

ПРИРОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ПАСТБИЩНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ

© *Е. А. БОГДАНОВ**,¹ *О. А. КЛИМАНОВА**,² *П. Д. ГУНИН***,³

* Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, географический факультет

** Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва

E-mail: ¹ bogdanov.20191@mail.ru

² oxkl@yandex.ru

³ monexp@mail.ru

На примере Среднеобийского аймака анализируются природные, прежде всего, геоморфологические и литолого-эдафические условия и антропогенные (увеличение поголовья скота и изменение структуры стада) факторы, определяющие деградацию растительности в ландшафтах сухих и опустыненных степей Монголии. Исходными материалами для оценки состояния растительности были космические снимки аппаратов Landsat-5 и 8, по которым были рассчитаны индексы NDVI, совместный индекс BSI + LDI, а также получен растр в результате синтеза каналов 7—5—3 для Landsat 8 и 7—4—2 для Landsat 5. Для оценки роли природных условий в программном пакете ArcMap была построена модель ландшафтных местоположений, содержащая данные об абсолютной высоте ареала, его положении в системе ландшафтных катен, генезисе рельефа и характере грунтов. Анализ вклада антропогенных факторов проведен на основе статистики по сомонам. Выявлено, что в 1990—2015 гг. поголовье скота изменялось от 1.1 до 2.8 млн голов, причем во всех сомонах аймака прирост поголовья произошел за счет овец и коз. Установлено, что на 47 % площади аймака произошло сокращение проективного покрытия растительности, причем в наибольшей степени эти процессы характерны для опустыненных дерновинно-злаковых и полукустарничково-дерновинно-злаковых степей в центральной части аймака. Верификация полученных результатов была проведена по данным полевых исследований Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ. Местоположения, потенциально подверженные деградации по свойствам морфолитогенной основы, занимают 60 % территории аймака. Среди уже претерпевших трансформацию преобладают элювиальные и трансэлювиальные варианты ландшафтных местоположений цокольных равнин на породах смешанного состава. Показано, что при сходных тенденциях изменения поголовья пастбищные экосистемы сомонов с преобладанием таких местоположений более подвержены деградации, чем остальные.

Ключевые слова: пастбищные экосистемы, трансформация растительности, ландшафтные местоположения, пустынные степи, сухие степи, Монголия, структура поголовья.

Постановка проблемы. Пастбищное животноводство — исторически обусловленная и важнейшая составляющая сельского хозяйства Монголии. В структуре земельного фонда страны на пастбища приходится почти 73 % территории, в отрасли занято почти 30 % населения, а доходы от него составляют 14.6 % ВВП [30]. Степи и пустыни Монголии — основные пастбищные угодья страны, от состояния которых зависит как богатство, так и этнокультурная целостность монгольского народа.

Палеоботанические данные свидетельствуют, что в сухих степях Монголии начальные признаки пастбищных перегрузок отмечались еще 600—900 лет назад [8]. Основные закономерности трансформации растительного покрова пастбищных экосистем в 1950—1960-е гг. рассмотрены в работах [14, 15, 25]. В ходе работ Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции в 1970—1990-е гг. было показано, что экстремальные природные условия Монголии при существенном росте антропогенных нагрузок создают дополнительные предпосылки для деградации пастбищ. Так, в конце 1990-х гг. до 50—60 % пастбищ Монголии были подвержены умеренным нарушениям, 20—25 % — сильным и 10—15 % — очень сильным [23].

Территория Монголии за период 1940—2007 гг. испытала существенные изменения базовых климатических показателей — среднегодовой температу-

ры и осадков. Согласно данным климатического моделирования, среднегодовая температура воздуха на территории Монголии выросла на 2.14 °С, количество осадков за зимний период уменьшилось, за летний период — увеличилось [26]. Вместе с ростом температуры в южной части Среднегобийского аймака наблюдается интенсификация процесса аридности, что проявляется в увеличении частоты засух [12]. Эпизоды, связанные с наступлением экстремально низких температур (понижение до -40—50 °С), т. н. «зуд» (zud — монг.), за период 1990—2015 гг. демонстрируют сложную динамику: в 1990—2000 гг. отмечалось снижение частоты этого явления, в то время как в период 2000—2010 гг. она, напротив, увеличилась. Согласно сценариям ИРСС возможный рост температуры в пределах Монголии в период до 2100 г. может составить до 5 °С, что превышает среднемировой прогноз (3.5—4 °С), в то же время в отношении осадков существует высокая неопределенность [26].

На климатические изменения накладывается и трансформация традиционной модели экстенсивного животноводства. В 1950—1990-е гг. поголовье скота в стране в среднем составляло 20 млн голов, испытывая незначительные изменения по годам. С конца 1990-х гг. характер динамики этого показателя резко изменился. Так, в 1999 г. численность поголовья составила 33.6 млн, в 2001 г. — 23.9 млн, в 2009 г. — 44.0 млн, в 2010 г. — 32.7 млн, в 2016 г. — 61.5 млн голов [29], то есть к настоящему времени поголовье увеличилось трехкратно. В большинстве аймаков в структуре поголовья скота значительно увеличилась доля коз, продажа шерсти и пуха которых стала приносить большую выгоду, нежели сбыт продуктов овцеводства. Изменение традиций освоения и ареалов посезонного использования вызвали интенсивное вытаптывание пастбищ, а в некоторых районах и опустынивание территории [2, 3]. При вольном выпасе, нерациональном использовании пастбищ и нечастой перекочевке деградация пастбищ проявляется, прежде всего, в ухудшении качества травостоя, увеличении доли ядовитых, непоедаемых, плохо поедаемых и сорных растений [20].

Большинство публикаций, посвященных анализу процессов деградации растительности в степной и полупустынной зонах Монголии за 2000—2010-е гг., рассматривают их зависимость от климатических циклов, в частности, от колебаний увлажнения [9, 21]. В меньшей степени уделяется внимание влиянию на состояние экосистем геоморфологических и литолого-эдафических особенностей ландшафтов, а также вкладу трансформации структуры стада и его поголовья в процессы деградации.

В этой связи целью данной статьи стал анализ природных предпосылок и антропогенных факторов трансформации растительного покрова в пастбищных ландшафтах опустыненных степей за период 1990—2015 гг. В ходе исследования решались следующие задачи: выявление пространственных закономерностей трансформации растительного покрова на основе данных дистанционного зондирования и результатов полевых исследований; геоинформационное моделирование ландшафтных местоположений; анализ причинно-следственных связей между состоянием растительного покрова и природными и антропогенными предпосылками его трансформации.

Материалы и методы исследования. Территория Среднегобийского аймака, состоящего из 15 сомонов, располагается в центральной части Монголии, в 250 км к югу от Улан-Батора, между 46 и 48° с. ш. в экотонной полосе между пустынями и степями. На рассматриваемой территории преобладает низкогорно-мелкосопочниково-равнинный рельеф; абсолютные высоты уменьшаются с северо-запада на юго-восток. Средние температуры воздуха в январе на равнинах составляют -18—20 °С, в июле — 15—18 °С, при этом

среднегодовые температуры воздуха отрицательны [17]. В низкогорных и мелкосопочных районах амплитуды температур воздуха выше, чем на равнинах. Среднегодовое количество атмосферных осадков по территории аймака колеблется от 100 до 230 мм с максимумом в июле-августе. Характерные для всей Монголии тренды увеличения среднегодовой температуры и уменьшения осадков, согласно данным метеостанции Мандалговь, отмечаются и на территории Среднегобийского аймака.

Растительный покров аймака характеризуется преобладанием в северной и центральной части умеренно-сухих, сухих и опустыненных степей, представленных дерновинно-злаковыми и полукустарничково-дерновинно-злаковыми растительными группировками: кустарниковыми (*Caragana microphylla*, *C. stenophylla*) мелкодерновинно-злаково-тырсовыми (*Stipa krylovii*, *Cleistogones squarrosa*, *Koeleria macrantha*) в сочетании с петрофитноразнотравно-типчачковыми, змеевково-тырсово-ковыльковыми (*Stipa klemenzii*, *S. krylovii*, *Cleistogenes squarrosa*) и петрофитноразнотравно-холоднопыльнино-злаковыми (*Stipa klemenzii*, *S. krylovii*, *S. gobica*, *Artemisia frigida*) сообществами [17]. В южной части аймака почти полностью преобладают сообщества пустынных степей, в юго-западной части — сообщества северогобийского типа: баглурово-ковыльковые и баглурово-луково-ковыльковые (*Stipa gobica*, *S. glareosa*, *Anabasis brevifolia*, *Allium polyrrhizum*) [17], в юго-восточной части — восточно-гобийские типы: караганово-ковыльковые (*Stipa gobica*, *S. glareosa*, *Caragana korshinskii*) сообщества с высокой долей летне-вегетирующих однолетников в составе травостоя [26].

Для аймака, как и для Монголии в целом, характерно круглогодичное использование пастбищ, поэтому главным индикатором пастбищной нагрузки служит поголовье скота и структура стада. Основной чертой пастбы кочевых народов Монголии является т. н. «полипастба», в ходе которой на всей территории круглогодично выпасаются все группы скота [5]. Влияние выпатывания на травостой и почву тем сильнее, чем выше плотность популяции пасущихся животных и чем продолжительнее срок выпаса стад [22, 13]. Численность скота за период 1990—2015 гг. изменялась волнообразно. После 1990 г. было 1.5 млн голов, минимальные значения поголовья по аймаку составляли 1.1 млн голов в 2010 г., максимальные — 2.8 млн голов в 2015 г. [19].

В качестве исходных данных для анализа состояния растительного покрова использовались космические снимки Landsat 5 TM и Landsat 8 OLI за июль-август 1990 г. и 2015 г. [32]; этот период было решено считать оптимальным для учета максимальной вегетации растительных сообществ данной территории. Обработка снимков и расчет индексов проводились в программных пакетах Erdas Imagine и ArcMap. По снимкам были рассчитаны следующие индексы: SAVI и ARVI, совместный индекс BSI + LDI; валидация данных проводилась на основе синтеза каналов 7—5—3 для Landsat 8 и 7—4—2 для Landsat 5, которые хорошо себя зарекомендовали для анализа растительности пустынь и опустыненных территорий [31, 32]. Необходимость использования нескольких индексов определялась различным характером поверхности исследуемой территории. Территория исследуемого участка располагается в пределах экотонной полосы между пустынями и степями, в которой проективное покрытие растительности колеблется в пределах от 0 до 30—40 %. Для таких территорий построение индекса NDVI нецелесообразно, поэтому для отображения динамики проективного покрытия использовались индексы-аналоги NDVI: SAVI и ARVI, которые используются для территорий с проективным покрытием растительности менее 60 %. Для локализации участков с открытыми почвами дополнительно использовался совместный индекс BSI + LDI

(на основе NDVI—LDI—NDVI) [16]. Итоговый слой участков, где открытость почв достигает 95—100 %, вычислен с погрешностью ± 3 %, с открытостью почв 85—95 % с погрешностью $\pm 3—4$ %.

Ниже приведены формулы для вычисления выбранных индексов:

$$BSI = ((NIR - GREEN) + RED) / ((NIR + GREEN) + RED) \cdot (-1)$$

где GREEN, RED, NIR — соответствующие каналы мультиспектрального спутникового изображения;

$$LDI - NDVI = 0.0709 - 0.0091 \cdot (NDVI).$$

Изменение поголовья и состава стада по сомонам Среднегобийского аймака определялось по фондовым данным, предоставленным СРМКБЭ РАН и АНМ и по литературным источникам.

Для картографирования и оценки степени дифференциации морфолито-генной основы пастбищных ландшафтов использовался метод моделирования ландшафтных местоположений, примеры применения которого для районов Дальнего Востока изложены в работе Е. Ю. Колбовского [11].

Моделирование местоположений осуществлялось в программных пакетах ArcMap при помощи группы инструментов Hydrology, SpatialAnalyst, а также отдельной группы инструментов Geomorphology. Базовыми слоями для моделирования местоположений были цифровая модель рельефа с разрешением 30 м, оцифрованная карта грунтов (М 1:200 000) и геоморфологическая карта МНР (М 1: 2 500 000) [4].

Моделирование ландшафтных местоположений на среднемасштабном уровне основывалось на представлениях об основных этапах формирования рельефа территории, которые и обусловили ее высотные уровни дифференциации. Было выделено пять высотных уровней (высоты над уровнем моря): 1) 990—1150 м (пластовые равнины с различным характером поверхности на меловых породах); 2) 1150—1250 м (цокольные денудационные равнины палеозойского возраста); 3) 1250—1350 м (мелкосопочки и бедленды, цокольные равнины); 4) 1350—1450 м (останцовые низкогорья и мелкосопочки, генетически связанные с Хангаем); 5) более 1450 м (останцовые низкогорья Хэнтея). В результате очистки от шумов был получен рабочий растровый слой DEM (Digital Elevation Model). Затем, при помощи группы инструментов Hydrology были построены четыре взаимосвязанных и полученных последовательно тематических растра: 1) направления стока; 2) аккумуляции стока; 3) водотоков в целом; 4) водотоков n -ного порядка. На основании третьего растра и растра DEM моделировался растр HAR (Height Above River). Его географический смысл — разделение поверхностей по относительной высоте над уровнем ближайшего водотока (условный тальвег), что отражает совокупность биофизических параметров ландшафта в части переноса вещества и энергии.

При дальнейшей классификации растра по гистограмме в программе ArcMap были выделены следующие типы геотопов: 1) замкнутые понижения; 2) склоны замкнутых понижений; 3) плоские всхолмленные поверхности равнин; 4) верхние и средние части склонов высоких водораздельных поверхностей; 5) вершинные поверхности. На следующем этапе был проведен оверлей полученных растров, к которым также были добавлены тематические растры грунтов и геологического строения. Тематический слой четвертичных отложений при моделировании не представлялось возможным использовать из-за существенно более мелкого масштаба его картографического отображения. Выделенные при моделировании ландшафтные местоположения отражают морфолито-генную

основу ландшафта и могут быть использованы для выявления причинно-следственных связей с растительностью и степенью ее трансформации, определенной по материалам дешифрирования актуальной космической информации.

Результаты и их обсуждение. Трансформация растительного покрова. В контексте статьи словосочетание «растительный покров» может рассматриваться как синоним термина «ландшафтный покров» [10], под которым в данной работе понимается совокупность различных по спектральным свойствам типов изображения, характеризующих растительность и основные типы использования земель на рассматриваемой территории. С учетом специфики пустынно-степной растительности аймака на основании сложения индексов в программе ArcMap были выделены пять классов ландшафтного покрова, различающихся по доле участков поверхности, занятых растительностью: 1) поверхность, лишенная растительности; 2) растительность занимает 20 % площади участка; 3) растительность имеется на 40—50 % площади участка; 4) растительность имеется на 51—80 % площади участка; 5) растительность имеется на 81 % и более площади участка.

В результате сложения соответствующих слоев NDVI и слоя, построенного на основе вычисления степени открытости почв (BSI + LDI), получено растровое изображение, свидетельствующее об изменении степени сомкнутости растительного покрова за рассматриваемый период (рис. 1).

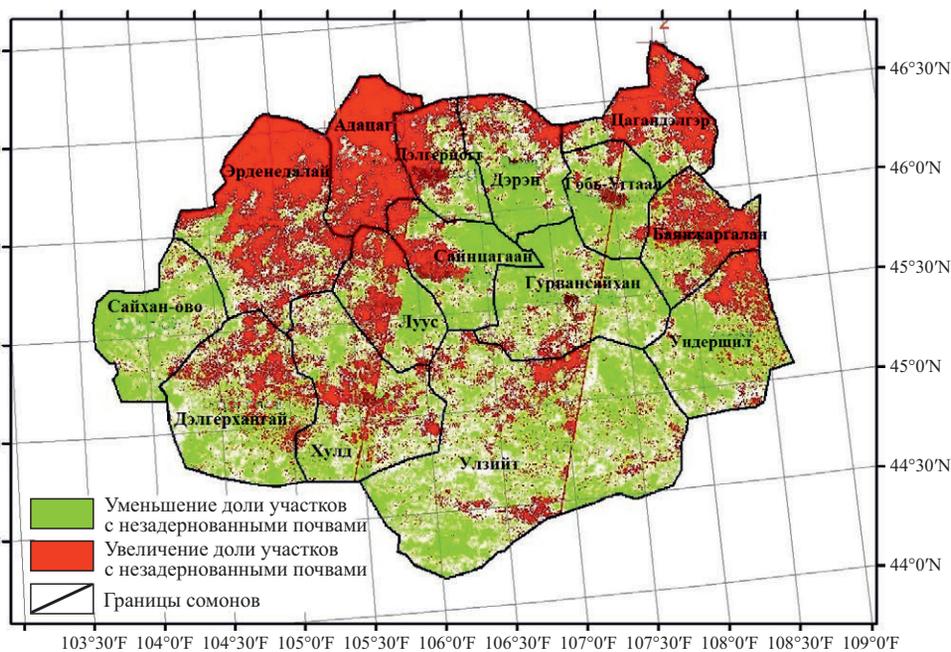


Рис. 1. Территории с уменьшением и увеличением доли участков, лишенных растительного покрова в 1990—2015 гг. (рассчитано на основании сопряженного анализа индексов по снимкам Landsat). Красным цветом на рисунке показаны территории, где за 1990—2015 гг. произошло увеличение площади участков, лишенных растительности, зеленым — территории, где их доля уменьшилась.

Fig. 1. Areas with a decrease and increase in the proportion of areas deprived of vegetation in 1990—2015 (based on the conjugate analysis of indices from Landsat images). By the red color in the figure are shown the territories where, during 1990—2015, there was an increase in the area of plots devoid of vegetation, and the green — areas, where their share decreased.

Выявлено, что на 47 % площади аймака произошло сокращение проективного покрытия растительности, причем в наибольшей степени эти процессы характерны для северо-западной и северо-восточной частей аймака. В зональном отношении эта территория в 1990-х гг. соответствовала ареалам сухих дерновинно-злаковых степей [27]. Первые из них были приурочены к северо-западным районам и представлены полынно-мелкодерновиннозлаково-тырсовыми (*Artemisia frigida*, *A. scoparia*, *Stipa krylovii*, *Cleistogenes squarrosa*) с *Caragana microphylla* и кустарниковыми (*Caragana microphylla*, *C. stenophylla*) мелкодерновиннозлаково-тырсовыми (*Stipa krylovii*, *S. grandis*, *Koeleria macrantha*) формациями. Вторые встречаются в северо-восточных районах, где были распространены петрофитно-разнотравно-тырсовые сообщества (*Stipa krylovii*, *Arenaria capillaris*) в сочетании с петрофитно-разнотравно-типчачковыми сообществами.

В центральной и южной частях аймака — в областях, занятых сообществами опустыненных и пустынных степей, напротив, произошло увеличение доли участков с задернованными почвами. В тех же картографических материалах этим областям соответствовали участки ковыльковых (змеевково-тырсово-ковыльковых (*Stipa klemenzii*, *S. krylovii*, *Cleistogenes squarrosa*), холоднополынно-змеевково-ковыльковых (*Stipa klemenzii*, *S. gobica*, *Cleistogenes squarrosa*, *Artemisia frigida*), баглурово-луково-ковыльковых (*Stipa gobica*, *S. glareosa*, *Anabasis brevifolia*, *Allium polyrrhizum*), а также борбурдурганово-ковыльковых (*Stipa glareosa*, *Salsola passerina*) сообществ) [17].

Сопоставление результатов, полученных в ходе анализа данных дистанционного зондирования, с полевыми материалами по Среднегобийскому аймаку, предоставленными из фондов СРМКБЭ, подтвердило, что выявленные тенденции трансформации наблюдаются и в ходе натурных наблюдений. К 2009 г. в сообществах сухих степей отмечалось как снижение общей фитомассы, так и замещение доминантных видов дигрессионно-активными [1, 6, 24]. Так, на территории сомона Цаган-Дэлгэр (крайний северо-восток аймака) на месте мелкодерновиннозлаково-тырсовых (*Stipa krylovii*, *Cleistogenes squarrosa*, *Koeleria macrantha*) сообществ сформировались холоднополынные сообщества (*Artemisia frigida*). Практически не отмечены в структуре сообществ ранее распространенные виды злаков: житняк гребенчатый (*Agropyron cristatum*) и тонконог гребенчатый (*Koeleria cristata*). Значительная часть сухих степей, где наблюдается уменьшение проективного покрова, покрыта в настоящее время монодоминантными луковыми сообществами с доминированием лука многокорешкового (*Allium polyrrhizum*), который классифицируется как пустынно-степной вид. Так, в сомоне Эрдэнэ-Далай (северо-запад аймака) на маломощных светло-каштановых почвах формируется крыловскоковыльно-луковые (*Stipa krylovii*, *Allium polyrrhizum*) с *Caragana microphylla* сообщества, расчетная фитомасса которых составляет 0.9 ц/га.¹ Проективное покрытие травостоя — 12 %, участие лука в структуре фитомассы — 60 % [6]. Южная часть сомона также характеризуется уменьшением проективного покрытия, в ряде точек описаний до 80 % территории занимает лук многокорешковый.

В пустынно-степной провинции (так эта территория охарактеризована в [17]) и к югу от нее, за период 1990—2015 гг. по данным анализа ДЗЗ, напротив, наблюдается преимущественно увеличение проективного покрытия рас-

¹ Полевые данные СРМКБЭ.

тельности. Одной из его причин может являться территориальное расширение луковых сообществ за счет смены змеевково-ковыльковых и луково-ковыльковых сообществ на монодоминантные луковые (*Allium polyrrhizum*). Исследования жизненного состояния лука как в сухих, опустыненных, так и пустынных степях, показали прекрасное состояние луковых сообществ, которые в силу своей быстрой реакции даже на небольшие осадки не только сохраняют жизненный потенциал, но и показывают способность к расширению ареала и постепенное замещение в растительных сообществах кормовых злаков [7]. Признаками деградации и опустынивания также является формирование сообществ из инвазивных видов, в частности, хвойника китайского (*Ephedra sinica*). В наибольшей степени это характерно для территорий сомов Гоби-Угтал, Адацаг, Эрдэнэ-Далай [1].

На основании расчета индекса BSI + LDI и последующей классификации с обучением (в качестве эталонов были взяты участки, занятые солончаками в 1990 г.) также были выявлены площади, занятые засоленными почвами (признаки засоления отмечаются на глубине до 20 см). По сравнению с 1990 г. площадь таких участков увеличилась в 1.5 раза, однако эти данные нуждаются в дополнительной полевой верификации.

Обе выявленные тенденции — выпадение ряда видов сообществ сухих степей и смена доминантов распространенных сообществ на виды опустыненных степей с инвазией пустынно-степного вида лука многокорешкового и изменение площадей, занятых засоленными почвами — свидетельствуют, что на фоне наблюдающихся климатических изменений и нарастания пастбищной нагрузки происходит постепенная трансформация ландшафтов сухих и опустыненных степей на территории Среднегобийского аймака.

Территориальная структура ландшафтных местоположений аймака. Выявленные тенденции трансформации растительного покрова в пределах аймака, несмотря на единую направленность, демонстрируют четко выраженную пространственную неоднородность (см. рис. 1). Так, на участках, расположенных в пределах одних и тех же зональных условий, отмечаются как процессы увеличения, так и сокращения доли незадернованных участков. Для выявления предпосылок трансформации, связанных с особенностями геоморфологического строения территории, была использована карта ландшафтных местоположений, построенная по принципам, сходным с использованными в европейской классификации ландшафтов [28]. Согласно принятой в нашем исследовании гипотезе ландшафтное местоположение представляет собой функцию от свойств морфолитогенной основы ландшафта:

Ландшафтное местоположение = f (DEM; HAR; генезис рельефа; характер грунтов).

Соответственно, легенда к карте имеет буквенно-символьный вид, где каждая буква и символ обозначают определенное значение функционального параметра. Следовательно, каждый параметр будет иметь свое буквенное или цифровое обозначение, например, Э_4_П_ос., где первая буква означает положение в системе ландшафтных уровней, цифра — преобладающую абсолютную высоту, третья буква — генезис рельефа, четвертая — тип грунтов. Расшифровка основных индексов приведена в подписи к рис. 2.

В результате моделирования в пределах аймака выделено 300 типов ландшафтных местоположений. Их раскраска на фрагменте карты соответствует положению в системе ландшафтных катен (ландшафтных уровней в соответствии с классификацией В. А. Николаева [18]) (рис. 2).

Красным цветом на карте показаны автономные (элювиальные) местоположения, интенсивность цвета пропорциональна высоте поверхности. Оттенками желтого цвета указываются местоположения верхних выпуклых частей склонов, интенсивность цвета также нарастает при увеличении высоты. Оранжевый цвет соответствует вогнутым, преимущественно нижним частям склонов — трансэлювиально-аккумулятивным местоположениям. Зеленым и голубым цветом показаны трансаккумулятивные и аккумулятивные местоположения долинообразных, большей частью замкнутых, понижений.

Анализ составленной карты позволил выявить следующие закономерности пространственной структуры ландшафтных местоположений. В северной части аймака — в пределах зоны сухих степей — выделяется северо-восточная часть, занятая преимущественно трансэлювиальными местоположениями цокольных равнин на высотах 1250—1350 м с поверхностными отложениями смешанного состава. На севере и северо-западе структура местоположений мозаична; сложно выявить какой-либо доминирующий тип. На востоке аймака преобладают местоположения трансэлювиальных поверхностей цокольных равнин различных высот. Особое место занимают местоположения трансаккумулятивных озерных равнин, расположенных на высотах 990—1150 м, сложенных засоленными породами.

На юго-западе, в наиболее низкой части аймака, на высотах 1150—1250 м доминируют трансэлювиально-аккумулятивные и трансаккумулятивные местоположения пластовых равнин. В западной части территории имеются уникальные в масштабах аймака местоположения пойм и высоких террас. Подчиненную роль играют местоположения трансэлювиально-аккумулятивных озерных равнин, сложенных засоленными породами.

По сравнению с имеющейся геоморфологической картой созданная нами карта ландшафтных местоположений обладает более четкой прорисовкой контуров, обусловленной большей детальностью исходных материалов и более крупным масштабом изображения, определяемым самой методикой комбинирования. Отсутствие данных геоботанических описаний, сопоставимых по

Рис. 2. Ландшафтные местоположения центральной части Среднегобийского аймака (фрагмент карты).

Положение в системе ландшафтных уровней (режим миграции вещества и энергии): Э — элювиальные; ТЭ — трансэлювиальные; ТЭА — трансэлювиально-аккумулятивные; ТА — трансаккумулятивные; А — аккумулятивные; абсолютная высота: 1 — 990—1150 м, 2 — 1150—1250 м, 3 — 1250—1350 м, 4 — 1350—1450 м, 5 — более 1450 м; генезис рельефа: Ср. а. — среднегорья с активными новейшими поднятиями; Н. а. — низкогорья со слабыми активными поднятиями; Ц. — цокольные равнины; П. — пластовые равнины; Нк. — наклонные равнины; О. г. — островные горы; Б. — бедленды; Оз. — озерные равнины; А. — аллювиальные равнины; тип грунтов: о. — обломочные, с. — смешанные, ос. — осадочные, сол. — солончаковые (выделение отдельной группы солончаковых грунтов из состава обломочных связано с их высокой ролью в дифференциации почвенно-растительного покрова).

Fig. 2. Landscape foundation of the central part of Dundgovi province (fragment of the map).

Position in the system of landscape levels: Э — eluvial; ТЭ — transeluvial; ТЭА — transeluvial-accumulative; ТА — transaccumulative; А — accumulative; absolute altitude: 1 — 990—1150 m, 2 — 1150—1250 m, 3 — 1250—1350 m, 4 — 1350—1450 m, 5 — more than 1450 m; Cp. a. — middle mountains with active uplifts; H. a. — low mountains with weak active uplifts; Ц. — ground plains; П. — plast plains; Нк. — sloping plains; О. z. — island mountains; Б. — badlands; Оз. — lake plains; А. — alluvial plains; subsoils: о. — detrital, с. — mixed, ос. — sedimentary, сол. — saline (a separate group of solonchak subsoils as a part of the type of detrital subsoil plays an important role in differentiation of soil and vegetation cover).

детальности и масштабу с полученной картой местоположений, пока не позволяет получить полноценную, содержащую сопоставимые характеристики почвенно-растительного покрова, ландшафтную карту на всю территорию аймака. Однако результаты моделирования делают возможными обоснованные сопоставления выявленных особенностей территориальной структуры ландшафтных местоположений с информацией о процессах трансформации растительного покрова по данным ДЗЗ.

Природные предпосылки и антропогенные факторы трансформации растительного покрова. Для анализа вклада морфолитогенной основы в ход процессов трансформации растительности в программном пакете ArcMap были сопоставлены карты ландшафтных местоположений (рис. 2) и территорий с увеличением и уменьшением участков, занятых незадернованными почвами (рис. 1). В ходе анализа устанавливалась зависимость между двумя пространственными полями: полем ячеек, уже претерпевших изменения, и полем ячеек с типом ландшафтного местоположения. Дифференциация характера климатических изменений ввиду отсутствия детальных моделей по аймаку не учитывалась. При сопоставлении полей были получены данные не только о том, какие местоположения претерпели трансформацию, но и о том, какие местоположения потенциально подвержены этим процессам. Так, установлено, что 60 % территории аймака занимают местоположения, потенциально подверженные деградации по свойствам морфолитогенной основы.

Сопоставление доли, занятой ландшафтным местоположением от площади сомона, и доли ячеек с увеличением площади открытых почв, которая на него приходится, позволила установить, какие типы ландшафтных положений претерпели наибольшую деградацию. При этом был проведен анализ процентного соотношения между площадью, занимаемого каждым типом местоположения и количеством ячеек ареалов с увеличением доли открытых почв. Основная доля изменений приходится на местоположения трансэлювиальных (64 %) и элювиальных позиций (23 %). К ним относятся, например, ТЭ_5_Ц_с (трансэлювиальные местоположения цокольных равнин на высотах более 1450 м, подстилаемые породами смешанного состава), ТЭ_5_О. г_с (трансэлювиальные позиции островных гор на высотах более 1450 м на породах смешанного состава), Э_5_О. г_с (элювиальные позиции островных гор на высотах более 1450 м на породах смешанного состава). Основная часть таких местоположений приурочена к цокольным равнинам на породах смешанного состава. Механизм деградации растительных сообществ в таких местоположениях подробно описан П. Д. Гуниным с соавторами [6].

На аккумулятивные и трансаккумулятивные местоположения приходится лишь 3 % всех ячеек, где было отмечено увеличение доли открытых почв. Этот показатель очень низкий и не вполне согласуется с тем, что наиболее уязвимыми для деградации служат ареалы водоемов, как правило, приуроченные именно к таким местоположениям [23]. Возможно, одна из причин такого результата — необходимость дополнительной верификации ареалов солончак и их дополнительный учет при расчетах, а также выделение долинных местоположений в отдельный тип при моделировании.

Для сопряженной оценки вклада природных предпосылок и антропогенных факторов на основании составленной карты (рис. 2) по степени трансформации растительного покрова выделены три группы сомона: 1) с преобладанием процессов деградации более чем на 60 % территории сомона: Эрденедалай, Адацаг, Цагандэлрэг, Баянжаргалан, Дэлгэрцогт; 2) без явного

Численность и структура поголовья скота в сомонах Среднегобийского аймака

The number and structure of livestock in the soums of the Dunggovi aimag

Группа	Сомон	Преобладающий тип зональных ландшафтов	Площадь сомона, тыс. га	Плотность скота, гол./га		Рост поголовья, 1990—2015 гг., %	Доля овец в структуре стада, %		Доля коз в структуре стада, %		Доля остальных групп (лошадей, крупного рогатого скота, верблюдов), %	
				1990	2015		1990	2015	1990	2015	1990	2015
I	Эрдене-далай	Умеренно-сухие степи, сухие степи	735.1	0.32	0.57	181.6	31.27	46.36	23.32	46.05	45.41	7.59
I	Адацаг	Умеренно-сухие степи	330.9	0.28	0.66	237.9	24.26	43.43	24.81	48.02	50.93	8.55
I	Цагандэлгэр	Сухие степи	342.8	0.24	0.33	134.1	44.00	46.51	18.76	44.54	37.24	8.95
I	Баянжаргалан	Опустыненные степи	318.9	0.21	0.34	159.3	29.55	53.28	27.21	40.35	43.25	6.37
I	Дэлгерцогт	Умеренно-сухие степи, сухие степи, опустыненные степи	249.2	0.31	0.55	178.0	30.13	44.43	24.93	48.75	44.93	6.82
II	Дэлгерхангай	Северопустынные	620.9	0.17	0.19	114.1	41.75	34.26	32.28	55.98	25.97	9.76
II	Хулд	Северопустынные, опустыненные степи	607.0	0.18	0.31	171.5	27.38	46.50	35.05	45.18	37.57	8.32
II	Сайнцагаан	Опустыненные степи	340.6	0.34	0.88	261.0	21.30	44.93	29.23	47.64	49.47	7.42
II	Ундершил	Северопустынные	485.2	0.13	0.28	215.9	23.20	51.56	21.33	39.42	55.47	9.03
II	Луус	Опустыненные степи	316.1	0.26	0.42	162.2	36.73	43.88	27.25	47.15	36.02	8.97
II	Дэрэн	Умеренно-сухие степи, сухие степи	362.4	0.22	0.51	232.1	23.28	46.30	21.30	45.76	55.42	7.94
II	Улзийт	Северопустынные	1542.1	0.06	0.13	220.0	18.13	41.95	31.41	49.60	50.45	8.45
III	Сайханово	Опустыненные степи	405.5	0.25	0.32	127.5	44.49	41.49	29.70	52.15	25.81	6.35
III	Гурвансайхан	Опустыненные степи	541.6	0.18	0.38	207.7	24.48	53.12	29.95	41.85	45.57	5.03
III	Гобь-Угтаал	Сухие степи	270.7	0.28	0.61	217.3	29.20	47.30	24.27	47.18	46.52	5.53

преобладания по площади процессов деградации или восстановления: сомоны Дэлгэрхангай, Хулд, Сайнцаган, Ундершил, Улзийт, Луус, Дэрэн; 3) с преобладанием на более чем 60 % площади процессов восстановления — Сайха-ово, Гурвансайхан, Гобь-Угтаал.

За рассматриваемый период средняя плотность скота — один из важнейших показателей пастбищной нагрузки — изменялась в сомонах аймака в соответствии с зональными закономерностями продуктивности пастбищ. В 1990 г. она составляла от 0.06 гол./га южных сомонах (в зоне пустынных степей) до 0.31—0.32 гол./га в северных сомонах (в зоне умеренно-сухих и сухих степей); максимальные средние показатели составляли 0.34 гол./га и отмечались в сомоне Сайнцагаан, где расположен центр аймака г. Мандалговь. К 2015 г. в аймаке был достигнут исторический максимум поголовья: в 7 из 15 сомонов аймака количество скота выросло более чем в два раза. Плотность скота составила от 0.13 до 0.66 гол./га, а в «столичном» сомоне Сайнцагаан — 0.88 гол./га (см. таблицу). Существенные изменения произошли и в структуре стада. Если в 1990 г. на лошадей, крупный рогатый скот, верблюдов суммарно приходилось от 26 до 56 % всего стада, то к 2015 г. ни в одном из сомонов аймака доля этой группы не превышала 9.1 %. Прирост стада, таким образом, происходил исключительно за счет прироста числа овец и, в особенности, коз. Так, в сомоне Цагандэлгэр в зоне сухих степей доля коз выросла в 2.4 раза: они составляют 44 % поголовья скота.

Рассмотрим закономерности, характерные для сомонов, попавших в разные группы. В пределах группы с наиболее трансформированной растительностью преобладают степные северные сомоны, причем наибольшие значения прироста поголовья характерны для сомонов с наиболее продуктивными умеренно-степными пастбищами. В сомонах этой группы в 1990 г. в составе поголовья важное значение имели лошади и крупный рогатый скот, сейчас уступивший свое место козам и овцам. В сомонах второй (промежуточной) группы — без явного преобладания процессов деградации или восстановления растительности — нет ярко выраженных различий между сомонами с преобладанием северо-пустынных или опустыненно-степных пастбищ. Из степных сомонов сюда попал только сомон Дэрэн, где, несмотря на рекордный прирост поголовья (232.1 %) и более чем двукратное увеличение доли коз и овец, пока еще не отмечено явного преобладания процессов деградации. Наконец, оказавшиеся в наиболее благоприятном положении сомоны — с преобладанием на их территории процессов восстановления растительности — расположены на крайнем западе аймака — Сайхан-Ово, на севере — Говь-Угтаал и в центре — Гурвансайхан. На их территории представлены опустыненные и, частично, сухие степи.

Примечательно, что средняя нагрузка скота в сомонах Говь-Угтаал и Адацаг (он попал в первую группу) примерно равна 0.61 и 0.66 гол./га соответственно; сопоставимы и темпы прироста поголовья, а также доля овец и коз. Это позволяет предположить, что на состояние растительного покрова влияют также и иные факторы, в частности, природные условия развития процессов деградации. Подобная гипотеза была проверена на примере двух уже рассмотренных сомонов, а также сомонов Эрденедалай и Луус, также попавших в разные группы. Выявлено, что в сомонах, попавших в первую группу, до 70 % территории занимают местоположения, уязвимые к деградации, для которых одинаковые тренды изменения численности и структуры поголовья имеют более выраженное воздействие, чем для потенциально более устойчивых местоположений. Следовательно, мозаичность геолого-геоморфологического строения территории аймака, а именно, представленность местоположений цокольных равнин на породах смешанного состава — гравийных и щебнистых отложениях, песках, супесях и суглинках — может

быть важной предпосылкой активизации процессов деградации растительного покрова.

Выводы. В ходе проведения исследований было выявлено, что процессами трансформации и деградации охвачен весь комплекс ландшафтов центральной Монголии, независимо от их распространения и расположения. Анализ природных и антропогенных предпосылок позволил дифференцировать территорию по характеру и типу изменений.

В северной и центральной частях Среднеобийского аймака (степные ландшафты) процессы трансформации затронули, в первую очередь, наиболее лабильный компонент — растительный покров. Для ландшафтов северной части результатом действия этих процессов является вытеснение сообществ мелководновинно-злаковых степей, сопровождающееся усилением роли луково-ковыльковых с караганой сообществ и снижением проективного покрытия растительности. Для центральной части аймака (Северогобийская пустынно-степная провинция) характерной чертой трансформации является преимущественное увеличение проективного покрытия растительности без существенной перестройки ее фитоценотической структуры.

Процессы трансформации ландшафтов южной части аймака (ландшафты пустынных степей и злаково-полукустарничковых пустынь) связаны с изменением характеристик наиболее консервативного компонента ландшафта — почвенного покрова: происходит увеличение площади земель с засоленными почвами (опустынивание через засоление). При этом основные характеристики состояния растительного покрова остаются в пределах многолетних значений. Данный тип трансформации носит локальный характер.

Период 1990—2015 гг. в переходной зоне степь-пустыня в Центральной Монголии характеризовался повсеместным, как минимум, двукратным увеличением пастбищной нагрузки на ландшафты и появлением значительного дисбаланса в структуре стада за счет увеличения доли крайне агрессивных в части поедания растительности коз. Их доля в структуре поголовья в 2015 г. в зависимости от сомона составляла от 40 до 55 %, в 1990 г. этот показатель был 18—35 %.

Несмотря на то что повышенная нагрузка скота на ландшафты является повсеместным процессом для аймака, именно для сомонов степных и пустынно-степных ландшафтов характерно наличие положительного тренда к увеличению нагрузки, связанного с ускоренным ростом общего количества голов и изменением структуры стада на более «разрушительное» с преобладанием овец и коз. При этом из всех типов местоположений наиболее уязвимыми стали только автономные и субавтономные (трансэлювиальные) позиции в катенах, что в первую очередь связано с удобством их для прохождения скота. Подчиненные позиции, несмотря на повсеместное усиление процесса аридизации, в меньшей степени подвержены процессам трансформации, что может говорить об их высокой устойчивости к существующим климатическим изменениям.

Несмотря на то что в каждом сомоне произошло качественное и количественное увеличение пастбищной нагрузки, даже при таком количестве скота часть выпасаемых ареалов остается без изменений или даже характеризуется уменьшением доли участков с незадернованными почвами, что подтверждает важную роль природных предпосылок в развитии процессов деградации.

Авторы благодарят сотрудников Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции (СРМКБЭ) РАН и АНМ за предоставленные фондовые и полевые материалы.

Список литературы

- [1] *Бажга С. Н., Баясгалан Д., Гунин П. Д., Данжалова Е. В., Дробышев Ю. И., Казанцева Т. И., Прищепина А. В., Хадбаатар С.* Особенности пастбищной дигрессии степных экосистем Центральной Монголии // Бот. журн. 2008. Т. 93. № 25. С. 657—681.
- [2] *Базаргур Д.* География пастбищного животноводства. Автореф. дис. ... д. геогр. наук. Улаанбаатар, 1996. 71 с.
- [3] *Базаргур Д., Чинбат Б., Шийрэв-Адьяа С.* Кочевки животноводов МНР. Улан-Батор, 1991. С. 4—11.
- [4] Геоморфологическая карта Монгольской Народной Республики. М 1:1 500 000. М., 1987.
- [5] *Гомбожапов А. Д.* К проблемам кочевников-животноводов Монголии // Вестник Бурятского научного центра СО РАН. 2011. № 3. С. 72.
- [6] *Гунин П. Д., Энх-Амгалан С., Ганболд Э., Данжалова Е. В., Баясгалан Д., Цэрэнханд Г., Голованов Д. Л., Петухов И. А., Дробышев Ю. И., Концов С. В., Бажга С. Н., Андреев А. В., Хадбаатар С., Ариунболд Э., Пурэвжав Г.* Особенности деградации и опустынивания пастбищных экосистем Монголии (на примере Среднегорийского аймака) // Ботаникийн хурээл энгийн эрдэмшин жилгээний бүтээл. 2009. № 21. С. 104—128.
- [7] *Данжалова, Е. В.* Пастбищная дигрессия растительных сообществ степных экосистем Центральной Монголии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 27 с.
- [8] *Динесман Л. Ж., Киселева Н. К., Савинетский А. В.* История пастбищных экосистем Монголии в последние тысячелетия // Природные ресурсы, биоразнообразие и экологические перспективы. Сб. ст. Уланбатор, 2005. 360 с.
- [9] *Жин Х., Мандах У., Жин Э., Баярсайхан С.* Оценка динамики по годам соотношения площади степных пастбищ, находящихся в различных стадиях пастбищной дигрессии в северной части Центральной Монголии // Природа Внутренней Азии. Nature of Inner Asia. 2017. № 3 (4). С. 113—123.
- [10] *Козлов Д. Н.* Инвентаризация ландшафтного покрова методами пространственного анализа для целей ландшафтного планирования // Ландшафтное планирование: общие основания, методология, технология. Тр. Междунар. школы-конференции «Ландшафтное планирование». Географический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова. 2006. С. 117—137.
- [11] *Колбовский Е. Ю.* Геоинформационное моделирование и картографирование ландшафтных местоположений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка (спецвыпуск материалов картографической конференции). 2016. Т. 60. № 5. С. 20—24.
- [12] *Мандах Н., Цогтбаатар Ж., Даш Д., Хөдөлмөр С.* Система индикаторов и оценка опустынивания в Монголии // Аридные экосистемы. 2016. Т. 22. № 2 (67). С. 93—105.
- [13] *Микляева И. М., Гунин П. Д., Слемнев Н. Н., Бажга С. Н., Дорофеюк Н. И.* Влияние выпаса скота на видовой состав и продукцию доминантов степных экосистем Монголии // Экосистемы Монголии и приграничных территорий соседних стран: Природные ресурсы, биоразнообразие и экологические перспективы: Сб. ст. Уланбатор, 2005. С. 222—227.
- [14] *Мирошниченко Ю. М.* Влияние выпаса и экологических условий на распространение полыней в степях Монголии и России // Аридные экосистемы. 2004. Т. 10. № 24—25. С. 76—83.

- [15] *Мирошниченко Ю. М.* Степи Евразии и новые границы между степями и пустынями // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2006. № 1. С. 215—231.
- [16] *Мячина К. В., Малахов Д. В.* Опыт применения данных дистанционного зондирования среднего пространственного разрешения для выделения объектов нефтепромыслов в условиях техногенно-модифицированного ландшафта (на примере Оренбургской области) // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3 (1). С. 546—548 (http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2013/2013_3_2341_2345.pdf).
- [17] Национальный атлас Монгольской Народной Республики / Ред. Ш. Цэгмид, В. В. Воробьев. Улан-Батор; М.: ГСК МНР — ГУГК СССР, 1990. 144 с.
- [18] *Николаев В. А.* Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов. М.: МГУ, 1978. 62 с.
- [19] *Петухов И. А., Бажа С. Н., Данжалова Е. В., Дробышев Ю. И., Сыртыпова С. Д., Богданов Е. А., Энх-Амгалан 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.
- [20] *Рэгдэл Д., Дугаржав Ч., Гунин П. Д.* Экологические требования к социально-экономическому развитию Монголии // Экологические последствия биосферных процессов в экотонной зоне Южной Сибири и Центральной Азии: Тр. Междунар. конф. Улан-Батор: Изд-во «Бэмби сан», 2010. Т. 1. С. 13—25.
- [21] *Тулохонов А. К., Цыдытов Б. З., Волошин А. Л., Батуева Д. Ж., Чимэддорж Ц.* Пространственно-временные характеристики растительного покрова аридной и семиаридной климатических зон Монголии на основе индекса вегетации NDVI // Аридные экосистемы. 2014. Т. 20. № 2 (59). С. 19—29.
- [22] *Чогний О.* Закономерности пастбищной дигрессии и пастбищной демутации пастбищ // Тр. Советско-Монг. компл. биол. экспедиции АН СССР и АН МНР. М., 1988. С. 45 — 81.
- [23] Экосистемы Монголии: распространение и современное состояние. М.: Наука, 1995. 223 с.
- [24] *Энх-Амгалан С., Дробышев Ю. И., Бажа С. Н., Амгаланбаатар Д., Баасандорж Б.* Современное использование пастбищ и обеспеченность водопоями в Среднегобийском аймаке Монголии (на примере бригады Рашаант) // Аридные экосистемы. 2012. Т. 18. № 1 (50). С. 18—25.
- [25] *Юнатов А. А.* Основные черты растительного покрова Монгольской Народной Республики. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 223 с.
- [26] Climate Change in Mongolia: Outputs from GCM. 2010. https://www.env.go.jp/earth/ondanka/pamph_gcm/gcm_mongolia_en.pdf.
- [27] Ecosystems of Mongolia. The Map. 1995. Scale 1:1000000. Moscow, EKOR. 14 p.
- [28] *Mücher C. A., Klijn J. A., Dirk M. W., Schaminée J. H.* A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes // Ecological indicators. 2010. Vol. 10. № 1. P. 87—103.
- [29] *Сосорбарам М.* Поголовье скота в Монголии // Asia Russia Daily [сайт]. URL: <http://asiarussia.ru/news/14715/> (дата обращения: 15.01.2019).
- [30] Central Intelligence Agency. The World Factbook. [2017]. URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/mg.html> (дата обращения: 1.07.2018).
- [31] GISLAB. Географические информационные системы и дистанционное зондирование [сайт]. URL: <http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html> (дата обращения: 10.11.2016).
- [32] USGS Earth Explorer [сайт]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov> (дата обращения: 10.11.2016).

Natural background and anthropogenic drivers of vegetation cover changes in pasture landscape: the case of Central Mongolia

© E. A. Bogdanov,^{* 1} O. A. Klimanova,^{* 2} P. D. Gunin^{** 3}

* Lomonosov Moscow State University, Faculty of geography

** Severtsev Institute of problems of ecology and evolution, RAS, Moscow

E-mail: ¹ bogdanov.20191@mail.ru

² oxkl@yandex.ru

³ monexp@mail.ru

The article analyzes natural, first of all, geomorphological and lithological-edaphic conditions and anthropogenic (increase in livestock and change in the structure of the herd) factors determining the degradation of vegetation in the landscapes of the desert steppes of Mongolia. The sources for the assessment of vegetation cover were the images of Landsat 5 and 8 by which were calculated NDVI index, a joint index of the BSI + LDI and the synthesis of channels for 7—5—3 (Landsat 8) and 7—4—2 (Landsat 5). To assess the role of natural conditions in ArcMap package was built model of geotopes, containing data on the absolute height of the area, its position in the system of landscape levels, the genesis and the type of ground. The analysis of the contribution of anthropogenic factors is carried out on the basis of statistics on somons. It was revealed that in 1990—2015 the number of cattle varied from 1.1 to 2.8 million heads, and in all somons (districts) of Srednegobiisky aimag (region) the increase in the number was due to sheep and goats. It was found that a 47 % of the area of aimag has reduced vegetation cover, and to the greatest extent these processes are typical for different formations of the desert steppe subzone in the Northern and Central parts of aimag. Verification of the obtained results was carried out according to the data of field studies of the Russian-Mongolian complex biological expedition of RAS and AMS. Landscapes potentially susceptible to degradation occupy 60 % of the aimag's territory. Among the already transformed landscape sites eluvial and transeluvial geotopes of the socle plains on rocks of mixed composition prevail. It is shown that under similar trends of livestock changes pasture ecosystems of somons with predominance of such landscape sites are more prone to degradation than others.

Key words: pastoral ecosystems, vegetation cover change, landscape site (geotope), desert steppe, dry steppe, Mongolia, livestock structure.

References

- [1] Bazha S. N., Bayasgalan D., Gunin P. D., Danzhalova E. V., Droby'shev Yu. I., Kazanceva T. I., Prishhepa A. V., Khadbaatar S. Osobennosti pastbishhnoj digressii stepny'kh e'kosistem Central'noj Mongolii // Bot. zhurn. 2008. T. 93. № 25. S. 657—681.
- [2] Bazargur D. Geografiya pastbishhnogo zhitovnovodstva. Avtoref. dis ... d. geogr. nauk. Ulaanbaatar, 1996. 71 s.
- [3] Bazargur D., Chinbat B., Shijre 'v-Ad'yaa S. Kochyovki zhitovnovodov MNR. Ulan-Bator, 1991. S. 4—11.
- [4] Geomorfologicheskaya karta Mongol'skoj Narodnoj Respubliki. M 1:1 500 000. M., 1987.
- [5] Gombozhapov A. D. K problemam kochevnikov-zhitovnovodov Mongolii // Vestnik Buryatskogo nauchnogo centra SO RAN. 2011. № 3. S. 72.
- [6] Gunin P. D., E'nhk-Amgalan S., Ganbold E', Danzhalova E. V., Bayasgalan D., Cze're'nkhand G., Golovanov D. L., Petukhov I. A., Droby'shev Yu. I., Koncezov S. V., Bazha S. N., Andreev A. V., Khadbaatar S., Ariunbold E', Pure'vzhav G. Osobennosti degradacii i opusty'nivaniya pastbishhny'kh e'kosistem Mongolii (na primere Srednegobijskogo ajmaka) // Botanikijn khure'e'l e'ngijn e'rde'mshin zhilge'e'nij bute'e'l. 2009. № 21. S. 104—128.
- [7] Danzhalova E. V. Pastbishhnaya digressiya rastitel'ny'kh soobshhestv stepny'kh e'kosistem Central'noj Mongolii: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M., 2008. 27 s.
- [8] Dinesman L. Zh., Kiseleva N. K., Savinetskij A. V. Istoriya pastbishhny'kh e'kosistem Mongolii v poslednie ty'syacheletiya // Prirodny'e resursy', bioraznoobrazie i e'kologicheskie perspektivy'. Sb. st. Ulanbator, 2005. 360 s.

- [9] *Zhin Kh., Mandakh U., Zhin E., Bayarsajkhan S.* Ocenka dinamiki po godam sootnosheniya ploshhadi stepny'kh pastbishh, nakhodyashhikhsya v razlichny'kh stadiyakh pastbishhnoj digressii v severnoj chasti Central'noj Mongolii // *Priroda Vnutrennej Azii. Nature of Inner Asia.* 2017. № 3 (4). S. 113—123.
- [10] *Kozlov D. N.* Inventarizaciya landshaftnogo pokrova metodami prostranstvennogo analiza dlya celej landshaftnogo planirovaniya // *Landshaftnoe planirovanie: obshhie osnovaniya, metodologiya, tekhnologiya.* Tr. Mezhdunar. shkoly'-konferencii «Landshaftnoe planirovanie». Geograficheskij fakul'tet Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta im. M. V. Lomonosova. 2006. S. 117—137.
- [11] *Kolbovskij E. Yu.* Geoinformacionnoe modelirovanie i kartografirovanie landshaftny'kh mestopolozhenij // *Izvestiya vy'sshikh uchebny'kh zavedenij. Geodeziya i aerofotos'emka (speczvy'pusk materialov kartograficheskoy konferencii).* 2016. T. 60. № 5. S. 20—24.
- [12] *Mandakh N., Czogtbaatar Zh., Dash D., Khodolmor S.* Sistema indikatorov i ocenka opusty'nivaniya v Mongolii // *Aridny'e e'kosistemy'.* 2016. T. 22. № 2 (67). S. 93—105.
- [13] *Miklyaeva I. M., Gunin P. D., Slemnev N. N., Bazha S. N., Dorofeyuk N. I.* Vliyanie vy'pasa skota na vidovoj sostav i produkciju dominantov stepny'kh e'kosistem Mongolii // *E'kosistemy' Mongolii i prigranichny'kh territorij sosednikh stran: Prirodny'e resursy', bioraznoobrazie i e'kologicheskie perspektivy'.* Sb. st. Ulanbator, 2005. S. 222—227.
- [14] *Miroshnichenko Yu. M.* Vliyanie vy'pasa i e'kologicheskikh uslovij na rasprostranenie poly'nej v stepyakh Mongolii i Rossii // *Aridny'e e'kosistemy'.* 2004. T. 10. № 24—25. S. 76—83.
- [15] *Miroshnichenko Yu. M.* Stepi Evrazii i novy'e granicy mezhdru stepyami i pusty'nnyami // *Fitoraznoobrazie Vostochnoj Evropy'.* 2006. № 1. S. 215—231.
- [16] *Myachina K. V., Malakhov D. V.* Opy't primeneniya danny'kh distancionnogo zondirovaniya srednego prostranstvennogo razresheniya dlya vy'deleniya ob'ektov neftepromy'slov v usloviyakh tekhnogenno-modificirovannogo landshafta (na primere Orenburgskoj oblasti) // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN.* 2013. T. 15. № 3 (1). S. 546—548. (http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2013/2013_3_2341_2345.pdf).
- [17] *Nacional'ny'j atlas Mongol'skoj Narodnoj Respubliki.* / Red. Sh. Cze'gmid, V. V. Vorob'ev. Ulan-Bator-M.: GSK MNR — GUGK SSSR, 1990. 144 s.
- [18] *Nikolaev V. A.* Klassifikaciya i melkomasshtabnoe kartografirovanie landshaftov. M.: MGU, 1978. 62 s.
- [19] *Petukhov I. A., Bazha S. N., Danzhalova E. V., Droby'shev Yu. I., Sy'rty'pova S. D., Bogdanov E. A., E'nhk-Amgalan S., Gunin P. D.* Mnogoletnyaya dinamika sostoyaniya pastbishhny'kh e'kosistem v e'kotonnoj zone sukhikh i pusty'nny'kh stepej Central'noj Mongolii (Srednegobijskij ajmak) // *E'kosistemy': e'kologiya i dinamika.* 2018. T. 2. № 2. S. 5—39.
- [20] *Re'gde'l D., Dugarzhav Ch., Gunin P. D.* E'kologicheskie trebovaniya k social'no-e'konomicheskomu razvitiyu Mongolii // *E'kologicheskie posledstviya biosferny'kh processov v e'kotonnoj zone Yuzhnoj Sibiri i Central'noj Azii:* Tr. Mezhdunar. konf. Ulan-Bator: Izd-vo «Be'mbi san». 2010. T. 1. S. 13—25.
- [21] *Tulokhonov A. K., Cydy'pov B. Z., Voloshin A. L., Batueva D. Zh., Chime'ddorzh Cz.* Prostranstvenno-vremenny'e kharakteristiki rastitel'nogo pokrova aridnoj i semiaridnoj klimaticheskikh zon Mongolii na osnove indeksa vegetacii NDVI // *Aridny'e e'kosistemy'.* 2014. T. 20. № 2 (59). S. 19—29.
- [22] *Chognij O.* Zakonomernosti pastbishhnoj digressii i pastbishhnoj demutacii pastbishh // *Tr. Sovetsko-Mong. kompl. biol. e'kspedicii AN SSSR i AN MNR.* M., 1988. S. 45—81.
- [23] *E'kosistemy' Mongolii: rasprostranenie i sovremennoe sostoyanie.* M.: Nauka, 1995. 223 s.
- [24] *E'nhk-Amgalan S., Droby'shev Yu. I., Bazha S. N., Amgalanbaatar D., Baasandorzh B.* Sovremennoe ispol'zovanie pastbishh i obespechennost' vodopoyami v Srednegobijs-

kom ajmake Mongolii (na primere brigady' Rashaant) // Aridny'e e'kosistemy'. 2012. T. 18. № 1 (50). S. 18—25.

- [25] *Yunatov A. A.* Osnovny'e cherty' rastitel'nogo pokrova Mongol'skoj Narodnoj Respubliki. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1950. 223 s.
- [26] Climate Change in Mongolia: Outputs from GCM. 2010. https://www.env.go.jp/earth/ondanka/pamph_gcm/gcm_mongolia_en.pdf
- [27] Ecosystems of Mongolia. The Map. 1995. Scale 1:1000000. Moscow, EKOR. 14 p.
- [28] *Mücher C. A., Klijn J. A., Dirk M. W., Schaminée J. H.* A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes // Ecological indicators. 2010. V. 10. № 1. P. 87—103.
- [29] *Sosorbaram M.* Pogolov'e skota v Mongolii // Asia Russia Daily [sajt]. URL: <http://asiarussia.ru/news/14715/> (data obrashcheniya: 15.01.2019).
- [30] Central Intelligence Agency. The World Factbook. [2017]. URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/mg.html> (data obrashcheniya: 1.07.2018).
- [31] GISLAB. Geograficheskie informacionny'e sistemy' i distancionnoe zondirovanie [sajt]. URL: <http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html> (data obrashcheniya: 10.11.2016).
- [32] USGS Earth Explorer [sajt]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov> (data obrashcheniya: 10.11.2016).

Поступила в редакцию 02.07.2018 г.

После доработки 02.05.2019 г.

Принята к публикации 15.05.2019 г.
