

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ю. П. Галченко

*Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н. В. Мельникова
Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация*

Аннотация: На основе обработки и когнитивного анализа результатов натурных наблюдений за развитием процессов техногенной деградации фитоценозов природных экосистем хвойно-широколиственных лесов, граничащих с объектами инфраструктуры поверхностного комплекса рудников, выявлены закономерности изменения показателей видового разнообразия флоры при различной форме этой инфраструктуры. Было установлено, что характер и интенсивность изменений состояния биоты определяется не величиной характерных для горных работ техногенных факторов, а взаимным расположением промышленной и селитебной составляющих в составе поверхностного комплекса.

Ключевые слова: недропользование, развитие антропосферы, техногенное поражение и деградация естественной биоты, видовое разнообразие, инфраструктура, горное предприятие, поверхностный комплекс, флора, энтомофауна, методика, проектирование

Благодарность: автор выражает благодарность лаборатории № 1.2 отдела теории проектирования и геотехнологии комплексного освоения недр Института проблем комплексного освоения недр им. ак. Н. В. Мельникова РАН. Исследование выполнено в рамках Госзадания FMMS-2024-0010/2024-2028 Института проблем комплексного освоения недр им. ак. Н. В. Мельникова РАН.

Для цитирования: Галченко Ю. П. Влияние структуры нарушенных земель на экологические последствия недропользования при разработке рудных месторождений. *Маркшейдерия и недропользование*. 2024. №5. С. 100-104. https://doi.org/10.56195/2079_3332_2024_5_100_104.

THE INFLUENCE OF THE DISTURBED LAND STRUCTURE ON THE ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF SUBSURFACE USE IN THE DEVELOPMENT OF ORE DEPOSITS

Yu. P. Galchenko

*Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russian Federation*

Abstract: Introduction. Intensification of subsurface use is an obligatory and necessary condition for the constant and, unfortunately, uncontrolled expansion of reproduction of all kinds of material goods and infrastructure systems that ensure the well-being of the rapidly growing population of our planet. The geological setting of the location of ore deposits leads to the fact that mining enterprises under construction and operated acquire the role of the vanguard of man-made intrusion into the natural biota of the Earth, and the degree of environmental danger of inevitable changes in this biota determines both the conditions of existence of natural biotopes in vast territories and the possibility of their restoration in the post-exploitation period. That is why the purpose of the study is constantly relevant — the features and dynamics of the course of digressive successions of specific phytocenoses in the zones of man-made impact of mining enterprises, depending on the structure and nature of the use of land allotments necessary for effective subsurface use.

Research results. Based on the processing and cognitive analysis of the results of field observations of the development of the processes of technogenic degradation of phytocenoses of natural ecosystems of coniferous-deciduous forests bordering the infrastructure facilities of the surface complex of mines, patterns of changes in the indicators of species diversity of flora with different forms of this infrastructure have been revealed.

Conclusion. The method of observing modern phytocenotic landscapes consisted in a route study of the mountain river basin and in the description of phytoecological profiles laid through the valley and adjacent slopes. Geobotanical descriptions of the forest association were made and the undergrowth of tree species from the accounting sites of 2,50 m was calculated. The distances between the profiles ranged from 2.5 to 4 km. The second-order profiles were laid through the valleys of some tributaries. To evaluate the measurements of the

natural environment, a method was used to compare the asymmetry of morphological structures. The construction of an underground mine in a single complex with residential infrastructure in the Partizanka River valley (Primorsky Krai) and its 57-year operation have radically changed the state of the initial phytocenoses. In general, it can be stated that the primary three-tiered broadleaf forest has transformed into a polydominant forest community of small-leaved species over a half-century period of man-made impact. After the removal of man-made and anthropogenic loads, successional development is likely to go in the direction of the formation of multi-breed plantations with a predominance of small-leaved species in this territory. That is, changes in the primary biota caused by the long-term existence of a mining enterprise combined with residential education have become largely irreversible. In many ways, an excellent picture of the influence of technogenic factors typical for mining was obtained during similar studies in the zone of technogenic impact developed by the combined method of the Vostok-2 tin-tungsten deposit, which is almost completely identical to the one considered above, both in terms of development conditions and the type of ecotope. The only difference is that the mine is located far enough from the village and is located in the protected area of one of the largest biosphere reserves, where any logging activity was prohibited. During the observations, geobotanical profiles were laid through the mine site and both slopes of the valley. The generalized results of the observations showed that, despite almost 40 years of operation of the deposit, a multi-breed three-tiered forest has been preserved in the valley, which practically does not differ in structure and species composition from the standard we have adopted.

Resume. It was found that with the separate location of mining and residential facilities in the immediate vicinity of the industrial site of the mine, the primary phytocenosis of the biota retained its identity, both in terms of species diversity and integral indicators of bioproductivity. This, in turn, allows us to assert that all the main environmental factors of geotechnology used at the enterprise during the underground refinement of balance reserves correspond in their magnitude to the width of the tolerance range of the structure-forming species of this plant community. When comparing and choosing mining technologies, the environmental consequences of the operation of a mining enterprise and auxiliary infrastructure formations must be considered in a differentiated manner.

Keywords: subsurface use, development of the Anthroposphere, anthropogenic damage and degradation of natural biota, species diversity, infrastructure, mining enterprise, surface complex, flora, entomofauna, methodology, design

Gratitude: Author expresses gratitude to Laboratory No. 1.2 of the Department of Design Theory and Geotechnology of Integrated Subsoil Development of the Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences. The study was carried out within the framework of the FMMS State Task-2024-0010/2024-2028 The Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences.

For citation: Galchenko Yu. P. The influence of the disturbed land structure on the environmental consequences of subsurface use in the development of ore deposits. *Mine Surveying and Subsurface Use*. 2024;(5):100-104. (In Russ.). https://doi.org/10.56195/20793332_2024_5_100_104.

Введение

Иntenсификация недропользования — обязательное и необходимое условие постоянного и, к сожалению, бесконтрольного расширения воспроизводства всевозможных материальных благ и инфраструктурных систем, обеспечивающих благосостояние быстро растущего населения планеты. Нарастающие при этом противоречия между потребностями антропосферы и доступными ресурсными возможностями литосферы при действующей ныне технологической парадигме, основанной на экстенсивном развитии минерально-сырьевого комплекса, выражаются в форме быстрой и чаще всего необратимой деградации естественной биоты Земли [1–3].

Геологическая заданность расположения рудных месторождений приводит к тому, что строящиеся и эксплуатируемые горные предприятия обретают роль авангарда техногенного вторжения в естественную биоту Земли, а степень экологической опасности неизбежных изменений этой биоты определяет, как условия существования естественных биотопов на огромных территориях, так и возможности их восстановления в постэксплуатационный период. Именно поэтому постоянно актуальна цель исследования — особенности и динамика протекания дигрессивных сукцессий конкретных фитоценозов в зонах техногенного воздействия горных предприятий в зависимости от структуры и характера использования земельных отводов, необходимых для эффективного недропользования.

Материал и методы исследования

В основу общей методологии исследования были положены принципы *sustainable development*, которые в нашей стране

тракуются как стратегия устойчивого развития природы и общества [4, 5]. Методические сложности при использовании таких подходов в сфере освоения недр заключаются в том, что вся система критериев, регламентирующих техногенные воздействия на естественную биоту, формируется на основе сбора и анализа биологических показателей и параметров, а все возможности исполнения определяемых при этом ограничений полностью зависят от структуры технологического кластера в природно-технической системе недропользования [6–9].

Характер динамики техногенной деформации структуры фитоценозов природных экосистем в зоне влияния добывающих предприятий с распределенной селитебной инфраструктурой был установлен на основе обработки результатов, приведенных ранее экспедиционных исследований по изучению смешанных хвойно-широколиственных лесов [10, 11]. Были рассмотрены два объекта: подземный — рудник, добывающий около 1 млн т руды в год, с примыкающим к нему поселком городского типа и предприятие с комбинированной отработкой рудного месторождения, добывающее около 2 млн т горной массы в год, но расположенное на значительном удалении от однотипного с предыдущим объекта селитебной инфраструктуры.

Исследование процессов самовосстановления фитоценозов производились в зоне техногенного поражения, примыкающей к промплощадке рудника, а также и в зоне влияния селитебного образования, связанного с данным предприятием.

Методика наблюдений за современными фитоценозными ландшафтами заключалась в маршрутном исследовании бассейна горной реки и описании фитоэкологических профилей, заложенных через долину и примыкающие склоны. Были сделаны геоботанические описания лесной ассо-

циации и произведен подсчет подроста древесных пород из учетных площадок 2×50 м. Расстояния между профилями колебались от 2,5 до 4 км. Профили второго порядка закладывались через долины некоторых притоков [9, 10].

Для оценки измерений природной среды использована методика сравнения асимметрии морфологических структур [11].

Эталонные коренные растительные сообщества долинных и горных лесов были описаны в работах [12–14], которые выполнены до начала строительства рассматриваемых добывающих предприятий. Сведения о видовом составе характеристик этих эталонных лесных сообществ приведены в таблице 1.

Результаты и их обсуждение

Строительство подземного рудника в едином комплексе с жилой инфраструктурой в долине реки Партизанки (Приморский край) и его 57-летняя эксплуатация коренным образом изменили состояние исходных фитоценозов.

Долинные леса в пределах земельного отвода предприятия были полностью уничтожены, а за его пределами тополево-чозениевые насаждения повсеместно заменены сплошными зарослями ольхи пушистой с очень небольшой примесью ивы обыкновенной (Ив) и единичными чозениями (рис. 1) (см. цветную вклейку на стр. 83), высота которых не превышает 4–5 м. На отдельных надпойменных участках террасы при полном доминировании ольхи встречаются отдельные группы ореха, кленов, сирени, ясени и ильма. Однако эти виды явно не имеют перспективы самовосстановления, так как по всей исследованной территории удовлетворительный подрост наблюдается только у ольхи пушистой.

При проведении исследования морфологической структуры хвойно-широколиственных лесов горных склонов было выделено лишь два типа насаждений, которые можно считать производными от первичного лесостоя (рис. 2) (см. цветную вклейку на стр. 83).

В нижней части склонов, примерно до их середины, идентифицирован многопородный лиственный лес из березы маньчжурской и желтой, осины, липы и различных видов

кленов с незначительной примесью пород первичного лесостоя в виде единичных перестойных экземпляров или очень редких групп уже высокого подроста. Часто наблюдается суховершинность отдельных деревьев.

В верхней половине склонов явно доминирует береза желтая, клен маньчжурский, клен зеленокорый и ильм лопастный с примесью пихты черной. По гребню хребта зафиксирован диморфант, а также — мелкоплодник и береза Шмидта.

В целом можно констатировать, что первичный трехъярусный широколиственный лес за полувековой период техногенного воздействия трансформировался в полидоминантное лесное сообщество мелколиственных пород. Кроме того, следует отметить, что почти по всем заложенным профилям выявлено значительное количество погибших пихт и кедров, что вместе с усилением роли осины и березы желтой и появлением в видовом составе березы маньчжурской свидетельствует о том, что насаждения на данной территории неоднократно испытывали влияние антропогенных вырубок и пожаров слабой и средней интенсивности.

Установлено, что крайне сложный рельеф склонов основной долины и изрезанность этих склонов притоками второго и третьего порядков, способствовали тому, что в наиболее труднодоступных местах сохранились достаточно обширные участки леса, близкого по своему составу к принятому эталону. Эти участки занимают не более 5–6 % общей площади техногенного поражения и скорее всего не могут сыграть позитивную роль на первой стадии самовосстановления биоты в постэксплуатационный период существования рудника. Об этом свидетельствует также анализ структуры и динамики подроста видов вторичного фитоценоза в зоне техногенного воздействия (рис. 3) (см. цветную вклейку на стр. 83).

Из рисунка видно, что после снятия техногенных и антропогенных нагрузок сукцессионное развитие, скорее всего, пойдет в направлении формирования на этой территории многопородных насаждений с преобладанием мелколиственных пород. То есть изменения первичной биоты, вызванные длительным существованием добывающего

Таблица 1 / Table 1

Видовая структура состояния исходного фитоценоза в зонах расположения рассмотренных добывающих предприятий /
The specific structure of the state of the initial phytocenosis in the zones of location of the considered mining enterprises

Ярус / Tier	Породный состав / Breed composition	Характеристики / Specifications			Доля в ярусе / Share in the tier, %	Доля в общем лесостое / Share in the total wooded area, %
		Высота / Height	Диаметр / Diameter	Сомкнутость полога / The closeness of the canopy		
Долинные леса / Valley forests						
I	Чз + Тм + Ясм / Chtz + Tm + Yasm	25; 22; 22	30–50	0,7	60; 20; 20	31; 10; 9
II	Ясн + Клм + Клмж + Са + Оп + Ил / Clear + Klm + Klmj + Sa + Op + Il	10–15	8–10	0,65	30; 30; 10; 20; 5; 5	15; 18; 5; 6; 2; 1
Многопородные леса горных склонов / Multi-breed forests of mountain slopes						
I	Кк + Пч / Kk + Pch	28–30	50–60	0,3–0,4	60; 40	20; 13
II	Лп + Бж + Бх + Клм + Ор / Lp + Bj + Bh + Klm + Or	20–22	30–40	0,5–0,6	30; 20; 10; 30; 10	11; 6,5; 3,5; 10; 3; 3
III	Клиз + Клмж + Гр + Са + Илд / Kliz + Klmj + Gr + Sa + Ild	6–7	10–16	0,2–0,4	30; 20; 40; 5; 5	10; 6,8; 13; 1,6; 1,7

Примечание. Чз – чозения; Тм – тополь Максимовича; Ясм – ясен маньчжурский; Ясн – ясен носолистный; Клм – клен моно; Са – сирень амурская; Оп – ольха пушистая; Ил – ильм лопастный; Ор – орех маньчжурский; Кк – кедр корейский; Пч – пихта черная; Лп – липа амурская; Бж – береза желтая; Бх – бархат амурский; Клиз – клен ложнозибольдов; Клмж – клен маньчжурский; Гр – граб сердцелистный; Илд – ильм долинный / Cz – chozeniya; Tm – Maksimovich poplar; Yasm – Manchurian ash; Yasn – Nosy ash; Klm – Mono maple; Sa – Amur lilac; Op – Fluffy alder; Il – Lobed ilm; Or – Manchurian walnut; Kk – Korean cedar; Bee – Black fir; Lp – Amur linden; Bj – Yellow birch; Bh – Amur velvet; Kliz – Lozhnozibold maple; Klmj – Manchurian maple; Gr – Cordial hornbeam; Ild – Valley elm.

предприятия, совмещенного с селитебным образованием, приобрели в значительной мере необратимый характер.

Во многом отличная картина влияния типичных для горного производства техногенных факторов была получена при проведении аналогичных исследований в зоне техногенного воздействия разрабатываемого комбинированным способом олововольфрамового месторождения «Восток-2», которое практически полностью идентично рассматриваемому выше как по условиям разработки, так и по типу экотопа. Единственное различие заключается в том, что здесь рудник находится достаточно далеко от поселка и располагается в охранной зоне одного из крупнейших биосферных заповедников, где была запрещена любая лесозаготовительная деятельность. При проведении наблюдений геоботанические профили были заложены через промплощадку рудника и оба склона долины.

Обобщенные результаты наблюдений показали, что, несмотря на почти 40 лет эксплуатации месторождения, в долине сохранился многопородный трехъярусный лес, практически не отличающийся по структуре и видовому составу от принятого нами эталона (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

**Видовая структура хвойно-широколиственного леса в зоне
Техногенного воздействия рудника «Восток-2» /
Species structure of coniferous-deciduous forest in the zone
of technogenic impact of the Vostok-2 mine**

Ярус / Tier	Основной видовой состав / The main species composition	Высота, м / Height, m	Диаметр, см / Diameter, cm	Сомкнутость покрова / The closeness of the canopy
I	6 Кк + 2 Пц + 2 Пч / 6 Кк + 2 Рс + 2 Рг	28-30	50-55	0,4-0,55
II	3 Бж, 2 Лп, 1 Бх, 3 Клм, 1 Илд + Ор / 3 Bj, 2 Lp, 1 Bx, 3 Klm, 1 Ild + Or	18-20	25-35	0,5-0,6
III	3 Клмж, 2 Клиз, 3 Гр, 1 Са, 1 Илд / 3 Klmj, 2 Kliz, 3 Gy, 1 Ca, 1 Ild	6-10	12-14	0,1-0,2

Примечание. Пц – пихта цельнолистная / Рс – whole-leaved fir.

Из таблицы следует, что видовой и возрастной состав ярусов лесного растительного сообщества соответствует условиям нормального развития всей лесной экосистемы, а вызываемые непосредственным действием техногенных факторов

данного предприятия изменения находятся в пределах диапазона толерантности основных структурообразующих (или эдификаторных) видов данного растительного сообщества. Экологический ущерб в этом случае ограничивается только размерами земельного отвода.

Заключение

Установлено, что при долговременном функционировании единичного рудника с прилежащим рабочим поселком размер зоны техногенного поражения биоты намного превышает размеры земельного отвода. По всей площади этой зоны отмечено замещение трехъярусного хвойно-широколиственного леса на двухъярусный лиственный лес, а в прирусловой полосе водотока первичный фитоценоз практически полностью вытеснен зарослями ольхи пушистой.

Показано, что техногенная деградация коренного лесного сообщества связана не с полномасштабным вытеснением структурообразующих видов, а носит форму изменения ценотического статуса определенных групп видов. В результате антропогенного уничтожения (вырубки) видов первого яруса изменился ценотический статус видов второго и третьего ярусов практически без изменения структуры видового состава.

Установлено, что при раздельном расположении горно-технического и селитебного объектов в непосредственной близости от промплощадки рудника первичный фитоценоз биоты сохранил идентичность как в плане видового разнообразия, так и по интегральным показателям биопродуктивности. Это, в свою очередь, позволяет утверждать, что все основные экологические факторы геотехнологии, применяемой на предприятии при подземной доработке балансовых запасов, по величине соответствуют ширине диапазона толерантности структурообразующих видов данного растительного сообщества.

Сравнительный анализ характера техногенных изменений одинаковой природной среды двумя горными предприятиями с разноудаленной селитебной инфраструктурой показал, что при сравнении и выборе горных технологий экологические последствия от функционирования добывающего предприятия и вспомогательных инфраструктурных образований необходимо рассматривать дифференцированно. Это позволит более обоснованно принимать горно-технические решения в современных условиях перехода к экологизации общей технологической парадигмы как горнорудной отрасли, так и недропользования в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды РФ в 2022 году. Минприроды России, НПП. М., 2022. 844 с. [Ministry of Natural Resources of Russia, NPP. State report on the state and environmental protection of the Russian Federation in 2022. Moscow, 2022. (In Russ.)].
2. Трубецкой КН, Галченко ЮП. Природоподобная технология комплексного освоения недр – проблемы и перспективы. М.: Научтехлитиздат, 2020. 367 с. [Trubetskoy KN, Galchenko YuP. Nature-like technology of integrated development of the subsoil – problems and prospects. Moscow, 2020 (In Russ.)].
3. Моисеев НН. Человек и ноосфера. М.: Молодая гвардия, 1990. 351 с. [Moiseev NN. Man and the noosphere. Moscow, 1990 (In Russ.)].
4. Хван ТА. Экологические основы природопользования. М.: Юрайт, 2019. 253 с. [Hwang TA. Ecological foundations of nature management. Moscow, 2019 (In Russ.)].
5. Бодрийяр Ж. Фатальные стратегии. М.: Рипол-классик, 2019. 352 с. [Badriyar J. Fatal strategies. Moscow, 2019 (In Russ.)].

6. Галченко ЮП, Еременко ВА. Природно-технические системы подземной разработки рудных месторождений на основе конвергентных горных технологий. М.: Горная книга, 2023. 288 с. [Galchenko YuP, Eremenko VA. Natural and technical systems of underground mining of ore deposits based on convergent mining technologies. Moscow, 2023 (In Russ.).]
7. Hacker PW, Coops NC, Laliberte E, et al. Variations in accuracy of leaf functional trait prediction due to spectral mixing. *Ecological Indicators*. 2022;136:108687.
8. Krupskaya LT, Filatova MY, Kolobanov KA, et al. Remote sensing for environmental safety of forest ecosystems within the tailings impact of a closed tin ore company. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2021;806(1):012017. DOI:10.1088/1755-1315/806/1/012017.
9. Galchenko Yu, Ozaryan Yu. Method of quantitative assessment of the regularities of natural restoration of biota in zones of technogenic disturbance by extractive enterprises. *E3S Web Conf*. 2018;56:04006. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185604006>.
10. Navarro A, Young M, Allan B, et al. The application of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) to estimate aboveground biomass of mangrove ecosystems. *Remote Sensing of Environment*. 2020;242:111747. DOI: 10.1016/j.rse.2020.111747.
11. Yang X, Li F, Fan W, et al. Evaluating the effectiveness of wind protection by windbreaks based on remote sensing and geographic information systems. *Agroforestry Systems*. 2021;95:353-65. DOI: 10.1007/s10457-021-00594-x.
12. Климина ЕМ, Остроухов АВ. Ландшафтно-экологическое зонирование муниципальных районов (на примере Хабаровского края). *Региональные проблемы*. 2022;25(3):28–30. [Klimina EM, Ostroukhov AV. Landscape and ecological zoning of municipal districts (on the example of the Khabarovsk Territory). *Regional problems*. 2022;25(3):28-30. (In Russ.)]. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-3-28-30.
13. Озарян ЮА. Оценка естественного восстановления биоты в зоне воздействия горнодобывающих предприятий Хабаровского края по данным спутникового мониторинга. *Горный журнал*. 2018;(10):84–88. [Ozaryan YuA. Assessment of the natural restoration of biota in the zone of impact of mining enterprises of the Khabarovsk Territory according to satellite monitoring data. *Mining Journal*. 2018;(10):84-8]. DOI: 10.17580/gzh.2018.10.16 (In Russ.).]
14. Озарян ЮА, Бубнова МБ, Усиков ВИ. Методика дистанционного мониторинга природно-технических систем (на примере горнопромышленных районов юга Дальневосточного региона). *Горный журнал*. 2020;(2):84–89. [Ozaryan YuA, Bubnov MB, Usikov VI. Methods of remote monitoring of natural and technical systems (on the example of mining regions of the south of the Far Eastern region). *Mining Journal*. 2020;(2):84-9 (In Russ.)]. DOI: 10.17580/gzh.2020.02.13.
15. Саулова ТА, Бас ВИ. Техносферная безопасность. Красноярск: Изд. СибГУ, 2021. 86 с. [Saulova TA, Bas VI. Technosphere safety. Krasnoyarsk, 2021 (In Russ.)].
16. Туктамышев ИР, Широких ПС, Муллагулов РЮ. Об информативности спектральных каналов и NDVI спутника ДЗЗ Landsat 5 TM Landsat 7 ETM+ для оценки стадий зарастания леса заброшенных сельскохозяйственных территорий. *Экобиотех*. 2021;4(3):178–185. [Tuktamyshev IR, Shirokikh PS, Mullagulov RYu. On the information content of spectral channels and NDVI of the remote sensing satellite Landsat 5 TM Landsat 7 ETM+ for assessing the stages of overgrowth of forests in abandoned agricultural areas. *Ecobiotech*. 2021;4(3):178-85 (In Russ.)]. DOI: 10.31163/2618-964X-2021-4-3-178-185.
17. Будищев АФ. Описание лесов Приморской области. Главные официальные документы по управлению Восточной Сибирью. Изд. 2-е. Хабаровск, 1898. 465 с. [Budishchev AF. Description of the forests of the Primorsky region. The main official documents on the management of Eastern Siberia. 2nd edition. Khabarovsk, 1898 (In Russ.)].
18. Комаров ВЛ. Типы растительности Южно-Уссурийского края. Труды почвенно-ботанической экспедиции Росс. академии наук. М., 1917. 260 с. [Komarov VL. Vegetation types of the South Ussuri region. Proceedings of the Ross Soil and Botanical Expedition. Academy of Sciences. Moscow, 1917 (In Russ.)].
19. Пржевальский ИМ. Путешествия в Уссурийский край 1867–69 гг. М., 1937. 467 с. [Przhevalsky IM. Travels to the Ussuri region 1867-69. 2nd edition. Moscow, 1937 (In Russ.)].
20. Колесников БИ. Кедровые леса Дальнего Востока. Л.: АН СССР, 1956. 262 с. [Kolesnikov BI. Cedar forests of the Far East. Leningrad, 1956 (In Russ.)].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

ABOUT THE AUTHOR



Юрий Павлович Галченко – доктор технических наук, профессор, член-корр. Российской экологической академии, главный научный сотрудник отдела горной экологии, Институт проблем комплексного освоения недр им. ак. Н. В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: schtrek33@mail.ru

Yury P. Galchenko – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Corresponding member Russian Academy of Ecology, Chief Researcher of the Department of Mountain Ecology, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation, e-mail: schtrek33@mail.ru