

ГЕОГРАФИЯ

Биогеография и география почв

УДК 581.55

DOI: 10.18101/2587-7143-2018-2-46-56

ФИТОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СОСТОЯНИЕ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ МОНГОЛИИ (НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА «МАНДАЛГОБИ»)

М. А. Жарникова, Ж. Б. Алымбаева

© **Жарникова Маргарита Андреевна**

аспирант лаборатории геоэкологии,

Байкальский институт природопользования СО РАН

Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 8

E-mail: rita_zharnikova@mail.ru

© **Алымбаева Жаргалма Баторовна**

канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории геоэкологии,

Байкальский институт природопользования СО РАН

Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 8

E-mail: aspirantura@binm.ru

В условиях происходящих изменений климата и интенсивной антропогенной нагрузки ценоотическое разнообразие степных экосистем находится в постоянной динамике. Определение его современного состояния позволит рассмотреть закономерности развития степных сообществ, оценить ход и направленность сукцессионных процессов. В данной статье представлены результаты геоботанического исследования степных сообществ засушливой климатической зоны Монголии на примере ключевого участка «Мандалгоби». С применением кластерного анализа ценофлор проведена классификация растительности изучаемой территории. На основе доминантно-детерминатного принципа нами выделено 2 группы формаций пустынных степей, включающих 5 формаций и 12 ассоциаций. С помощью методов экологической ординации выявлена взаимосвязь растительных сообществ с условиями среды. Кроме того, полученная ординационная схема подтверждает объективность выделения синтаксонов. В результате исследования сообществ отмечено, что с увеличением пастбищной нагрузки и усилением аридности климата происходит снижение фитоценоотического разнообразия, замещение коренных и внедрение инвазийных видов, приводящих к трансформации растительных сообществ, а именно выявлено снижение доли участия кормовых злаков, увеличение лука многокорешкового — *Allium polirrhizum*, способного вытеснять другие виды, а также появление дигрессионных видов.

Ключевые слова: аридные экосистемы; классификация; Монголия; ординация; растительность; степь; синтаксоны; фитоценоз; ценоотическое разнообразие; экологические градиенты.

Введение. В условиях современного глобального изменения климата произошли пространственные и временные сдвиги в структурах природных, обще-

ственных и хозяйственных систем. Степи вследствие повышенной чувствительности к воздействию антропогенных факторов и глобальным изменениям климата выступают в качестве индикатора при изучении пространственно-временной динамики ландшафтов и их реакции на современный климат. Монголия обладает исключительно своеобразным комплексом природно-климатических условий и неповторимыми ландшафтами, что издавна привлекает к ней внимание ученых разных специальностей.

Засушливость климата Центральной Азии обусловлена резким несоответствием большого количества приходящего тепла малым суммам осадков. Возрастание засушливости климата проявляется в постепенном уменьшении проективного покрытия растительных сообществ. С севера на юг убывает общая продуктивность растительности, а также происходят изменения в структуре сообществ (Береснева, 2006). В условиях глобальных климатических изменений и чрезмерной фрагментации естественного растительного покрова степной зоны, наряду с огромным разнообразием модификаций коренных и производных фитоценозов, сезонных, флуктуационных и сукцессионных смен растительности, проблемы классификации фитоценозов и их инвентаризации представляют задачу особой важности (Демина, 2015).

Целью настоящей работы является изучение ценогической структуры и состояния растительного покрова степных сообществ Монголии на примере модельного полигона «Мандалгоби». Выявлено фитоценогическое разнообразие степных экосистем и рассмотрена связь растительных сообществ с условиями среды.

Материалы и методы. Для изучения разнообразия растительного покрова и динамики процессов деградации и опустынивания земель с засушливыми климатическими условиями нами были проведены экспедиционные исследования по меридиональному Байкало-Гобийскому трансекту между 52 — 42° с.ш. и 104 — 108° в.д. на территориях Республики Бурятия РФ и Монголии.

В качестве модельного полигона в аридной климатической зоне был выбран ключевой участок, расположенный в центральной части аймака Дундговь в 5 км южнее г. Мандалгоби (рис. 1).



Рис. 1. Модельный полигон «Мандалгоби»

Рельеф данной территории характеризуется распространением денудационных равнин и плато с незначительным участием островных низко- и среднегорных массивов и широкими, нередко долинообразными, понижениями и котловинами с мелкими озерами и солончаками (Гунин, Бажа, Данжалова и др., 2012).

Изучение растительности степных сообществ осуществлялось маршрутными и детально-маршрутными методами геоботанических исследований. В ходе полевых работ выполнено 60 полных геоботанических описаний, проложен геоботанический профиль протяженностью 16 км, заложены мониторинговые геоботанические площадки (10×10 м), определена биологическая продуктивность характерных фитоценозов. Латинские названия видов даны согласно конспекту флоры Внешней Монголии (Губанов, 1996). Для первичной сортировки и обработки материала с использованием экологических шкал применена программа IBIS (Зверев, 2007), получены сводные таблицы видового состава фитоценозов, географические и эколого-биоморфологические спектры, виды ранжированы по шкалам увлажнения и богатства-засоленности почв, проведен смещенный анализ соответствий (DCA — Detrended correspondence analysis), дан экологический статус сообществам.

Результаты и обсуждение. По ботанико-географическому районированию, составленному Е.М. Лавренко, исследуемая территория относится к Северогобийской пустынно-степной провинции Центральноазиатской (Даурско-Монгольской) подобласти степной области Евразии и характеризуется господством в пустынных степях *Stipa gobica* и участием *Cleistogenes songorica*. Довольно значительную роль играет дерновинный многокорешковый лук — *Allium polyrhizum* (Лавренко, Карамышева, Никулина, 1991).

Вопросы типологии и классификации растительности аридных районов, как известно, многократно обсуждались в отечественной литературе, особенно в советский период (Овчинников, 1947; Юнатов, 1974; Лавренко, 1991). Классификация растительности проведена с применением флорогенетического подхода (Овчинников, 1947; Камелин, 1979). Массив геоботанических описаний был дифференцирован с использованием доминантно-детерминантного принципа (Прокопьев, 1997), где в качестве детерминантов используются дифференциальные группы видов. Таксономические единицы ранга группы формаций выделены на основе диагностирующих признаков биоморф преобладающих видов. Проводилось попарное сравнение первичных ценофлор по флористическому критерию с использованием такого показателя как покрытие видов. В качестве сравнения использовался коэффициент сходства Жаккара. Результатом попарного сравнения явилась матрица мер сходства ценофлор, что послужило основанием для построения дендрограммы (рис. 2).

Формации выделены по преобладающим видам основного яруса сообществ, ассоциации, как основные низшие таксономические единицы по дифференциальным видам и включают фитоценозы сходные по своему флористическому составу, структуре и по условиям существования (табл. 1).

Группы формаций определены по классификационной схеме А.А. Юнатова (1974). Для изучаемой территории и выделено 2 группы формаций пустынных степей, включающих 5 формаций и 12 ассоциаций:

Группа формаций: I) дерновиннозлаковые пустынные степи с господством дерновинных травянистых многолетников

Формация: А) ковыльковая (*Stipa klemenzi*)

М. А. Жарникова, Ж. Б. Алымбаева. Фитогеографические особенности и состояние степных сообществ Монголии (на примере модельного полигона «Мандалгоби»)

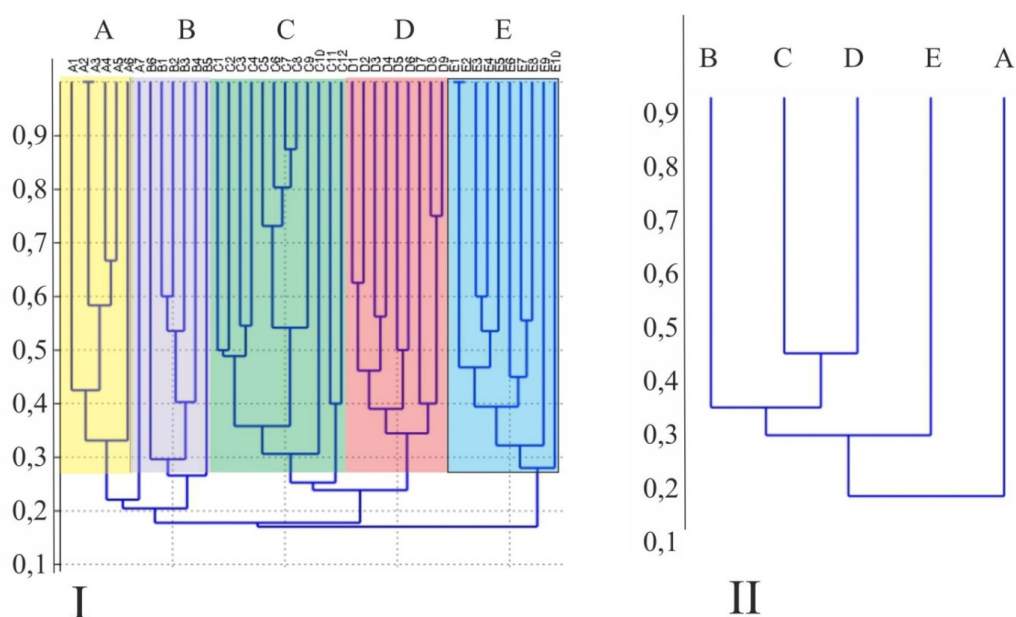


Рис. 2. Дендрограммы: I) сходства первичных ценофлор, II) сходства групп ценофлор ранга формаций.

Примечание: по вертикальной оси — коэффициент сходства; большими буквами латинского алфавита обозначены формации: А — ковыльковая, В — змеевковая, С — луковая, D — осочковая, Е — солянковая.

Ассоциации: 1. клеменцевоковыльковая с участием *Peganum nigellastrum*

2. галечниковоковыльковая

Формация: В) змеевковая (*Cleistogenes songarica*)

Ассоциации: 3. змеевковая с участием *Peganum nigellastrum*

Формация: С) луковая (*Allium polyrhizum*)

Ассоциации: 4. монгольсколуковая

5. разнотравно-луковая

Формация: D) осочковая (*Carex duriuscula*)

Ассоциации: 6. холоднопыльино-осочковая

7. разнотравно-осочковая

Группа формаций: II) полукустарничково-дерновиннозлаковые пустынные степи

Формация: Е) солянковая (*Stipa glareosa*, *Salsola passerina*, *Reaumuria songarica*)

Ассоциации: 8. чиево-солянковая

9. вьюнково-солянковая

10. мелкодерновиннозлаково-солянковая

11. разнотравно-солянковая

12. поташниково-солянковая

Первая группа формаций дерновиннозлаковых пустынных степей характеризуются господством дерновинных травянистых многолетников и включает в себя ковыльковую, змеевковую, луковую и осочковую формации.

Ковыльковые степи предпочитают пологоволнистые среднесуглинистые слабозащелоченные равнины. В формировании ковыльковой формации основное участие принадлежит плотнодерновинным низкотравным мелким перистым ковылькам *Stipa klemenzii* и *Stipa glareosa* при активном участии *Allium polyrhizum*. В рассматриваемых ценозах *Stipa klemenzii* преобладает над ковылем галечным. Видовой состав крайне обеднен. Выделяются 2 ассоциации: галечниковоковыльковая и дигрессионный вариант ковыльковых степей — клеменцевоковыльковая с участием *Peganum nigellastrum*. Ассоциация клеменцевоковыльковых степей с участием *Peganum nigellastrum* отличается упрощенным видовым составом и имеет более низкое процентное соотношение доминантов. Отмечено выпадение из травостоя эуксерофильного дерновинного ковылька *Stipa glareosa*, вытеснение которого, вероятно, связано с внедрением в сообщество дигрессионно-активного вида *Peganum nigellastrum*, тяготеющего к нарушенным выпасом местам. Тогда как *S. klemenzii* оказался более устойчивым.

В змеевковой формации, наряду с ковыльками эдификаторное значение принимает многолетний дерновинный злак — *Cleistogenes songorica*. Это гобийско-монгольский вид, не выносящий засоления и сильной солонцеватости, предпочитает дресвянисто-гравийные отложения и каменисто-щебнистые почвы. Сообщества змеевковой формации располагаются по волнисто-увалистым равнинам, отчасти пологим склонам. В данной формации выделяются 1 ассоциация: змеевковая с участием *Peganum nigellastrum*. Т.И. Казанцева в 2009 г. отмечала уменьшение ценозоформирующей доли змеевки джунгарской. Согласно описаниям пустынных степей А.А. Юнатов в данных сообществах в небольшом количестве и только в качестве сопутствующего вида могут встречаться мелкие осочки *Carex stenophylla* и *C. duriuscula*. Однако в современном растительном покрове участие *Carex duriuscula* уже более значительное, до 5-7%, змеевка джунгарская имеет достаточно обильное проективное покрытие, хотя жизненное состояние его достаточно угнетенное. Отмеченное высокое участие алкалоидного вида *Peganum nigellastrum* говорит об усиливающейся дигрессии сообществ.

Формация луковых степей приурочена преимущественно к равнинам и относительно приподнятым местоположениям, предпочитая легкосуглинистые и рыхлые песчаные почвы. Эдификатором луковой формации наряду с ковыльком галечным является плотнодерновинный лук *Allium polyrhizum*. По проективному покрытию позиции лука многокорешкового 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 (Казанцева, 2009). По данным Т.А. Поповой корни лука многокорешкового расположены вблизи поверхности почвы и они способны улавливать даже небольшие осадки. Согласно А.А. Юнатову в пустынных степях плотнодерновинный лук многокорешковый отмечался далеко не всегда и в виде примеси. Однако в современной растительности данный лук отмечен во всех сообществах выделенной формации и в довольно большом обилии. Формация луковых степей включает монгольсколуковую и разнотравно-луковую ассоциации. Разно-

травно-луковая ассоциация характеризуется высоким фитоценотическим значением лука многокорешкового *Allium polyrhizum*, и практически отсутствием лука монгольского. Кроме этих эдификаторов отмечено активное участие *Dontostemon integrifolius* и *Crepis flexuosa*. Группа разнотравья представлена *Potentilla astragalifolia*, *Scorzonera mongolica*, *Kochia prostrata* и дигрессионными плохоподаемыми видами — *Convolvulus ammani* и *Lagochilus ilicifolius*. В монгольсколуговой ассоциации наряду с преобладанием *Allium polyrhizum*, состав травостоя несколько изменяется вследствие снижения фитоценотической роли и выпадение из сообщества перистого ковылька *Stipa glareosa*. Кроме того отмечается уверенное участие *Allium mongolicum*. Травостой монгольсколуговой ассоциации состоит из *Potentilla astragalifolia*, *Scorzonera mongolica*, *Convolvulus ammani*, *Setaria viridis*.

На почвах легкого механического состава, с небольшим содержанием гумуса произрастают сообщества осочковой формации. Основными ценозообразователями данной формации являются также *Allium polyrhizum* и *Stipa glareosa*, причем соотношение их колеблется. Кроме них активным эдификатором выступает дигрессионный вид *Carex duriuscula*. Формация включает 2 ассоциации: холоднопопынно-осочковую и разнотравно-осочковую. В холоднопопынно-осочковой ассоциации заметное участие принимает примитивный полукустарничек *Artemisia frigida*. В составе травостоя отмечены *Lagochilus ilicifolius*, *Heteropappus altaicus*, *Dontostemon integrifolius* и др. В разнотравно-осочковой ассоциации группа разнотравья, представлена такими видами, как *Asterothamnus heteropappoides*, *Heteropappus altaicus*, *Convolvulus ammani* (дигрессионный вид) и довольно агрессивным элементом *Setaria viridis*.

К группе формаций полукустарничково-дерновиннозлаковых пустынных степей относится солянковая формация, где наряду с эдификаторной ролью дерновинных злаков большое значение принимают типичные полукустарнички — *Reaumuria songorica* и *Salsola passerina*. Их участие по проективному покрытию удерживается примерно на одном уровне. Солянковая формация развивается в понижениях, по пологим склонам на суглинистых и солончаковато-солонцеватых почвах. Формация включает 5 ассоциаций: чиево-солянковая, вьюнково-солянковая, мелкодерновиннозлаково-солянковая, разнотравно-солянковая и поташниково-солянковая. В крупных транзитных сайрах в пределах настоящих пустынь реомюрия является доминантом, однако в данных фитоценозах находится в более жестких термальных условиях, хотя и остается доминантом. Она имеет глубокую корневую систему и достаточно устойчива к неблагоприятным условиям и перевыпасу.

Интерпретация взаимосвязи растительных сообществ с условиями среды осуществлялась как с помощью ординации методом прямого многофакторного градиентного анализа (рис. 3), реализованного в пакете PAST, с предварительной обработкой описаний ценозов в IBIS (Зверев, 2007) так и непрямой ординации по методу DCA (detrended correspondence analysis) — бестрендовый анализ соответствия или метод взаимного усреднения (Hill, 1979). Полученные результаты, являются важным дополнением друг друга.

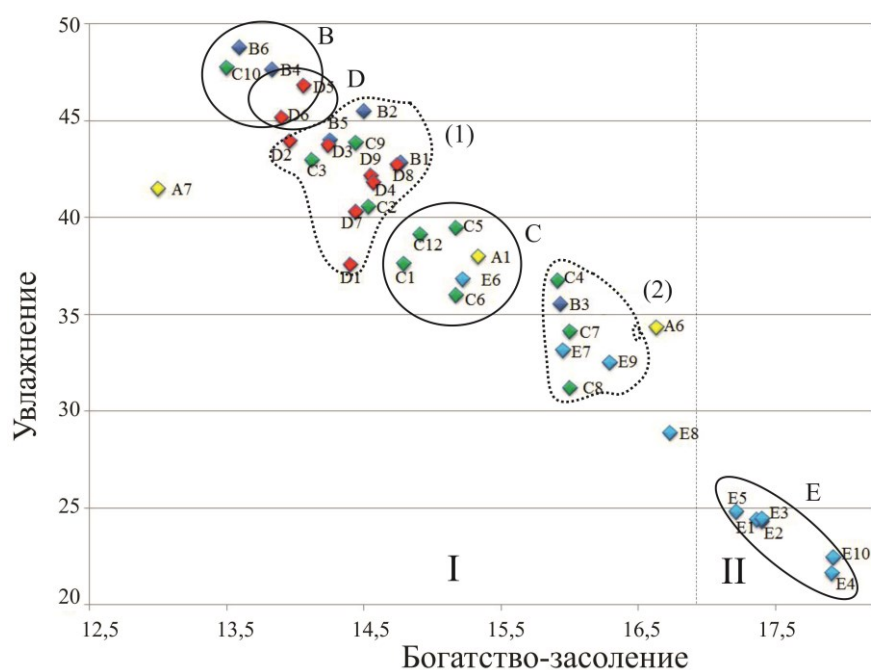


Рис. 3. Прямой многофакторный градиентный анализ. Распределение сообществ (описаний) по осям увлажнения и богатства-засоления. Римскими цифрами обозначены группы формаций; буквами латинского алфавита — формации: А — ковыльковая, В — змеевковая, С — луковая, D — осочковая, Е — солянковая. Сплошной линией показаны локусы скопления формаций, пунктирной линией — экотонные положения.

На рис. 3 видно, что установленные синтаксоны дифференцированы в пространстве двух осей ординации, представляющих главные экологические факторы, лимитирующие развитие степной растительности. Вертикальная ось ординации отражает роль комплексного градиента по фактору увлажнения. Горизонтальная ось — распределение сообществ по отношению к фактору богатства-засоленности почв. На ординационной схеме сообщества дифференцированы на две группы, соответствующие рангу групп формаций. Сообщества дерновиннозлаковых пустынных степей (I) с господством травянистых многолетников занимают более увлажненные (30-50) и менее засоленные (12,5–16,5) позиции, в то время как группа формаций полукустарничково-дерновинных пустынных степей (II) расположилась в границах между 20-30 делениями шкалы увлажнения и с наибольшим уровнем засоления (16,5-18). На уровне формаций по показателям нарастания градиента влажности субстрата фитоценозы упорядочились в следующий экологический ряд: солянковые, луковые, осочковые, змеевковые сообщества. Однако их экологические пространства перекрываются, что, вероятно, определяется присутствием общих видов адвентивной флоры. Одна формация плавно перетекает в другую, границы фитоценозов размыты, резких разрывов внутри групп формаций не наблюдаем. В местообитаниях с наиболее сухими субстратами (20-30) распространены сообщества солянковых степей (E1-E10), тяготеющие к более засоленным почвам (16,5-17,9), при этом чиевая ассоциация

(Е6, Е7, Е8) вышла за пределы скопления группы и сместилась до ступени 37 по шкале увлажнения, так как входящий в состав данного сообщества *Achnatherum splendens* приурочен к умеренно засоленным, и достаточно увлажненным субстратам. Также индивидуальные позиции имеет сообщество с *Cleistogenes songorica* (Е9) менее засоленное и более увлажненное. Луковые сообщества (С1, С5, С6, С12) занимают положение между 35–40 степенями увлажнения, а по шкале засоления почв 14,5–15,5. Часть ценоза (С7, С8) смещается вниз до шкалы 30 по степени увлажнения за счет присутствия в травостое солянки *Reaumuria songarica*, и образуют экотонную группу (2) с чиевой ассоциацией (Е6, Е7, Е8). Осочковые сообщества (D5, D6) расположились в границах с еще большим увлажнением (45–47), и с меньшим уровнем засоления (13,5–14) почв. Большая часть осочковой формации (D2, D3, D4, D7, D8) с частью луковой (С2, С3, С9) образуют экотонную группу (1) за счет общих видов разнотравья, входящих в перекрывающиеся сообщества (*Dontostemon integrifolius*, *Convolvulus ammanii*, *Potentilla astragalifolia*). Змеевковые сообщества (В2, В4, В5, В6) занимают наиболее увлажненные позиции по сравнению с другими формациями в пределах 45–50 по увлажнению и 13,4–14 по засолению. Отчленилась от единой группы змеевковых степей сообщество с реомюрией (В3), и укрепило позиции выделенной экотонной группы (2). Стоит отметить, что, экологические оптимумы ценозов ковыльковой формации (А2–А5) не были определены, а те сообщества из данной формации (А1, А6, А7), которым был присвоен экологический статус, методом прямого многофакторного анализа распределены разрозненно по осям ординации, как по фактору засоления, так и по фактору увлажнения. Тогда как, на непрямой ординации данные ковыльковые сообщества упорядочились в одну группу, что обосновывает их выделение в отдельную ассоциацию. В результате анализа ординационной схемы отмечена обратная взаимосвязь между показателями увлажнения и засоления почвы: чем выше показатель влажности субстрата, тем ниже показатель по богатству почв и их засолению.

Таким образом, проведена классификация описанных фитоценозов, в результате комплексного анализа выявлено современное состояние и особенности фитоценотического разнообразия растительности ключевого полигона, расположенного в степных сообществах засушливой зоны. На основе проведенного ординационного анализа определены экологические факторы, отвечающие за фитоценотическое разнообразие, и имеющие важное значение в дифференциации растительных сообществ.

Характер степей закономерно изменяется по мере продвижения к югу. На изучаемой территории в условиях засушливого климата отмечен низкий видовой состав, выпадение ряда представителей степного разнотравья, и в то же время появления более ксерофитных видов — *Convolvulus ammanii*, *Dontostemon integrifolius*, *Lagochilus ilicifolius* и др. Выявлено многолетнее преобладание по проективному покрытию и участию в сложении сообществ пустынно-степного вида *Allium polyrhizum* и дигрессионных видов — *Carex duriuscula*, *Peganum nigellastrum* по сравнению с коренными злаками, приводящее к изменению качества и состава фитоценозов. Далее к югу отмечаются изменения в составе жизненных форм и эдификаторов-ценозообразователей, выражающиеся в сокращении, а затем и в полном падении роли дерновинных злаков. Травостой становится

ся более разреженным и низкорослым. Преобладает участие полукустарничков — *Reaumuria songorica* и *Salsola passerina*.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке научных проектов РФФИ № 17-05-01059, № 18-55-91047 и в рамках государственного задания БИП СО РАН.

Литература

- Береснева И.А. Климаты аридной зоны Азии. М: Наука, 2006. 286 с.
- Демина О. Н. Классификация растительности степей бассейна Дона: монография. Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2015. 212 с.
- Гуний П.Д., Бажа С.Н., Данжалова Е.В. и др. Трансформация пастбищных экосистем Центральной Монголии в переходный период: мат-лы VI междунар. симпозиума и VIII междунар. школы-семинара "Геоэкологические проблемы степных регионов". — Оренбург: ИПК "Газпромпечат", 2012. 940 с.
- Губанов И.А. Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения). М.: Валанг, 1996. 136 с.
- Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск, 2007. 304 с.
- Казанцева Т.И. Продуктивность зональных растительных сообществ степей и пустынь Гобийской части Монголии. М., 2009. 336 с.
- Камелин Р.В. Кухистианский округ горной Средней Азии // Комаровские чтения. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. Т. 31. 117 с.
- Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. 1991. Степи Евразии. М: Наука, 1991. 146 с.
- Овчинников П.Н. О принципах классификации растительности // Сообщ. Тадж. фил. АН СССР, 1947. вып.2. С. 18-23.
- Прокопьев Е.П. Введение в геоботанику: учебное пособие. Томск, 1997. С. 86.
- Юнатов А.А. Пустынные степи Северной Гоби в Монгольской Народной Республике. Л: Наука, 1974. 132 с.
- Hill M.O. TWINSPAN — a FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two Way Table by Classification of the Individuals and the Attributes. Ecology and Systematic. Ithaca: Cornell Univ. Press. 1979. 48 pp.

PHYTOGEOGRAPHICAL FEATURES AND STATE OF STEPPE COMMUNITIES OF MONGOLIA (ON THE EXAMPLE OF THE MODEL RANGE "MANDALGOBI")

M. A. Zharnikova, Zh. B. Alymbaeva

Margarita A. Zharnikova

postgraduate, laboratory of geoecology
of the Baikal Institute of Nature Management SB RAS
8, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047, Russia
E-mail: zharnikova@binm.ru

Zhargalma B. Alymbaeva

Cand. Sci. Bio., researcher, laboratory of geoecology
of the Baikal Institute of Nature Management SB RAS
8, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047, Russia
E-mail: aspirantura@binm.ru

Under conditions of climate change and intensive anthropogenic pressure, the cenotic diversity of steppe ecosystems is in constant dynamics. The definition of its current state will allow us to further consider the patterns of development of communities, assess the course and direction of the succession processes. This article describes the results of geobotanical studies of steppe ecosystems of the arid climate zone of Mongolia as an example of the research model polygon "Mandalgobi". Using the cluster analysis of cenoflor, a classification of the vegetation of the studied territory. On the basis of the dominant-determinative of the principle allocated to 2 groups of formations, desert steppe, including 5 of 12 formations and associations. Using the methods of direct and indirect ordination, the relationship between plant communities and environmental conditions is revealed. The obtained ordination scheme confirms the objectivity of selection of syntaxons. As a result of the study of communities, it was noted that with increasing pasture load and increasing aridity of the climate, phytocenotic diversity is reduced, native substitution is replaced and invasive species are introduced leading to transformation of plant communities, namely, a decrease in the share of forage crops, an increase in *Allium polyrrhizum*, capable of dislodging other species, as well as the appearance of digression species.

Keywords: arid ecosystems, classification, Mongolia, ordination, vegetation, steppe, syntaxons, phytocenosis, phytocenotic diversity, ecological gradients.