травянистым ярусом, представленным *Festuca pratensis*, *Trifolium pratense*, *Amoria repens* (sp gr). В понижении при избыточном увлажнении сформировался заболоченный луг с доминированием *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. и *Festuca rubra* (sp gr).

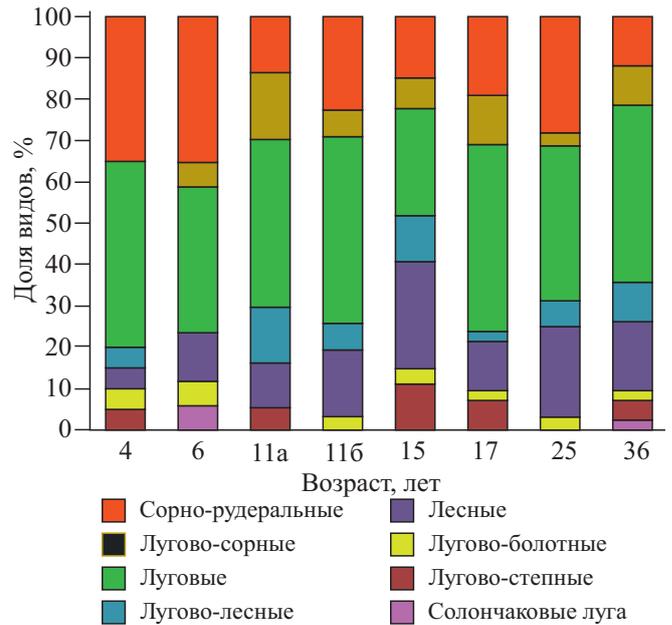
Анализ биоэкологической структуры флоры, формирующейся на разновозрастных отвалах Черемшанского рудника показал, что на всех отвалах преобладают многолетние виды, доля их с увеличением возраста растительных сообществ растет. Так на 4–6-летних отвалах многолетники составляют 65,0 и 58,8 %, на 25–36-летних – 81,3 и 90,4 %.

Изучение структуры экоморф выявило широкий спектр экологических групп, свидетельствующий о разнообразии эдафических условий (рис. 1). Основную долю среди экологических групп составляют мезофиты, их доля варьирует от 55,0 % на отвале 4-летнего возраста, до 71,4 % на 36-летнем отвале. По способу распространения плодов и семян во всех растительных сообществах преоб-



**Рис. 1.** Структура экоморф флоры разновозрастных никелевых отвалов Черемшанского рудника

**Fig. 1.** The structure of ecomorphs of the flora of uneven-aged nickel dumps in Cheremchansk mine



**Рис. 2.** Структура ценотического спектра флоры разновозрастных никелевых отвалов Черемшанского рудника

**Fig. 2.** The structure of cenotic spectrum of the flora of uneven-aged nickel dumps of various age in Cheremchansk mine

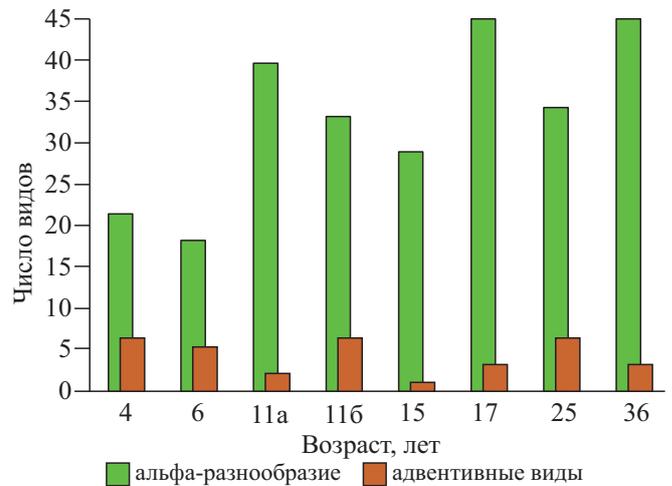
ладают анемохоры, с возрастом наблюдается тенденция увеличения числа и доли зоохоров, автохоров и баллистов.

В ценотическом спектре преобладают луговые виды, их доля варьирует от 45,0 % на 4-летнем отвале, до 42,8 % на 36-летнем. Значительную долю составляют сорно-рудеральные и лугово-сорные виды (35,0 % на 4-летнем отвале и 21,4 % на 36-летнем). С увеличением возраста растительных сообществ происходит рост числа и доли лесных и лугово-лесных видов (10,0 % на 4-летнем отвале и 26,2 % на 36-летнем) (рис. 2).

Анализ ареалогической структуры флоры выявил преобладание и рост доли бореальных видов евразийского происхождения при уменьшении доли полизональных видов.

Анализ флористического богатства показал положительный тренд роста альфа-разнообразия с увеличением возраста изученных растительных сообществ (от 20 видов в 4-летнем растительном сообществе, до 42 – в 36-летнем). В составе флоры были выявлены адвентивные виды. На отвалах 4–6-летнего возраста встречались до 6 адвентивных видов, их доля составляла 30 % от общего числа видов (рис. 3).

Количество адвентивных видов на изученных отвалах варьировало, отмечалось уменьшение их числа с увеличением ПП растительности и уве-



**Рис. 3.** Адвентивный компонент флоры разновозрастных никелевых отвалов Черемшанского рудника

**Fig. 3.** Adventive component of the flora of uneven-aged nickel dumps in Cheremchansk mine

личением возраста растительного сообщества. В результате обследования формирующихся на отвалах растительных сообществ было выявлено 13 видов, из них сохранялись более 30 лет, такие как *Artemisia absinthium* L., *Chenopodium rubrum*, *Lappula squarrosa*, *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Polygonum aviculare*, *Puccinellia distans*.

## Выводы

Проведенные исследования показали, что растительность никелевых отвалов Черемшанского рудника представлена сообществами разного возраста и разной степени сформированности. Естественное зарастание отвалов начинается с первых лет после завершения их эксплуатации. Первоначально на отвалах появляются пионерные растительные группировки, представленные, в основном, сорно-рудеральными однолетниками. Далее происходит увеличение числа видов, сопровождающееся сменой видового состава. Начиная с 6-летнего возраста появляются всходы древесных растений, к 15-летнему возрасту формируются лесные фитоценозы. Формирование растительных сообществ идет в основном по лесному типу. Анализ флоры, формирующейся на отвалах Черемшанского рудника Уфалейского никелевого месторождения, показал, что восстановление биоразнообразия происходит медленно. Флора представлена в основном многолетними анемохорными лесными, луговыми и лугово-лесными видами с высокой долей участия сорно-рудеральных и лугово-сорных видов, относящимися к бореальной ареалогической группе евразийского происхождения. Формирование флоры сопровождается ростом числа и доли лесных и лугово-лесных видов. Промышленные отвалы могут длительный период являться территориями с повышенной концентрацией адвентивных видов.

UDC 502.75:631.618

## RESTORATION OF BIODIVERSITY ON CHEREMSHANSK NICKEL DEPOSIT DUMPS

T.S. Chibrik, N.V. Lukina, E.I. Filimonova, M.A. Glazyrina

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education  
«Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin»*

The article presents a study of the restoration of flora and vegetation on 8 uneven-aged (4–36-year-old) dumps of the Cheremshansk mine of the Ufalei nickel deposit located in the Chelyabinsk region. Studies have shown that on 4–6-year-old dumps, plant groups have been forming, represented by single individuals of weed-ruderal and meadow-weed species. At the 11–36-year-old dumps, forest phytocenoses form, with the dominance of *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth. Plant communities that are being formed, are mainly represented by perennial anemochore forest, meadow and meadow-forest species with a high share of weed and meadow weed species belonging to the boreal arealogical group of Eurasian origin. Industrial dumps for a long period are areas with a high concentration of adventive species.

**Key words:** nickel dumps, phytocenoses, flora dynamics, adventitious species

## Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания УрФУ (6.7696.2017/БЧ).

1. Жигальский О.А. Оценка биологического разнообразия лесных экосистем Урала // Вестник Удмуртского университета. 2011. Вып. 3. С. 13–22.
2. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург – Миасс: «Геотур», 2005. 537 с.
3. Курочкина Л.Я., Вухрер В.В. Развитие идей В.Н. Сукачева о сингенезе // Вопросы динамики биогеоценозов. Доклад на IV ежегодных чтениях памяти акад. В.Н. Сукачева. М.: Наука, 1987. С. 5–27.
4. Махонина Г.И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. 356 с.
5. Сборник инновационных решений по сохранению биоразнообразия для угледобывающего сектора / отв. ред. С.А. Шейнфельд, Ю.А. Мананов. Кемерово; Новокузнецк: ИнЭКА, 2015. 208 с.

Поступила в редакцию: 12.08.2019