

Состояние лесной растительности в условиях техногенного загрязнения в границах влияния хвостохранилища

Д. А. Голубев – Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, младший научный сотрудник, poet.golubev@mail.ru

Л. Т. Крупская – Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, главный научный сотрудник, доктор биологических наук, профессор, ecologiya2010@yandex.ru

В. А. Морин – Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, ecologiya2010@yandex.ru

Рассмотрена проблема изучения лесных фитоценозов, нарушенных техногенными загрязнениями, сформировавшимися в процессе освоения минерального сырья на территории Дальневосточного федерального округа. После закрытия в 1990-х гг. обанкротившихся горных предприятий оставалось большое количество токсичных отходов, находящихся в хвостохранилищах в виде отвалов. В работе представлены материалы экспедиционных исследований, проведенных в границах влияния горных разработок в Кавалеровском районе Приморского края (п. Рудный).

Ключевые слова: *лесные фитоценозы, техногенное загрязнение, хвостохранилище, нарушенные горными разработками земли.*

Введение

Проблема изучения состояния лесной растительности в процессе освоения природных ресурсов в Дальневосточном федеральном округе актуальна. В последние годы здесь интенсивно эксплуатируется огромный сырьевой потенциал как лесной и горно-промышленной отраслей, что обуславливает экологические проблемы этого региона. Неслучайно, главная цель Стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2025 года, принятой в 2009 г., – не только реализация геополитической задачи закрепления населения на Дальнем Востоке благодаря формированию развитой экономики, но и создание комфортной среды обитания человека, а также достижение среднероссийского уровня социально-экономического развития [1]. В условиях исследуемого района для формирования комфортной среды обитания необходимо улучшить экологические условия, особенно в Кавалеровском районе Приморского края, где в XIX в. активно вели добычу оловорудного сырья. Закрытие горно-обогатительных предприятий в этих районах сопровождалось осушением хвостохранилищ. Однако тяжелые металлы, содержащиеся в токсичных отходах, в процессе миграции, поступая в воду, воздух, почву, а также растительность, способствовали техногенному загрязнению экосферы.

Цель работы – оценка состояния лесной растительности в условиях техногенеза в границах влияния хвостохранилищ, расположенных на территории Дальневосточного федерального округа.

Исходя из цели исследования поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать, обобщить и систематизировать литературные данные по заданной проблеме.
2. Провести исследования по оценке состояния лесной растительности на территории воздействия хвостохранилищ бывших горно-обогатительных комбинатов (ГОК).
3. Оценить состояние лесных фитоценозов на изучаемых участках.

Методологической основой стало учение академика В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере [2] и основные положения, изложенные в Программе и методике изучения техногенных биогеоценозов [3].

Результаты исследований

Анализ, обобщение и систематизация данных, полученных из литературных источников, свидетельствует о том, что проблема воздействия на растительность токсичных отходов оловорудного сырья в Дальневосточном федеральном округе практически не изучена [4–6].

В границах влияния хвостохранилища Кавалеровского района Приморского края нами были заложены пробные площади 50×5 м и почвенные разрезы (рис. 1–3).

Данное хвостохранилище представляет собой комплекс специальных сооружений и оборудования, предназначенный для хранения или захоронения отходов обогащения полезных ископаемых, именуемых «хвостами».

Исследования показали [7–12], что в хвостохранилище отходы содержат огромное количество таких тяжёлых металлов, как: Cu, Zn, Pb, Sn, Hg, Mn и др.

Исследование состояния растительности в зоне влияния горнопромышленных отходов показало, что в нижней части восточного края хвостохранилища (коренной склон) произрастают дуб



Рис. 1. Исследуемая территория бывшего Хрустальненского ГОК

монгольский (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.), береза плосколистная (*Betula platyphylla* Sukacz.), береза черная (*Hyoscyamus niger* L.), липа амурская (*Tilia amurensis* Rupr.), клен мелколистный (*Acer mono* Maxim.), тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.). В подлеске – рододендрон даурский (*Rhododendron dauricum* L.), бересклет мелкоцветковый (*Euonymus pauciflora* Maxim.), рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br.), леспедеца двуцветная (*Lespedeza bicolor* Turcz.), малина сахалинская (*Rubus sachalinensis* Levl.). В травяном покрове – единично – пижма северная (*Tanacetum boreale* Fischex DC.), очиток Миддендорфа (*Sedum middendorffianum* Maxim.), вейник Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin.). На дамбе растут береза плосколистная (*Betula platyphylla*), бархат амурский (единично) (*Phellodendron amurense* Rupr.), ива Шверина (*Salix schwerinii* E. Wolf.).

На территории близ Хрустальненского ГОК (п. Рудный) в коренных насаждениях отмечены береза плосколистная (высота 5–6 м, диаметр до 10 см) – преобладающая порода, тополь душистый (высота 4 м, диаметр 6–7 см), осина (*Populus tremula* L.), черемуха Маака (*Radus maackii* (Rupr.) Kom.), клен приречный (*Acer ginnala* Maxim.), ива Шверина. В травяном покрове – осоки (*Carex*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), вейник Лангсдорфа, иван-чай узколистный (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub), лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), красоднев малый (редко) (*Hemerocallis minor* Mill.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), герань (*Geranium davuricum* DC.), щитовник даурский (*Dryopteris fragrans* (L.) Schott).

При обследовании выявлено неудовлетворительное состояние древесной растительности. Интенсивное воздействие токсичных отходов прежде всего сказывается на тополе душистом (*Populus suaveolens* Fisch.). На листьях тополя хорошо видны красные пятна (рис. 4). На одном из участков, расположенных в 300 м от хвостохранилища, на долю тополя приходится 95 % всех угнетенных деревьев.

Средняя высота деревьев на обследуемых участках существенно меньше, чем на фоновой территории: особенно большая разница по высо-

те отмечена на границе воздействия хвостохранилища вблизи п. Рудный (рис. 5).



Рис. 2. Закладка лесотаксационных площадей 50 × 5 м



Рис. 3. Почвенный разрез



Рис. 4. Угнетенный тополь душистый в границах влияния хвостохранилища

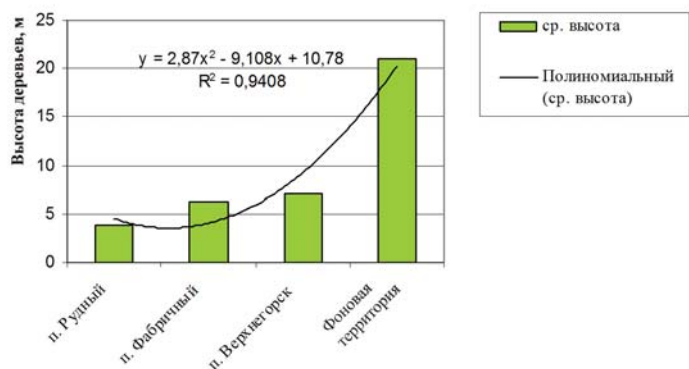


Рис. 5. Средняя высота тополя на исследуемых участках в Кавалеровском лесничестве

Коэффициент биологического накопления показывает, что содержание в растениях тяжелых металлов зависит от наличия подвижных форм в почвенном растворе. Например, для Си он варьирует в пределах 4–6 мг/кг, для Zn – 3–7, Pb – 7–9 мг/кг.

Анализ почвенных образцов, отобранных в зоне влияния исследуемого хвостохранилища, свидетельствует о высоких концентрациях тяжелых металлов на различных расстояниях от техногенного объекта (рис. 6).

Выявлено превышение ПДК валовых содержаний в техногенных почвах Pb, Zn, Cu, As, Hg

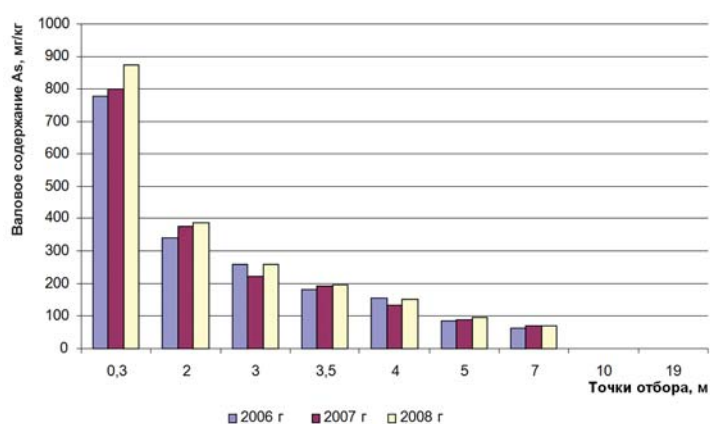


Рис. 6. Валовое содержание As в техногенных почвах, мг/кг, на глубине 10–20 см в годы отбора образцов

(от 2 до 20 раз), а также их фоновых значений (от 2 до 90 раз). Аномальные количества Pb, Zn, As фиксируются не только в верхнем слое почв (0–10 см), но и на глубине 10–20 см. По фактическому содержанию подвижных форм токсичных химических элементов в них можно проследить миграцию металлов-загрязнителей из отходов в почву в растения. Их концентрация практически во всех пробах превышает концентрацию на фоновой территории. Установлено, что наибольшая концентрация валовых форм тяжелых металлов в техногенных почвах обнаружена на расстоянии 300 м от хвостохранилища.

Предложено проводить инновационные мероприятия по снижению негативного влияния отходов хвостохранилища на экосферу, включающие рекультивацию поверхности хвостохранилища с использованием биоремедиации [13], организовать мониторинговые исследования по изменению компонентов окружающей среды, совершенствовать нормативно-правовую базу и др.

Закключение

Анализ и обобщение данных литературных источников по проблеме оценки состояния лесных фитоценозов в границах влияния токсичных отходов свидетельствует о недостаточной изученности этого вопроса в условиях Дальневосточного федерального округа.

В процессе проведения исследований выявлено, что концентрация загрязняющих веществ в объектах окружающей среды, в том числе почвах, превышает нормативные показатели в десятки раз. Выявлено неудовлетворительное состояние лесных фитоценозов в районе исследования. Разработаны инновационные мероприятия, направленные на обеспечение экологической безопасности горно-промышленных отходов.

Список использованной литературы

1. Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.12.2009 № 2094. – 168 с.
2. Вернадский, В. И. Живое вещество / В. И. Вернадский. – М.: Наука, 1978. – 357 с.
3. Колесников, Б. П. Методы изучения биогеоценозов в техногенных ландшафтах / Б. П. Колесников, Л. В. Моторина // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М.: Наука, 1978. – С. 5–21.
4. Чибрик, Т. С. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях (биологическая рекультивация) / Т. С. Чибрик, Ю. А. Елькин. – Свердловск : Свердловское кн. изд-во, 1991. – 220 с.
5. Крупская, Л. Т. Охрана и рациональное использование земель на горных предприятиях Приамурья и Приморья / Л. Т. Крупская. – Хабаровск : Приамурск. геогр. об-во, 1992. – 175 с.
6. Морин, В. А. Экологическая роль лесов Хабаровского края / В. А. Морин, А. П. Сапожников // Леса и лесное хозяйство Хабаровского края. – Хабаровск : Хабаровское кн. изд-во, 2000. – С. 385–390.
7. Воронов, А. Г. Геоботаника : учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов / А. Г. Воронов. – Изд. 2-е. – М. : Высш. шк., 1973. – 384 с.
8. Голубев, Д. А. Обоснование мероприятий по обеспечению экологической безопасности отходов хвостохранилища, расположенного в горняцком посёлке Хабаровского края / Д. А. Голубев, Л. Т. Крупская // Молодые исследователи – регионам : всеросс. молодежный научный форум. – Вологда, 2011. – С. 346–348.
9. К вопросу оценки состояния ранее рекультивированных земель при освоении полезных ископаемых в Приамурье и Приморье / Л. Т. Крупская, В. А. Морин, А. М. Орлов, А. М. Поздняков [и др.] // Леса и лесное хозяйство в современных условиях : матер. всеросс. конф. с междунар. участием. – Хабаровск, 2011. – С. 118–120.
10. Голубев, Д. А. Инновационный подход к решению проблемы рекультивации земель в Хабаровском крае / Д. А. Голубев, Л. Т. Крупская // Молодые исследователи – регионам : всеросс. молодежный научный форум. – Вологда, 2012. – С. 154–156.
11. Особенности экологического мониторинга изменения экосистем под воздействием отходов золото- и оловодобычи в Дальневосточном федеральном округе / Л. Т. Крупская, В. П. Зверева, М. Б. Бубнова, Е. А. Чумаченко [и др.] // Экологическая химия. – Т. 23. – Вып. 3. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 125–134.
12. Голубев, Д. А. Перспективные технологии рекультивации нарушенных горными работами земель в ДФО / Д. А. Голубев, Л. Т. Крупская // Проблемы недропользования : сб. науч. ст. – Вып. 1. – Екатеринбург, 2014. – С. 88–94.
13. Патент 2486733 Российская Федерация, МПК А01В79/02. Способ рекультивации земель, нарушенных токсичными отходами, складированными в хвостохранилище, в условиях муссонного климата / Крупская Л. Т., Майорова Л. П., Орлов А. М., Зверева В. П., Изотов Д. В., Морин В. А., Леоненко А. В., Голубев Д. А.; Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тихоокеанский государственный университет»; заявл. 10.11.11, опубл. 10.07.13. – 12 с.

Referens

1. Ob utverzhdenii Strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Dal'nego Vostoka i Bajkal'skogo regiona na period do 2025 goda. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federaczii ot 28.12.2009 № 2094. – 168 s.
2. Vernadskij, V. I. Zhivoe veshhestvo / V. I. Vernadskij. – M.: Nauka, 1978. – 357 s.
3. Kolesnikov, B. P. Metody izucheniya biogeoczenozov v texnogennyx landshafta / B. P. Kolesnikov, L. B. Motorina // Programma i metodika izucheniya texnogennyx biogeoczenozov. – M.: Nauka, 1978. – S. 5–21.
4. Chibrik, T. S. Formirovanie fitoczenozov na narushennyx promyshlennost'yu zemlyax (biologicheskaya rekul'tivacziya) / T. S. Chibrik, Yu. A. El'kin. – Sverdlovsk : Sverdlovskoe kn. izd-vo, 1991. – 220 s.
5. Krupskaya, L. T. Oxrana i racional'noe ispol'zovanie zemel' na gornyx predpriyatiyax Priamur'ya i Primor'ya / L. T. Krupskaya. – Habarovsk: Priamursk. geogr. ob-vo, 1992. – 175 s.
6. Morin, V. A. Ekologicheskaya rol' lesov Habarovskogo kraja / V. A. Morin, A. P. Sapozhnikov // Lesa i lesnoe xozyajstvo Habarovskogo kraja. – Habarovsk : Habar.kn. izd-vo, 2000. – S. 385–390.
7. Voronov, A. G. Geobotanika : ucheb.posobie dlya un-tov i ped. in-tov / A. G. Voronov. – Izd. 2-e. – M. : Vyssh. shk., 1973. – 384 s.
8. Golubev, D.A. Obosnovanie meropriyatij po obespecheniyu ekologicheskoy bezopasnosti otxodov xvostoxranilishha, raspolozhennogo v gornyaczkom posylke Habarovskogo kraja / D. A. Golubev, L. T. Krupskaya // Molodye issledovateli – regionam : vseross. molodezhnyj nauchnyj forum. – Vologda, 2011. – S. 346–348.
9. K voprosu ocenki sostoyaniya ranee rekul'tivirovannyx zemel' pri osvoenii poleznyx iskopae-myx v Priamur'e i Primor'e / L. T. Krupskaya, V. A. Morin, A. M. Orlov, A. M. Pozdnyakov [i dr.] // Lesa i lesnoe xozyajstvo v sovremennyx usloviyax : mater. vseross. konf. s mezhdunar. uchastiem. – Habarovsk, 2011. – S. 118–120.
10. Golubev, D.A. Innovacionnyj podxod k resheniyu problemy rekul'tivaczii zemel' v Habarovskom krae / D. A. Golubev, L. T. Krupskaya // Molodye issledovateli – regionam : vseross. molodezhnyj nauchnyj forum. – Vologda, 2012. – S. 154–156.
11. Osobennosti ekologicheskogo monitoringa izmeneniya ekosistem pod vozdejstviem otxodov zoloto- i olovodobyxchiv Dal'nevostochnom federal'nom okruge / L. T. Krupskaya, V. P. Zvereva, M. B. Bubnova, E. A. Chumachenko [i dr.] // Ekologicheskaya ximiya. – T. 23. – Vyp. 3. – Sankt-Peterburg, 2014. – S. 125–134.
12. Golubev, D. A. Perspektivnye texnologii rekul'tivaczii narushennyx gornymi rabotami zemel' v DFO / D. A. Golubev, L. T. Krupskaya // Problemy nedropol'zovaniya : sb. nauch. st. – Vyp. 1. – Ekaterinburg, 2014. – S. 88–94.
13. Patent 2486733 Rossijskaya Federacziya, MPK A01V79/02. Sposob rekul'tivaczii zemel', narushennyx toksichnymi otxodami, skladirovannymi v xvostoxranilishhe, v usloviyax mussonnogo klimata / Krupskaya L. T., Majorova L. P., Orlov A. M., Zvereva V. P., Izotov D. V., Morin V. A., Leonenko A. V., Golubev D. A.; Patentobladatel': Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Tixookeanskij gosudarstvennyj universitet»; zayavl. 10.11.11, opubl. 10.07.13. – 12 s.

State forest vegetation in conditions of technogenic pollution in the boundaries of the impact of the tailings

D. A. Golubev – Far Eastern Research Institute of Forestry, Junior Researcher, poet.golubev@mail.ru

L. T. Krupskaya – Far Eastern Research Institute of Forestry, doctor of biological sciences, Professor Chief Researcher, ekologiyazo10@yandex.ru

V. A. Morin – Far Eastern Research Institute of Forestry, Leading Researcher, ekologiyazo10@yandex.ru

This article presents the results of research on the assessment of the state of vegetation in conditions of technogenic pollution near the tailings in the territory of the Kavalerovo district of PrimorskyKrai. The object of the study were forest ecosystems, as well as natural and man-made system of mining (mining wastes, technogenic soil) formed during the development of mineral resources.

Analysis, generalization and systematization of data obtained from the literature suggests that the problem of the impact on vegetation toxic waste tin ore raw materials in the Far Eastern Federal District has not been studied

The study was conducted by conventional methods description forest taxation, in which revealed the poor state of the woody vegetation. Intensive exposure to the toxic waste in the first place affected the poplar fragrant. At one of the sites located 300 m from the tailings, the share of poplar 95% of all the oppressed of the trees.

Also carried tab soil profiles were used modern chemical and physico-chemical methods of analysis.

After sampling and analysis has identified high concentrations of heavy metals in soil and vegetation. Revealed excess of maximum permissible concentration, the total contents in soils of anthropogenic Pb, Zn, Cu, As, Hg, and their background values. Abnormal amounts of Pb, Zn, As recorded not only in the upper layer of soil (0–10 cm), but at a depth of 10–20 cm. The actual content of mobile forms of toxic chemical elements in them can be traced back-migration of metal contaminants from waste in soil and in plants. Their concentration in almost all samples for background concentration exceeds area.

In connection with what we proposed innovative measures to reduce negative impact of waste tailings on the ecosphere, including carrying out reclamation of the surface of the tailings using bioremediation is also recommended to organize monitoring research to change components of the environment, improving the regulatory framework and others.

Keywords: forest cenoses, industrial pollution, tailing, disturbed by mining operations ground.