



УДК 581.55(252.51)(571.54/.55+517.3)

Анализ фитоценотического разнообразия степной растительности Байкало-Гобийского трансекта

Ж. Б. Алымбаева^{1, 2*}, М. А. Жарникова^{1, 3}

¹ Байкальский институт природопользования СО РАН, ул. Сахьяновой, д. 6, г. Улан-Удэ, 670047, Россия

² E-mail: alymbaeva@binm.ru; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6411-3985>

³ ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-3428-6724>

* Автор для переписки

Ключевые слова: Байкало-Гобийский трансект, Забайкалье, классификация, Монголия, растительность, степи.

Аннотация. Впервые определено фитоценотическое разнообразие степной растительности вдоль Байкало-Гобийского трансекта, представленное 49 ассоциациями, относящимися к 23 формациям, 5 флороценотипам, 3 эколого-историческим рядам. Классификационное построение по эколого-фитоценотическому доминантно-детерминантному принципу базировалось на данных, собранных при полевых исследованиях и обработанных по традиционным геоботаническим методам: маршрутные рекогносцировочные исследования, геоботанические описания, кластерный и градиентный анализ. Единицы данного подхода дают представление о современном состоянии сообществ на определенной стадии сукцессии, а фитотаксоны отражают экологические особенности растительности, свойственные территории. Данный подход имеет прикладную ценность, выражающуюся, в частности, в картографировании – объем основных единиц меньше по сравнению с эколого-флористическим подходом, что дает возможность для более содержательного анализа при крупномасштабном картографировании.

Analysis of phytocoenotic diversity of steppe vegetation of the Baikal-Gobi transect

Zh. B. Alymbaeva*, M. A. Zharnikova

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Sakhyanovoy St., 6, Ulan-Ude, 670047, Russian Federation

* Corresponding author: alymbaeva@binm.ru

Keywords: Baikal-Gobi transect, classification, Mongolia, steppes, Transbaikalia, vegetation.

Summary. For the first time, the syntaxonomic diversity of steppe vegetation along the Baikal-Gobi transect was determined, represented by 49 associations belonging to 23 formations, 5 florocoenotypes, and 3 ecological-historical series. The classification construction according to the ecological-phytocoenotic dominant-determinant principle was based on data collected during field research and processed using traditional geobotanical methods: route reconnaissance studies, geobotanical descriptions, cluster and gradient analysis. Units of this approach give an idea of the current state of communities at a certain stage of succession, and syntaxa reflect the ecological features of vegetation inherent in the territory. This approach has an applied value, expressed, in particular, in mapping – the volume of the main syntaxa is smaller compared to the ecological-floristic approach, which makes it possible for a more meaningful analysis in large-scale mapping.

Введение

В условиях современных климатических изменений в совокупности с длительным антропогенным воздействием степная растительность претерпевает изменения, которые порой приводят к трансформации экосистем. Упорядочивание растительных сообществ на основе определенных общих признаков необходимо для проведения экологической оценки, анализа современного состояния, учета растительных ресурсов и организации мониторинга. При создании классификационных схем перед исследователем всегда стоит вопрос в выборе подходов и методик изучения. Для классификации степной растительности территории исследования нами выбран эколого-фитоценологический доминантно-детерминантный принцип (Gribova et al., 1988; Vasilevich, 1995). Суть подхода заключается в предварительном разделении всей совокупности описаний на достаточно объективные группы по доминирующим видам или по доминирующим группам видов (относящимся к одной жизненной форме, одной экобиоморфе) и последующей проверке флористической однородности этих групп, а также выделении групп детерминантных видов, отражающих экологические особенности растительных сообществ. Преимущество подхода заключается в простоте, наглядности и удобстве использования в натуральных исследованиях, а также в использовании в той или иной степени всего флористического списка. Кроме видового состава учитываются и структурные признаки сообществ (вертикальная структура, проективное покрытие и т. д.), что является необходимым при дешифрировании космоснимков (Belyaeva et al., 2018). Прикладная ценность подхода выражается, в частности, в картографировании – объем основных единиц растительности меньше по сравнению с эколого-флористическим подходом, что дает возможность для дальнейшего более содержательного анализа и выявления закономерностей пространственной структуры.

Район исследования

Байкало-Гобийский субмеридиональный трансект (БГТ) представляет собой узкую полосу с севера на юг шириной около 150 км и длиной 600 км (52–45° с. ш. 105–108° в. д.) (рис. 1). Он проходит по территории Западного Забайкалья и северной части Монгольского плато, охватыва-

ет по степени увлажнения различные климатические зоны: сухую субгумидную, семиаридную и аридную, в которых отчетливо наблюдаются различные процессы трансформации растительности, связанные как с климатическими изменениями, так и с антропогенным воздействием (Tulokhonov et al., 2014; Sayarina et al., 2016; Tsydyrov et al., 2016; Garmaev et al., 2018, 2020; Zharnikova, 2020). Основные исследования проводились на модельных полигонах «Улан-Удэ», «Гусиноозерск», «Дархан», «Дзун-Мод», «Мандалгови» (табл. 1). Современный облик рельефа и общий характер распределения растительности определяют крупные горные поднятия, средне- и низкогорные хребты, плоскогорье, мелкосопочники в сочетании с различными типами равнин и обширными впадинами (Ekologicheskiy atlas ..., 2015). По физико-географическому районированию территория исследования относится к Южно-Сибирско-Хангай-Хэнтэйской горной области и Центрально-Азиатской горной возвышенно-равнинной пустынно-степной области (Suvorov, Dash, 2015). С севера на юг происходит смена районов от умеренно влажных с прохладным летом и суровой зимой до сухих с теплым летом и холодной зимой (Ecosystems of Mongolia, 2019). По ботанико-географическому районированию территория находится на стыке трех крупных геоботанических областей: Евро-Азиатской таежной (хвойнолесной), Евро-Азиатской степной и Афро-Азиатской пустынной и с севера на юг проходит через основные зонально-поясные типы растительности: горно-лесостепной пояс и степную, пустынно-степную и пустынную зоны (Lavrenko et al., 1991; Lavrenko, Karamysheva, 1992; Namzalov, 1994). Северная часть трансекта, охватывающая горную область, представлена настоящими степями в сочетании с луговыми (Zharnikova et al., 2016). Широкую полосу в центральной части субмеридионального трансекта в пределах Среднехалхаских волнистых равнин формируют дерновиннозлаковые сухие степи (Vazha et al., 2018). Южная граница степной зоны совпадает с северной границей Гоби, где степи испытывают сильное и прогрессирующее влияние центральноазиатской пустыни и развиваются крайне своеобразные по структуре и облику пустынные степи – полукустарничково-мелкодерновиннозлаковые и луговые (Petuhov et al., 2018). Территория трансекта в пределах российской части и в Северной Монголии характеризуется распространением каштановых почв (Ubugunov et al., 2012; Belozertseva et al., 2014).

В южной части трансекта – в северогобийской почвенный комплекс (Kazantseva, 2009).
 зоне – преобладающее распространение имеют почвы бурого типа и солонцевато-солончаковый

Материалы и методы



Рис. 1. Картограмма территории исследования.

Таблица 1

Основные характеристики географического расположения модельных полигонов Байкало-Гобийского трансекта

№	Модельные полигоны	Координаты		Абсолютные высоты, м над ур. м.	Положение в системе физико-географического районирования (провинция)	Положение в системе ботанико-географического районирования (провинции / подпровинции)
		широта	долгота			
1	Улан-Удэ	51°43'	107°30'	570–730	Хилокско-Чикойская горнотаежно-котловинная остепненная	Алтае-Саянская / Южно-Бурятский округ
2	Гусиноозерск	51°09'	106°30'	680–760	Селенгинско-Орхонская котловинно-среднегорная остепненная	Хангайско-Даурская горнолесостепная / Орхоно-Нижнеселенгинская горнолесостепная
3	Дархан	49°28'	105°50'	700–900	Селенгинско-Орхонская котловинно-среднегорная остепненная	Хангайско-Даурская горнолесостепная / Орхоно-Нижнеселенгинская горнолесостепная
4	Дзун-Мод	47°40'	107°07'	1570–1700	Онон-Хэнтэйская котловинно-горнотаежная	Монгольская степная / Среднехалхаская степная
5	Мандалгови	45°42'	106°15'	1320–1370	Центральномонгольская среднегорная возвышенно-равнинная котловинная сухостепная полупустынная	Северогобийская пустынно-степная / Северо-Восточногобийская пустынно-степная

Примеч.: названия провинций и подпровинций даны по схемам физико-географического районирования (Suvorov, Dash, 2015) и ботанико-географического районирования (Peshkova, 1985; Lavrenko et al., 1991).

В работе приведены материалы исследований, собранные авторами с 2015 по 2019 гг. в результате мониторинговых экспедиционных выездов по БГТ. При проведении полевых работ использовались стандартные методы геоботанических исследований: маршрутно-рекогносцировочные и детально-маршрутные (Polevaeva geobotanika, 1972). На 5 модельных полигонах было выполнено 260 полных геоботанических описаний и около 100 сокращенных маршрутных описаний, включающих общую информацию об экспозиции и крутизне, элементах мезорельефа, основных доминантах, общем проективном покрытии и фотографии. Были заложены профили длиной от 3 до 16 км, пересекающие модельный полигон в различных направлениях.

В качестве основных сводок для определения видов сосудистых растений были использованы определители растений Бурятии (Opredelitel ras-

teniy Buryatii, 2001) и Монголии (Grubov, 1982). При описании мохового и лишайникового покрова ограничивались определением видовой принадлежности и долей участия (Bardunov, 1969; Opredelitel lishaynikov Rossii, 1998). Для обработки и хранения данных геоботанических описаний использовано программное обеспечение IBIS (Zverev, 2007). Далее для кластерного и ординационного анализов, а также визуализации результатов данные экспортировали в программу PAST (Hammer et al., 2001). Табличную обработку описаний выполняли в пакете Microsoft Office.

Классификационное построение выполнено с помощью эколого-фитоценотического доминантно-детерминантного подхода (Gribova et al., 1988; Vasilevich, 1995), с учетом выделения единиц классификации с позиций исторического становления (Ovchinnikov, 1947, Kamelin, 2013). В качестве основных классификационных еди-

ниц приняты следующие: ассоциация, формация, флороценотип (далее ФЦТ) и эколого-исторический ряд флороценотивов (далее ЭИРФ). Ассоциация объединяет фитоценозы, однотипные как в отношении экологической приуроченности, так и по флористическому составу. Формации выделены по доминантам, однако в ряде случаев в одну формацию включены ценозы с различными доминантами, если они очень близки по видовому составу. Формации объединены во флороценотивы на основе общности своего формирования, распространения и приуроченности к определенному этапу геологического строения (Ovchinnikov, 1947). Близкородственные ФЦТ объединены в ЭИРФ, характеризующие основные направления ценогенеза в различных экологических условиях (Kamelin, 1979; Sedelnikov, 1988).

Выделение групп растительности по доминирующим видам проводилось на основе табличного анализа и экспертной оценки. Далее на основе количественных методов уточнялась флористическая однородность выделенных по доминантному принципу единиц с использованием коэффициентов сходства. Нами были использованы несколько коэффициентов флористического сходства (Жаккара, Сьеренсена – Чекановского, Уорда). Полученные в результате построения были проанализированы с помощью ординационных методов, что позволило скорректировать и подтвердить принадлежность сообществ к выделенным единицам растительности.

Методами непрямой ординации с использованием алгоритма DCA (Hill, Gauch, 1980) и прямой ординации с использованием экологических шкал А. Ю. Королюка (Korolyuk, 2006), разработанных для степной растительности Сибири и Дальнего Востока, проведен анализ распределения растительности исследуемой территории по отношению к основным экологическим факторам. Использование экологических шкал значительно облегчает формирование групп детерминантных видов, а также позволяет найти границу между группами описаний по существу разрыву в показателях увлажнения и богатства почв (Shchukina, 2020).

Результаты и их обсуждение

Современные фитоценозы в той или иной степени являются преобразованными в результате природных и антропогенных воздействий, что выражается в их структуре и видовом

составе.

Массив геоботанических описаний был подвергнут кластерному анализу с помощью коэффициентов сходства. В результате попарного сравнения получена матрица мер сходства, послужившая основой для построения первичной дендрограммы. При сравнении полученных матриц по разным коэффициентам и построении дендрограмм наиболее схожи и практически одинаково распределились скопления по двум коэффициентам: Жаккара и Сьеренсена – Чекановского. Различия заключались в занимаемых позициях формаций настоящих степей по шкале сходства. Дендрограмма, полученная по коэффициенту Сьеренсена – Чекановского, приблизила дигрессионные варианты степей со скоплениями залежных ценозов и отделила ценозы, описанные в семиаридной зоне от аридных. Тогда как дендрограмма, полученная по Жаккару, помимо ценозов семиаридной зоны также отчетливо вычленила луговые степи и дала понимание сходства дигрессионных сообществ в каждой формации как их производные. Далее выбранная первичная дендрограмма по Жаккару проанализирована по доминантному принципу. Вычлененные объединения одинаковы по доминантному составу и сопоставимы по объему к единицам среднего ранга классификации растительности – формациям (Vasilevich, 1995). Они соответствуют хорошо выраженным визуально растительным сообществам: холоднопопынная, твердоватоосочковая, ковыльковая, луговая и т.д. Таким образом, получено 23 формации. С помощью ранжирования видов по детерминантам на основе табличной обработки выделено 49 ассоциаций (табл. 2).

Выделение ФЦТ нами сделано в ходе сравнительного анализа формаций, который выявляет их исторические связи на основе схожих спектров жизненных форм, географических и экологических групп видов. Это, в первую очередь, коренные и условно-коренные сообщества. В разделении центральноазиатских степей на таксоны высокого ранга мы следуем обобщениям, представленным в трудах по степному типу растительности (Yunatov, 1964; Lavrenko et al., 1991; Namzalov, 1994; Karamysheva, Khramtsov, 1995; Gadzhiyev et al., 2002; Peshkova, 2010; Korolyuk, 2017, 2019). Традиционно в степеведении для центральноазиатской степной подобласти выделяются следующие типы степей: пустынные, опустыненные, настоящие, луговые и криофитные (высокогорные), которые тождественны

флороценотипам в понимании Б. Б. Намзало-ва и А. Ю. Королюка (Namzalov, Korolyuk, 1991; Namzalov, 1994). Опираясь на классификацион-ные построения предыдущих исследователей, на рассматриваемой территории нами выделено 5 флороцено типов, один из которых является антропогенно-обусловленным (залежная рас-

тительность), остальные представлены тремя эколого-историческими рядами. Каждый ЭИРФ отличается от другого по приспособлениям к увлажнению и температурному режиму, что приводит к господству в фитоценозах определенных жизненных форм.

В целях подтверждения полученных кла-

Таблица 2

Схема типологических уровней степных экосистем Байкало-Гобийского трансекта

ЭИРФ	ФЦТ	Формация	Ассоциация
Микротермно-гемиксерофильный	Луговые степи	кустарниковая разнотравная	кустарниковая разнотравная (<i>Rosa acicularis</i> , <i>Cotoneaster melanocarpus</i> , <i>Spiraea aquilegifolia</i> , <i>Caragana pygmaea</i>)
		стоповидноосоково-разнотравная	гребенчатожитняково-стоповидноосоково-разнотравная (<i>Agropyron cristatum</i> , <i>Carex pediformis</i> , <i>Artemisia frigida</i> , <i>Alyssum obovatum</i>)
			оттянутомятликово-стоповидноосоково-разнотравная (<i>Poa attenuata</i> , <i>Carex pediformis</i> , <i>Galium verum</i>)
Субгекситотермно-эуксерофильный	Настоящие степи	разнотравно-крыловоковыльная	луково-крыловоковыльная (<i>Stipa krylovii</i> , <i>Allium anisopodium</i>)
			горноколосниково-крыловоковыльная (<i>Stipa krylovii</i> , <i>Orostachys spinosa</i>)
			осоково-крыловоковыльная (<i>Stipa krylovii</i> , <i>Carex pediformis</i> , <i>Carex korshinskyi</i>)
		крыловоковыльная	ковыльная (<i>Stipa krylovii</i> , <i>S. baikalensis</i>)
			полынно-ковыльная (<i>Stipa krylovii</i> , <i>Artemisia frigida</i> , <i>A. scoparia</i> , <i>A. commutata</i>)
		караганово-крыловоковыльная	твердоватоосочково-крыловоковыльная (<i>Stipa krylovii</i> , <i>Carex duriuscula</i>)
			бесстебельнолапчатково-крыловоковыльная (<i>Stipa krylovii</i> , <i>Potentilla acaulis</i>)
		караганово-вострещовая	чиево-вострещовая (<i>Leymus chinensis</i> , <i>Achnatherum splendens</i>)
			крыловоковыльно-вострещовая (<i>Leymus chinensis</i> , <i>Stipa krylovii</i>)
		холоднополынная	злаково-холоднополынная (<i>Artemisia frigida</i> , <i>Stipa krylovii</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i>)
			житняково-холоднополынная (<i>Artemisia frigida</i> , <i>Agropyron cristatum</i>)
		твердоватоосочковая	чиево-твердоватоосочковая (<i>Carex duriuscula</i> , <i>Achnatherum splendens</i>)
	разнотравно-твердоватоосочковая с <i>Caragana microphylla</i> (<i>Carex duriuscula</i> , <i>Scorzonera radiata</i> , <i>Alyssum obovatum</i>)		
	разнотравно-твердоватоосочковая (<i>Carex duriuscula</i> , <i>Potentilla bifurca</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Plantago media</i>)		
карагановая	карагановая (<i>Caragana pygmaea</i>)		
горноколосниково-тимьяновая	горноколосниково-тимьяновая (<i>Orostachys spinosa</i> , <i>Thymus baicalensis</i>)		
Горные степи	полидоминантно-мелкодерновиннозлаковая	змеевково-мелкодерновиннозлаковая (<i>Stipa glareosa</i> , <i>Agropyron cristatum</i> , <i>Koeleria glauca</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i>)	

Таблица 2 (продолжение)

ЭИРФ	ФЦТ	Формация	Ассоциация
Субгексистермно- эуксерофильный	Горные степи	полидоминантно- мелкодерновиннозла- ковая	разнотравно-мелкодерновиннозлаковая (<i>Stipa glareosa</i> , <i>Agropyron cristatum</i> , <i>Koeleria glauca</i> , <i>Stellera chamaejasme</i> , <i>Vupleurum scorzonerifolium</i>)
		низкотравная	кистевидномятликово-злаковая (<i>Potentilla sericea</i> , <i>Stipa glareosa</i> , <i>Koeleria glauca</i> , <i>Thymus serpyllum</i>)
		нителистниковая	хамеродосово-нителистниковая (<i>Filifolium sibiricum</i> , <i>Chamaerhodos erecta</i>)
			злаково-нителистниковая (<i>Filifolium sibiricum</i> , <i>Carex pediformis</i>)
		твердоватоосочковая	китайскоострецово-твердоватоосочковая (<i>Carex duriuscula</i> , <i>Leymus chinensis</i>)
			бесстебельнолапчатково- твердоватоосочковая (<i>Carex duriuscula</i> , <i>Potentilla acaulis</i>)
			растопыреннозмеевково- твердоватоосочковая (<i>Carex duriuscula</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i>)
Микротермно- гиперксерофильный	Пустынные степи	ковыльковая	галечниковоковыльковая (<i>Stipa glareosa</i>)
			ковыльковая с участием <i>Peganum nigellastrum</i> (<i>Stipa glareosa</i> , <i>S. klemenzii</i>)
		змеевково-луковая	змеевковая с участием <i>Peganum nigellastrum</i> (<i>Cleistogenes songorica</i>)
		луковая	луковая (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>A. mongolicum</i>)
			разнотравно-луковая (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>Convolvulus ammani</i> , <i>Dontostemon integrifolius</i>)
		луково-ковыльковая	твердоватоосочково-луково-ковыльковая (<i>Stipa glareosa</i> , <i>Allium polyrrhizum</i> , <i>Carex duriuscula</i>)
			разнотравно-луково-ковыльковая (<i>Stipa glareosa</i> , <i>Allium polyrrhizum</i> , <i>Asterotamnus heteropappoides</i> , <i>Lagochilus ilicifolius</i>)
		солянково-луковая	разнотравно-солянково-луковая (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>Salsola passerina</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Anabasis brevifolia</i> , <i>Allium mongolicum</i>)
			поташниково-солянково-луковая (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>Salsola passerina</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Kalidium gracile</i>)
			чиево-солянково-луковая (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>Salsola passerina</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Achnatherum splendens</i>)
			вьюнково-солянково-луковая (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>Salsola passerina</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Achnatherum splendens</i>)
			мелкодерновиннозлаково-солянково- луковая (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>Salsola passerina</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Stipa klemenzii</i>)
		караганово- ковыльковая	караганово-ковыльковая (<i>Stipa glareosa</i> , <i>Caragana stenophylla</i>)

Таблица 2 (окончание)

ЭИРФ	ФЦТ	Формация	Ассоциация
Залежная растительность		веничнопопынная (бурьянистая стадия)	веничнопопынная (<i>Artemisia scoparia</i>)
		мятlikово-лапчатковая (рыхлодерновинная стадия)	мятlikово-лапчатковая (<i>Poa botryoides</i> , <i>Potentilla acervata</i>)
			мятlikово-лапчатковая с <i>Ulmus pumila</i> (<i>Poa botryoides</i> , <i>Potentilla acervata</i>)
	холоднопопынная (корневищная стадия)	крыловоковыльно-лапчатковая (<i>Potentilla acervata</i> , <i>Stipa krylovii</i>)	
		змеевково-холоднопопынная (<i>Artemisia frigida</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i>)	
		житняково-холоднопопынная (<i>Artemisia frigida</i> , <i>Agropyron cristatum</i>)	
		бесстебельнолапчатково-холоднопопынная (<i>Artemisia frigida</i> , <i>Potentilla acaulis</i>)	

стерных построений мы провели сопряженный анализ структуры сообществ и экологических условий с помощью ординационных методов. Ординация позволила извлечь информацию об экологии сообществ и значительно облегчила процесс классификации, наглядно подтвердив целесообразность отнесения полученных «сложных» объединений к тем или иным группам скопления.

Непрямая ординация, проведенная с использованием алгоритма ДСА, получилась достаточно выраженной – в пространстве двух осей, представляющих значения экологических факторов, сформировалось несколько групп (рис. 2). Группы представляют разные частные проявления типов степной растительности, различающиеся по экологии и флористическому составу, соответствующие рангу флороцено типа. Вдоль оси абсцисс наблюдается последовательное размещение степных сообществ от луговых степей северного полигона «Улан-Удэ» до пустынных степей южного полигона «Мандалгови». Таким образом, экологическим фактором, обуславливающим выявленный порядок групп, является градиент гумидности-аридности (уменьшение увлажненности) климата. Ось ординат отражает распределение ценофлор по степени литоморфности (от мощных супесчаных до маломощных щебнистых).

В первую группу входят мезофитные луговые и кустарниковые сообщества, распространенные на высотах 650–730 м, на каменисто-щебнистом или мелкоземном субстрате, в зоне недостаточного и временно избыточного увлажнения. Во вторую группу входят сообщества настоящих сухих степей с преобладанием *Stipa*

krylovii, распространенные на высотах 700–800 м на средне- и относительно мощных супесчаных почвах – темно-каштановых. Сюда же входят сообщества настоящих степей интенсивного пастбищного использования, которые тяготеют к супесчаным почвам. Сообщества этой группы находятся в зоне периодически недостаточного увлажнения. В третью группу входят горностепные сообщества, характеризующиеся увлажнением настоящих степей, но расположенных выше – в диапазоне высот 1500–1600 м, на мелкоземных и каштановых маломощных щебнистых почвах, в зоне умеренно малоувлажненной, холодной, длительно промерзающей. Четвертая группа объединяет сообщества пустынных степей. Сообщества этой группы распространены в аридной зоне на высотах от 1300 до 1400 м, на бурых щебнистых и засоленных почвах с недостаточным увлажнением.

Ведущими лимитирующими факторами для степной растительности являются степень увлажнения и особенности субстрата, на котором развиваются сообщества. Для отражения экологического положения сообществ на градиентах увлажнения и богатства почв проведена прямая ординация всех сообществ и анализ внутри каждого ФЦТ с использованием экологических шкал (рис. 3, 4). По оси абсцисс отложены ступени увлажнения, а по оси ординат – ступени активного богатства почвы. Амплитуда луговостепного увлажнения колеблется в пределах 48–55, а по богатству – 12,2–13,1. Диапазоны ступеней увлажнения 38–43 и богатства-засоления 12,5–14,0 соответствуют настоящим степям, также в этом диапазоне расположены горные степи со смещением по шкале увлажнения до 51.

Пустынные степи характеризуются распространением по увлажнению в пределах 20–45 и по засолению – 13,5–18,0. Залежная растительность, объединяя растительность разных стадий дему-

тации от бурьянистой до корневищной, занимает широкое положение по увлажнению 46–52 и по почвенному богатству – 12,8–13,7.

Полученная классификационная схема от-

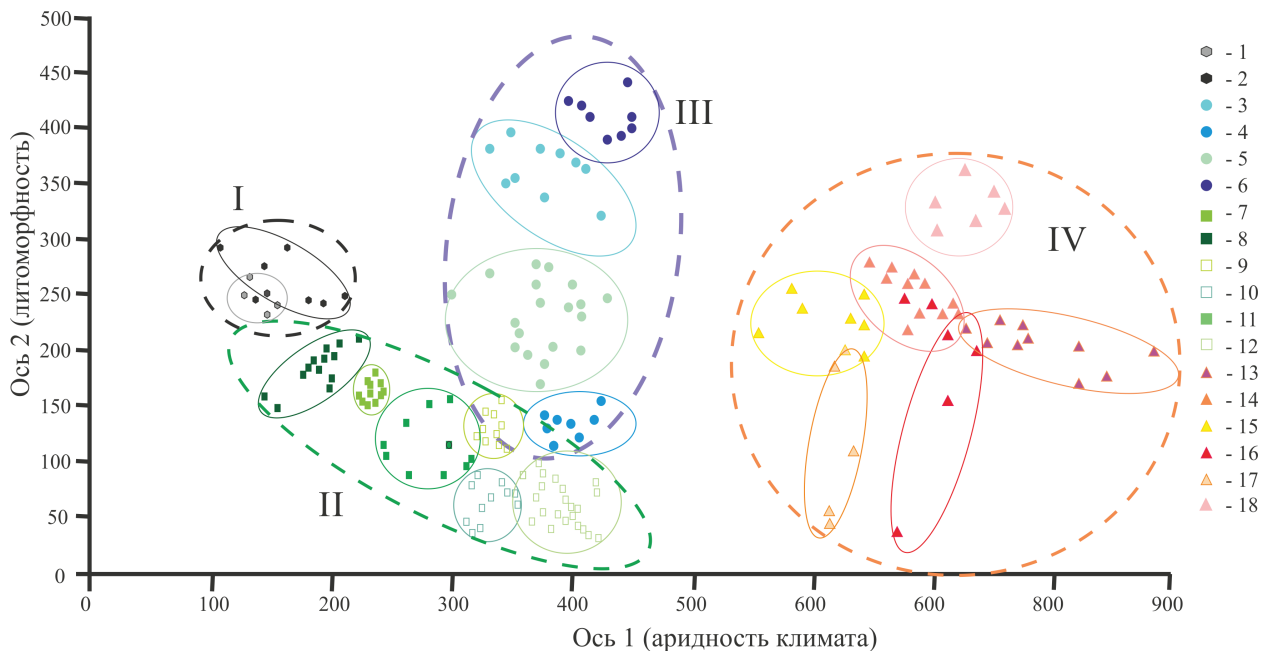


Рис. 2. DCA-ординация ценофлор степных сообществ территории исследования.

Римскими цифрами и пунктирными линиями обозначены группы флороцено типов: I – луговые степи; II – настоящие степи; III – горные степи; IV – пустынные степи.

Сплошными линиями обозначены формации: 1 – осоково-разнотравная; 2 – кустарниково-разнотравная; 3 – нителлистниковая; 4 – твердоватоосочковая; 5 – мелкодерновиннозлаково-разнотравная; 6 – кистевидно-мятликово-злаковая; 7 – крыловоковыльная; 8 – разнотравно-крыловоковыльная; 9 – караганово-вострещовая; 10 – холоднополынная; 11 – караганово-крыловоковыльная; 12 – твердоватоосочковая; 13 – ковыльковая; 14 – змеевково-ковыльковая; 15 – луковая; 16 – ковыльково-луковая; 17 – солянково-луковая; 18 – караганово-ковыльковая.

ражает современное фитоценотическое разнообразие территории, представленное коренными сообществами, адаптированными к современным природным условиям, и производными сообществами, сформировавшимися под воздействием антропогенных факторов.

Фитоценотическая характеристика формаций и ассоциаций

1. ФЦТ Луговые степи. Ценофлору луговых степей образуют ценозы разнотравных лугово-степных и закустаренных степей. Луговые разнотравные степи богаты по флоре. Наиболее широко этот тип представлен в подзоне луговых степей. В сухих горах Южной Сибири ценоценоз и флористическое разнообразие этих степей заметно ослабевает, они встречаются лишь фрагментарно (Peshkova, 1985; Namzalov, 1994). Описанные нами сообщества луговых степей,

располагающиеся на модельном полигоне «Улан-Удэ», почти в равной пропорции состоят из менее ксерофильных степных растений – ксеромезофитов (*Scorzonera radiata*, *Aster alpinus*, *Thalictrum foetidum* и др.) и настоящих ксерофитов (*Veronica incana*, *Koeleria cristata*). Как отмечает Б. Б. Намзалов: «факты значительного участия ксерофитов, сформированных в умеренно холодных и недостаточно влажных экологических условиях, подтверждают сопряженный генезис лугово-степного флороцено типа с развитием ландшафтов горной лесостепи» (Namzalov, 1994: 174).

Высока активность видов с широким ареалом – евразийских и циркумполярных видов (*Veronica incana*, *Scorzonera radiata*, *Phlomis tuberosa*, *Galium verum* и др.) с примесью южносибирских (*Serratula centauroides*, *Myosotis baicalensis*, *Caragana pygmaea* и др.). Ведущее положение в составе флоры этих групп видов говорит о

роли как северных, так и южных горных флор в развитии этих степей (Namzalov, 1994). Горно-степные виды преобладают над лесостепными и собственно степными. В структуре сообществ доминирующие позиции, наряду с дерновинными формами (*Carex pediformis*, *Koeleria cristata*), занимают корневищные злаки и травянистые

многолетники мезоксерофильной экологии (*Helictotrichon schellianum*, *Aster alpinus*, *Pulsatilla ambigua*, *Thalictrum foetidum*). Травостой густой, проективное покрытие в среднем составляет 65–70 %. В составе луговых степей отмечены 2 формации, включающие 3 ассоциации.

Основная сингузия **кустарниковой разно-**

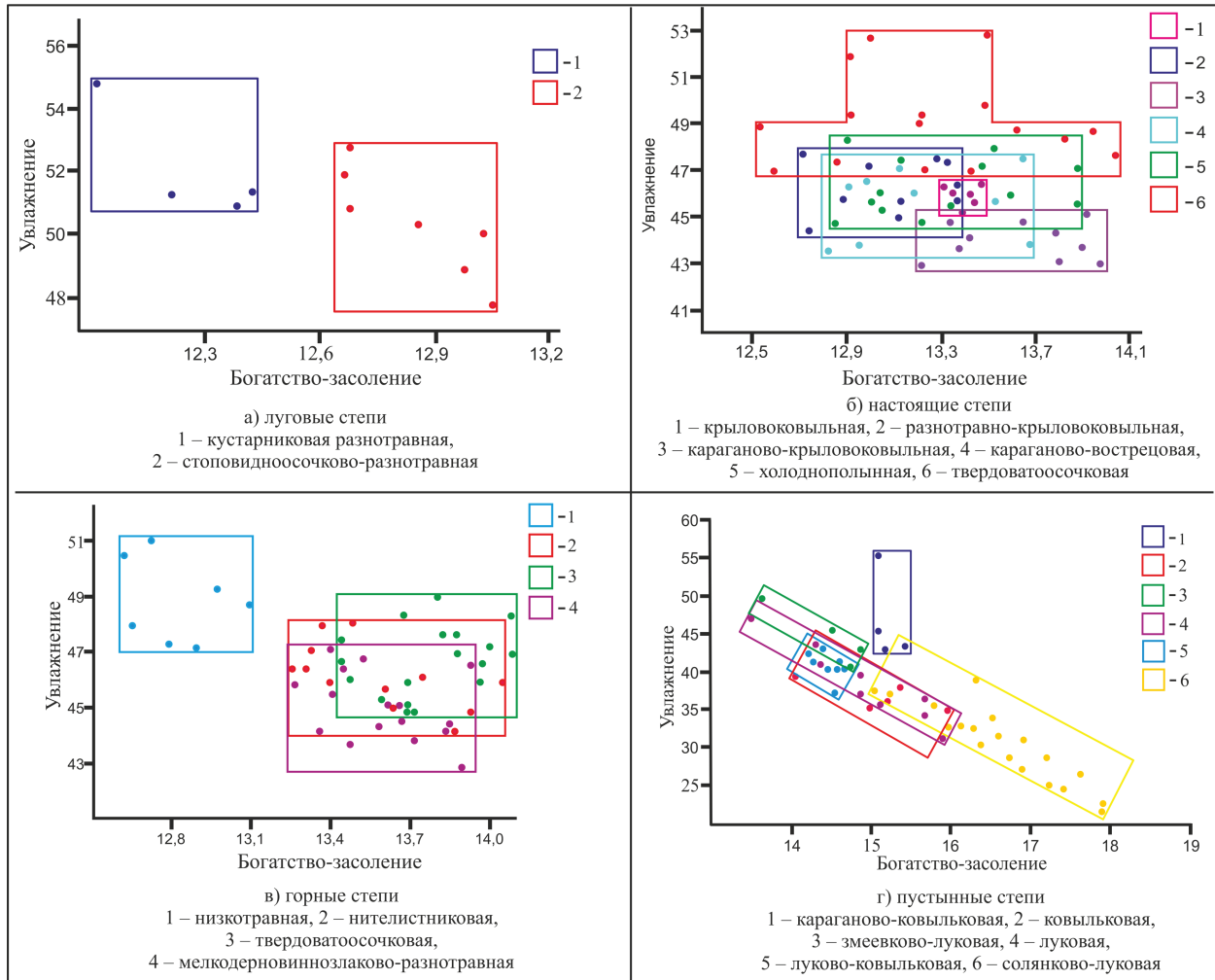


Рис. 3. Схемы прямой ординации луговых (а), настоящих (б), горных (в), пустынных (г) степей на основе экологических шкал по факторам увлажнения и богатства-засоления почв. Точками обозначены геоботанические описания.

травной формации представлена кустарниками *Rosa acicularis*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Spiraea aquilegifolia*, *Caragana pugnata*. Она приурочена к северным склонам, их подножиям, где за счет дождевых и талых вод создаются наилучшие условия увлажнения. Среднее проективное покрытие – 65–70 %. Формация включает одноименную ассоциацию.

Эдификатором **стоповидноосоково-разнотравнозлаковой** формации является осока стоповидная. Эти сообщества приурочены в

основном к северным склонам. В группе разнотравья отмечены такие виды, как *Veronica incana*, *Scorzonera radiata*, *Aster alpinus*, *Artemisia scoparia*, *Pulsatilla ambigua* и др. В таких степях густое проективное покрытие варьирует от 60 до 70 %, с высокой степенью задернованности. Формация включает 2 ассоциации: гребенчатожитняково-стоповидноосоково-разнотравную и оттянутомятликово-стоповидноосоково-разнотравную.

2. ФЦТ Настоящие степи. Настоящие степи

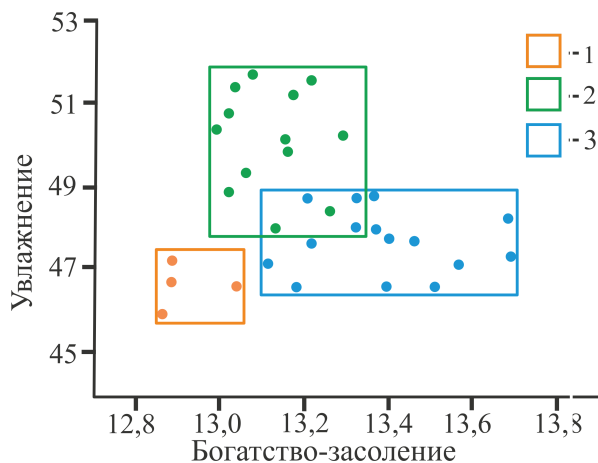


Рис. 4. Схема прямой ординации залежной растительности на основе экологических шкал по факторам увлажнения и богатства-засоления почв. Точками обозначены геоботанические описания. Формации: 1 – вечнопопынная; 2 – мятликово-лапчатковая; 3 – холоднопопынная.

широко распространены в центральноазиатской степной подобласти, где занимают основные площади. Они традиционно подразделяются на настоящие разнотравно-дерновиннозлаковые, сухие дерновинно- и корневищно-злаковые (Lavrenko et al., 1991). Образуют подзональные полосы в равнинных регионах и соответствующие подпооя в горах. Ценофлоры выделенной нами группы соответствуют подтипу настоящих сухих дерновиннозлаковых степей. Настоящие степи образованы из типичных ксерофитов (62 %), преимущественно дерновинных злаков. Доля мезофитных форм невелика – 10 %. В сообществах преобладают виды с широким ареалом – евразийские, циркумполярные (35 %) и азиатские – южносибирские, центральноазиатские (33 %). Наряду с лидирующими позициями собственностепных видов (35 %), в одинаковой степени представлены лесостепные и горно-степные виды (25 %), характерные для горных территорий Северной Азии и Южной Сибири. Отражение климатических особенностей в растительном покрове проявляется в составе жизненных форм. Наличие растений подушек и куртинок (*Stellaria dichotoma*, *Potentilla acaulis* и др.) связано с процессом адаптации к холодным и сухим местообитаниям в условиях резко континентального климата. Эдификаторами являются крупнодерновинные ковыли *Stipa krylovii*, *S. baicalensis* и мелкодерновинные злаки *Agropyron cristatum*, *Cleistogenes squarrosa*, *Koeleria cristata*, *Festuca lenensis*. Разнотравье слагают

Potentilla acaulis, *Artemisia frigida*, *Veronica incana*, *Heteropappus altaicus*, *Chamaerhodos erecta*, *Stellaria dichotoma*, *Alyssum obovatum*, *Ptilotrichum tenuifolium* и др. Общее проективное покрытие в среднем составляет 60 %. Средняя высота травостоя 22 см, на участках в 100 кв. м. встречается в среднем 15 видов, что говорит об обедненном составе ценофлоры. В составе настоящих степей выделено 8 формаций, включающих 16 ассоциаций.

В северной части трансекта на модельном полигоне «Улан-Удэ» отмечена формация **разнотравно-ковыльнокорневая** (Zharnikova et al., 2019). Данная формация представляет собой более петрофитный вариант ковыльных степей с участием *Caragana pygmaea*. Сообщества формации расположены на южной и восточной экспозиции склона и в привершинной части сопки. Характерны для песчаных, каменистых и щебнистых субстратов. Проективное покрытие травостоя варьирует от 40 до 60 %. Доминантами выступают дерновинные злаки: *Stipa krylovii*, *Cleistogenes squarrosa*, *Agropyron cristatum*, *Koeleria cristata*. Выражена роль *Caragana pygmaea*, также из кустарников присутствует *Spiraea aquilegifolia*. Нижний подъярус формируют *Artemisia frigida* и *Potentilla acaulis*, к которым примешиваются представители степного разнотравья: *Veronica incana*, *Serratula centauroides*, *Allium anisopodium*, *Alyssum obovatum* и др. Средняя видовая насыщенность – 20 видов на 100 м². В составе данной формации выделены 3 ассоциации.

На модельном полигоне «Гусиноозерск» отмечена **ковыльнокорневая** формация, которая по составу ближе к условно-корневой формации ковыльных степей, согласно сопоставлению, с выделенными Б. Б. Намзаловым (Namzalov, 1994) для степей Южной Сибири крупнодерновинных ковыльных степей. В составе описанных нами сообществ данной формации доминирующие позиции занимает ковыль *Stipa krylovii*, а также ковыль *Stipa baicalensis*, но с намного меньшим проективным покрытием в силу выбитости его в условиях выпаса. Кроме ковылей, эдификаторами данной формации являются *Agropyron cristatum*, *Koeleria cristata*, в меньшем количестве *Leymus chinensis*. Из кустарников отмечена *Caragana pygmaea*. Из разнотравья сообщество слагают такие виды, как *Veronica incana*, *Artemisia frigida*, *Carex duriuscula*, *Ptilotrichum tenuifolium*, *Poa attenuata*, *Chamaerhodos erecta*, *Stellaria dichotoma* и др. Общее проективное покрытие варьирует от 50 до 65 %. Средняя видовая насыщенность

20 видов на 100 м². Почвы темно-каштановые и каштановые легких механических составов. В составе данной формации выделяется ассоциация ковыльных степей и полынно-ковыльная ассоциация, сформированная дигрессионными видами (*Cleistogenes squarrosa*, *Potentilla acaulis*) и заносными видами с окружающих залежных земель (*Artemisia scoparia*, *Artemisia commutata*).

На полигоне «Дархан» выделена **караганово-крыловоковыльная** формация, отличающаяся присутствием в составе сообществ *Caragana microphylla* (Zharnikova et al., 2016). Данная формация представляет собой сильно сбитую степь со всеми индикаторами пастбищной дигрессии. Доминантом сообщества является *Stipa krylovii* со значительным участием *Caragana microphylla* и большим процентом участия в травостое злаков *Leymus chinensis*, *Koeleria cristata*, *Cleistogenes squarrosa*, *Agropyron cristatum*. Из разнотравья создателем формации является *Artemisia frigida*, появляющаяся в изобилии после интенсивного пастбищного использования. Сообщества данной формации обеднены, средняя видовая насыщенность — 10 видов на 100 м². Общее проективное покрытие варьирует в зависимости от степени увлажнения по годам от 20 до 50 %. Формацию образуют 2 ассоциации в зависимости от степени преобладания дигрессионных видов.

Доминирующие позиции в **караганово-вострецово** формации занимает *Leymus chinensis*. Леймус – злак широкой экологической амплитуды, произрастает в разнообразных местообитаниях: по пологим склонам сопков и увалов, широким межгорным падям, вокруг озер, на надпойменных террасах рек; способен выносить значительные дозы засоления и засушливость почв, хорошо развивается на супесчаных почвах, чему способствуют его длинные корневища (Peshkova, 2010). Кроме *Leymus chinensis*, выражена синюзия мелкодерновинных ксерофильных злаков (*Agropyron cristatum*, *Koeleria cristata*, *Stipa krylovii*, *Cleistogenes squarrosa*). Ковыль *Stipa krylovii* в данных сообществах сильно выбит и остался отдельными куртинками с покрытием не более 1 %. В составе отмечено ксерофильное разнотравье (*Veronica incana*, *Heteropappus altaicus* и др.). Общее проективное покрытие варьирует от 20–50 %. Видовой состав обеднен, средняя видовая насыщенность – 10 видов на 100 м². В составе формации выделено 2 ассоциации.

В результате интенсивной пастбищной нагрузки на полигоне «Дархан» широко представлены дигрессионные варианты настоящих

степей. Эти степи являются вторичными, на которых сказывается воздействие выпаса, о чем свидетельствует разрастание в составе травостоя *Artemisia frigida* и *Carex duriuscula* с значительным участием *Caragana microphylla*.

Описанная нами формация **холоднополынных** степей является вторичной, антропогенно-обусловленной в результате чрезмерной пастбищной нагрузки. Доминантом этих сообществ является полынь *Artemisia frigida*, с широкой экологической амплитудой. Содоминантом выступает *Caragana microphylla*. Растительный покров холоднополынных степей изрежен, травостой низкий – 10–12 см. При этом проективное покрытие благодаря обилию стелющихся побегов *Artemisia frigida* достигает 30–45 %. Видовой состав на 100 м² насчитывает 8–10 растений. В составе формации выделено 2 ассоциации.

Сообщества **твердоватоосочковой** формации также относятся к вторичным, формирующимся в результате пастбищной дигрессии сухих степей. Сообщества твердоватоосочковых степей имеют бедный флористический состав, простую вертикальную и горизонтальную структуру.

М. А. Рещиков так характеризует эти степи: «Это небольшие фрагменты вторичных степей с естественной растительностью, выбитой до состояния «толоки»» (Reshchikov, 1961: 78). Доминирующие позиции в данных сообществах занимают корневищная ксерофитная осока *Carex duriuscula* и *Caragana microphylla*, сопровождаемые немногочисленными видами злаков и разнотравья. Общее проективное покрытие составляет 30–40 %. На учетной площадке в 100 м² в среднем произрастает 15 видов. По экологическому составу присутствуют как ксерофиты, так и мезоксерофиты. Сообщества данной формации встречаются по понижениям степи, приурочены к шлейфам склонов холмов и межгорным долинам, а также к пониженным участкам первых террас долин рек. В составе данной формации выделено 3 ассоциации.

Преимущественно по южным склонам, в местах массивного выхода коренных пород встречаются **карагановые** степи из зарослей *Caragana rugtaeae*. Среди россыпей камней и щебенки, покрытых накипными лишайниками, рассеянно встречаются низкие, прижатые к земле травянистые растения.

На инсолируемых склонах и вершинах гряд с неподвижным мелкокаменистым субстратом и наличием мелкоземистых фракций встречаются **горноколосниково-тимьяновые** степи

(*Orostachys spinosa*, *Thymus baicalensis*) – петрофитный вариант настоящих степей. Это типичные низкотравные степи, с общим проективным покрытием 30–50 %. В результате выветривания коренные породы в значительной степени разрушены. Основу сообществ создают низкорослые петрофитные растения *Orostachys spinosa*, *Thymus baicalensis*, *Androsace incana*, *Eremogone meyeri*, *Polygala tenuifolia*, *Alyssum obovatum* и др.

3. ФЦТ Горные степи. Данная группа степей образована ценозами, отличающимися особенностями высотного распределения. Они описаны на модельном полигоне Дзун-Мод. Сообщества этих степей мы относим к подтипу горных в интерпретации Г. А. Пешковой, которая отмечала, что «... горные степи соответствуют литофильным степям М. А. Решикова (Reshchikov, 1961), но не тождественны с горными (субальпийскими или пустошными), выделенными им же, которые должны, судя по преобладающим в травостое видам, относиться к лугам или зарослям кустарников» (Peshkova, 1985: 41). Своеобразие ценофлорам этих степей придает присутствие горностепных видов, которые относятся к самобытным жизненным формам – подушковидным и розеточным стержнекорневым поликарпикам (*Potentilla sericea*, *Eremogone meyeri*, *Filifolium sibiricum* и др.). В составе группы горных степей выделено 4 формации, включающие 8 ассоциаций.

В **полидоминантно-мелкодерновиннозлаковой** формации лидирующие позиции занимают злаки *Stipa glareosa*, *Koeleria glauca*, *Agropyron cristatum*. В составе формации выделено 2 ассоциации.

Низкотравную формацию образуют сообщества из низкорослых петроксерофитных видов – *Potentilla sericea*, *Stipa glareosa*, *Koeleria glauca*, *Thymus serpyllum*. Занимают специфические местообитания: каменистощепнистые вершины гор и увалов, каменистые участки котловин. Как отмечает Б. И. Дулепова (Dulerova, 1993), соотношение доминантов в отдельных сообществах отличается значительными сдвигами, особенно в многолетние сухие и влажные периоды, но в целом все они должны быть отнесены к группе низкотравных полукустарничковых степей. В составе данной формации нами отмечена кистевидномятликово-злаковая ассоциация.

Своеобразие формации **нителистниковых** степей было причиной того, что в рамках эколого-фитоценотического подхода разные авторы относили их к различным подтипам степного

типа растительности. Так, Е. М. Лавренко (Lavrenko, 1991) относил их к разнотравным луговым, Л. П. Сергиевская (Sergiyevskaya, 1951) – к настоящим разнотравным, И. И. Галактионов (Galaktionov, 1954) – к опустыненным степям, А. А. Горшкова (Gorshkova, 1966) – криоксерофильным степям, Б. И. Дулепова (Dulerova, 1981) – к степям смешанного типа, а А. А. Юнатов (Yunatov, 1950), М. А. Решиков (Reshchikov, 1961), Г. А. Пешкова (Peshkova, 1985), В. А. Барицкая (Baritskaya, 1979), А. М. Зарубин и М. В. Фролова (Zarubin, Frolova, 1980) – к горным степям. Причина этого в том, что нителистниковые степи и не похожи на другие степи Евразии, и, кроме того, они очень изменчивы. В разные годы и даже в разные сезоны одного года они выглядят по-разному. Доминантом нителистниковой формации является *Filifolium sibiricum*. Кроме того, в составе доминируют *Eremogone meyeri*, *Potentilla sericea*, *Medicago falcata*. Травостой высотой до 20 см разреженный с проективным покрытием 50–60 %. Видовая насыщенность на 100 м² составляет в среднем 15 видов. В составе формации выделено 2 ассоциации.

В качестве дигрессионного варианта горных степей выделена **твердоватоосочковая** формация. Она близка к выделенной формации дигрессионных твердоватоосочковых настоящих степей, но все же является производной горных степей. Травостой обеднен, высота достигает 15–20 см. Общее проективное покрытие составляет 45–55 %. В составе данной формации выделены 3 ассоциации.

4. ФЦТ Пустынные степи. Данная группа степей описана на модельном полигоне «Мандалгови», расположенном в аридной зоне (Zharnikova et al., 2018). Пустынные степи характеризуются своеобразным набором эдификаторов: наиболее обильны мелкодерновинные злаки *Stipa glareosa*, *Cleistogenes songorica* с значительным участием полукустарничковых солянок – *Reaumuria songarica*, *Salsola passerina*, *Anabasis brevifolia*. Доминирование в сообществах дерновинного лука – *Allium polyrrhizum* – является особенностью пустынных степей (Yunatov, 1950). А. А. Юнатов подчеркивал, что «пустынные степи Центральной Азии сложены своеобразным комплексом видов, представители которого малоактивны в зоне степей. Эта особенность дает право сделать заключение о самобытности пустынных степей и о том, что они являются достаточно древним образованием» (Yunatov, 1950: 115). В составе описываемых

нами пустынных степей выделено 6 формаций, включающих 13 ассоциаций.

Ковыльковые степи предпочитают пологоволнистые среднесуглинистые слабозащеченные равнины. В формировании сообществ ковыльковой формации основное участие принадлежит плотнoderновинным мелким перистым ковылькам *Stipa klemenzi* и *S. glareosa* при активном участии *Allium polyrrhizum*. В рассматриваемых ценозах *Stipa klemenzi* преобладает над ковылем галечным. Видовой состав крайне обеднен. Выделены 2 ассоциации: галечниково-ковыльковая и дигрессионный вариант ковыльковых степей – клеменцевоковыльковая с участием *Peganum nigellastrum*.

В сообществах **змеевково-луковой** формации, наряду с луком, эдификаторное значение принимает многолетний дерновинный злак – *Cleistogenes songorica*. Это гобийско-монгольский вид, не выносящий засоления и сильной солонцеватости, предпочитающий дресвянисто-гравийные отложения и каменисто-щебнистые почвы. Данные сообщества располагаются по волнисто-увалистым равнинам, отчасти пологим склонам. Выделена 1 ассоциация: змеевковая с участием *Peganum nigellastrum*. Согласно характеристике пустынных степей, приведенной А. А. Юнатовым, в данных сообществах мелкие осочки – *Carex stenophylla* и *C. duriuscula* могут встречаться в небольшом количестве и только в качестве сопутствующего вида. Однако в современном растительном покрове участие *Carex duriuscula* уже более значительное (5–7 %), змеевка джунгарская имеет достаточно обильное проективное покрытие, хотя жизненное состояние его угнетенное. Отмеченное высокое участие алкалоидного вида *Peganum nigellastrum* говорит об усиливающейся дигрессии сообществ.

Сообщества формации **луковых** степей приурочены преимущественно к равнинам и относительно приподнятым местоположениям, предпочитая легкосуглинистые и рыхлые песчаные почвы. Эдификатором является плотнoderновинный лук *Allium polyrrhizum*. По проективному покрытию позиции лука многокорневого усиливаются, и в процентном соотношении его становится больше по сравнению с ковыльками. Реже встречается в зоне гобийских пустынных степей *Allium mongolicum*, развитие которого начинается гораздо раньше. Развитие луков тесно связано с обилием и временем выпадения дождей, т.к. их корни, расположенные близко к поверхности почвы, способны улавливать даже

небольшие осадки (Kazantseva, 2009). Согласно А. А. Юнатову, в пустынных степях плотнoderновинный лук многокорешковый отмечался далеко не всегда и в виде примеси (Yunatov, 1950). Однако в настоящее время данный лук отмечен во всех сообществах выделенной формации и в довольно большом обилии. Формация луковых степей включает луковую и разнотравно-луковую ассоциации.

На почвах легкого механического состава, с небольшим содержанием гумуса произрастают сообщества **луково-ковыльковой** формации. Основными ценозообразователями сообществ данной формации являются также *Allium polyrrhizum* и *Stipa glareosa*, причем соотношение их колеблется. Кроме них, активным эдификатором выступает дигрессионный вид *Carex duriuscula*. Формация включает 2 ассоциации.

При увеличении засоленности почв роль многолетних полукустарничковых солянок усиливается. В **солянково-луковой** формации наряду с эдификаторной ролью дерновинных злаков большое значение принимают типичные полукустарнички – *Reaumuria songarica* и *Salsola passerina*. Их участие по проективному покрытию удерживается примерно на одном уровне. Солянковые сообщества развиваются в понижениях, по пологим склонам на суглинистых и солончаковато-солонцеватых почвах. Формация включает 5 ассоциаций. В крупных транзитных сайрах в пределах настоящих пустынь *Reaumuria songarica* является доминантом, однако в данных фитоценозах находится в более жестких термальных условиях.

Для местообитаний с повышенным содержанием щебня, дресвы и почв облегченного механического состава характерны **караганово-ковыльковые** степи, где заметную роль играют виды рода *Caragana*. Является вариантом пустынных степей, вызванная почвенными условиями и защеченностью.

5. ФЦТ Залежная растительность. Значительные площади пашни, переведенные в залежь в 1990-х гг., в настоящее время находятся на разных стадиях зацеplения. Генезис залежной растительности связан с коренной трансформацией степных сообществ в результате распашки под сельскохозяйственные земли, поэтому вслед за Б. Б. Намзаловым и др. (Namzalov et al., 2005) мы рассматриваем ее в рамках особого антропогенно-обусловленного флороценопота. Сообщества этих стадий имеют отличительные особенности во флористическом составе и структуре. В

составе данной группы нами выделено 3 формации, характеризующие 3 стадии.

Веничнопопынная формация относится к мелкобурьянистой стадии залежной сукцессии. Характерной особенностью бурьянистой стадии является отсутствие диагностических видов. Бурьянистые сообщества сформированы главным образом сорными однолетними и двулетними травами, не представляющими кормовой ценности. Доминантом веничнопопынной формации является полынь *Artemisia scoparia*. Данный вид имеет высокое постоянство на всех выделенных стадиях. В сообществах этой формации ОПП низкое 10–15 %, видны участки обнаженной поверхности, отдельные виды представлены единичными особями удаленными друг от друга. Формация включает одноименную ассоциацию.

На предгорных равнинных участках и склонах небольшой крутизны (3–8°) в котловинах Селенгинского среднегорья с супесчаными и суглинистыми каштановыми почвами выделены сообщества **мятликово-лапчатковой** формации, представляющие рыхлодерновинную стадию. При этом сообщества данной формации зарастают ильмом с бывших разграничительных лесополос. Формация включает 3 ассоциации.

На залежах, подвергшихся выпасу в окрестностях населенных пунктов, сформированы холоднопопынные залежи с доминированием полукустарничка *Artemisia frigida*. Формация **холоднопопынных** сообществ относится к дигрессионной стадии залежной сукцессии. Видовой состав данной формации близок к квазинатуральным сообществам естественных угодий, что говорит об интенсивном внедрении степной флоры и начале процесса их зацеplения. Формация включает 3 ассоциации.

Заключение

В результате выявления фитоценотического разнообразия степных экосистем вдоль Байкало-Гобийского трансекта несмотря на трудности, связанные с охватом разных климатических зон удалось выполнить важнейший инвентаризационный этап и решить некоторые общие методические подходы. Безусловно, построенная нами классификационная схема не лишена дискуссионных моментов, как в классификации фитотаксонов, так и в подходах, но предложенное решение позволяет наиболее полно раскрыть закономерности пространственно-структурного распределения, провести анализ состояния и функционирования экоси-

стем. Длительное и интенсивное использование территории для различных хозяйственных нужд приводит к реструктуризации состава естественной растительности. Классификационная схема отражает 5 флороцено типов, 3 эколого-исторических ряда, 23 формации и 49 ассоциаций. На территории БГТ степная растительность представлена субгексистермно-эуксерофильным ЭИРФ – 52 %, микротермно-гиперксерофильный ЭИРФ составляет 26 %, микротермно-гемиксерофильный ЭИРФ – 9 %, залежная растительность – 13 %. Микротермно-гемиксерофильный ЭИРФ, представленный луговыми степями (полигон «Улан-Удэ»), функционирует в условиях умеренного увлажнения и сухости (300–500 мм осадков в год) и при сумме положительных температур до 1400–1600 °С, а также при обилии зимних осадков с образованием устойчивого снежного покрова. Субгексистермно-эуксерофильный ЭИРФ, представленный настоящими (полигоны «Гусиноозерск», «Дархан») и горными («Дзун-Мод») степями, развивается в условиях сухого и холодного резко континентального климата (200–300 мм осадков в год) и при сумме положительных температур 1000–1200 °С, продолжительной и суровой зимой с неустойчивым снежным покровом. Микротермно-гемиксерофильный ЭИРФ пустынных степей («Мандалгови») складывался в экстремальном гидротермическом режиме при сумме положительных температур 1800–2000 °С и годовом количестве осадков 100–200 мм. Антропогенно-обусловленный ФЦТ залежной растительности отмечен на полигонах российской части трансекта. В изученных растительных сообществах нами были отмечены разные стадии трансформации. Преобразование идет вследствие длительной высокой антропогенной нагрузки и усугубляется климатическими изменениями. Наиболее трансформированными являются настоящие и пустынные степи. Для естественных степных экосистем выпас является нормальным экологическим фактором поддержания стабильного состава растительности, так как под его влиянием в течение нескольких тысячелетий шло их формирование. Пастбищный оборот степных экосистем в условиях изменяющегося климата вносит увеличение площадей переходных производных сообществ, что, несомненно, влечет к структурным изменениям травостоя. Увеличивающийся за последние десятилетия чрезмерный выпас на территории Монголии приводит к деградации растительности, изреживанию травостоя, вплоть до выпадения видов. Рассмотренные степные сообщества находятся на стадии силь-

ной депрессии. Состояние описанных ценозов на российской части трансекта характеризуется слабой и средней депрессией. Сорные виды с используемых в качестве пастбищ залежей на территории Республики Бурятия РФ активно внедряются в состав травостоя прилегающих коренных экосистем, ухудшая их структуру. Повсеместно по БГТ наблюдается уменьшение разнообразия сообществ, упрощение вертикальной и горизонтальной структуры, снижение флористического разнообразия и увеличение ксерофитизации

сообществ.

Благодарности

Авторы выражают огромную благодарность коллегам лаборатории геоэкологии за организацию полевых работ и совместные выезды. Работа выполнена в рамках государственного задания Байкальского института природопользования СО РАН (№ АААА-А21-121011990023-1).

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Bardunov L. V.** 1969. *Opredelitel listostebelnykh mkhov Tsentralnoy Sibiri* [Key to leafy mosses of Central Siberia]. Leningrad: Nauka. 330 pp. [In Russian] (**Бардунов Л. В.** Определитель листостебельных мхов Центральной Сибири. Л.: Наука, 1969. 330 с.).
- Baritskaya V. A.** 1979. Filamentous steppes of Transbaikalia. In: *Kormovyye ugodya i lesa Sredney Sibiri i Zabaykalya* [Forage lands and forests of Central Siberia and Transbaikalia]. Irkutsk. Pp. 64–78. [In Russian] (**Барцкая В. А.** Нителестниковые степи Забайкалья // Кормовые угодья и леса Средней Сибири и Забайкалья. Иркутск, 1979. С. 64–78).
- Bazha S. N., Danzhalova E. V., Drobyshev Yu. I., Hadbaatar S.** 2018. *Transformatsiya nazemnykh ekosistem yuzhnoy chasti basseyna Baykala* [Transformation of terrestrial ecosystems in the southern part of the Baikal basin]. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 402 pp. [In Russian] (**Бажа С. Н., Данжалова Е. В., Дробышев Ю. И., Хадбаатар С.** Трансформация наземных экосистем южной части бассейна Байкала. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2018. 402 с.).
- Belozertseva I. A., Sorokovoj A. A., Dorzhgotov D., Bathishig O., Ubugunov L. L., Badmaev N. B., Ubugunova V. I., Gyninova A. B., Balsanova L. D., Ubugunov V. L., Gonchikov B. N., Tsybikdorzhiev C. D.** 2014. Soils of the use of Lake Baikal and their mapping on the territory of Russia and Mongolia. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research] 5(2): 114–120. [In Russian] (**Белозерцева И. А., Сороковой А. А., Доржготов Д., Батхишиг О., Убугунов Л. Л., Бадмаев Н. Б., Убугунова В. И., Гынинова А. Б., Балсанова Л. Д., Убугунов В. Л., Гончиков Б. Н., Цыбикдоржиев Ц. Д. Ц.** Почвы бассейна озера Байкал и их картографирование на территории России и Монголии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2014. № 5–2. С. 114–120).
- Dulepova B. I.** 1981. Filamentous steppes of the Sokhondinsky reserve. In: *Okhrana rastitelnoy mira Sibiri* [Protection of the flora of Siberia]. Novosibirsk: Nauka. Pp. 83–91 [In Russian] (**Дулепова Б. И.** Нителестниковые степи Сохондинского заповедника // Охрана растительного мира Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. С. 83–91).
- Dulepova B. I.** 1993. *Stepi gornoy lesostepi Daurii i ikh dinamika* [The steppes of the mountain forest-steppe of Dauria and their dynamics]. Chita: Izdatelstvo SNGPI. 396 pp. [In Russian] (**Дулепова Б. И.** Степи горной лесостепи Давурии и их динамика. Чита: Изд-во ЧГПИ, 1993. 396 с.).
- Ecosystems of Mongolia. Atlas.** 2019. Moscow-Ulaanbaatar: Admon Press. 262 pp.
- Ekologicheskiy atlas basseyna ozera Baykal** [Ecological Atlas of the Lake Baikal Basin]. 2015. Irkutsk, Ulan-Bator, Ulan-Ude: Izdatelstvo instituta geografii im. V. B. Sochavy SO RAN. 145 pp. [In Russian] (Экологический атлас бассейна озера Байкал. Иркутск. Улан-Батор, Улан-Удэ: Издательство института географии им В. Б. Сочавы СО РАН. 2015. 145 с.).
- Gadzhiev I. M., Korolyuk A. Yu., Titlyanova A. A.** 2002. *Stepi Tsentralnoy Azii* [Steppes of Central Asia]. Novosibirsk: Izdatelstvo Sibirskogo otdeleniya RAN. 299 pp. [In Russian] (**Гаджиев И. М., Королюк А. Ю., Титлянова А. А.** Степи Центральной Азии. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 2002. 299 с.).
- Galaktionov I. I.** 1954. The degree of knowledge and nature of the vegetation cover of the BMASSR. In: *Materialy po izucheniyu proizvoditelnykh sil BMASSR* [Materials for the study of the productive forces of the BMASSR]. Iss. 1. Ulan-Ude: Buryat-Mongolskoe knizhnoe izdatelstvo. Pp. 363–388. [In Russian] (**Галактионов И. И.** Степень изученности и характер растительного покрова БМАССР // Материалы по изучению производительных сил БМАССР. Вып. 1. Улан-Удэ: Бурят-Монг. кн. изд-во, 1954. С. 363–388).
- Garmaev E. Zh., Ayurzhanayev A. A., Tsydyrov B. Z., Alymbaeva Zh. B., Sodnomov B. V., Andreev S. G., Zharnikova M. A., Batomunkuev V. S., Mandakh N., Salikhov T. K., Tulokhonov A. K.** 2020. Assessment of the Spatial and Temporal Variability of Arid Ecosystems in the Republic of Buryatia. *Arid Ecosystems* 10(2): 114–122.
- Garmaev E. Z., Tsydyrov B. Z., Andreev S. G., Ayurzhanayev A. A., Alymbaeva Z. B., Batotsyrenov E. A., Sodnomov B. V., Zharnikova M. A.** 2018. Features of the natural environment of the Tea Road corridor in the context of the climate change. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 190: 012029.

Gorshkova A. A. 1966. *Biologiya stepnykh pastbishchnykh rasteniy Zabaykalya* [Biology of steppe pasture plants of Transbaikalia]. Moscow, Nauka. 275 pp. [In Russian] (**Горшкова А. А.** Биология степных пастбищных растений Забайкалья. М., Наука, 1966. 275 с.).

Gribova S. A., Karamysheva Z. V., Neikheisl R., Yurkovskaya T. K. 1988. Vegetation map of Europe and classification issues. *Geobotanicheskoye kartografirovaniye* [Geobotanical mapping]. Pp. 3–13. [In Russian] (**Грибова С. А., Карамышева З. В., Нейкхейсл Р., Юрковская Т. К.** Карта растительности Европы и вопросы классификации // Геоботаническое картографирование. 1988. С. 3–13).

Grubov V. I. 1982. *Key to Vascular Plants of Mongolia (with an atlas)*. Leningrad: "Nauka" Leningrad branch. 442 pp. [In Russian] (**Грубов В. И.** Определитель сосудистых растений Монголии (с атласом). Л.: «Наука» Ленингр. отделение, 1982. 442 с.).

Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaentologia Electronica*. 4(1): 9.

Ovchinnikov P. N. 1947. On the principles of vegetation classification. *Soobshch. Tadj. fil. AN SSSR* [Message Taj. Phil. USSR Academy of Sciences] 2: 18–23. [In Russian] (**Овчинников П. Н.** О принципах классификации растительности // Сообщ. Тадж. фил. АН СССР. 1947. Вып. 2. С. 18–23).

Hill M. O., Gauch H. G. 1980. Detrended correspondence analysis: An improved ordination technique. *Vegetatio*. 42: 47–58.

Kamelin R. V. 1979. *Kukhistanskiy okrug gornoj Sredney Azii (botaniko-geograficheskiy analiz)* [Kukhistans District of mountain Middle Asia (botanical-geographic analysis)]. In: Komarovskiy chteniye [Komarov readings]. Vol. 31. Leningrad: Nauka. 117 pp. [In Russian] (**Камелин Р. В.** Кухистанский округ горной Средней Азии (ботанико-географический анализ) // Комаровские чтения. Т. 31. Л.: Наука, 1979. 117 с.).

Kamelin R. V. 2013. Vegetation types: phylocenogenesis, florocoenotypes. Higher syntaxa of other vegetation classifications. *Bot. Zhurn.* 98(5): 553–567. [In Russian] (**Камелин Р. В.** Типы растительности: филоценогенез, флороценоотипы. Высшие синтаксоны других классификаций растительности // Бот. журн. 2013. Т. 98, № 5. С. 553–567).

Karamysheva Z. V., Khrantsov V. N. 1995. *The Steppes of Mongolia. Braun-Blanquetia*. Camerino 17: 5–79.

Kazantseva T. I. 2009. *Produktivnost zonalnykh rastitelnykh soobshchestv stepey i pustyn gobiyskoy chasti Mongolii* [Productivity of zonal plant communities of the steppes and deserts of the Gobi part of Mongolia]. Moscow: Rosselkhozakademiya. 336 pp. [In Russian] (**Казанцева Т. И.** Продуктивность зональных растительных сообществ степей и пустынь гобийской части Монголии. М.: Россельхозакадемия, 2009. 336 с.).

Korolyuk A. Yu. 2006. Ecological optima of plants in the south of Siberia. *Botanicheskiye issledovaniya Sibiri i Kazakhstana* [Botanical research of Siberia and Kazakhstan] 12: 3–38. [In Russian] (**Королюк А. Ю.** Экологические оптимумы растений юга Сибири // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. 2006. Вып. 12. С. 3–38).

Korolyuk A. Yu. 2017. Syntaxonomy of steppe vegetation in the Republic of Buryatia. *Rastitelnost Rossii* [Vegetation of Russia]. 31: 3–32. [In Russian] (**Королюк А. Ю.** Синтаксономия степной растительности Республики Бурятия // Растительность России, 2017. № 31. С. 3–32).

Korolyuk A. Yu. 2019. Steppes of the class *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. ex Korotkov et al. 1991 in Eastern Transbaikalia. *Vegetation of Russia* 35: 28–60.

Lavrenko E. M., Karamysheva Z. M., Nikulna R. I. 1991. *Stepi Yevrazii* [Steppes of Eurasia]. Leningrad: Nauka. 146 pp. [In Russian] (**Лавренко Е. М., Карамышева З. М., Никульна Р. И.** Степи Евразии. Л.: Наука, 1991. 146 с.).

Lavrenko E. M., Karamysheva Z. V. 1992. Steppes of the former Soviet Union and Mongolia. *Ecosystems of the world* 8: 3–59.

Namzalov B. B. 1994. *Stepi Yuzhnoy Sibiri* [Steppes of Southern Siberia]. Novosibirsk-Ulan-Ude: Izdatelstvo BNTS SO RAN. 307 pp. [In Russian] (**Намзалов Б. Б.** Степи Южной Сибири. Новосибирск–Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. 1994. 307 с.).

Namzalov B. B. 2015. *Stepi Tuvy i Yugo-Vostochnogo Altaya* [Steppes of Tuva and South-Eastern Altai]. Novosibirsk: Akademicheskoye izdatelstvo «Geo». 294 pp. [In Russian] (**Намзалов Б. Б.** Степи Тувы и Юго-Восточного Алтая. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015. 294 с.).

Namzalov B. B., Dubrovskiy N. G., Oorzhak A. V. 2005. Peculiarities of fallow succession in Tuva. *Vestnik BGU* [BSU Bulletin] 7: 200–205. [In Russian] (**Намзалов Б. Б., Дубровский Н. Г., Ооржак А. В.** Особенности залежной сукцессии в Туве // Вестник БГУ, 2005. Вып. 7. С. 200–205).

Namzalov B. B., Korolyuk A. Yu. 1991. *Klassifikatsiya stepnoy rastitelnosti Tuvy i Yugo-Vostochnogo Altaya* [Classification of steppe vegetation of Tuva and Southeast Altai]. Novosibirsk. 84 pp. [In Russian] (**Намзалов Б. Б., Королюк А. Ю.** Классификация степной растительности Тувы и Юго-Восточного Алтая. Новосибирск, 1991. 84 с.).

Opredelitel lishaynikov Rossii [Keys to lichens in Russia]. 1998. St. Petersburg: Nauka. 166 pp. [In Russian] (Определитель лишайников России. СПб.: Наука, 1998. 166 с.).

Opredelitel rasteniy Buryatii [*Keys to pPlants of Buryatia*]. 2001. O. A. Anenkhonov (ed.). Ulan-Ude: Respublikanskaya tipografiya. 672 pp. [In Russian] (*Определитель растений Бурятии*. Улан-Удэ: Республиканская типография, 2001. 672 с.).

Peshkova G. A. 1985. *Rastitelnost Sibiri (Predbaykalye i Zabaykalye)* [*Vegetation of Siberia (Cisbaikalia and Transbaikalia)*]. Novosibirsk. 145 pp. [In Russian] (**Пешкова Г. А.** Растительность Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск, 1985. 145 с.).

Peshkova G. A. 2010. *Dauriskaya lesostep (sostav, osobennosti, genezis)* [*Daurian forest-steppe (composition, features, genesis)*]. Barnaul: Artika. 146 pp. [In Russian] (**Пешкова Г. А.** Даурская лесостепь (состав, особенности, генезис). Барнаул: Артика, 2010. 146 с.).

Petuhov I. A., Bazha S. N., Danzhalova E. V., Drobyshchev Yu. I., Syrtyanova S. H. D., Bogdanov E. A., EnhAmgalan S., Gunin P. D. 2018. Long-term dynamics of the state of pasture ecosystems in the ecotone zone of the dry and desert steppes of Central Mongolia (Srednegobiysky Aimag). *Ekosistemy: ekologiya i dinamika* [*Ecosystems: ecology and dynamics*] 2, 2: 5–39. [In Russian] (**Петухов И. А., Бажа С. Н., Данжалова Е. В., Дробышев Ю. И., Сыртынова С. Х. Д., Богданов Е. А., ЭнхАмгалан С., Гунин П. Д.** Многолетняя динамика состояния пастбищных экосистем в экотонной зоне сухих и пустынных степей Центральной Монголии (Среднегобийский аймак) // Экосистемы: экология и динамика, 2018. Т. 2, № 2. С. 5–39).

Polevaya geobotanika [*Field geobotany*]. E. M. Lavrenko, A. A. Korchagina (eds.). Leningrad: Nauka. 336 pp. [In Russian] (*Полевая геоботаника*. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина (ред.). Л.: Наука. 1972. 336 с.).

Reshchikov M. A. 1961. *Stepi Zapadnogo Zabaykalya* [*Steppes of Western Transbaikalia*]. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR. 174 pp. [In Russian] (**Решичков М. А.** Степи Западного Забайкалья. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 174 с.).

Sayarina D. O., Zharnikova M. A., Tsydypov B. Z., Sodnomov B. V., Garmaev E. Zh. 2016. Landscape dynamics assessment of dry climatic zones on the Baikal Gobi transect from NDVI time series and field investigations data. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 48, 1: 012016.

Sedelnikov V. P. 1988. *Vysokogornaya rastitelnost Altae-Sayanskoj gornoj oblasti* [*Alpine vegetation of the Altai-Sayan mountainous region*]. Novosibirsk. 223 pp. [In Russian] (**Седелников В. П.** Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области. Новосибирск, 1988. 223 с.).

Sergiyevskaya L. P. 1951. Steppes of the Buryat-Mongolian Autonomous Soviet Socialist Republic. In: *Tr. Tomskogo gos. universiteta. Ser. Boil* [*Tr. Tomsk state un-that. Ser. biol.*] 116: 217–279. [In Russian] (**Сергиевская Л. П.** Степи Бурят-Монгольской АССР // Тр. Томского гос. ун-та. Сер. биол. Томск, 1951. Т. 116. С. 217–279).

Shchukina K. V. 2020. *Lugovaya rastitelnost поймы реки Vyatka v predelakh Kirovskoy oblasti* [*Meadow vegetation of the Vyatka river floodplain within Kirovsky region*]. Thesis ... PhD on biology. SPb. 207 pp. [In Russian] (**Щукина К. В.** Луговая растительность поймы реки Вятки в пределах Кировской области. Дисс. ... канд. биол. наук. СПб., 2020. 207 с.).

Suvorov E. G., Dash D. 2015. Physico-geographical zoning and geosystems. *Ekologicheskij atlas basseyna ozera Baykal* [*Ecological Atlas of the Lake Baikal Basin*]. Irkutsk, Ulan-Bator, Ulan-Ude: Izdatelstvo Instituta geografii im. V. B. Sochavy SO RAN. Pp. 47–48. [In Russian] (**Суворов Е. Г., Даши Д.** Физико-географическое районирование и геосистемы. Экологический атлас бассейна озера Байкал. Иркутск, Улан-Батор, Улан-Удэ: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. С. 47–48).

Tsydypov B. Z., Garmaev E. Zh., Alymbaeva Zh. B., Batotsyrenov E. A., Ayurzhanayev A. A., Sayarina D. O., Zharnikova M. A., Sodnomov B. V., Tulokhonov A. K. 2016. Spatio-temporal assessment of changes in the vegetation cover of arid climatic zones along the Baikal-Gobi transect. *Nauchnoye obozreniye* [*Scientific Review*] 5: 8–16. [In Russian] (**Цыдыпов Б. З., Гармаев Е. Ж., Алымбаева Ж. Б., Батоцыренов Э. А., Аюржанаев А. А., Саярина Д. О., Жарникова М. А., Содномов Б. В., Тулохонов А. К.** Пространственно-временная оценка изменения растительного покрова засушливых климатических зон по Байкало-Гобийскому трансекту // Научное обозрение, 2016. № 5. С. 8–16).

Tulokhonov A. K., Tsydypov B. Z., Voloshin A. L., Batueva D. Z., Chimeddorj T. 2014. Spatio-temporal characteristics of vegetation cover of arid and semiarid climatic zones in Mongolia on the basis of vegetation index NDVI. *Arid Ecosystems* 4, 2: 61–68.

Ubugunov L. L., Ubugunova V. I., Badmaev N. B., Gyninova A. B., Ubugunov V. L., Balsanova L. D. 2012. Soils of Buryatia: diversity, systematics and classification. *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii imeni V. R. Filippova* [*Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippova*] 2: 45–52. [In Russian] (**Убугунов Л. Л., Убугунова В. И., Бадмаев Н. Б., Гынинова А. Б., Убугунов В. Л., Балсанова Л. Д.** Почвы Бурятии: разнообразие, систематика и классификация // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова, 2012. № 2. С. 45–52).

Vasilevich V. I. 1995. Dominant-floristic approach to the identification of plant associations. *Bot. Zhurn.* 80(6): 28–39. [In Russian] (**Василевич В. И.** Доминантно-флористический подход к выделению растительных ассоциаций // Бот. журн., 1995. Т. 80, № 6. С. 28–39).

Yunatov A. A. 1950. *Osnovnyye cherty rastitelnogo pokrova Mongolskoy Narodnoy Respubliki* [The main features of the vegetation cover of the Mongolian People's Republic]. Moscow; Leningrad: Izdatelstvo AN SSSR. 224 pp. [In Russian] (**Юнатов А. А.** Основные черты растительного покрова Монгольской Народной Республики. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 224 с).

Yunatov A. A. 1964. Land cover mapping in the Mongolian People's Republic. *Geobotanicheskoye kartografirovaniye* [Geobotanical mapping]. Moscow; Leningrad. Pp. 102–104. [In Russian] (**Юнатов А. А.** Картография растительного покрова в Монгольской Народной Республике // Геоботаническое картографирование. М.; Л., 1964. С. 102–104).

Zarubin A. M., Frolova M. V. 1980. Botanical and geographical features of the steppe vegetation of the south-eastern Transbaikalia. In: *Ekologo-fiziologicheskiye osnovy povysheniya produktivnosti stepnykh pastbishch Zabaykalya* [Ecological and physiological foundations for increasing the productivity of steppe pastures in Transbaikalia]. Irkutsk. Pp. 5–32. [In Russian] (**Зарубин А. М., Фролова М. В.** Ботанико-географические особенности степной растительности юго-восточного Забайкалья // Эколого-физиологические основы повышения продуктивности степных пастбищ Забайкалья. Иркутск, 1980. С. 5–32).

Zharnikova M. A. 2020. Characteristics of steppe vegetation in arid territories of Central Asia. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in modern natural science] 8: 43–49. [In Russian] (**Жарникова М. А.** Характеристика степной растительности засушливых территорий Центральной Азии // Успехи современного естествознания. 2020. № 8. С. 43–49).

Zharnikova M. A., Alymbaeva Zh. B., Ayurzhanayev A. A., Garmaev E. Zh. 2016. Vegetation cover dynamics of the Mongolian semiarid zone according to multi-temporal LANDSAT imagery (the case of Darkhan test range). *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 48, 1: 012015.

Zharnikova M. A., Alymbaeva Zh. B., Tsydypov B. Z., Ayurzhanayev A. A., Garmaev E. Zh., Tulokhonov A. K. 2018. The current state of steppe ecosystems in the arid zone of Mongolia (a case study of the model site of Mandalgovi). *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 211, 1: 012047.

Zverev A. A. 2007. *Informatsionnyye tekhnologii v issledovanii rastitelnogo pokrova* [Information technologies in the study of vegetation cover]. Tomsk. 304 pp. [In Russian] (**Зверев А. А.** Информационные технологии в исследовании растительного покрова. Томск, 2007. 304 с.).