

С.А. ХОЛБОВА*, Д.В. КОБЫЛКИН**

*Бурятский государственный университет,
670000, Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а, Россия, kholboeva@mail.ru

**Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, agrebrandt@inbox.ru

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮГО-ЗАПАДНЫХ ПРЕДГОРИЙ МАЛХАНСКОГО ХРЕБТА (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

*Представлены результаты исследования пространственной структуры растительности предгорий Малханского хребта (Кяхтинский район Республики Бурятия). На основе многолетних полевых исследований в сочетании с методами дистанционного зондирования была составлена карта растительности модельного участка в масштабе 1:12 500 с выделением гомогенных и гетерогенных единиц ландшафтно-топологического уровня. Установлено, что для юго-восточных предгорий Малханского хребта характерны горные экспозиционные лесостепи, в которых сосновые леса, кустарниковые заросли и степные сообщества разного состава формируют сложную пространственную структуру растительности. Сосновые травяные леса образуют макрокомбинации с березовыми спирейно-разнотравными лесами на теневых и полутеневых склонах отрогов. Склоны южных экспозиций имеют более сложную структуру растительности, здесь выделен экологический ряд литотопологического генезиса соответственно уровням катены. Специфику территории исследования составляют сообщества абрикоса сибирского (*Armeniaca sibirica*), занимающие наиболее теплые местообитания в ландшафте на транзитных позициях. На шлейфовых участках и днище распада описаны гомогенные фитоценозы дерновинно-злаковых и разнотравных степей, а также комплексы корневищнозлаковых и твердоватоосоковых степей. Установлено, что пространственная структура растительности предгорий Малханского хребта отражает его рубежную роль в формировании современных ареалов видов растений. Выявлено, что в условиях с особым микроклиматом, сформированных на южных предгорьях Малханского хребта, сохранились рефугиальные участки с высокой концентрацией дауро-манчжурских и восточноазиатских видов растений.*

Ключевые слова: территориальные единицы растительного покрова, геоботаническое картографирование, пространственная организация растительности, фитоценохоры, данные дистанционного зондирования, горы Южной Сибири.

S.A. KHOLBOEVA*, D.V. KOBYLKIN**

*Banzarov Buryat State University,
670000, Ulan-Ude, ul. Smolina, 24a, Russia, kholboeva@mail.ru

**V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, agrebrandt@inbox.ru

SPATIAL STRUCTURE OF VEGETATION IN THE SOUTHWESTERN FOOTHILLS OF THE MALKHAN RIDGE (REPUBLIC OF BURYATIA)

*Presented are the results from studying the spatial structure of vegetation in the foothills of the Malkhan Ridge (Kyakhta district of the Republic of Buryatia). On the basis of long-term field studies in combination with remote sensing methods, a vegetation map of the model site was compiled at a scale of 1:12 500 by highlighting homogeneous and heterogeneous units of landscape-topological level. It was found that the southwestern foothills of the Malkhan Range are characterized by mountainous expositional forest-steppes in which pine forests, shrub thickets and steppe communities of different composition form a complex spatial structure of vegetation. Pine herbaceous forests form macrocombinations with birch spirea-grass forests on shady and semi-shady slopes of spurs. The slopes of southern exposures have a more complex vegetation structure; here, an ecological series of litho-topological genesis is distinguished according to the catena levels. The specificity of the study area is formed by communities of Siberian apricot (*Armeniaca sibirica*), occupying the warmest habitats in the landscape at transit positions. Homogeneous phytocenoses of sod-grass (and forbs) steppes, and also complexes of rhizomatous-grass (and hard-sedge) steppes were described for the rear parts and the bottom of the creek valley. It is established that the spatial structure of vegetation of the foothills of the Malkhan Ridge reflects its boundary role in the formation of modern habitats of plant species. It is revealed that*

in the conditions with special microclimate formed on the southern foothills of the Malkhan Ridge, refugial areas with high concentration of Dauro-Manchurian and East Asian plant species have persisted.

Keywords: territorial units of vegetation cover, geobotanical mapping, spatial organization of vegetation, phytocenochors, remote sensing data, mountains of South Siberia.

ВВЕДЕНИЕ

Традиции изучения пространственной структуры растительного покрова были заложены в классических трудах В.Б. Сочавы [1], Т.И. Исаченко [2], З.В. Карамышевой [3] и продолжены А.Е. Катениным [4], С.С. Холодом [5], А.Ю. Королюком [6] и другими исследователями. Разработанные авторами подходы к классификации фитоценозов отличаются разнообразием, при этом главной основой для выделения территориальных единиц служат элементы рельефа разного уровня. Особой сложностью пространственной организации растительности характеризуются экосистемы горных лесостепей, что отмечается в трудах Б.Б. Намзалова [7–9] и подтверждается крупномасштабным картографированием модельных участков на территории Южной Сибири. Актуальным направлением исследований является анализ соотношения территориальных единиц разного ранга и их генезиса в разных секторах гор Южной Сибири. Так, разнообразие типов структур и комбинаций экспозиционной лесостепи было изучено в Западном Забайкалье в Баргузинской и Тункинской котловинах, в долине р. Джиды [10–12]. Данная статья продолжает тематику исследований и посвящена изучению пространственной структуры растительности юго-западных предгорий Малханского хребта.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ

Малханский хребет, относящийся к южной части Селенгинского среднегорья, представляет собой сочетание плоских вершин, основных гребневых линий, ориентированных с юго-запада на северо-восток, пологих и средних по крутизне склонов [13]. Макросклоны плавно переходят к плоским долинам притоков р. Чикой и умеренно моделированы склоново-эрозионными процессами. Растительность Малаханского хребта представлена горно-таежными лесами в сочетании со степями, что соответствует положению в лесостепной зоне. Согласно ботанико-географическому районированию [14], территория относится к Хангайско-Даурской горно-лесостепной провинции. Лесная растительность представлена светлехвойными лесами (сосновыми и лиственничными с небольшим участием кедровых формаций), вторичными мелколиственными лесами [15]. Также на пологих южных склонах и на днищах распадков встречаются редкостойные ильмовники (ильм приземистый (*Ulmus pumila*)). По долинам рек широкое развитие получили луга. Степные участки располагаются на склонах солнечных экспозиций, переходя на полутеневые.

В ходе исследования был выбран репрезентативный участок, расположенный в долине правого притока р. Чикой — р. Тамир. Данный участок обладает яркими чертами растительного покрова, характерного для южных предгорий Малханского хребта (см. рисунок).

Полевые исследования проводились на протяжении нескольких полевых сезонов (1998, 2015, 2017, 2018 гг.). Было собрано более 500 листов гербария высших сосудистых растений, выполнено 43 геоботанических описания в пределах модельного участка одновременно с выявлением пространственной неоднородности растительного покрова.

Модельный участок выбран в местности Подзвонкая в 7 км к югу от с. Тамир в Кяхтинском районе Республики Бурятия на юго-западном макросклоне Малханского хребта. Абсолютные высоты местности колеблются в пределах от 752 до 981 м над ур. моря в пределах горно-степного пояса.

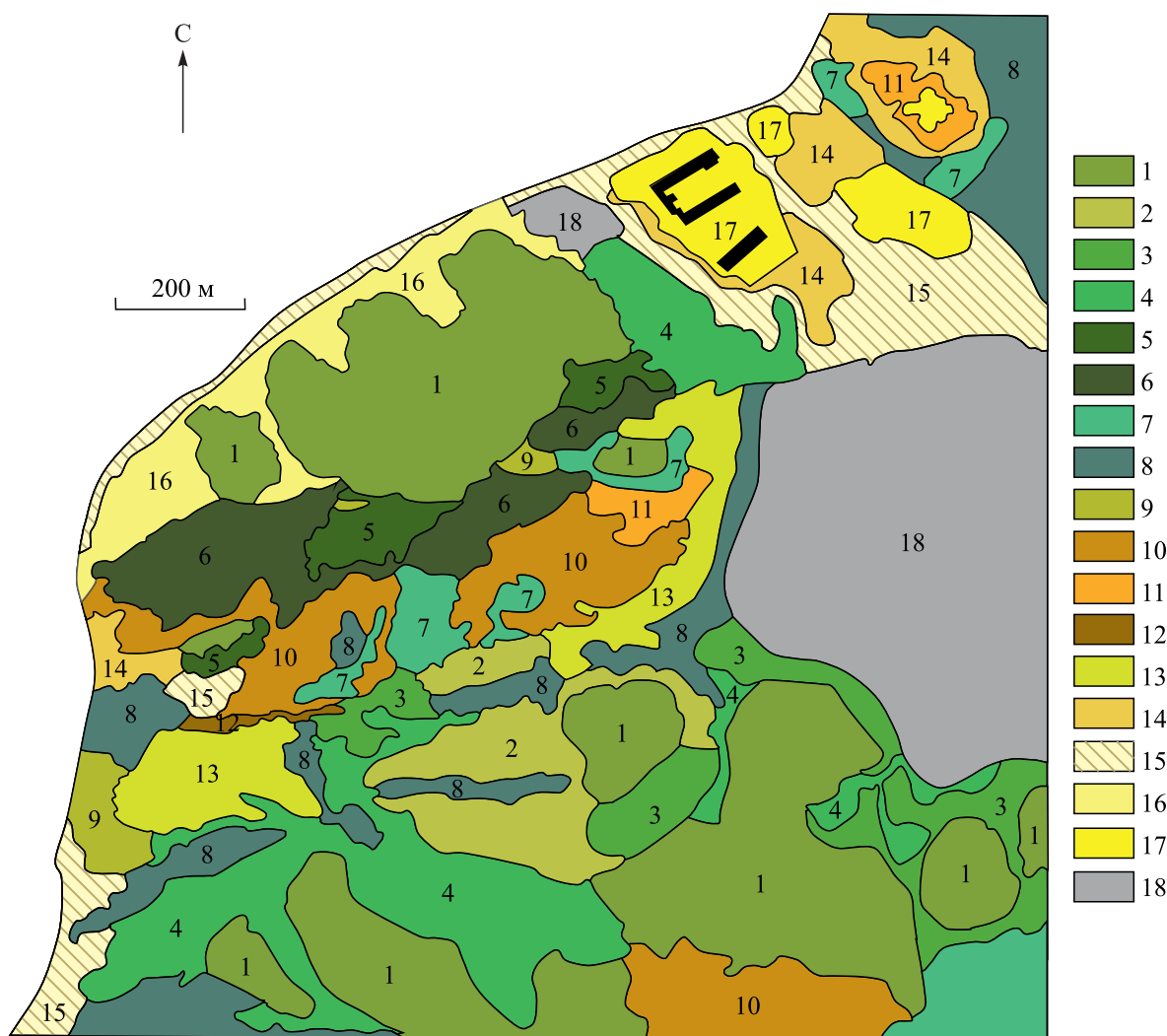
Для изучения пространственной структуры растительного покрова использовались разновременные космические снимки Landsat 1-5 MSS, 4-5 TM, 7 ETM+, 8 OLI с периодом съемки с 2011 до 2020 г. При составлении карты растительности активно применялись методы экспертного анализа космической и аэрофотосъемки, автоматическая классификация (ISODATA, ECHO и др.), проведенная в программном комплексе ENVI 4.8, в сочетании с полевыми исследованиями, проведенными в 2015 и в 2022 гг. В результате была составлена карта растительности масштаба 1:12 500.

Разработка легенды проведена согласно принципам геоботанического картографирования В.Б. Сочавы [16], Т.И. Исаченко [2] с выделением при крупномасштабном картографировании гомогенных и гетерогенных единиц растительного покрова топологического уровня. В качестве гомогенных единиц приняты ассоциации эколого-морфологической классификации. В качестве гетерогенных единиц

выделены макро-, мезо- и микрокомбинации [16–18]. Ведущими факторами организации территориальных единиц растительного покрова на рассматриваемых уровнях размерности являются геоморфологические условия мезо- и микрорельефа, дополненные флювиогенными и фитогенными факторами. Поскольку территория исследования издавна населена, нижние части склонов и выровненные поверхности должны были длительное время испытывать значительные антропогенные нагрузки. Пространственная структура растительности рассматривалась на модельном участке без учета луговых ценозов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате исследования была разработана легенда крупномасштабной карты репрезентативного участка (см. рисунок). Анализ пространственного распределения растительного покрова позволяет выявить основные закономерности распределения растительного покрова изучаемой территории. Характерной чертой являются макрокомбинации на макросклонах отрога: сочетания сосновых лесов разного состава на склонах теневой экспозиции, степей на солнечной экспозиции и днище распадка, кустарниковых зарослей на склоне исключительно южной ориентации.



Карта растительности урочища Подзвонкая.

1–18 — см. легенду.

Легенда к карте «Растительность урочища Подзвонкая»

I. Леса гемибореальные травяные

Сосновые травяные леса на теневых и полутеневых склонах

1. Сосновый кизильниковый разнотравный лес (сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), кизильник черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus*), василистник простой (*Thalictrum simplex*), горошек жилковатый (*Vicia nervata*)).
2. Сосновый бедноразнотравный лес (гарь 2 года) (сосна обыкновенная, осока стоповидная (*Carex pediformis*), рапонтикум одноцветковый (*Stemmacantha uniflora*)).

Мелколиственные травяные леса на теневых склонах

(береза плосколистная (*Betula platyphylla*))

3. Березовый спирейный-разнотравный лес (береза плосколистная, спирея средняя (*Spiraea media*), горошек приятный (*Vicia amoena*), василистник простой, кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*)).

II. Кустарниковая растительность

Кустарниковые сообщества на шлейфах теневых склонов

4. Кустарниковые разнотравные сообщества (курильский чай мелколистный (*Pentaphylloides parvifolia*), кизильник черноплодный, спирея водосборолистная (*Spiraea aquilegofolia*), стеллера карликовая (*Stellera chamaejasme*), подмаренник настоящий (*Galium verum*), овсец Шелля (*Helictotrichon schellianum*)).

Кустарниковые сообщества на крутых каменистых склонах

южной и юго-западной экспозиции

5. Абрикосник спирейный разнотравный (абрикос сибирский (*Armeniaca sibirica*), спирея водосборолистная, полынь замещающая (*Artemisia commutata*), хвойник односемянный (*Ephedra monosperma*), василистник вонючий (*Thalictrum foetidum*)).
6. Абрикосник гмелинополюнный (абрикос сибирский, полынь Гмелина (*Artemisia gmelinii*), хамеродос прямостоячий (*Chamaerhodos erecta*), нителлистник сибирский (*Filifolium sibiricum*), полынь замещающая).

Кустарниковые сообщества на шлейфах южной и юго-западной экспозиции

7. Сочетание спирейника разнотравного (спирея водосборолистная, мятлик кистевидный (*Poa botryoides*), прострел Турчанинова (*Pulsatilla turczaninovi*), лилия карликовая (*Lilium pumilum*), хамеродос прямостоячий) и разнотравно-стоповидно-осоковых лугово-степных сообществ (лапчатка пижмолистная (*Potentilla tanacetifolia*), осока стоповидная, житняк гребенчатый (*Agropyron cristatum*)).
8. Караганник мятlikово-разнотравный (карагана карликовая (*Caragana pygmaea*), мятлик кистевидный, лапчатка бесстебельная (*Potentilla acaulis*), тимьян монгольский (*Thymus mongolicus*), змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa*)).

III. Степная растительность

Петрофитные степи на скальных выступах

9. Пионерные группировки (селагинелла кроваво-красная (*Selaginella sanguinolenta*), горноколосник колючий (*Orostachys spinosa*), карагана карликовая, качим Патрэна (*Gypsophila patrinii*), лук двузубый (*Allium bidentatum*)).

Дерновинно-злаковые степи на шлейфе склона южной экспозиции

10. Разнотравно-стеллерово-мятlikовая степь (мятлик кистевидный, стеллера карликовая, прострел Турчанинова, бурачок обратнойцевидный (*Alyssum obovatum*)).
11. Холоднополюнно-крыловоковыльная степь (ковыль Крылова (*Stipa krylovii*), полынь холодная (*Artemisia frigida*), лапчатка бесстебельная).
12. Горноколосниково-леспедецево-тонконоговая (тонконог жестколистый (*Koeleria cristata*), леспедеца ситниковая (*Lespedeza juncea*), горноколосник колючий).

Луговые степи на днище распадка

13. Разнотравно-стеллеровая степь (стеллера карликовая, тонконог жестколистый, нителлистник сибирский (*Filifolium sibiricum*), осока стоповидная).
14. Твердоватоосоковые (осока твердоватая (*Carex duriuscula*), мятлик кистевидный) степи.
15. Комплекс твердоватоосоковых (осока твердоватая, мятлик кистевидный, лук ветвистый (*Allium ramosum*)) и вострецовых степей (колосняк китайский (*Leymus chinensis*), осока твердоватая, мятлик кистевидный).
16. Стоповидноосоковые степи (осока стоповидная, стеллера карликовая, цимбария даурская (*Cymbaria daurica*)).

IV. Рудеральные сообщества и агроценозы

17. Полынно-крапивные (крапива коноплевая (*Urtica cannabina*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*)) сообщества.
18. Агроценозы (посевы сельскохозяйственных культур на пашне).

Характерной чертой участка являются макрокомбинации на макросклонах отрога: сочетания сосновых лесов разного состава на склонах теневой экспозиции, степей на солнечной экспозиции и днище распадка, кустарниковых зарослей на склоне исключительно южной ориентации.

На южном макросклоне можно выделить экологический ряд растительных сообществ литотопологического генезиса, сформированный на разных уровнях катены. Верхний гипсометрический уровень занимают пионерные группировки несформированной растительности на скальных выступах с гоноколосником колючим и плаунком кроваво-красным.

На транзитной части склона на крутых (до 30°) склонах с выходами отдельных скал описаны сообщества абрикоса сибирского (абрикосники гмелинополынные, абрикосники беднотравные). Это наиболее яркие и уникальные элементы изучаемого участка, как в растительном покрове, так и в ландшафте в целом (контуры 5, 6 легенды). Абрикос сибирский — кустарник, относящийся к реликтовому флороценотипу листопадной миоцен-плиоценовой флоры [19], в пределах Южной Бурятии находится на северной границе ареала. Окрестности с. Тамир — одно из немногочисленных местобитаний вида в регионе [20]. По данным Е.В. Бухаровой, наибольшие показатели сомкнутости крон, обилия и жизненности абрикоса характерны именно для транзитных участков склонов [20].

В ложбинах стока глубиной до 0,5 м и шириной до 2 м, начинающихся со средней части склона и доходящих до центральной части днища, развиты кустарниковые заросли, в которых абрикос сибирский содоминирует с другими кустарниками — спиреей водосборолистной и смородиной красивой (*Ribes pulchellum*). Также здесь произрастают кизильник черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus*), единично встречается жостер краснодревесный (*Rhamnus erythroxylon*). Между куртинами кустарников развито степное разнотравье. Анализ флоры данного модельного участка показал более широкое по сравнению со степями Южной Бурятии участие восточноазиатских и дауро-манчжурских видов [21]. В целом именно такие, защищенные от ветра хребтом субширотного простираения и наиболее прогреваемые на крутых южных склонах, урочища Малханского, а также ряда соседних хребтов Селенгинского среднегорья (Боргойского, Джидинского) стали компактными рефугиумами, в которых на северной границе современного ареала произрастают виды, в значительной степени имеющие черты влияния дауро-манчжурского сектора степей Центральной Азии. Так, здесь отмечены восточноазиатские виды: серобородник сибирский (*Spodiopogon sibiricus*), стеллера карликовая, пикнотельма метельчатая (*Pycnostelma paniculata*), леспедеца ситниковая (*Lespedeza juncea*), леспедеца даурская (*L. davurica*), марена сердцелистная (*Rubia cordifolia*); дауро-манчжурские: купена сибирская (*Polygonatum sibiricum*), смородина красивая, касатик Ивановой (*Iris ivanovae*); центрально-азиатские: курильский чай мелколистный, орехокрыльник монгольский (*Caryopteris mongholica*) (последний вид произрастает вне границ модельного участка, но также в предгорьях Малханского хребта на склонах Кударинского отрога).

На аккумулятивной части склона описаны сложные комплексы кустарниковых степей с доминированием горно-степных видов спиреи водосборолистной и караганы карликовой (спирейные разнотравные, карагановые разнотравные, спирейные мятликовые на щебнисто-каменистых участках) с мятликовыми, тонконоговыми степями на мелкоземистых участках конусов выноса.

Днище распада также имеет сложный рельеф, сформированный в результате эрозионно-аккумулятивных процессов. Большую часть занимает пологонаклонная расчлененная оврагами поверхность с падением на запад, покрытая разнотравно-стеллеровыми луговыми степями с единичными соснами и ильмами. Они образуют сочетание с растительностью ложбин временного стока с разнотравно-кустарниковыми степями. На переходе к южному склону имеются участки комплексной растительности: твердоватоосоковые и вострецовые (колосняк китайский (*Leymus chinensis*)) степи. На переходе к северному склону описаны мятликово-разнотравные луговые степи с василистником простым (*Thalictrum simplex*), мятликом кистевидным и курильским чаем (пятилистником) мелколистным. Последний представляет собой центральноазиатский вид, наряду со многими видами данной флоры находится на северных рубежах своего распространения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом растительность юго-западных предгорий Малханского хребта представляет собой сложное сочетание горно-таежных лесов и степей, что соответствует положению в лесостепной зоне, где основную роль в их распределении растительности играет положение в рельефе и экспозиция склонов. Наиболее выположенные участки довольно сильно изменены хозяйственной деятельностью. Исходя из анализа степной флоры модельного участка выделяется большее участие относительно теплолюбивых восточноазиатских и дауро-манчжурских видов, в сравнении со степями Южной Бурятии. Кулисообразное по отношению к основным ветровым потокам и субширотное простираение основных орографических элементов хребта создают условия для формирования особых микроклиматических условий. На более теплообеспеченных местообитаниях сохраняются рефугиальные участки с высокой концентрацией дауро-манчжурских и восточноазиатских видов растений, находящихся на северо-восточных пределах распространения.

В процессе своего развития растительный покров в течение позднеплейстоценового и голоценового времени в зависимости от климатической стадии неоднократно испытывал флуктуации, связанные с перемещением высотных границ горных поясов и, соответственно, с изменением пространственной структуры распределения растительности.

Работа выполнена за счет средств государственного задания Института географии им. В.Б. Сочавы (AAAA-A21-121012190059-5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сочава В.Б. Растительные сообщества и динамика природных систем // Доклады Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. — 1968. — Вып. 20. — С. 12–22.
2. Исаченко Т.И. Сложение растительного покрова и картографирование // Геоботаническое картографирование. — Л.: Наука, 1969. — С. 20–32.
3. Карамышева З.В., Банзрагч Д. Растительность хребта Хан-Хухийн-Ула и южной части Убсунурской впадины // Структура и динамика основных экосистем МНР (БРПУ МНР. Т.8). — Л.: Наука, 1976. — С. 99–124.
4. Катенин А.Е. Классификация неоднородных территориальных единиц растительного покрова на примере растительности тундровой зоны // Ботанич. журн. — 1988. — Т. 73, № 2. — С. 186–197.
5. Холод С.С. Опыт анализа крупномасштабной геоботанической карты // Геоботаническое картографирование. — 1988. — С. 28–38.
6. Королук А.Ю. Классификация территориальных единиц растительности равнинных территорий для целей создания геоинформационной системы «Растительность Сибири» // Геоботаническое картографирование. — 1997. — С. 3–13.
7. Намзалов Б.Б. Горная лесостепь Южной Сибири — ландшафтный феномен Центральной Азии // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока (Чтения памяти Л.М. Черепнина). — Красноярск: Изд-во Красноярск. пед. ун-та, 1996. — С. 215–217.
8. Намзалов Б.Б. Опыт крупномасштабного картирования растительности гор Юго-Восточного Алтая // Геоботаническое картографирование. — 1992. — С. 46–63.
9. Намзалов Б.Б., Холбоева С.А., Королук А.Ю., Басхаева Т.Г., Цыренова М.Г., Монгуш А.М. Особенности структуры лесостепи в экотонной зоне Южной Сибири и Центральной Азии // Аридные экосистемы. — 2012. — Т. 18, № 2 (51). — С. 17–27.
10. Намзалов Б.Б., Басхаева Т.Г. Пространственная организация растительности горной лесостепи Баргузинской котловины (Северное Прибайкалье) // Turczaninowia. — 2018. — Т. 21, № 1. — С. 52–65.
11. Холбоева С.А., Намзалов Б.Б. Степи Тункинской котловины. — Улан-Удэ: Изд-во Бурят. ун-та, 2000. — 119 с.
12. Холбоева С.А., Цыренова М.Г., Намзалов Б.Б. К характеристике комбинаций растительности лесостепного пояса в долине р. Джиды (Западное Забайкалье) // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Материалы IV Международ. науч. конф. (Томск, 1–3 ноября 2010 г.). — Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2010. — С. 102–104.
13. Базаров Д.Б., Антощенко-Оленев И.В. Селенгинское среднегорье и Джидинский горный район // Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. — М.: Наука, 1974. — С. 163–210.
14. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии. — Л.: Наука, 1991. — 146 с.
15. Бойков Т.Г. Растительный покров Малханского хребта (Южное Забайкалье). — Новосибирск: Наука, 2010. — 174 с.
16. Сочава В.Б. Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботаническое картографирование. — 1972. — С. 3–17.
17. Намзалов Б.Б. Степи Тувы и Юго-Восточного Алтая. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2015. — 294 с.
18. Огуреева Г.Н., Микляева И.М., Бочарникова М.В., Дудов С.В., Тувшинтогтох И., Жаргалсайхан Л. Пространственная организация и разнообразие степей Восточной Монголии // Аридные экосистемы. — 2011. — Т. 17, № 1 (46). — С. 14–25.
19. Камелин Р.В. Флороценоотипы растительности Монгольской Народной Республики // Ботанич. журн. — 1987. — Т. 72, № 12. — С. 1580–1595.
20. Бухарова Е.В., Намзалов Б.Б. Абрикосники Западного Забайкалья. — Улан-Удэ: Изд-во Бурят. ун-та, 2016. — 146 с.
21. Холбоева С.А., Намзалов Б.-Ц.Б., Жигжитжапова С.В., Бадмаева Н.К., Базарова Б.Б. Флора степей ключевой ботанической территории «Тамир» (Республика Бурятия) // Естественные и технические науки. — 2022. — № 12 (175). — С. 131–135.
22. Ташак В.И., Антонова Ю.Е., Решетова С.А. Новые данные по реконструкции палеосреды в долине р. Тамир (Западное Забайкалье) // Вестн. Бурят. науч. центра Сибирского отделения Российской академии наук. — 2019. — № 4 (36). — С. 30–38.

Поступила в редакцию 21.08.2023

После доработки 10.09.2023

Принята к публикации 11.10.2023