

# ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ МАЛМЫЖСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

М. В. Крюкова<sup>1</sup>, Т. Н. Моторыкина<sup>1</sup>, Л. А. Антонова<sup>1</sup>, Г. С. Ткачук<sup>1</sup>, А. С. Великий<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук — обособленное подразделение ФГБУН Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИВЭП ДВО РАН), Хабаровск, 680000, Российская Федерация, iver@iver.as.khb.ru

**Аннотация:** На примере Малмыжского месторождения медно-порфировых руд разработана система мониторинга состояния растительного покрова при горно-добывающей и сопутствующей освоению недр деятельности. Целью мониторинга является получение объективной информации о динамике видовой разнообразия, растительных сообществ, популяций ценных, редких и исчезающих видов растений, выявление тенденций этой динамики для своевременной разработки и реализации мероприятий, направленных на устранение либо смягчение проблем, возникающих при эксплуатации объекта. Коренные лесные формации территории к началу освоения месторождения уже в значительной степени были нарушены в результате рубок и пожаров, и особенно уязвимы к различного типа воздействию. Это определяет актуальность проводимых организованных на этой территории мониторинговых исследований. Предлагаемая система объектов-биоиндикаторов мониторинга включает несколько уровней: ценотический (на уровне сообществ); видовое разнообразие (на уровне парциальных флор); видовой (на уровне локальных популяций растений-биоиндикаторов); информационный (базы данных и геоинформационные системы). На территории объектов месторождения выявлено разнообразие и дана оценка современного состояния растительных сообществ, ценопопуляций редких и исчезающих видов растений, организован их мониторинг. Разработаны информационные и геоинформационные базы данных.

**Ключевые слова:** Растительный покров, редкие и исчезающие виды растений, мониторинг, оценка воздействия.

**Благодарности:** Работа была выполнена при поддержке ООО «Амур Минералс» (контракты № 5/ИВЭП/20 от 16.04.2020, № 71-АМ от 03.08.2020, № 610-АМ от 12.07.2021, № 6/ИВЭП/22 от 17.10.2022, № 518/23-Ам 9/ИВЭП/23 от 18.08.2023).

**Для цитирования:** Крюкова М. В., Моторыкина Т. Н., Антонова Л. А., Ткачук Г. С., Великий А. С. Организация мониторинга растительного покрова при разработке месторождений драгоценных металлов на примере объектов Малмыжского рудного поля // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2023. — № 12-2. — С. 75–86. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2023\_122\_0\_75.

---

## Organization of monitoring of plant cover during the development of deposits of precious metals using the example of objects of the Malmyzh ore field

M. V. Kryukova<sup>1</sup>, T. N. Motoryikina<sup>1</sup>, L. A. Antonova<sup>1</sup>, G. S. Tkachuk<sup>1</sup>, A. S. Velikii<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of the water and ecology problems FEB RAS, Khabarovsk, 680000, Russia, iver@ivep.as.khb.ru

---

**Abstract:** Using the example of the Malmyzhskoe porphyry copper ore deposit, a system for monitoring the state of plant cover during mining and related subsoil development activities has been developed. The purpose of monitoring is to obtain objective information about the dynamics of species diversity, plant communities, populations of valuable, rare and endangered plant species, to identify trends in these dynamics for the timely development and implementation of measures aimed at eliminating or mitigating problems that arise during the operation of the facility. By the beginning of the development of the field, the indigenous forest formations of the territory had already been largely disturbed as a result of logging and fires and were especially vulnerable to various types of impacts. This determines the relevance of the ongoing monitoring studies organized in this territory. The proposed system of monitoring bioindicator objects includes several levels: coenotic (at the community level); species diversity (at the level of partial floras); species (at the level of local populations of bioindicator plants); information (databases and geographic information systems). On the territory of the deposit facilities, diversity was identified and the current state of plant communities, cenopopulations of rare and endangered plant species was assessed, and their monitoring was organized. Information and geoinformation databases have been developed.

**Key words:** Plant cover, rare and endangered plant species, monitoring, impact assessment.

**Acknowledgments:** The work was carried out with the support of Amur Minerals LLC (contracts No. 5/IWEP/20 dated 04.16.2020, No. 71-AM dated 08.03.2020, No. 610-AM dated 07.12.2021, No. 6/IWEP/22 dated 10.17.2022, No. 518/23-Am 9/IWEP/23 dated 08.18.2023).

**For citation:** Kryukova M. V., Motoryikina T. N., Antonova L. A., Tkachuk G. S., Velikii A. S. Organization of monitoring of plant cover during the development of deposits of precious metals using the example of objects of the Malmyzh ore field. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2023;(12-1):75–86. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2023\_122\_0\_75.

---

### Введение

Безопасность горнодобывающей и сопутствующей освоению недр деятельности для окружающей среды и, прежде всего, биологического разнообразия определяется мерами по предотвращению негативных последствий, предусмотренными при проектировании этой деятельности. Инструментом для оценки экологической эффективности этих решений и предупреждения развития неблагоприятных либо опасных для биоты ситуаций является

мониторинг биологического разнообразия, в том числе растительного покрова, на разных стадиях эксплуатации месторождений.

Целью мониторинга является получение объективной информации о динамике видового разнообразия, растительных сообществ, популяций ценных, редких и исчезающих видов растений, выявление тенденций этой динамики для своевременной разработки и реализации мероприятий, направленных на устранение либо

смягчение проблем, возникающих при эксплуатации объекта. Эффективность мониторинга во многом определяется выбором объектов-биоиндикаторов, периодичностью и сроками проведения мониторинговых исследований. В качестве примера в данной работе рассмотрена структура и объекты мониторинговых исследований, организованных на территории Малмыжского месторождения медно-порфириновых руд.

Месторождение расположено на правом берегу долины р. Амур, на горной системе Малмыж, в междуречье Гур-Полен, в Нанайском муниципальном районе Хабаровского края. Часть объектов планируется разместить к юго-востоку от месторождения, в предгорьях западных отрогов хр. Ходзял, в междуречье рек Оми-Нюра-Хонгосо.

Горная система Малмыж представляет собой низкие останцовые горы, расположенные в северной части Среднеамурской низменности и окруженные заболоченными территориями. Богатство и пестрота растительного покрова этой территории обусловлены ландшафтной пестротностью долины р. Амур, сочетанием на малой площади низкогорных, равнинных, пойменных ландшафтов, расположением в наиболее теплом районе по сравнению с другими климатическими районами Нижнего Приамурья, в составе зоны хвойно-широколиственных лесов вблизи ее северных границ [1]. Это определяет распространение здесь хвойно-широколиственных и широколиственных лесов на горных склонах и в долинах рек, вторичных мелколиственных белоберезовых, осиновых, лиственничных и смешанных лесов в предгорьях, пойменных и прирусловых ольховых и ивовых зарослей, лугов. Распространенные на серных отрогах хвойные, хвойно-широколиственные

леса контактируют с болотами и заболоченными лиственничными марями.

Коренные лесные формации территории уже в значительной степени нарушены в результате рубок и пожаров и особенно уязвимы к различного типа воздействию. Это определяет актуальность проводимых организованных на этой территории мониторинговых исследований.

### **Материалы и методы исследований**

Объектом исследования является растительный покров в зоне воздействия Малмыжского месторождения медно-порфириновых руд, изменения и нарушения, происходящие в видовом составе и структуре растительного покрова в результате освоения месторождения.

В основу работы легли полевые исследования, проводившиеся в течение вегетационного периода (июль-август) в 2020–2023 гг. по общепринятым методикам геоботанических исследований [2–7]. Собранный гербарий составляет более 700 листов и хранится в гербарии Института водных и экологических проблем ДВО РАН (КНА).

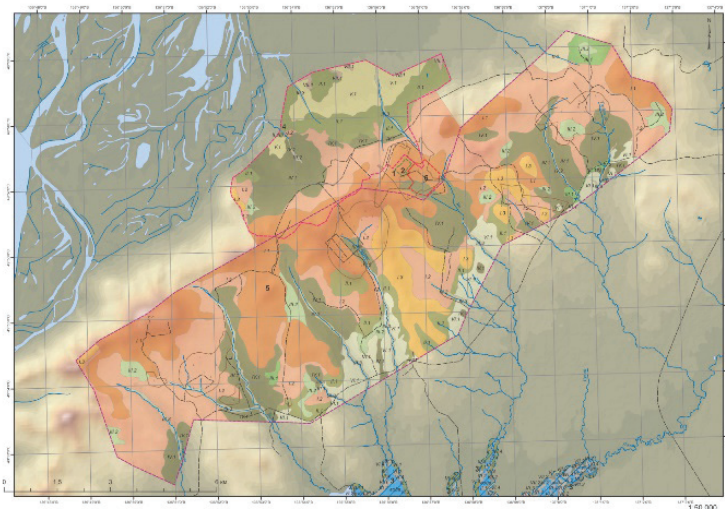
В контрольных точках мониторинга загрязнения воздуха и почв на границе санитарно-защитной зоны были также заложены постоянные пробные площади по периметру месторождения в разных типах сообществ, в том числе в местах постоянного произрастания редких и исчезающих видов растений, включенных в Красные книги Российской Федерации [8] и Хабаровского края [9]. Контрольные пробные площади были продублированы в аналоговых сообществах, расположенных вне зоны влияния объекта. Была установлена периодичность наблюдений — раз в три года, а также сроки наблюдений

в период максимального развития растений в июле-августе.

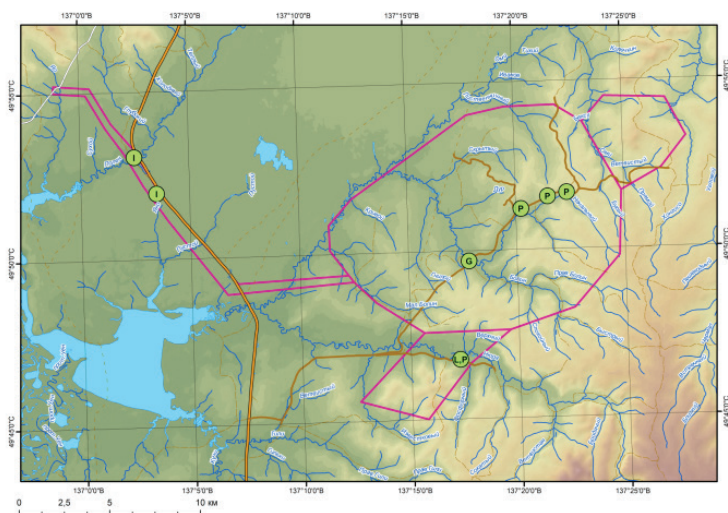
Описания пробных площадей обработки и представлены в виде единой базы данных в формате информационных таблиц Excel. По итогам натуральных

исследований и на основании данных дистанционного зондирования Земли были разработаны карты-схемы растительного покрова территории (рис. 1).

Описание состояния ценопопуляций редких и исчезающих видов растений



а



б

Рис. 1. Карты, разработанные по итогам изучения растительного покрова: а — растительных сообществ; б — распространения ценопопуляций редких и исчезающих видов растений

Fig. 1. Map developed based on the results of studying the plant cover: a — plant communities; b — distribution of cenopopulations of rare and endangered plant species

тений, включенных в Красные книги различного уровня, в зоне влияния объекта производилось по общепринятым методам [10–15] и включало контроль занимаемой площади, экологической плотности, генеративной структуры ценопопуляций, морфометрических параметров, наличия измененных органов (деформированные, продырявленные, изменившие окраску или покрытые чужеродным налетом, что свидетельствует о каком-либо заболелении растения или о наличии у него нарушений физиологических процессов — недостатке или избытке каких-либо соединений и пр.).

В установленных контрольных точках по единой методике отбирались растительные пробы, которые оценивались на продуктивность и загрязнение тяжелыми металлами. Анализы осуществлялись на базе испытательной лаборатории ФГБУ Центра агрохимической службы «Хабаровский».

Определение степени загрязнения воздуха на исследуемых пробных площадях проводили по индикаторным группам — лишайникам, мхам и по хвое *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc. и *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. Оценивались следующие показатели: характер распространения, приуроченность, частота встречаемости (в %), степень покрытия (в %) и состояние лишайников, мхов, степень повреждения (некрозы) и усыхания хвои, а также запыленность хвои (методом смывов).

### **Результаты и их обсуждение**

Система объектов-биоиндикаторов мониторинга влияния освоения Малмыжского месторождения на растительный покров включает несколько уровней: ценотический (на уровне сообществ); видовое разнообразие (на уровне парциальных флор); видо-

вой (на уровне локальных популяций растений-биоиндикаторов); информационный (базы данных и геоинформационные системы). В качестве индикаторных объектов на видовом уровне мы взяли наиболее уязвимых представителей — редкие виды растений, ценопопуляции которых были выявлены на изучаемой территории.

В связи с тем, что лекарственные и пищевые виды растений не имеют ресурсного значения, а используются только местным населением, их в качестве индикаторных объектов в данной работе мы не рассматривали. Сооружение объектов Малмыжского месторождения не окажет существенного влияния на их ресурсы.

По геоботаническому районированию территория относится к Уссурийско-Амурскому округу Маньчжурской провинции Дальневосточной хвойно-широколиственной области [16]. Наши исследования показали, что в окрестностях разрабатываемого месторождения абсолютное господство получили сообщества неморального типа, определяя общий характер растительности.

К началу освоения месторождения на горной системе Малмыж и сопредельных территориях лесные экосистемы этого района были уже достаточно преобразованы. Строительство и развитие поселков, дорог неизбежно сопровождалось лесозаготовками. Под влиянием воздействия человека и сопутствующих ему пожаров коренные растительные сообщества хвойно-широколиственных и широколиственных лесов на значительных территориях (до 70% от общей площади) были представлены нарушенными сообществами, а в ряде мест сменились производными мелколиственными и лиственничными лесами, кустарниковыми зарослями. Оценивая уровень трансформации растительного покрова в зоне воздействия



объектов месторождения до начала активного его освоения, основываясь на разработанных [17–20] комплексных критериях, растительный покров следует отнести к категории критического уровня.

На горных склонах и в долинах рек распространены наиболее богатые по видовому составу горно-предгорные хвойно-широколиственные и широколиственные леса. Доминирующими породами в них являются: в первом ярусе — *Pinus korajensis*, *Betula costata* Trautv., *Tilia amurensis* Rupr., *Acer mono* Maxim., *A. tegmentosum* Maxim., *Juglans mandshurica* Maxim., *Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg., во втором — *Ulmus laciniata* (Trautv.) Mayr, *Acer tegmentosum* Maxim., *Phellodendron amurense* Rupr., *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr., *Abies nephrolepis*, в третьем — *Ligustrina amurensis* Rupr., *Aralia elata* (Miq.) Seem., *Salix taraikensis* Kimura и др. На северных отрогах горной системы Малмыж темной хвойные породы в составе древостоя выходят в первый ярус, в котором часто занимают содоминирующие позиции (рис. 2).

Богатство и сложность биоразнообразия хвойно-широколиственных и широколиственных насаждений усиливаются составом кустарникового и травяно-кустарничкового ярусов, видовое разнообразие которых составляет 20–40 видов сосудистых растений на 20 м<sup>2</sup>. В состав включены *Corylus heterophylla* Fisch. ex Trautv., *Corylus mandshurica* Maxim., *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim., *Philadelphus tenuifolius* Rupr. et Maxim., *Berberis amurensis* Maxim., *Deutzia amurensis* (Regel) Airy Shaw и др.

В долинах рек, в условиях хорошего, но не застойного увлажнения в кедрово-широколиственных лесах, в составе подлеска наряду с указан-

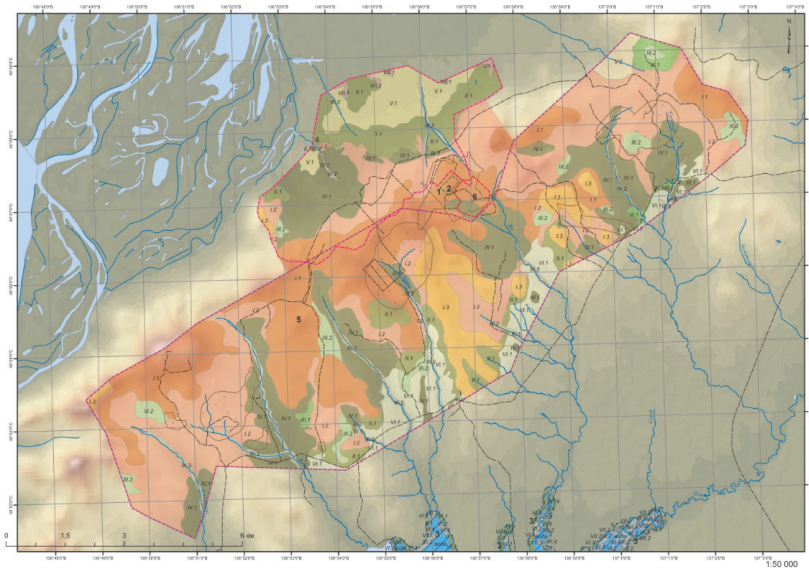
ными видами встречаются и образуют заросли *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim., *Acer ginnala* Maxim., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., усиливают свои позиции сциофиты, гигромезофиты: *Matteuccia struthiopteris* (L.) Todaro, *Filipendula palmata* (Pall.) Maxim., *Equisetum hyemale* L., *Impatiens nolitangere* L., *Arisaema amurense* Maxim., *Urtica angustifolia* Fisch. ex Hornem. и др.

При уменьшении влажности почвы, отмечающейся при нарастании крутизны склонов, уменьшении ее мощности, в составе кедровников увеличивается роль *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb., *Betula davurica* Pall., но падает участие других широколиственных пород, снижается производительность древостоев. В подлеске, и особенно в травяном покрове, появляются и усиливаются ксерофильные и гемиксерофильные виды сосудистых растений — *Doellingeria scabra* (Thunb.) Nees, *Thesium chinense* Turcz., *Kitagawia terebinthacea* (Fisch. ex Spreng.) M. Pimen., *Artemisia maximovicziana* Krasch. ex Poljak. и др.

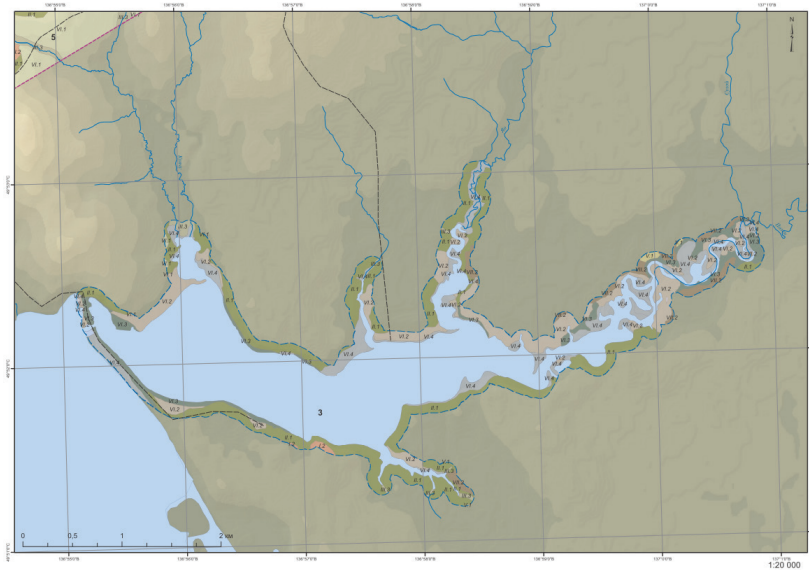
Основу древостоя мелколиственных лесов составляют *Betula platyphylla* Sukacz., *Populus tremula* L., *Larix cajanderii* Mayr., также в них встречаются представители коренных лесов.

Они образуют белоберезовые, осиновые и смешанные лиственнично-березовые, березово-осиновые, березово-ольховые, хвойно-мелколиственные и др. насаждения с достаточно разнообразно представленными подлеском и травяно-кустарничковым покровом.

На заболоченных местообитаниях *Betula platyphylla* образует чистые, или смешанные с *Populus tremula*, *Larix cajanderi* Mayr одноярусные насаждения с редким подлеском из *Betula middendorffii* Trautv. et C. A. Mey., *Salix*



*a*



*б*

*Рис. 2. Карта растительного покрова территории месторождения и сопутствующих объектов: а – северная часть; б – южная часть; I – хвойно-широколиственные, широколиственные леса; II – смешанные лиственные и хвойно-лиственные леса; III – мелколиственные леса; IV – пихтово-еловые леса; V – лиственничники; VI – луга, кустарниковые заросли, послепожарные редины; VII – болота*

*Fig. 2. Map of the plant cover of the field territory and related objects: a – northern part; b – south part; I – conifers-broadleaf, broadleaf forests; II – mixed leaf and conifers-leaf forests; III – smallleaf forests; IV – fir-spruce forests; V – larch forests; VI – meadows, shrub thickets, burning; VII – bogs*

*myrtilloides* L., *S. fuscescens* Anderss., *Vaccinium uliginosum* L. В поймах рек развиваются белоберезняки с *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., приуроченные к широким, хорошо разработанным долинам.

Отмечено, что под пологом мелколиственных лесов складываются благоприятные условия для восстановления *Pinus koraiensis*, *Picea ajanensis*, *Abies nephrolepis* и широколиственных пород.

Коренные мелколиственные леса представлены пойменными ивняками, ольховниками. Главные лесообразующие породы — представители рода *Salix* L. (*Salix schwerinii* E. Wolf, *S. udensis* Trautv. et C. A. Mey., *S. rorida* Laksch.), *Alnus hirsuta* (Spach) Turcz. ex Rupr. — формируют на прирусловых участках пионерные чистые группировки. Видовое разнообразие их низкое, и складывается 8–20 видами сосудистых растений на 20 м<sup>2</sup>.

На прилегающих к горной системе равнинных территориях в пределах распространения очаговой сезонной мерзлоты встречаются лиственничные леса и лиственничные мари с *Larix cajanderi*. Лиственничные леса характеризуются преимущественно простым древостоем, в их составе в разных районах края участвуют также *Betula platyphylla*, *Populus tremula*, *Quercus mongolica*, *Picea ajanensis* и др.

Отмечены лиственничники брусничные, багульниковые и травяные с *Rhododendron dauricum* L., *Betula middendorffii* Trautv. et C. A. Mey., *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar, *Rhodococcum vitis-idaea* (L.) Avrор., *Calamagrostis langsdorffii*, *C. angustifolia* Kom., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Chamaepericlymenum canadense* (L.) Aschers. et Graebn. Их видовое разнообразие — 20–25 видов сосудистых растений на 20 м<sup>2</sup>.

Лиственничные мари распространены на обширных заболоченных междуречьях и представлены багульниково-сфагновыми и ерничково-сфагновыми типами. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Ledum palustre* L., *L. hypoleucum* Kom., с незначительным обилием встречаются *Rhodococcum vitis-idaea*, *Oxycoccus palustris* Pers., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Vaccinium uliginosum* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Carex schmidtii* Meinsh. Сплошной моховой покров образуют виды рода сфагнум с незначительным участием других видов мхов и лишайников.

По результатам исследований постоянные пробные площади были заложены в основных типах растительных сообществ — в хвойно-широколиственных горных и долинных, широколиственных, белоберезово-лиственничных лесах, в редкостойных лиственничниках.

На территории Малмыжского месторождения и его объектов выявлено 10 таксонов, включенных в Красные книги Российской Федерации [8] и Хабаровского края [9]. Наибольшая концентрация редких реликтовых таксонов приурочена к хвойно-широколиственным, широколиственным, а также производным от них (смешанным мелколиственным с участием широколиственных пород) лесам. Здесь отмечены ценопопуляции практически всех редких и исчезающих видов растений: *Liparis japonica* (Miq.) Maxim., *Platanthera extremiorientalis* Nevski, *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) A. Massal., *Gastrodia elata* Blume, *Adonis amurensis* Regel et Radde, *Paeonia obovata* Maxim., *Oreorchis patens* (Lindl.) Lindl. Ценопопуляции *Iris laevigata* Fisch. et C. A. Mey. отмечены в сырых пойменных лесах, в долинах рек, на болотах. На болотах также отмечены ценопопу-



ляции *Pogonia japonica* Reichenb. fil. *Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim. отмечена в одном пункте — на обочине лесной дороги, в пределах зоны отвода под южное хвостохранилище.

По итогам работы в 2020 г. на территории месторождения и его сопутствующих объектов выявлены три охраняемых вида растения: *Adonis amurensis*, *Paeonia obovata*, *Oreorchis patens*. В 2021 г. были оформлены разрешительные документы и осуществлена пересадка ценопопуляций этих видов из зоны отвода в аналоговые сообщества на сопредельной территории. Оценка состояния пересаженных ценопопуляций в 2022 г. подтвердила успешность их приживаемости на новом месте.

В 2022 г. на территории южного хвостохранилища и вдоль линии проектируемого продуктопровода были выявлены четыре охраняемых вида растений: *Liparis japonica*, *Platanthera extremiorientalis*, *Glycyrrhiza pallidiflora*, *Iris laevigata*. Были даны рекомендации по их пересадке. В настоящее время оформляются разрешительные документы в Федеральной службе по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор).

На этапе разработки месторождения основное воздействие на растительный покров включает прямое воздействие, связанное со снятием почвенно-растительного слоя на значительных территориях в пределах зоны отвода. В целях минимизации ущерба растительному покрову рекомендованы и выполняются мероприятия по пересадке редких и исчезающих видов растений в аналоговые сообщества на сопредельных территориях.

В ходе эксплуатации месторождения для растительного покрова в зоне воздействия существуют риски, свя-

занные с косвенным воздействием, которое может проявиться в загрязнении почв, воды, воздуха вследствие запыления, аварийных сбросов загрязненных вод, эрозии почв, нарушении гидрологического режима на сопредельных территориях, усилении роли пирогенного фактора. Для предупреждения негативных последствий организован мониторинг состояния растительного покрова, включающий многоуровневую систему контроля всех уязвимых элементов.

### **Заключение**

Разработанная система объектов-биоиндикаторов мониторинга влияния освоения Малмыжского месторождения на растительный покров включает несколько уровней: ценотический; видовое разнообразие; видовой; информационный.

Выявленное видовое и ценотическое разнообразие сообществ, произрастающих на территории объектов Малмыжского месторождения в зонах отвода и воздействия, позволяет оценить состояние растительного покрова к началу освоения месторождения, дать прогноз по его изменению. Следует отметить, что более 70% территории представлены производными растительными группировками, сменившимися в различной степени трансформированные коренные зональные лесные формации.

На территории Малмыжского месторождения и его объектов выявлено 10 таксонов, включенных в Красные книги Российской Федерации (2008) и Хабаровского края (2019). Организован мониторинг ценопопуляций видов, произрастающих в зоне воздействия, и даны рекомендации по пересадке ценопопуляций видов, произрастающих в зоне отвода.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kryukova M. V.* Ecological and geographical structure of the plant cover of the East Asian boreal-nemoral ecotone (the Lower Amur Region, Far East Russia) // *Plants*. — 2023. — 12. — 615. DOI:10.3390/plants12030615.
2. Полевая геоботаника / ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. — Москва-Ленинград: Наука, 1959–1976. — т. I-V.
3. Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология и методы / ред. А. С. Исаева. — Москва: Наука, 2008. — 453 с.
4. Bioindicators and biomonitors: principles, concepts and applications / B. A. Markert, A. M. Breure, H. G. Zechmeister (Eds.). — Oxford: Elsevier Science Ltd., 2003. — 998 p.
5. *Baker T. R., Miñano E. V., Banda K., Torres D. C., Farfan-Rios W., Lawson I. T., Alemán E. L., Camacho N. P., Silman M. R., Roucoux K. H., Phillips O. L., Coronado E. H., Monteagudo A., Rojas R. D. P.* From plots to policy: How to ensure long-term forest plot data supports environmental management in intact tropical forest landscapes // *Plants, People, Planet*. 2020, Vol. 3, pp. 229–237. DOI:10.1002/ppp3.10154.
6. *Davies S. J., Abiem I., Salim K. A., Aguilar S., Allen D., Alonso A., Anderson-Teixeira K., Andrade A., Arellano G., Ashton P. S.* et all. ForestGEO: Understanding forest diversity and dynamics through a global observatory network // *Biol. Conservation*. 2021, 253: 108907. DOI:10.1016/j.biocon.2020.108907.
7. *Stahl G., Ekstrom M., Dahlgren J., Esseen P.-A., Anton Grafstrom A., Jonsson B.-G.* Informative plot sizes in presence-absence sampling of forest floor vegetation // *Methods in Ecology and Evolution*. 2017, Vol. 8. — pp. 1284–1291. DOI: 10.1111/2041-210X.12749.
8. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). — М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. — 855 с.
9. Красная книга Хабаровского края: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. — Воронеж: ООО «МИР», 2019. — 604 с.
10. *Жукова Л. А., Заугольнова Л. Б., Мичурин В. Г., Онипченко В. Г., Торопова Н. А., Чистякова А. А.* Программа и методические подходы к популяционному мониторингу растений // *Биологические науки*. — 1989. — № 12. — С. 65–75.
11. *Крюкова М. В.* Методические аспекты мониторинга редких и исчезающих видов растений при строительстве крупных хозяйственных объектов // *Современные проблемы регионального развития: мат-лы II междунар. науч. конф.* — Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2008. — С. 117–118.
12. *Аверьянов Т. М.* Популяционные исследования в прикладной ботанике. — Л: Наука, 1975. — 140 с.
13. *Борисова М. А., Маракаев О. А.* Редкие виды растений: практика исследований в природе. — Ярославль: Изд-во ЯГУ, 2015. — 64 с.
14. *Vayouli I. T., Vayouli H. T., Dell'Oca A., Meers E., Sun J.* Ecological indicators and bioindicator plant species for biomonitoring industrial pollution: Eco-based environmental assessment // *Ecological indicators*. 2021, Vol. 125. — 107508. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107508
15. *Molnár V. E., Tozsér D., Szabó S., Tóthmérész B., Simon E.* Use of Leaves as Bioindicator to Assess Air Pollution Based on Composite Proxy Measure (APTI), Dust Amount and Elemental Concentration of Metals // *Plants*. 2020. Vol. 9. 1743. DOI:10.3390/plants9121743.
16. *Колесников Б. П.* Растительность // *Дальний Восток: Физико-географическая характеристика*. — М.: Наука, 1961. — С. 183–298.
17. *Воронов Б. А., Мирзеханова З. Г., Шлотгауэр С. Д.* Территория, хозяйство, экология (эколого-географический подход к оценке и прогнозированию природно-хозяйственных ситуаций в регионах нового освоения). — Хабаровск: Изд-во ИВЭП ДВО АН СССР, 1991. — 48 с.

18. Захаров В. М., Трофимов И. Е. Оценка состояния биоразнообразия: исследование стабильности развития // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. — 2020. — № 2. — С. 115–123. DOI: 10.31857/S0002332920020125
19. Владимиров И. Н. Геоинформационное моделирование экологического потенциала Байкальской Сибири // Геоинформатика. — 2015. — № 3. — С. 12–18.
20. Lausch A., Herzog F. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: Issues of scale, resolution and interpretability // Ecological Indicators. 2002, Vol. 2, pp. 3–15. DOI: 10.1016/S1470-160X(02)00053-5. **WAS**

## REFERENCES

1. Kryukova M. V. Ecological and geographical structure of the plant cover of the east asian boreal–nemoral ecotone (the Lower Amur Region, Far East Russia). *Plants*. 2023, Vol. 12, 615. DOI:10.3390/plants12030615
2. *Field Geobotany* / E. M. Lavrenko, A. A. Korchagin (Eds.). Moscow-Leningrad: Nauka, Russia, 1959–1976. Vol. I–V.
3. Monitoring of the forest biodiversity of Russia: methodology and methods / A. S. Isaev (Eds.). Moscow: Nauka, 2008, 453 p.
4. Bioindicators and biomonitors: principles, concepts and applications / B. A. Markert, A. M. Breure, H. G. Zechmeister (Eds.). Oxford: Elsevier Science Ltd., 2003. 998 p.
5. Baker T. R., Miñano E. V., Banda K., Torres D. C., Farfan-Rios W., Lawson I. T., Alemán E. L., Camacho N. P., Silman M. R., Roucoux K. H., Phillips O. L., Coronado E. H., Monteagudo A., Rojas R. D. P. From plots to policy: How to ensure long-term forest plot data supports environmental management in intact tropical forest landscapes. *Plants, People, Planet*. 2020. Vol. 3, pp. 229–237. DOI:10.1002/ppp3.10154
6. Davies S. J., Abiem I., Salim K. A., Aguilar S., Allen D., Alonso A., Anderson-Teixeira K., Andrade A., Arellano G., Ashton P. S. et al. ForestGEO: Understanding forest diversity and dynamics through a global observatory network. *Biol. Conservation*, 2021, 253, 108907. DOI:10.1016/j.biocon.2020.108907
7. Stahl G., Ekstrom M., Dahlgren J., Esseen P.-A., Anton Grafstrom A., Jonsson B.-G. Informative plot sizes in presence-absence sampling of forest floor vegetation. *Methods in Ecology and Evolution*, 2017, Vol. 8, pp. 1284–1291. DOI: 10.1111/2041-210X.12749
8. *Red Book of the Russian Federation (plants and fungi)*. Moscow: Partnership of scientific publications of KMK, 2008. 855 p.
9. *Red Book of the Khabarovsk Territory: Rare and endangered species of plants and animals*. Voronezh: LLC «MIR», 2019. 604 p.
10. Zhukova L. A., Zaugolnova L. B., Michurin V. G., Onipchenko V. G., Toropova N. A., Chistyakova A. A. Program and methodological approaches to plant population monitoring. *Biological Sciences*. 1989, no. 12, pp. 65–75.
11. Kryukova M. V. Methodological aspects of monitoring rare and endangered plant species during the construction of large economic facilities. *Modern problems of regional development: materials of the II international. scientific conference*. Birobidzhan: IKARP FEB RAS, 2008. pp. 117–118.
12. Averjanov T. M. *Population studies in applied botany*. Leningrad: Nauka, 1975. 140 p.
13. Borisova M. A., Marakaev O. A. *Rare plant species: research practice in nature*. Yaroslavl: YSU Publishing House, 2015. 64 p.
14. Bayouli I. T., Bayouli H. T., Dell’Oca A., Meers E., Sun J. Ecological indicators and bioindicator plant species for biomonitoring industrial pollution: Eco-based environmental assessment. *Ecological indicators*. 2021, Vol. 125, 107508. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107508.

15. Molnár V. E., Tozsér D., Szabó S., Tóthmérész B., Simon E. Use of Leaves as Bioindicator to Assess Air Pollution Based on Composite Proxy Measure (APTI), Dust Amount and Elemental Concentration of Metals. *Plants*. 2020, Vol. 9, 1743. DOI:10.3390/plants9121743.

16. Kolesnikov B. P. *Vegetation. Far East: Physico-geographical characteristics*. M.: Nauka, 1961. pp. 183–298.

17. Voronov B. A., Mirzekhanova Z. G., Shlotgauer S. D. Territory, economy, ecology (ecological and geographical approach to assessing and forecasting natural and economic situations in regions of new development). Khabarovsk: Publishing house IVEP FEB USSR Academy of Sciences, 1991. 48 p.

18. Zakharov V. M., Trofimov I. E. Assessment of biodiversity status: study of development stability. *News of the Russian Academy of Sciences. Biological series*. 2020, no. 2, pp. 115–123. DOI: 10.31857/S0002332920020125.

19. Vladimirov I. N. Geoinformation modeling of the ecological potential of Baikal Siberia. *Geoinformatics*. 2015, no. 3, pp. 12–18.

20. Lausch A., Herzog F. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: Issues of scale, resolution and interpretability. *Ecological Indicators*. 2002, Vol. 2, pp. 3–15. DOI: 10.1016/S1470-160X(02)00053-5.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Крюкова Мария Викторовна* — докт. биол. наук, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 680000, Хабаровск, Дикопольцева, д. 56, Россия, e-mail: flora@iver.as.khb.ru, <http://orcid.org/0000-0021-9387-0538>;

*Моторыкина Татьяна Николаевна* — канд. биол. наук, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 680000, Хабаровск, Дикопольцева, д. 56, Россия, e-mail: tanya-motorykina@yandex.ru, [http:// orcid.org/0000-0001-5044-8469](http://orcid.org/0000-0001-5044-8469);

*Антонова Любовь Алексеевна* — канд. биол. наук, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 680000, Хабаровск, Дикопольцева, д. 56, Россия, e-mail: levczik@yandex.ru, [http:// orcid.org/0000-0003-3059-3305](http://orcid.org/0000-0003-3059-3305);

*Ткачук Георгий Сергеевич* — инженер, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 680000, Хабаровск, Дикопольцева, д. 56, Россия, e-mail: aroprd9@gmail.com;

*Великий Александр Станиславович* — младший научный сотрудник, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 680000, Хабаровск, Дикопольцева, д. 56, Россия, e-mail: ernicne28@yandex.ru.

**Для контактов:** *Крюкова Мария Викторовна*, e-mail: flora@iver.as.khb.ru.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Kryukova M. V.*, Dr. Sci. (Biol.), Institute of the water and ecology problems FEB RAS, Khabarovsk, 680000, Russia, e-mail: flora@iver.as.khb.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1500-6993>;

*Motorykina T. N.*, Cand. Sci. (Biol.), Institute of the water and ecology problems FEB RAS, Khabarovsk, 680000, Russia, e-mail: tanya-motorykina@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5044-8469>;

*Antonova L. A.*, Cand. Sci. (Biol.), Institute of the water and ecology problems FEB RAS, Khabarovsk, 680000, Russia, e-mail: levczik@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3059-3305>;

*Tkachuk G. S.*, engineer, Institute of the water and ecology problems FEB RAS, Khabarovsk, 680000, Russia, e-mail: aroprd9@gmail.com;

*Velikii A. S.*, junior researcher, Institute of the water and ecology problems FEB RAS, Khabarovsk, 680000, Russia, e-mail: ernicne28@yandex.ru.

Получена редакцией 05.10.2023; получена после рецензии 24.10.2023; принята к печати 10.11.2023.

Received by the editors 05.10.2023; received after the review 24.10.2023; accepted for printing 10.11.2023.