

УДК 504.75:582.29 (571.63)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОТОПИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЛИШАЙНИКОВОГО ПОКРОВА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ (НА ПРИМЕРЕ МОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ)

Родникова И.М.

ФГБУН «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения  
Российской академии наук», Владивосток, e-mail: rodnikova\_ilona@mail.ru

В настоящей работе рассматривается изменение параметров, характеризующих состояние лишайникового покрова, в разных типах экотопов в зависимости от степени антропогенной нагрузки. В качестве модельной территории выбрано морское побережье южной части Приморского края. Для определения состояния лишайникового покрова учитывался видовой состав лишайников, проективное покрытие, соотношение редких и часто встречающихся видов, жизненное состояние. Лишайниковые сообщества рассматриваются в следующих основных типах экотопов на морском побережье: 1) валунно-галечные пляжи; 2) приморские скалы; 3) лесные сообщества – кора деревьев; 4) лесные сообщества – выходы скал; 5) травяно-кустарниковые сообщества. Во всех рассматриваемых экотопах при усилении антропогенного воздействия в лишайниковом покрове начинают преобладать виды с высокой частотой встречаемости, а доля редко встречающихся видов сокращается. В условиях отсутствия антропогенного влияния жизненное состояние лишайников соответствует 4–5 баллам. Увеличивающееся антропогенное воздействие ведёт к ухудшению жизненного состояния, которое проявляется в деформации слоевища, разрушении гимениального слоя апотециев, верхнего корового слоя. Высокий уровень антропогенного воздействия способствует снижению общего видового богатства. Выделены индикаторные виды наименьшего антропогенного воздействия в рассматриваемых типах экотопов. Валунно-галечные пляжи: *Dimelaena oreina*, виды родов *Aspicilia*, *Acarospora*, *Ramalina*, *Xanthoparmelia*. Приморские скалы: *Dimelaena oreina*, *Heterodermia boryi*, *Menegazzia terebrata*, виды родов *Ramalina*, *Acarospora*. Лесные сообщества – кора деревьев: виды из родов *Cetrelia*, *Anzia*, *Lobaria*, *Ramalina*, *Usnea*, *Menegazzia terebrata*, *Coccocarpia palmicola*, *Pyxine soreliata*, *Parmotrema reticulatum*. Лесные сообщества – выходы скал: *Dermatocarpon miniatum*, *Coccocarpia palmicola*, *Pannaria lurida*, *Pyxine soreliata*, *Parmotrema reticulatum* виды из родов *Lobaria*, *Collema*. Травяно-кустарниковые сообщества: виды родов *Ramalina*, *Cladonia*, *Stereocaulon*, *Xanthoparmelia*, *Pyxine soreliata*, *Parmotrema reticulatum*, *Evernia mesomorpha*. Использование при лишайноиндикационных исследованиях лишайников разных эколого-субстратных групп позволяет проводить оценку качества среды на территориях с различными природными условиями.

**Ключевые слова:** лишайноиндикация, антропогенное воздействие, видовое разнообразие, жизненное состояние, редкие виды

## APPLICATION OF HABITAT DIFFERENTIATION OF LICHEN COVER IN ENVIRONMENTAL MONITORING (A CASE STUDY ON THE COAST OF PRIMORSKY KRAI)

Rodnikova I.M.

Pacific geographical institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,  
Vladivostok, e-mail: rodnikova\_ilona@mail.ru

Changes of the parameters that characterize the condition of lichen cover in different habitat types depending on anthropogenic influence are considered in this paper. The sea coast of the southern part of Primorsky Krai was chosen as the model territory. The lichen species composition, projective cover, the ration of rare and common species, and vitality were investigated to determine the lichen cover condition. Lichen communities are considered in the following main habitat types on the sea coast: 1) boulder and pebble beaches; 2) coastal rocks; 3) forest communities on tree bark; 4) forest communities on rock outcrops; 5) grass and shrub communities. Increasing human impact resulted in prevalence of species with high frequency of occurrence and reduction of rare species in all the habitat types. In the absence of anthropogenic influence, the vitality of lichens corresponds to 4-5 points. The increasing anthropogenic impact leads to a decline of the lichen vitality, which is appeared in the thallus deformation, the destruction of the hymenial layer of the apothecia and upper cortex. A high level of anthropogenic impact caused a decrease of the total species richness. The indicator lichen species of the least anthropogenic impact in each habitat type are considered. Boulder and pebble beaches: *Dimelaena oreina*, species of the genera *Aspicilia*, *Acarospora*, *Ramalina*, *Xanthoparmelia*. Coastal rocks: *Dimelaena oreina*, *Heterodermia boryi*, *Menegazzia terebrata*, species of the genera *Ramalina*, *Acarospora*. Forest communities on tree bark: species from the genera *Cetrelia*, *Anzia*, *Lobaria*, *Ramalina*, *Usnea*, *Menegazzia terebrata*, *Coccocarpia palmicola*, *Pyxine soreliata*, *Parmotrema reticulatum*. Forest communities on rock outcrops: *Dermatocarpon miniatum*, *Coccocarpia palmicola*, *Pannaria lurida*, *Pyxine soreliata*, *Parmotrema reticulatum* species from the genera *Lobaria*, *Collema*. Grass and shrub communities: species of the genera *Ramalina*, *Cladonia*, *Stereocaulon*, *Xanthoparmelia*, *Pyxine soreliata*, *Parmotrema reticulatum*, *Evernia mesomorpha*. The use of different ecological and substrate lichen groups in lichenindication allows us to assess the quality of the environment in territories with different environmental conditions.

**Keywords:** lichenindication, anthropogenic impact, species diversity, vitality, rare species

В условиях глобального негативного влияния человеческой деятельности на природу разработка и совершенствование методов оценки состояния среды является важнейшей задачей в системе экологического контроля и рационального природопользования.

вания. Методы биоиндикации позволяют получить интегральную оценку состояния экосистем. Лишайники благодаря своей чувствительности к изменениям среды успешно используются в экологическом мониторинге уже более 100 лет [1]. В основном работы по применению лишайников в качестве биоиндикаторов сосредоточены на эпифитных лишайниках, т.е. растущих на коре деревьев [2–4]. Значительно меньше работ посвящено использованию лишайников других эколого-субстратных групп для выявления наличия и уровня антропогенного воздействия. Например, рассмотрено влияние пожаров на видовое разнообразие и функциональные характеристики эпилитного лишайникового покрова в травяных сообществах [5], эпилитные лишайники использованы для оценки воздушного загрязнения [6; 7]. В Приморском крае для оценки качества среды применяются методы лишайноиндикации с использованием лишайников, растущих на коре деревьев [8]. Это обусловлено расположением края в зоне хвойно-широколиственных лесов. В то же время разработка методов оценки качества среды с помощью лишайников разных эколого-субстратных групп позволяет применять методы лишайноиндикации на территориях, где отсутствует лесная растительность, а также предоставляет дополнительную информацию о состоянии и тенденциях изменения среды.

Цель настоящего исследования – выявить изменение параметров, характеризующих состояние лишайникового покрова, в разных типах экотопов в зависимости от степени антропогенной нагрузки.

В качестве модельной территории было выбрано морское побережье и островные территории южной части Приморского края. Побережье представлено как низменными участками прибрежных равнин, так и высоко поднятыми скалистыми образованиями. Берег сильно рассеченный, с многочисленными бухтами, заливами и далеко выступающими в море мысами и полуостровами. Растительность представлена дубовыми и полидоминантными широколиственными лесами, травяно-кустарниковыми и травяно-полукустарниковыми сообществами, петрофитными группировками на скалах. Район характеризуется разным уровнем антропогенной нагрузки: от малоизменённых сообществ на территории Дальневосточного морского биосферного природного заповедника до участков, находящихся на территории населённых пунктов.

## Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2010–2018 гг. на морском побережье Приморского края, расположенного на юге российского Дальнего Востока (рис.). Рассматриваемая территория характеризуется муссонным климатом. В среднем в течение года выпадает 724 мм осадков. Для района исследований характерны частые туманы. Среднегодовая температура составляет 5,6 °С [9].



*Расположение районов исследования на территории Приморского края*

В каждом типе местообитаний заложены пробные площадки размером 20x20 м. На каждой площадке описаны лишайниковые сообщества на разных субстратах. Фитоценологические показатели лишайников оценивались на площадках 20x20 см. Для определения состояния лишайникового покрова учитывался видовой состав лишайников, проективное покрытие, соотношение редких и часто встречающихся видов лишайников, жизненное состояние.

Для определения частоты встречаемости был рассчитан коэффициент встречаемости:  $R = a \times 100 / N$ , где  $R$  – коэффициент встречаемости,  $a$  – число площадок, на которых данный вид встречается,  $N$  – общее число площадок. Все виды лишайников были объединены в 4 группы согласно их встречаемости: 1 – единично встречающиеся виды (частота встречаемости менее 10%); 2 – редко встречающиеся виды (20–40%); 3 – часто встречающиеся виды (41–70%); 4 – очень часто встречающиеся виды (71–100%). Жизненное состояние лишайников оценивалось по 5-балльной шкале, разработанной для юга Дальнего Востока России [8]: 1 балл – слоевище полностью разрушено, 2 – повреждено более 50% слоевища, 3 – повреждено менее 50% слоевища, 4 – слоевище деформировано, 5 – повреждений и деформаций нет.

**Результаты исследования  
и их обсуждение**

В зависимости от влияния факторов среды, которые в наибольшей степени влияют на распределение лишайников (тип субстрата, увлажнение, степень экспонированности, прямое влияние морской воды), рассматриваются следующие основные типы экотопов на морском побережье: 1) валунно-галечные пляжи; 2) приморские скалы; 3) лесные сообщества – кора деревьев; 4) лесные сообщества – выходы скал; 5) травяно-кустарниковые сообщества [10]. В таблице приведены показатели состояния лишайникового покрова в рассматриваемых экотопах при разной степени антропогенной нагрузки (таблица). Основными антропогенными факторами на рассматриваемой территории являются низовые пожары, загрязнение воздуха, туризм.

Лишайниковые группировки на валунно-галечных пляжах характеризуются наиболее бедным видовым составом. Здесь развиваются эпилитные виды, предпочитающие открытые местообитания и выдерживающие воздействие соленой морской воды. При наименьшей степени антропогенной нагрузки лишайники поселяются на поверхности гальки и валунов, а также

на наносной почве между камнями. Выше уровня волнового воздействия развиваются только отдельные талломы накипных лишайников из родов *Aspicilia*, *Caloplaca*, а также небольшие талломы *Dimelaena oreina* (Ach.) Norman, сосудистые растения здесь отсутствуют. Дальше от уреза воды, ближе к почвенно-растительному комплексу появляются листоватые виды *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Hale, *X. hirosakiensis* (Gyeln.) Kurok., *X. somloensis* (Gyeln.) Hale, *Xanthoria elegans* (Link) Th. Fr., *Polyozosia straminea* (Ach.) S.Y. Kondr., L. Lökös & Farkas, виды родов *Acarospora*, *Ramalina*. На наносной почве между камнями могут развиваться виды из родов *Cladonia*, *Stereocaulon*. Здесь же присутствуют несомкнутые группировки сосудистых растений. Жизненное состояние лишайников в этом экотопе составляет 4–5 баллов при наименьшей степени антропогенного воздействия. В условиях средней степени антропогенной нагрузки в результате вытаптывания уменьшается проективное покрытие лишайников, снижается видовое разнообразие. В первую очередь исчезают кустистые виды родов *Ramalina*, *Stereocaulon*. На участках с наиболее сильной антропогенной нагрузкой лишайниковый покров полностью отсутствует.

Показатели состояния лишайникового покрова в разных типах местообитаний в условиях разного уровня антропогенного влияния

Местообитание	Видовое разнообразие*	Проективное покрытие*	Жизненное состояние*	Виды-индикаторы наименьшего антропогенного влияния
Валунно-галечные пляжи	$\frac{7}{0}$	$\frac{85\%}{0}$	4–5	<i>Dimelaena oreina</i> , виды родов <i>Aspicilia</i> , <i>Acarospora</i> , <i>Ramalina</i> , <i>Xanthoparmelia</i>
Приморские скалы	$\frac{25}{7}$	$\frac{79\%}{23\%}$	$\frac{4-5}{3}$	<i>Dimelaena oreina</i> , <i>Heterodermia boryi</i> , <i>Menegazzia terebrata</i> , виды родов <i>Ramalina</i> , <i>Acarospora</i>
Лесные сообщества – кора деревьев	$\frac{27}{5}$	$\frac{82\%}{8\%}$	$\frac{3-5}{2-4}$	Виды из родов <i>Cetrelia</i> , <i>Anzia</i> , <i>Lobaria</i> , <i>Ramalina</i> , <i>Usnea</i> , <i>Menegazzia terebrata</i> , <i>Coccocarpia palmicola</i> (Spreng.) Arv. & D.J. Galloway, <i>Pyxine sorediata</i> (Ach.) Mont., <i>Parmotrema reticulatum</i>
Лесные сообщества – выходы скал	$\frac{17}{4}$	$\frac{76\%}{7\%}$	$\frac{4-5}{3}$	<i>Dermatocarpon miniatum</i> , <i>Coccocarpia palmicola</i> , <i>Pannaria lurida</i> (Mont.) Nyl., <i>Pyxine sorediata</i> , <i>Parmotrema reticulatum</i> виды из родов <i>Lobaria</i> , <i>Collema</i>
Травяно-кустарниковые сообщества	$\frac{19}{5}$	$\frac{63\%}{5\%}$	$\frac{4-5}{2-3}$	Виды родов <i>Ramalina</i> , <i>Cladonia</i> , <i>Stereocaulon</i> , <i>Xanthoparmelia</i> , <i>Pyxine sorediata</i> , <i>Parmotrema reticulatum</i> , <i>Evernia mesomorpha</i>

\* П р и м е ч а н и е: в числителе приводятся средние значения в описании для наименьшего антропогенного влияния, в знаменателе – средние значения в описании для сильного антропогенного влияния.

Лишайниковые сообщества приморских скал наиболее богаты в видовом отношении. Это объясняется наличием разных субстратов и переходом на скалы видов с растущих рядом деревьев. В условиях наименьшей антропогенной нагрузки лишайники развиваются на поверхности скал и на первичной почве поверх скал. Доминируют лишайники *Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy, *Anaptychia isidiza* Kurok., *Polyblastidium hypoleucum* (Ach.) Kalb, *Lecanora campestris* (Schaer.) Hue, *Diplotomma alboatrum* (Hoffm.) Flot., виды рода *Ramalina*. Встречаются *Dimelaena oreina*, *Diploicia canescens* (Dicks.) A. Massal., *Lecanora dispersa* и др. В этих сообществах встречаются охраняемые на федеральном\* и региональном\*\* [11] уровнях лишайники *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale\*, *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) A. Massal.\* \*\*, *Pyxine soorediata*\* \*\*, *Parmotrema reticulatum* (Taylor) M. Choisy\*, *Leucodermia boryi* (Fée) Kalb\*, *Punctelia rudecta* (Ach.) Krog\* \*\*, *Teloschistes flavicans* (Sw.) Norman\* \*\*. Лишайники в данном типе сообществ составляют от 20 до 80%. Под влиянием антропогенных факторов наблюдается уменьшение видового разнообразия лишайников. В первую очередь исчезают узкоспециализированные эпилитные виды, например такие, как *Dimelaena oreina*, *Polyozosia straminea*, *Ramalina subbreveuscula* Asahina, *R. rjabuschinskii* Savicz, их замещают виды с широкой экологической амплитудой, например *Anaptychia isidiza*, *Phaeophyscia hispidula* (Ach.) Essl., *Myelochroa aurulenta* (Tuck.) Elix & Hale. Проективное покрытие лишайников сокращается. В условиях сильной антропогенной нагрузки здесь остаются только широко распространенные, устойчивые к разным экологическим условиям виды. При возростании антропогенного воздействия жизненное состояние снижается до 3 баллов.

На побережье преобладают леса из дуба монгольского, а также липы амурской, ясени носолистного, граба сердцелистного, кленов, аралии высокой и др. При наименьшем антропогенном воздействии лишайники в этих сообществах развиваются на коре деревьев, а также на выходах скал под кронами деревьев. На коре деревьев преобладают широко распространенные на побережье лишайники *Anaptychia isidiza*, *Myelochroa aurulenta*, *M. subaurulenta* (Nyl.) Elix & Hale, *Parmotrema perlatum*, *Parmelia saxatilis* (L.) Ach., *Phaeophyscia hirtuosa* (Kremp.) Essl., *Ph. hispidula*, *Gyalolechia flavorubescens*

(Huds.) Søchting, Frödén & Arup, *Lecidella euphorea* (Flörke) Kremp. и др. В лесных сообществах встречаются редкие охраняемые виды лишайников: *Anzia colpodis* (Ach.) Stizenb.\* \*\*, *Menegazzia terebrata*\* \*\*, *Pyxine soorediata*\* \*\*, *Parmotrema reticulatum*\* \*\*. Проективное покрытие на стволах деревьев может достигать 100%. Усиление антропогенного влияния приводит к обеднению видового разнообразия лишайников, уменьшению проективного покрытия, исчезновению редких видов. В лишайниковом покрове преобладают виды с широкой экологической амплитудой. Снижается доля редких видов. Жизненное состояние в наиболее сильно трансформированных условиях может снижаться до 2 баллов. Под действием антропогенных факторов происходит разрушение верхнего корового слоя талломов лишайников, разрушение гимениального слоя апотециев, меняется цвет талломов.

В лишайниковых сообществах на выходах скал в лесах доминируют те же виды, что и на коре деревьев: *Myelochroa aurulenta*, *M. subaurulenta*, *Phaeophyscia hispidula*, *Ph. rubropulchra* (Degel.) Moberg, *Anaptychia isidiza*. Но также на каменистом субстрате в лесу встречаются и эпилитные виды, например *Dermatocarpon miniatum* (L.) W. Mann, *Porpidia albocaerulescens* (Wulfen) Hertel & Knoph, *Xanthoparmelia somloensis*. Покрытие лишайников при наименьшей степени антропогенного влияния может составлять 100%. При усилении антропогенного вмешательства уменьшается количество видов, проективное покрытие, лишайники несут следы угнетения. Исчезают редкие виды, в сообществах начинают преобладать виды с широкой экологической амплитудой. Жизненное состояние лишайников под действием антропогенных факторов составляет 3 балла.

Травяно-кустарниковые и травяно-полукустарниковые сообщества сложены полынками Гмелина и побережной, китагавией прибрежной, гвоздикой китайской, осотом песчаным, очитком прибрежным, шиповником морщинистым, колосняком мягким, тростником австралийским, гетеропаппусом скально-приморским и др. В условиях наименьшего антропогенного влияния лишайники здесь развиваются на коре кустарников и полукустарников, на камнях и почве. На коре преобладают накипные виды лишайников *Lecanora symmicta* (Ach.) Ach., *Rinodina archaea* (Ach.) Arnold, *Parvoplaca suspiciosa* (Nyl.) Arup, Søchting & Frödén,

*Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach., встречаются листоватые *Physciella denigrata* (Hue) Essl., *Myelochroa aurulenta*, *Phaeophyscia hirtousa*. Реже отмечены кустистые виды *Ramalina dilacerata* (Hoffm.) Hoffm., *R. roesleri* (Schaer.) Nyl. На выступах камней доминируют лишайники *Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog, *Myelochroa aurulenta*, *Parmotrema perlatum*, *Pertusaria subobductans* Nyl., *Lepora submultipuncta* (Nyl.) Q. Ren, *Physcia caesia* (Hoffm.) Fürnr., *Xanthoparmelia hirosakiensis*. На почве развиваются виды родов *Cladonia*, *Stereocaulon*, *Evernia mesomorpha* Nyl., *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale, *Myelochroa aurulenta*. В кустарниково-травяных и полукустарниково-травяных сообществах встречаются охраняемые виды лишайников *Pухine sorediata*\*, *Parmotrema reticulatum*\*. Покрытие лишайников составляет до 60% на коре кустарников и полукустарников и до 80% на камнях. При усилении антропогенного влияния на коре кустарников исчезают кустистые и листоватые виды, жизненное состояние снижается до 2–3 баллов. Под влиянием пожаров лишайники в данном экотопе могут полностью уничтожаться.

### Заключение

Использование при лишайноиндикационных исследованиях лишайников разных эколого-субстратных групп позволяет проводить оценку качества среды на территориях с различными природными условиями. Сравнение данных, полученных при проведении лишайноиндикационных исследований, с показателями состояния сообществ в разных экотопах при наименьшей антропогенной нагрузке позволяет выявить степень трансформации сообществ. Во всех рассматриваемых экотопах при усилении антропогенного воздействия в лишайниковом покрове начинают преобладать виды с высокой частотой встречаемости, а доля редко встречающихся видов сокращается. В условиях отсутствия антропогенного влияния жизненное состояние лишайников соответствует 4–5 баллам. Увеличивающееся антропогенное воздействие ведёт к ухудшению жизненного состояния, кото-

рое проявляется в деформации слоевища, разрушении гимениального слоя апотециев, верхнего корового слоя. Высокий уровень антропогенного воздействия ведёт к снижению общего видового богатства.

### Список литературы / References

1. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Научный мир, 2002. 336 с.
2. Byazrov L.G. Lichens in ecological monitoring. Moscow: Nauchnyy mir, 2002. 336 p. (in Russian).
3. Giordani P., Brunialti G., Calderisi M., Malaspina P., Frati L. Beta diversity and similarity of lichen communities as a sign of the times. *The Lichenologist*. 2018. vol. 50. No. 3. P. 371–383. DOI: 10.1017/S0024282918000221.
4. Giordani P., Brunialti G., Bacaro G., Nascimbene J. Functional traits of epiphytic lichens as potential indicators of environmental conditions in forest ecosystems. *Ecological Indicators*. 2012. No. 18. P. 413–420. DOI: 10.1016/j.ecolind.2011.12.006.
5. Matos P., Geiser L., Hardman A., Glavich D., Pinho P., Nunes A., Soares A.M.V.M., Branquinho C. Tracking global change using lichen diversity: towards a global-scale ecological indicator. *Methods in Ecology and Evolution*. 2017. No. 8. P. 788–798. DOI: 10.1111/2041-210X.12712.
6. Giordani P., Rizzi G., Caselli A., Modenesi P., Malaspina P., Mariotti M.G. Fire affects the functional diversity of epilithic lichen communities. *Fungal ecology*. 2016. vol. 20. P. 49–55. DOI: 10.1016/j.funeco.2015.11.003.
7. Essilmi M., Loudiki M., El Gharmali A. Study of the lichens of the Moroccan Atlantic coast Safi-Essaouira: bioindication of air quality and limiting factors. *Applied ecology and environmental research*. 2019. no 2. P. 4305–4323. DOI: 10.15666/aer/1702\_43054323.
8. Matwiejuk A., Chojnowska P. Lichens as indicators of air pollution in Lomza. *Steciana*. 2016. No. 2. P. 63–72. DOI: 10.12657/steciana.020.008.
9. Скирина И.Ф., Коженкова С.И., Родникова И.М. Эпифитные лишайники Приморского края и использование их в экологическом мониторинге. Владивосток: Дальнаука, 2010. 150 с.
10. Skirina I.F., Kozhenkova S.I., Rodnikova I.M. Epiphytic lichens of Primorsky kray and their application in environmental monitoring. *Vladivostok: Dalnauka*, 2010. 150 p. (in Russian).
11. Climate-data.org. [Electronic resource]. URL: <https://en.climate-data.org/asia/russian-federation/primorsky-krai/vladivostok-457/> (date of access: 20.08.2020).
12. Rodnikova I.M. Effect of environmental conditions on morphological, ecological and geographic characteristics of lichens in coastal habitats. *Russian journal of ecology*. 2012. No. 2. P. 97–100. DOI: 10.1134/S1067413612020117.
13. Скирина И.Ф., Родникова И.М., Скирин Ф.В. Лишайники Дальневосточного морского заповедника, включённые в Красные книги России и Приморского края // *Biodiversity and environment of Far East reserves*. 2015. № 3. С. 125–141.
14. Skirina I.F., Rodnikova I.M., Skirin F.V. Lichens of Far Eastern State Marine reserve included in Red Books of Russia and Primorskii Krai // *Biodiversity and environment of Far East reserves*. 2015. № 3. P. 125–141 (in Russian).