

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОГЕННЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ ПОЧВ И ПОЧВЕННЫХ ПОКРОВОВ ВИЛЮЙСКОГО И ПРИЛЕНСКОГО ПЛАТО ПРИ АЛМАЗОДОБЫЧЕ

*П. П. Данилов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник НИИ прикладной экологии Севера СВФУ им. М. К. Аммосова, DanPP@mail.ru, Якутск, Россия,*

*Г. Н. Саввинов, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, директор НИИ прикладной экологии Севера СВФУ им. М. К. Аммосова, savvinov\_g.n.@mail.ru, Якутск, Россия*

Приведены сведения о трансформации почв и почвенного покрова при алмазодобыче на прилегающих к объектам Мирнинского (Приленское плато, средняя тайга) и Удачинского (Вилуйское плато, северная тайга) горно-обогатительных комбинатов территориям. На основе «Классификации и диагностики почв России» (2004) проведена систематизация антропогенно-преобразованных почв, а также составлены карты с указанием их современных ареалов. Обобщены результаты многолетних мониторинговых эколого-почвенных исследований, на основе которых выделены макро-, мезо- и микропреобразованные земли на исследуемых районах. Выявлено, что независимо от генезиса почв происходят аналогичные техногенные преобразования почв в различных природных условиях при алмазодобыче.

The data on the transformation of soils and soil cover due to diamond mining are provided for the territories of the facilities adjacent to Mirninsky (the Lena Plateau, the middle taiga) and Udachninsky (The Vilyuysk Plateau, the northern taiga) mining and processing plants. Applying "Classification and diagnostics of soils of Russia" (2004), the systematization of the anthropogenic transformed soils is carried out and the maps with the indication of their modern areas are made. The results of the long-term monitoring ecological-soil research due to which the macro-, meso- and microtransformed soils are allocated in the explored areas. It is revealed that, irrespective of the genesis of soils, there are similar technogenic transformations of soils in various environments due to diamond mining.

**Ключевые слова:** Вилуйское плато, Приленское плато, структура почвенного покрова, техногенное воздействие, техногенные поверхностные образования, антропогенно-преобразованные почвы.

**Keywords:** the Vilyuysk Plateau, the Lena Plateau, the structure of a soil cover, technogenic influence, technogenic superficial growths, the anthropogenic transformed soils.

**Введение.** В районах разработки коренных месторождений алмазов Западной Якутии не только полностью нарушен естественный почвенно-растительный покров, но и преобразованы естественные почвы прилегающих к промышленным объектам территориях. Почвы этих земель подверглись различному антропогенному (техногенному) воздействию и представлены иными от естественных почв образованиями, которые в «Классификации и диагностике почв России» (2004) выделены как антропогенно-преобразованные почвы [1]. Все они, имея свои особенности и функционируя в экосистеме, трансформируют в первую очередь растительность, поверхностные воды, донные отложения и гидробионты. Следовательно, актуальность проводимых исследований, результаты которых необходимы для разработки и проведения превентивных мероприятий, не вызывает сомнений.

Исходя из вышеизложенного, целью проведенных исследований являлось выявление особенностей преобразованных почв при алмазодобыче в различных природных условиях Западной Якутии для дальнейшего прогнозирования их развития, разработки рекомендаций по минимизации техногенного воздействия и восстановления преобразованных территорий.

**Материал и методы исследования.** Материалом для данной статьи послужили обобщенные сведения, полученные в последние 15 лет исследований на территории Мирнинского района Республики Саха (Якутия) с применением комплекса общих стандартных методов изучения географического распространения, вещественного состава и свойств почв [2]. Почвенный разрез закладывался на всю глубину сезонного протаивания или до материнских пород с морфологическим описанием и отбором почвенных образцов из каждого генетического горизонта, а на нарушенных территориях — из каждого слоя и/или через определенные глубины [3]. Химические, физико-химические, агрохимические и агрофизические свойства почв определяли стандартными методами [4] в лабораториях ФГНУ ИПЭС (ныне НИИ прикладной экологии Севера СВФУ), Институт почвоведения и агрохимии СО РАН. Анализы выполняли в трехкратной повторности. Результаты исследований обрабатывали методом дисперсного анализа [5].

**Изученность района исследований.** Природный естественный почвенный покров данного района изучен несколькими поколениями исследователей. Первые исследования были

проведены еще в начале 1950-х годов сотрудниками отдела почвоведения и ботаники Института биологии ЯФ СО АН СССР в составе комплексной экспедиции АН СССР. Результаты этих исследований отражены в работах Л. Г. Еловской [6—8], В. Г. Зольникова с соавторами [9] и Л. Г. Еловской, А. К. Коноровского, Е. И. Петровой [10] и др. По материалам этих исследований составлена почвенная карта Вилюйского бассейна, масштабом 1:2 000 000 [9]. Необходимо отметить, что проводившиеся в 1950-е годы первые исследования почвенного покрова Западной Якутии носили преимущественно агропочвенную и географическую направленность.

В последующий период и вплоть до конца 1980-х годов исследования в Мирнинском районе практически не проводились. Между тем необходимость оценки экологических последствий нарушения почвенного покрова в исследуемом районе в результате долговременного хозяйственно-антропогенного пресса со стороны объектов алмазодобывающей промышленности, а также поиски путей снижения техногенного воздействия, охраны и восстановления нарушенных почв потребовали проведения комплексных экологических исследований, в том числе и эколого-почвенных работ. В связи с этим, начиная с конца 1980-х годов сотрудниками Института прикладной экологии Севера АН РС (Я), ныне Научно-исследовательского института прикладной экологии Севера СВФУ им. М. К. Аммосова, были начаты исследования по оценке состояния почвенных ресурсов бассейна р. Вилюй [11—13]. Эти почвенно-экологические работы представляют второй этап в истории исследований почвенного покрова бассейна р. Вилюй в целом, и Мирнинского района в частности.

**Результаты и их обсуждения.** По результатам ранее проведенных работ были реконструированы структуры естественных почвенных покровов исследуемых районов [14, 15]. Так, в районе Мирнинского ГОК установлено, что доминирующими типами мерзлотных почв являются мерзлотные дерново-карбонатные, которые сформированы на отложениях кембрийских, ордовикских пород и занимают значительную площадь в пределах элювиальных и трансэлювиальных ландшафтов. Интразональные трансаккумулятивные ландшафты заняты в основном мерзлотными перегнойно-карбонатными, дерново-, перегнойно-глеевыми почвами [14].

В районе Удачинского ГОК значительную часть междуречий занимают почвы, в почвенном профиле которых отчетливо выражены явления криотурбации, приводящие к нарушению цельности генетических горизонтов и перемешива-

нию почвенного материала вверх и вниз по профилю (затечная, зигзагообразная, кармановидная границы перехода почвенных горизонтов). Общность свойств почв водоразделов выражена в их тиксотропности, деформированности, надмерзлотном оглеении, каковыми являются криоземы гомогенные разной степени оглеения, криоземы неоглеенные и криоземы тиксотропные. Особенности состава подстилающих пород (осадочных и магматических), климатические условия и наличие близкозалегающей сплошной многолетней мерзлоты предопределили формирование на исследуемой территории сильно щебнистых почв с тяжелым гранулометрическим составом и маломощным, слабодифференцированным или практически гомогенным почвенным профилем [15].

Необходимо отметить, что здесь типы мерзлотных почв приведены согласно региональной «Классификации и диагностики мерзлотных почв Якутии» [16].

Как известно, за прошедшие 60—70 лет естественное состояние почвенных покровов и в целом экосистем этих районов существенно трансформировано. Образовавшиеся на стыке техногенных поверхностных образований [17] и естественных почв, антропогенно-преобразованные почвы встречаются в основном по направлению розы ветров от промышленного объекта (хвостохранилищ обогатительных фабрик, отвалов пустых пород, карьеров, полигонов и т. д.) и относительно пониженных формах (депрессиях) рельефа. Что, естественно, связано с водными и ветровыми потоками.

Согласно «Классификации и диагностики почв России» (2004) к «антропогенно-преобразованным почвам, формирующимся во всех стволах [1], относятся:

- хемоземы — почвы, испытывающие техногенное химическое загрязнение;
- акваземы — это почвы, трансформированные под воздействием длительного затопления;
- химически преобразованные — почвы, профиль которых трансформирован под воздействием техногенной химической агрессии.

Хемоземы представляют начальную стадию антропогенного преобразования почв. При этом трансформация химического состава почв наблюдается сначала в верхних органогенных горизонтах в виде химического загрязнения. Хемоземы по морфологическим признакам не отличаются от естественных аналогов. Характерными их особенностями являются относительно повышенное содержание определенных химических элементов (Zn, Pb, Ni, Cr, Mn) и токсичных солей (обычно слабое хлоридное засоление) в органических горизонтах.

В районе исследования акваземы сформированы локальными участками в виде полос по периметру промышленных объектов при отсутствии водоотведения. При этом параллельно с изменением водного режима у этих почв зафиксировано химическое загрязнение, вызвавшее трансформацию морфологических признаков. Трансформация почвенного профиля сопровождается существенным изменением характера миграции веществ, гумусообразования и других почвенных процессов. При этом могут появляться новообразования, не свойственные данному типу почвообразования [18]. При этом наблюдается смена растительного покрова.

На исследуемой территории химически преобразованные почвы формируются под «мертвым» растительным покровом по периметру промышленных объектов и/или вдоль водотоков. Механизм формирования данных почв «запускается» после угнетения растительности, вследствие чего в условиях криолитозоны увеличивается мощность сезонно-талого слоя, происходит изменение физических свойств, в первую очередь меняется плотность и влажность почвенного материала, и возникает возможность появления новообразований и образования подгоризонтов [19]. Химически преобразованные почвы в зависимости от рельефа, отдаленности источника загрязнения и других факторов постепенно сменяются хемоземами.

Скорость развития «антропогенно-преобразованных» почв напрямую зависит от качественных и количественных показателей техногенной нагрузки и от источника воздействия.

**Заключение.** Таким образом, выявлены основные особенности трансформированных мерзлотных почв в районах разработки коренных месторождений алмазов в Западной Якутии. На сегодняшний день характерно то, что определенные антропогенные (техногенные) воздействия на разные типы почв Вилюйского и Приленского плато приводят к аналогичному преобразованию.

На основе «Классификации и диагностики почв России» (2004) систематизированы сформированные на исследуемых районах антропогенно-преобразованные почвы и зафиксированы их современные ареалы распространения.

В целом, своевременная реализация природоохранных мероприятий положительно отразится на экологическое состояние других компонентов экосистем и несомненно будет минимизировать негативное влияние на них.

*Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».*

## Библиографический список

1. Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И. Классификация и диагностика почв России. — Смоленск: Ойкумена, 2004. — 342 с.
2. Добровольский Г. В., Урусевская И. С. География почв. М.: Изд-во МГУ, 1984. 416 с.
3. ОСТ 56-81—84. Полевые исследования почвы. Порядок и способы определения работ. Основные требования к результатам; утв. 12.10.84; введ. 1.01.86.
4. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: МГУ, 1970. — 487 с.
5. Доспехов Б. А. Методика опытного дела. — М., 1985. — 416 с.
6. Еловская Л. Г. Почвы долины р. Ирэлях // Развитие производительных сил Западной Якутии в связи с созданием алмазодобывающей промышленности. — Якутск, 1958. Т. 3: Природные условия и сельское хозяйство Якутии. С. 53—68.
7. Еловская Л. Г. Краткая характеристика почв бассейна р. Ирэлях и возможности их сельскохозяйственного освоения // Известия СО АН СССР. Сер. биологическая. 1959. № 4. С. 104—118.
8. Еловская Л. Г. Некоторые данные о почвах бассейна р. Малой Ботубии // Научные сообщения ЯФ СО АН СССР. 1959. Вып. 2. С. 51—56.
9. Зольников В. Г., Еловская Л. Г., Тетерина Л. В., Черняк Е. И. Почвы Вилюйского бассейна и их использование. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 204 с.
10. Еловская Л. Г., Коноровский А. К., Петрова Е. И. Лесные почвы средней тайги Западной Якутии // Лес и почва: тр. Всесоюз. конф. по лесному почвоведению. — Красноярск, 1968. С. 58—64.
11. Саввинов Д. Д. и др. Экология бассейна реки Вилюй: промышленное загрязнение. — Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. — 120 с.
12. Саввинов Д. Д. и др. Экология реки Вилюй: состояние природной среды и здоровья населения. — Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1993. — 240 с.
13. Саввинов Д. Д., Кривошапкин В. Г., Копылов Р. Н. и др. Экология Вилюя: Материалы к оценке экологического состояния. — Якутск: ГУП «Полиграфист», 1996. — 144 с.
14. Данилов П. П. Почвенный покров пригородной зоны г. Мирного и воздействие на него объектов алмазодобывающей промышленности: автореферат дисс. ... канд. биол. наук. — Улан-Удэ, 2005. — 19 с.
15. Легостаева Я. Б. Пространственная и внутрипрофильная дифференциация мерзлотных почв Северо-Западной Якутии (на примере Далдыно-Алакитского района). Автореферат канд. диссерт., Якутск, 2005, — 24 с.
16. Еловская Л. Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии — ЯФ СО АН СССР, 1987. — 172 с.

17. Данилов П. П. Техногенные поверхностные образования Мирнинского промышленного узла / Антропогенная трансформация природной среды. Научные чтения памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка: материалы междуна- р. школы / под ред. С. А. Бузмакова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. — Пермь, 2012. С. 144—148.
18. Данилов П. П., Саввинов Г. Н. Техногенные поверхностные образования и формирование антропогенно-преобра- зованных почв Западной Якутии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 8. 4.2. С. 217—219.
19. Данилов П. П., Саввинов Г. Н. Систематизация почвенного покрова техногенных территорий бассейна р. М. Боту- обуя / Почвы холодных областей: генезис, география, экология (к 100-летию со дня рождения профессора О. В. Ма- кеева): Материалы научной конф. с межд. участием. — Улан-Удэ, 2015. С. 91—92.

---

## THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF TECHNOGENIC TRANSFORMATIONS OF SOILS AND SOIL COVERS OF THE VILYUYSK AND LENA PLATEAUS DUE TO DIAMOND MINING

**P. P. Danilov**, Ph. D. (Biology), Senior Research Employee, Scientific Research Institute of Applied Ecology of M. K. Ammosov North North-Eastern Federal University, DanPP@mail.ru Yakutsk, Russia;

**G. N. Savvinov**, Ph. D. (Biology), Dr. Habil., Director, Scientific Research Institute of Applied Ecology of M. K. Ammosov North North-Eastern Federal University, savvinov\_g.n.@mail.ru Yakutsk, Russia

### References

1. Shishov L. L., Tonkonogov V. D., Lebedeva I. I., Gerasimova M. I. *Classificatsiy i diagnostica pochv Russia*. [Classification and diagnostics of soils of Russia] Smolensk: Oykumena, 2004. P. 342. [in Russian]
2. Dobrovolsky G. V., Urusevskaya I. S. *Geografija pochv* [Geography of soils.] Moscow: MSU publishing house, 1984. P. 416. [in Russian]
3. Industry standard 56-81-84. Field researches of the soil. Order and ways of definition of works. Main requirements to results; it is approved 12.10.84; it is introduced 1.01.86. [in Russian]
4. Arinushkina E. V. *Rukovodstvo po chimicheskomu analizu pochv* [Guide to the chemical analysis of soils]. — the 2nd prod., revised and supplemented. Moscow: MSU, 1970. P. 487. [in Russian]
5. Dospekhov B. A. *Metodika opitno delo* [Technique of skilled business]. Moscow, 1985. P. 416. [in Russian]
6. Elovskaya L. G. *Pochvi dolini reki Irelyakh* [Soils of the valley of the Irelyakh] Extension of productive forces of the Western Yakutia in connection with creation of the diamond-mining industry. Yakutsk, 1958. Vol. 3: *Environment and agriculture of Yakutsk*. P. 53—68. [in Russian]
7. Elovskaya L. G. *Kratkay characterictika pochv basseyna reki Irelyakh i ikh selskokhozyistvennoe osvoenie* [Soils of the valley of the Irelyakh] *Extension of productive forces of the Western Yakutia in connection with creation of the diamond-mining industry*. Yakutsk, 1958. Vol. 3: *Environment and agriculture of Yakutia*. P. 53—68. [in Russian]
8. Elovskaya L. G. *Nekotorie dannie o pochvakh basseyna reki Malay Botuobiya* [Some data on soils of the basin of the river Small Botuobiya] *Scientific messages of YaF FROM Academy of Sciences of the USSR*. 1959. No. 2. P. 51—56. [in Russian]
9. Zolnikov V. G., Elovskaya L. G., Teterina L. V., Chernyak E. I. *Pochvi Vilyuskovo basseyna i ikh ispolzovanie* [Soils of the Vilyuysk basin and their use]. Moscow, Academy of Sciences of the USSR publishing house, 1962. P. 204. [in Russian]
10. Elovskaya L. G., Konorovsky A. K., Petrova E. I. *Lesnie pochvi sredney taygi Zapadnoy Yakutii* [Forest soils of an average taiga of the Western Yakutia] *Forest and soil: works of the All-Union conference on forest soil science*. Krasnoyarsk, 1968. P. 58—64. [in Russian]
11. Savvinov D. D., etc. *Ecologiy basseyna reki Vilyuy* [Ecology basin river Vilyuy: industrial pollution.] Yakutsk, Siberian department of the Russian Academy of Science, 1992. P. 120. [in Russian]
12. Savvinov D. D., et al. *Ecologiy reki Vilyuy: sostoynie prirodnoy sredi i zdorove naseleniy* [Ecology river Vilyuy: condition of the environment and health of the population]. Yakutsk, Siberian department of the Russian Academy of Science, 1993. P. 240. [in Russian]
13. Savvinov D. D., Krivoshapkin V. G., Kopylov R. N., et al. *Ecologiy Vilyuy: materiali k osenke ecologicheskogo sostoynia* [Ecology of Vilyuy: Materials to assessment of an ecological state.] Yakutsk: Poligrafist, 1996. P. 144. [in Russian]
14. Danilov P. P. *Pochvenniy pokrov prigorodnoy zoni goroda Mirnyi i vozdeystvie na nego obektov almazodobivauchey promichlennosti* [Soil cover suburban zones of Mirnyi and impact of objects of the diamond-mining industry on it: abstract yew.] *Ph. D. thesis*. Ulan-Ude, 2005. P. 19. [in Russian]
15. Legostayeva Ya. B. *Prostranstvennaya i vnutri profilnaya differenciaciya merzlotnikh pochv Severo-Zapadnoy Yakutii* [Spatial and intra profile differentiation of merzlotny soils of Northwest Yakutia: a study of the Daldyno-Alakitsky District. *Abstract of Ph. D. thesis*. Yakutsk, 2005. P. 24. [in Russian]
16. Elovskaya L. G. *Classificatsiy i diagnostica of merzlotny pochv Yakutia* [Classification and diagnostics of permafrost soils of Yakutia]. Academy of Sciences of the USSR, 1987. P. 172. [in Russian]
17. Danilov P. P. *Technogennie poverkhnostnie obrazovaniy Mirninskovo promishlennovo uzla* [Technogenic superficial formations of the Mirninsky industrial zone]. *Anthropogenic transformation of the environment. Scientific readings memory N. F. Reymer and F. R. Shilmark: materials International schools / under the editorship of S. A. Buzmakov; Perm. state. national. un-t*. Perm, 2012. P. 144—148. [in Russian]
18. Danilov P. P., Savvinov G. N. *Technogennie poverkhnostnie obrazovaniy i formirovaniy antropogenno-preobrazovannikh pochv Zapadnoy Yakutii* [Technogenic superficial formations and forming of the anthropogenic transformed soils of the Western Yakutia]. *The International log of application and basic research*. 2013. No. 8.4.2. P. 217—219. [in Russian]
19. Danilov P. P., Savvinov G. N. *Sistematizacia pochvennovo pokrova tekhnogennikh territoriy basseyna reki Malay Botuobuya* [Systematization of a soil cover of technogenic pool areas of river of M. Botuobuya.] *Soils of cold areas: genesis, geography, ecology (to the 100 anniversary since the birth of professor O. V. Makeev): Proceedings of the scientific conference with international participation*. Ulan-Ude, 2015. P. 91—92. [in Russian]