

**ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
НА ТЕРРИТОРИИ АЙХАЛЬСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА  
(Западная Якутия)**

А.А. Никифоров\*, С.И. Миронова\*

\*Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова (г. Якутск)

Техногенная трансформация растительности происходит под влиянием различных антропогенных факторов: постройки, дороги, вытаптывание, пожары, вырубка, строение линий электропередач и в особенности – добыча полезных ископаемых. В Западной Якутии таким фактором является добыча алмазов. Исследования проводились на территории Айхальского горно-обогатительного комбината, на которой растительность сильно изменена под воздействием горных работ. Рассмотрены несколько объектов: хвостохранилище, вырубки, отвалы и распаханые земли в результате разведки месторождений. Выполнена ординация видов на естественных и нарушенных землях, при описании растительности использовалась шкала обилия Браун-Бланке. В результате исследования установлено, что на вырубках растительность менее обильна, чем на других территориях. Под влиянием техногенных воздействий границы естественных ландшафтов изменились, при этом особую роль играет таяние многолетнемерзлых пород, расширяющее в разы границы промышленных отвалов. Существенные изменения растительного покрова видны в северной части отвала карьера «Айхал», так как на отвале были проведены рекультивационные работы, ускорившие процесс самозарастания поверхности. В целом на техногенных землях самозарастание идет медленно, не только из-за воздействия Айхальского горно-обогатительного комбината, но также из-за сурового климата, замедляющего рост и развитие растений.

**Ключевые слова:** техногенная трансформация растительности, нарушенные земли, техногенный ландшафт, шкала Браун-Бланке, добыча алмазов, Айхальский горно-обогатительный комбинат.

Якутия отличается суровым резкоконтинентальным климатом и сплошным распространением многолетнемерзлых пород. Под влиянием этих факторов нарушаются отдельные компоненты природной среды.

На техногенных ландшафтах процессы самовосстановления экосистем замедляются. Прямым индикатором техногенного изменения природной среды является растительность.

---

**Контактное лицо:** Никифоров Алексей Афанасьевич; *адрес:* 677016, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Сергеляхская, 2/21; *e-mail:* Aloooosha1991@mail.ru

**Для цитирования:** Никифоров А.А., Миронова С.И. Техногенная трансформация растительности на территории Айхальского горно-обогатительного комбината (Западная Якутия) // Arctic Environmental Research. 2017. Т. 17, № 1. С. 14–20. DOI: 10.17238/issn2541-8416.2017.17.1.14

Более чем 50-летняя деятельность алмазодобывающей промышленности не могла не отразиться на состоянии окружающей природной среды региона. В результате разработки алмазных месторождений экосистемам Северо-Западной Якутии был нанесен существенный ущерб, причем основной объем негативного воздействия приходится на период 1950–1980 годов [1].

Проблемой техногенной трансформации экосистем на территории Республики Саха (Якутия) ученые занимаются с 90-х годов XX века. Я.Л. Вольперт, Е.Г. Шадрин рассматривают влияние техногенной трансформации таежных ландшафтов на сообщества мелких млекопитающих Западной Якутии [2]. Многолетние исследования С.И. Мироновой посвящены рекультивации земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых (уголь, золото, алмазы), в частности выявлению эффективных методов биологического этапа рекультивации нарушенных земель и их дальнейшего самозарастания [3]. С.И. Поисевой проведены исследования растительного покрова в зоне действия Мирнинского и Айхальского горно-обогатительных комбинатов [4–6].

Цель данного исследования – изучить техногенную трансформацию растительности под воздействием добычи алмазов Айхальского горно-обогатительного комбината (АГОК) Мирнинского района Республики Саха (Якутия). Задачи: изучить растительность на территории карьера «Айхал»; провести сравнительный анализ видов на естественных и нарушенных землях АГОК; на основе проведенного анализа выделить основные критерии трансформации.

**Материалы и методы.** Месторождение (трубка) «Айхал» расположено в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород (зона вечной мерзлоты). Среднегодовые температуры грунтов на глубине 9–15 м изменяются от –3 до –6 °С. Мощность мерзлоты варьирует в пределах 800–1100 м, а в верховьях р. Мархи достигает 1500 м [7]. Летом грунты

в районе оттаивают на 0,5–2,5 м. Щебнистые грунты, лишенные растительности, в отдельные годы протаивают на 2,5–3,0 м, а торфяники в долинах рек Сохсолоох, Марха в озерных котловинах протаивают всего на 0,5 м.

Поселок Айхал стоит на техногенных отвалах и окружен промышленными площадками карьера, отвалами пустых пород, хвостохранилищами, свалками, дорогами, линиями электропередач и постройками. Хвостохранилище расположено к западу от поселка Айхал, разделяется на две части дамбой, занимает территорию площадью 2 769 306 м<sup>2</sup>. Большая часть отвалов пустых пород расположены в юго-западной части карьера, занимают большие территории площадью 13 688 910 м<sup>2</sup>. На поверхности отвалов пустых пород складированы твердые бытовые отходы. От поселка Айхал на расстоянии 4,6 км к западу расположены земли, нарушенные в результате разведки месторождения, площадью 245 167 м<sup>2</sup>.

Исследования проводили в 2013–2016 годы, отбор по точкам проведен в 2016 году. В этот период велись опытно-экспериментальные работы по биологической рекультивации отвала карьера «Айхал». Описание растительности выполнено на 50 точках нарушенных и 50 точках естественных земель (всего 100 точек), в каждой точке – на двух площадках размером 1000×1000 см. Естественная растительность территории представлена лиственничным, ольховниковым и кустарниково-лишайниковым редколесьем. Объектами исследований нарушенных земель служили отвалы карьера «Айхал», хвостохранилище АГОК, вырубки, земли, нарушенные в результате разведки месторождений (рис. 1, см. с. 16). Основная часть карт сделана в программе «Google Earth».

Геоботанические исследования проводили общепринятыми методами полевых и камеральных геоботанических работ на поверхности, по откосам и на участках между отвалами [8–12]. Описывали растительные сообщества, их флористический состав, количественное соотношение видов. При определении обилия



Рис. 1. Объекты исследования и точки описаний растительности на нарушенных и естественных землях Айхальского горно-обогатительного комбината

растительности использовали шкалу Браун-Бланке<sup>1</sup>.

**Результаты и обсуждение.** На естественных местообитаниях встречено 24 вида растений. Часто встречаются багульник болотный (*Ledum palustre* L.), толокнянка обыкновенная (*Arctostaphylos uva-ursi* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), береза карликовая (*Betula nana* L.), береза кустарниковая (*Betula fruticosa* Pall.), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), грушанка копытолистная (*Pyrola asarifolia* Michx.), береза тощая (*Betula exilis* Sukacz.). Доминируют листвен-

ница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.) и голубика (*Vaccinium uliginosum* L.) – встречаемость 100 %. Реже появляются багульник болотный (*Ledum palustre* L.) и брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) – проективное покрытие 3 балла (по шкале Браун-Бланке).

На отвалах пустых пород описано 36 видов (см. таблицу). Активно произрастают ива корзиночная (*Salix viminalis* L.), кипрей узколистный (иван-чай) (*Chamerion angustifolium* L.), а также одуванчик аптечный (*Taraxacum officinale* Webb.). На границе с естественными сообществами видны единичные всходы кастиллеи

<sup>1</sup>Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев, 1989.



СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ  
АЙХАЛЬСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

Объект исследования	Проективное покрытие по шкале Браун-Бланке (среднее значение)	Обилие видов
Отвалы пустых пород	4	36
Хвостохранилище	3	17
Вырубки	2	12
Нарушенные земли в результате разведки месторождений	4	26

красной (*Castilleja rubra* (Drobow) Rebrist.), смородины красной (*Ribes glabellum* L.), гравилата алеппского (*Geum aleppicum* Jacq.), дескурайнии Софии (*Descurainia Sophia* L.), колокольчика круглолистного (*Campanula rotundifolia* L.), бескильницы Гаупта (*Puccinellia hauptiana*) и голубики (*Vaccinium uliginosum* L.). Доминантом здесь является кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.), который быстро распространяется ветром и благодаря многочисленным семенам захватывает большие территории. Со временем все вышеперечисленные виды вытесняются кустарниками и многолетниками. Растительность произрастает на старых отвалах и расположенных ближе к естественному ландшафту местообитаниях. Здесь проективное покрытие доходит до 5 баллов (по шкале Браун-Бланке), а видовой состав увеличивается до 9 видов. Высокие показатели проективного покрытия (точки 9–11, 14, 16–18, 37) наблюдаются на местах сброса твердых бытовых отходов и на рекультивированных участках.

На отвалах карьера «Айхал» в 2010–2012 годах заложены опытные участки по биологической рекультивации размером 10×20 и 20×20 м в двух повторностях. Посеяна смесь трав: овес посевной (*Avena sativa* L.), пырей ползучий (*Agropyrum repens* Gaerth), полынь монгольская (*Artemisia mongolica* Fish.), лебеда раскидистая (*Atriplex patula* L.), горец (*Polygonum aviculare* L.), донник белый (*Melilotus albus* Medik.) и др. На первом году посева семян видовое разнообразие было низким, но через год увеличилось [13]. Таким образом, проведенные рекультива-

ционные работы ускорили самозарастание поверхности отвалов и их откосов.

На поверхности хвостохранилища наблюдается более медленное восстановление растительности, чем на отвалах, т. к. здесь не проводилась биологическая рекультивация. В первой части хвостохранилища (рис. 2) зарастание



Условные обозначения

1,2 - часть хвостохранилища

— - разделяющая дамба

Рис. 2. Хвостохранилище Айхальского горно-обогатительного комбината

более интенсивное, чем во второй, т. к. первая часть более старая и с течением времени произошло естественное восстановление растительного покрова. В первой части наблюдались: заиление водоема, произрастание растительности, появление стаи перелетных птиц. Основой видового состава на территории хвостохранилища являются кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.), ива белая (*Salix alba* L.), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.), осока обыкновенная (*Carex nigra* (L.) Reichard.), скерда двулетняя (*Crepis biennis* L.), среднее ОПП – 3 балла.

На участках молодой вырубki среднее проективное покрытие составляет 2 балла. Преобладает лиственница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), местами – брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), т. к. участок находится ближе к естественной среде.

На нарушенных землях в результате разведки месторождений наблюдаются кочки. ОПП составляет 4 балла, основой видового состава являются ива белая (*Salix alba* L.), кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.), скерда двулетняя (*Crepis biennis* L.), одуванчик аптечный (*Taraxacum officinale* Webb.), мятлик (*Poa annua* L.), полевика овсяная (*Agrostis avenacea* L.), полынь монгольская (*Artemisia mongolica* (Bess.) Fisch. ex Nakai.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.).

**Заключение.** Таким образом, растительность на естественных землях состоит из древесно-кустарниковых типов, таких как лиственница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), ива корзиночная (*Salix viminalis* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), ольховник (*Duschekia fruticosa* Rupr.), береза тощая (*Betula exilis* Sukacz.), смородина красная (*Ribes glabellum*), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), береза карликовая (*Betula nana* L.), береза кустарниковая (*Betula fruticosa* Pall.), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.), шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindl.).

Анализ показал, что растительный покров на нарушенных участках изменился по сравнению с естественной средой. Растительность местами уничтожена, а местами представлена вторичными видами. Основные критерии трансформации растительности – уменьшение видового состава древесной растительности на нарушенных землях и увеличение видового состава сорняковых растений.

Самовосстановление растительности идет медленными темпами и может ускориться при проведении рекультивационных работ. Проведенные в 2010–2012 годах рекультивационные работы дали большой толчок для самозарастания поверхности отвалов и их откосов.

## Список литературы

1. Поздняков А.И., Вольперт Я.Л. Анализ воздействия алмазодобывающей промышленности на окружающую среду Северо-Западной Якутии // Проблемы регион. экологии. 2008. № 2. С. 24–28.
2. Вольперт Я.Л., Шадрин Е.Г. Влияние техногенной трансформации таежных ландшафтов на сообщества мелких млекопитающих Западной Якутии // Успехи соврем. естествознания. 2010. № 6. С. 58–63.
3. Миронова С.И. Растительные сукцессии на природно-техногенных ландшафтах Западной Якутии и их оптимизация: моногр. М., 2016. 140 с.
4. Поисеева С.И. Современное состояние растительности в зоне техногенеза (на примере Северо-Западной Якутии) // Проблемы регион. экологии. 2008. № 2. С. 83–86.
5. Поисеева С.И. Состояние северо-таежных растительных сообществ в зоне влияния алмазодобывающих предприятий на примере Айхальского ГОКа // Проблемы и пути эффективной отработки алмазоносных месторождений: материалы междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2011. С. 523–526.

6. Поисеева С.И. Трансформация растительного покрова в зоне деятельности Мирнинского ГОКа // Фундам. исследования. 2013. № 6(2). С. 377–379.
7. Геокриология СССР. Средняя Сибирь / под ред. Э.Д. Ершова. М., 1989. 413 с.
8. Александрова В.Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л., 1969. 274 с.
9. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. М., 1978. 211 с.
10. Полевая геоботаника / под общ. ред. А.А. Корчагина, Е.М. Лавренко. Т. 3. М.; Л., 1964. 530 с.
11. Полевая геоботаника / под общ. ред. А.А. Корчагина, Е.М. Лавренко. Т. 5. Л., 1976. 320 с.
12. Щербakov И.П. Лесной покров Северо-Востока СССР. Новосибирск, 1975. 344 с.
13. Никифоров А.А., Миронова С.И. Нарушенные земли при добыче алмазов и проблемы их рекультивации // Междунар. журн. приклад. и фундам. исследований. 2013. № 8-2. С. 235–237.

## References

1. Pozdnyakov A.I., Vol'pert Ya.L. Analiz vozdeystviyaalmazodobyvayushchey promyshlennosti na okruzhayushchuyu sredyu Severo-Zapadnoy Yakutii [Analysis of the Impact of Diamond Mining on the Environment of the North-West Region of Yakutia]. *Problemy regional'noy ekologii* [Regional Environmental Issues], 2008, no. 2, pp. 24–28.
2. Vol'pert Ya.L., Shadrina E.G. Vliyanie tekhnogennoy transformatsii taezhnykh landshaftov na soobshchestva melkikh mlekopitayushchikh Zapadnoy Yakutii [Impact of Technogenic Transformation of Taiga Landscapes on Small Mammals Communities of Western Yakutia]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2010, no. 6, pp. 58–63.
3. Mironova S.I. *Rastitel'nye suksessii na prirodno-tekhnogennykh landshaftakh Zapadnoy Yakutii i ikh optimizatsiya: monogr.* [Plant Succession on Natural and Man-Made Landscapes of Western Yakutia and Their Optimization]. Moscow, 2016. 140 p.
4. Poiseeva S.I. Sovremennoe sostoyanie rastitel'nosti v zone tekhnogeneza (na primere Severo-Zapadnoy Yakutii) [The Current State of Vegetation in the Technogenesis Zone (by the Example of North-Western Yakutia)]. *Problemy regional'noy ekologii* [Regional Environmental Issues], 2008, no. 2, pp. 83–86.
5. Poiseeva S.I. Sostoyanie severo-taezhnykh rastitel'nykh soobshchestv v zone vliyaniyaalmazodobyvayushchikh predpriyatiy na primere Aykhal'skogo GOKa [Status of the Northern Taiga Vegetation Communities in the Zone of Influence of Diamond Mining Enterprises by the Example of the Aikhal Mining and Processing Plant]. *Problemy i puti effektivnoy obrabotki almazonosnykh mestorozhdeniy: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Problems and Efficient Mining of Diamond Deposits: Proc. Int. Sci. Prac. Conf.]. Novosibirsk, 2011, pp. 523–526.
6. Poiseeva S.I. Transformatsiya rastitel'nogo pokrova v zone deyatelnosti Mirninskogo GOKa [Transformation of Vegetation in the Area of the Mirny Mining and Processing Plant]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2013, no. 6(2), pp. 377–379.
7. Ershov E.D., ed. *Geokriologiya SSSR. Srednyaya Sibir'* [Geocryology of the USSR. Central Siberia]. Moscow, 1989. 413 p.
8. Aleksandrova V.D. *Klassifikatsiya rastitel'nosti. Obzor printsipov klassifikatsii i klassifikatsionnykh sistem v raznykh geobotanicheskikh shkolakh* [Vegetation Classification. Review of the Principles of Classification and Classification Systems in Different Geobotanical Schools]. Leningrad, 1969. 274 p.
9. Mirkin B.M., Rozenberg G.S. *Fitotsenologiya. Printsipy i metody* [Phytocenology. Principles and Methods]. Moscow, 1978. 211 p.
10. Korchagin A.A., Lavrenko E.M., eds. *Polevaya geobotanika. T. 3* [Field Geobotany. Vol. 3]. Moscow; Leningrad, 1964. 530 p.
11. Korchagin A.A., Lavrenko E.M., eds. *Polevaya geobotanika. T. 5* [Field Geobotany. Vol. 5]. Leningrad, 1976. 320 p.
12. Shcherbakov I.P. *Lesnoy pokrov Severo-Vostoka SSSR* [Forest Cover of the North-East of the USSR]. Novosibirsk, 1975. 344 p.
13. Nikiforov A.A., Mironova S.I. Narushennyye zemli pri dobychealmazov i problemy ikh rekul'tivatsii [Broken Land for Production of Diamonds and Problems of Recultivation]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2013, no. 8(2), pp. 235–237.

DOI: 10.17238/issn2541-8416.2017.17.1.14

*Aleksey A. Nikiforov\**, *Svetlana I. Mironova\**

\*North-Eastern Federal University in Yakutsk (Yakutsk, Russian Federation)

### **INDUSTRIAL TRANSFORMATION OF VEGETATION IN THE TERRITORY OF THE AIKHAL MINING AND PROCESSING PLANT (Western Yakutia)**

Industrial transformation of vegetation is influenced by various anthropogenic factors: buildings, roads, trampling, fires, logging, power lines construction and in particular - mining. In Western Yakutia such factor is diamond mining. The studies are conducted on the territory of Aikhal mining and processing plant, where the vegetation is greatly changed under the influence of mining. We consider several objects: tailing dump, cuttings, dumping sites and plowed lands as a result of field exploration. The ordination of species in natural and disturbed areas is performed; the Brown and Blanke scale is used in the description of vegetation. The study results demonstrate the less abundant vegetation in felling than in other areas. Under the impact of anthropogenic influences the boundaries of the natural landscapes have changed; melting of the permafrost formations plays a special role, extending at times the boundaries of industrial draining-outs. Significant changes in vegetation are observed in the northern part of the quarry dump "Aikhal", as the reclamation works were carried out in the dumping site, accelerating the process of surface overgrowing. In general, the process of self-overgrowing is slow in the technological lands, not only because of the impact of the Aikhal mining and processing plant, but also of the hard climate, slowing the growth and development of plants.

**Keywords:** *industrial transformation of vegetation, disturbed land, technogenic landscape, Brown and Blanke scale, diamond mining, Aikhal mining and processing plant.*

Received on March 10, 2016

Поступила 10.03.2016

---

**Corresponding author:** Aleksey Nikiforov, *address:* ul. Sergelyakhskaya, 2/21, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutiya), 677000, Russian Federation; *e-mail:* Aloooosha1991@mail.ru

**For citation:** Nikiforov A.A., Mironova S.I. Industrial Transformation of Vegetation in the Territory of the Aikhal Mining and Processing Plant (Western Yakutia). *Arctic Environmental Research*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 14–20. DOI: 10.17238/issn2541-8416.2017.17.1.14