



УДК 912.43:502.72

DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-1-12-24

**МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ КАРТЫ СТЕПНОГО УЧАСТКА
ПО ПОЛЕВЫМ ОБСЛЕДОВАНИЯМ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ «ЯМСКОЙ СТЕПИ»
ЗАПОВЕДНИКА «БЕЛОГОРЬЕ»)**

**METHODS OF THE STEPPE AREAS VEGETATION COVER MAPS CREATION
BY THE FIELD SURVEYS USING GIS TECHNOLOGY («YAMSKAYA STEPPE»
OF RESERVE «BELOGORIE» CASE STUDY)**

**Е.Г. Суслова¹, Н.А. Алексеенко^{1,2}, А.С. Шаповалов²
E.G. Suslova¹, N.A. Alexeenko^{1,2}, A.S. Shapovalov²**

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, 119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы

² Государственный природный заповедник «Белогорье», Россия, 309340, Белгородская обл., пгт. Борисовка, пер. Монастырский, д. 3

¹ Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Leninskie Gory, GSP-1, Moscow, 119991, Russia

² State Nature Reserve “Belogorie”, 3 Monastyrskiy lane, Borisovka vill., Belgorod Region, 309342, Russia

E-mail: lena_susl@mail.ru; valtuz@mail.ru; a.s.shapovalov@mail.ru

Аннотация

В статье изложена проблема картографирования степной растительности по полевым геоботаническим описаниям и космическим снимкам. Описана авторская методика создания геоботанической карты степного заповедного участка на примере «Ямской степи». Для создания итоговой синтетической карты было создано 68 карт встречаемости видов и их обилия, карты видовой насыщенности по группам: злаков и осок, бобовых и разнотравья, общей видовой насыщенности, проективного покрытия, цифровая модель рельефа и ее производные (карт углов наклона, экспозиций и крутизны склонов). Разработанная методика включает 7 этапов работы, опирается на картографический метод исследования и экспертную оценку авторов. В статье дается анализ распределения различных групп растений, а также литературный обзор изменения растительности «Ямской степи» за последние 80 лет.

Abstract

The article describes the problem of mapping the steppe vegetation in the field geobotanical descriptions and satellite imagery. The author describes methods for the creation of vegetation cover maps of steppe protected area on the example of the “Yamskaya steppe”. To create a final synthetic map was created 68 maps the occurrence of species and their abundance, maps of species richness in the groups: grasses and sedges, legumes and forbs, and total species richness, percent cover, digital elevation model and its derivatives (maps of the angles of inclination, exposition and steepness of slopes). The developed procedure includes 7 stages, based on the cartographic method of research and expert assessment of authors. The article provides an analysis of the distribution of various groups of plants, as well as literature review of vegetation cover changes “Yamskaya steppe” over the last 80 years.

Ключевые слова: степная растительность, геоботаническая карта, методика.

Keywords: steppe vegetation, vegetation cover map, method.

Введение

«Ямская степь» – один из участков государственного природного заповедника «Белогорье», имеющий площадь 566 га, эталон степных экосистем Евразии, единственный в мире крупный плакорный массив типичной зональной целинной ковыльно-разнотравно-луговой степи на мощных черноземах в сочетании с дубравами, уникальная территория с десятками видов растений, занесенных в Красные книги России и Белгородской области.

Участок расположен в северной части Белгородской области в Губкинском районе в 12 км к юго-востоку от г. Губкин в непосредственной близости к Лебединскому горно-обогатительному комбинату (ЛГОК) – ведущему производителю железорудного сырья в России, который оказывает существенное влияние на окружающую среду, поскольку хвостохранилища Лебединского ГОКа почти вплотную приблизились к заповедному участку. Отрицательное влияние объектов ЛГОКа в первую очередь связано с интенсивным отбором подземных вод системой осушения карьера и с фильтрационными потерями из технических водоемов (хвостохранилище, гидроотвал), что проявляется в истощении запасов подземных вод, подтоплении территорий и изменении качества подземных вод, а, следовательно, и с изменениями почвенно-растительного покрова [Ямская степь, 2017].

В условиях растущего антропогенного воздействия особенно важна информация о фактическом состоянии биосферы и прогнозы ее будущего состояния. В связи с этим фиксация состояния исследуемого участка заповедника важна не только как определенный временной срез, но и как серия данных для определения тренда развития. В связи с этим была поставлена цель: создание геоботанической карты растительности участка масштаба 1:25 000.

Для ее достижения потребовалось решить следующие задачи:

- 1) изучить историю картографирования территории;
- 2) оценить качество имеющихся материалов и набор характеристик растительного и почвенного покрова, требующихся для создания карты;
- 3) провести недостающие полевые исследования;
- 4) определить методику создания карты;
- 5) разработать легенду и составить карту.

Материалы и методы исследований. Исследование истории изучения растительного покрова Ямской степи, проведенное Г.Н. Лысенко [Лысенко, 2007], показывает, что началом научного изучения растительности Ямской степи можно считать 20-е годы XX века, когда в результате почвенно-ботанической экспедиции она была «открыта» В.В. Алехиным, который впоследствии способствовал организации на территории Центрально-Черноземной области степного черноземного заповедника из нескольких разных участков, один из которых – Ямская степь, где в 1921 году при исследовании флоры было отмечено 208 видов растений.

С организацией заповедника В.В. Алехин и его ученики продолжили изучать степную растительность курской целины. В числе учеников В.В. Алехина – Т.Б. Вернандер, Г.И. Дохман, С.С. Левицкий, В.М. Покровская и другие, изучавшие разнообразие сосудистых растений Ямского участка. В 1936 г. по инициативе В.В. Алехина в Ямской степи оставили два участка с постоянно некосимым режимом для наблюдений за состоянием степи, незатронутой выпасом скота и сенокошением, с этого же года в Ямской степи стала проводиться планомерная работа. К ранним работам можно отнести исследования В.В. Алехина (1921, 1933, 1936, 1938), Н.А. Прозоровского (1933, 1930, 1938 и др.), В.М. Покровской (1936, 1938 и др.), М.Н. Быстрова (1937), Н.Д. Жучкова (1937, 1939), Г.Э. Гроссет (1926, 1930) и др.

Все они носили описательный флористико-фитоценотический характер. В результате этих исследований был заложен фундамент для дальнейших, более детальных



работ А.М. Семеновой-Тян-Шанской (1957, 1962), С.С. Левицкого (1957, 1959, 1968), А.Н. Прозоровского (1966), В.В. Герцык (1979, 1974), А.М. Краснитского (1969, 1976), О.С. Игнатенко (1978), В.П. Белоброва (1967), Е.К. Дайнеко (1970) и др., благодаря которым природный комплекс участка можно считать хорошо изученным.

С 1950-х годов отчетливо наметился комплексный характер исследований. Основное внимание было направлено на изучение взаимоотношения леса и степи, которое проводили разные специалисты – ботаники, почвоведы, микробиологи, зоологи. Особое значение приобрели комплексные работы под руководством профессора А.А. Роде.

В 1954–1957 гг. Г.И. Дохман, ученица Алехина, обследовала участки с абсолютно заповедным режимом. В опубликованной ею в 1968 г. сводной работе по лесостепи европейской части СССР приведены сведения о 82 видах сосудистых растений Ямской степи.

В 1957–1958 гг. на Ямском участке работала геоботаник А.М. Семенова-Тян-Шанская. Изучение растительности она увязывала с почвенными исследованиями. В опубликованной ею в 1966 г. монографии приводятся данные о надземной и подземной массе растений некосимых и скашиваемых участков Ямской степи.

В 1966 г. было проведено повторное описание растительности Ямской степи Н.А. Прозоровским и В.М. Покровской. В результате этой работы в 1977 г. были опубликованы материалы об изменении растительности участка за 40 лет. Авторы отметили сокращение встречаемости ксеромезофильных злаков и значительное (более чем на половину) увеличение встречаемости лугово-степных и луговых видов [Нешатаев, 1987].

Сплошное геоботаническое картографирование Ямского участка было предпринято В.Д. Собакинских под руководством к.б.н., доцента ЛГУ Ю.Н. Нешатаева в 1978–1979 годах. Вся территория Ямской степи была разделена с помощью сетки параллельных и перпендикулярных теодолитных ходов на квадраты стороной 100 м. На месте каждого «узла» сетки делалось подробное геоботаническое описание пробных площадок 10×10 м и в их пределах 10 квадратов по 0.25 м².

Главным итогом проведенного исследования стала геоботаническая карта Ямского участка, которая могла бы стать отправным вариантом для выявления изменений и познания природных закономерностей при повторных исследованиях. Однако данная карта была создана в двух бумажных вариантах, которые на сегодняшний момент найти не удалось [Отчет заповедника «Белогорье», 2012; Рыжков, 2006].

Попытка повторного крупномасштабного картографирования растительности Ямской степи была проведена после передачи участка в состав заповедника «Белогорье», в 2001–2003 гг. сотрудниками БИН РАН Б.Н. Ганнибалом и Н.М. Калиберновой с соблюдением методики Ю.Н. Нешатаева. Было сделано 565 полных геоботанических описаний, привязанных к точкам, описанным в 1978 г., которые и составили основу для настоящего исследования. Каждое описание содержит сведения об авторах, дате исследования, рельефе, условиях увлажнения, названии растительного сообщества. В таблицах приводятся виды растений, обнаруженных на площадке, их обилие, фенофаза, проективное покрытие. Большая часть описаний привязана к точкам пересечения сетки 100×100 м, представленной на схеме геоботанических описаний [Нешатаев, 1987].

Однако предоставленные авторами полевых работ данные, несмотря на свою высокую ценность, не могли дать возможности выделить контурную часть растительного покрова. Анализ пригодности для этой цели снимков сверхвысокого пространственного разрешения показал, что их использование невозможно при создании карт степной растительности крупного масштаба.

В июне 2014 года на одном из некосимых участков Ямской степи выполнялась съемка местности с помощью беспилотного летательного аппарата (рис. 1) с установленной на нем камерой GoPro Hero3-Black Edition (фокусное расстояние – 2.77 мм). Однако полученные данные сверхвысокого пространственного разрешения также

оказались непригодными для создания карты, за исключением тех моментов, когда нужно было выделить контуры древесно-кустарниковой растительности.



Рис. 1. Данные с беспилотного летательного аппарата, полученные при разной высоте полета над одним из некосимых участков «Ямской степи» (фото авторов)

Fig. 1. Data from an unmanned aerial vehicle, obtained at different altitudes of flight of the unconnected sections of the “Yamskaya steppe” (photo by authors)

Для создания цифровой модели рельефа (ЦМР) в апреле 2015 года проводилась съемка рельефа Ямской степи. Измерения выполнялись спутниковым геодезическим ГНСС-приемником GB-500 фирмы TOPCON с возможностью работы с двухчастотным сигналом и сигналами от спутников GPS и ГЛОНАСС. Применялся метод кинематической съемки «Стою – Иду» («StopandGo»), который используется при проведении наблюдений большого числа точек на коротком расстоянии при ограниченном времени работ. В процессе измерений один из приемников работал в качестве базовой станции, которая осуществляла набор статических данных с помощью антенны, установленной на штативе. Другой приемник, установленный на подвижном основании, проводил набор полевых данных. Точность измерений этим прибором в данном режиме кинематической съемки: в плане – 10 мм + 1.0 мм/км, по высоте – 15 мм + 1.0 мм/км. Таким образом, на территории заповедного участка «Ямская степь» было получено 339 точек с высотами, которые послужили основой для построения цифровой модели рельефа (рис. 2).

Надо признать, что точность полученной модели не намного выше, чем модели, полученной с топографической карты, и, очевидно, что для соответствующей детализации требуется проводить тахеометрическую съемку или площадное нивелирование [Бойко, 2006].

Создание геоботанической карты степной территории по описаниям, сделанным по регулярной сетке, затруднительно в силу нескольких причин:

1) геоботанические описания малопригодны для создания синтетической карты растительности;

2) подходы к выделению растительных сообществ и методы картографической интерпретации полученных данных сильно различаются у представителей ведущих научных школ;

3) внешний облик степной растительности очень изменчив (смена аспектов) в течение всего периода вегетации, что осложняет проведение границ выделов.

Для картографирования именно этого участка можно выделить еще ряд трудностей:

4) контурная часть растительного покрова не только очень дробна, но, в связи с регулярным кошением на большей части территории, практически не различима, при

этом доминирующие, широко распространенные виды часто маскируют границы между сообществами;

5) площадь участка слишком мала для выделения существенных геоботанических отличий.

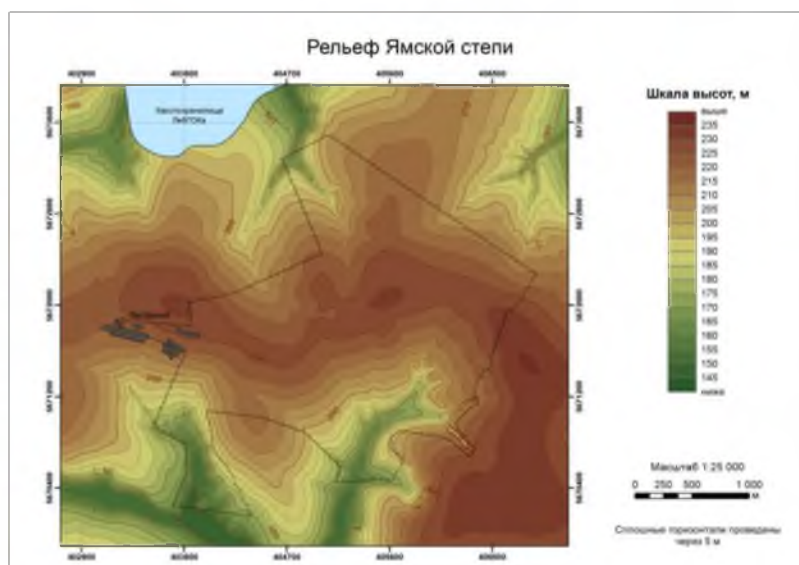


Рис. 2. Цифровая модель рельефа участка «Ямская степь» (Государственный природный заповедник «Белогорье»), полученная по данным авторов

Fig. 2. Digital model of the relief of the “Yamskaya Steppe” (State Nature Reserve “Belogorye”), obtained according to the authors

Выход виделся в тщательном изучении и анализе пространственного распределения различных характеристик растительного покрова Ямской степи с последующим созданием синтетической карты. Для этого требовалось разработать методику крупномасштабного картографирования растительности по полевым описаниям, сделанным по регулярной сетке. Предлагалось рассмотреть: встречаемость отдельных видов и их обилие, видовую насыщенность по группам: злаков, осок, бобовых и разнотравья, общую видовую насыщенность, проективное покрытие, распространение древесной и кустарниковой растительности [Алексеенко и др., 2016].

Первый этап – изучение видового разнообразия, где рассматривались такие показатели, как видовая насыщенность (среднее число видов на единицу площади), проективное покрытие, встречаемость видов и их обилие.

Для этого в атрибутивную таблицу, созданную ранее, добавлены следующие поля: общее количество видов, количество видов злаков и осок, количество видов бобовых, количество видов разнотравья, количество видов деревьев, кустарников, проективное покрытие.

Данные в таблицу вносились из геоботанических описаний. Поле «общее количество видов» содержит информацию о том, какое количество видов растений (злаки, осоки, бобовые, разнотравье, деревья, кустарники) всего было встречено на каждой пробной площадке.

Следующие поля содержат информацию о количестве встреченных видов злаков и осок, бобовых, разнотравья, деревьев и кустарников соответственно для каждой пробной площадки. Это необходимо для того, чтобы видеть распределение на территории этих видовых сообществ в отдельности друг от друга, поскольку оно может различаться в связи с разными их требованиями к окружающим факторам.

Также в атрибутивную таблицу внесены средние значения общего проективного покрытия в процентах для каждой пробной площадки.

Одним из показателей видового разнообразия является количество видов в сообществе, характеризующее его экологическое состояние. Поскольку источником служат геоботанические описания, выполненные по сетке квадратов, где одно описание соответствует площадке 10×10 м, то видовая насыщенность (общее число видов на единицу площади) будет рассматриваться как общее число видов на 100 м².

В программном пакете ArcGIS 10.2 с помощью инструментов группы Interpolation модуля ArcToolboxSpatialAnalystTools на основе имеющихся данных выполнялась интерполяция значений различными методами, наиболее подходящим из которых выбран метод сплайна (Spline), по полученной растровой поверхности строились псевдоизолинии, и результатом стала карта видовой насыщенности участка «Ямская степь» (рис. 3а).

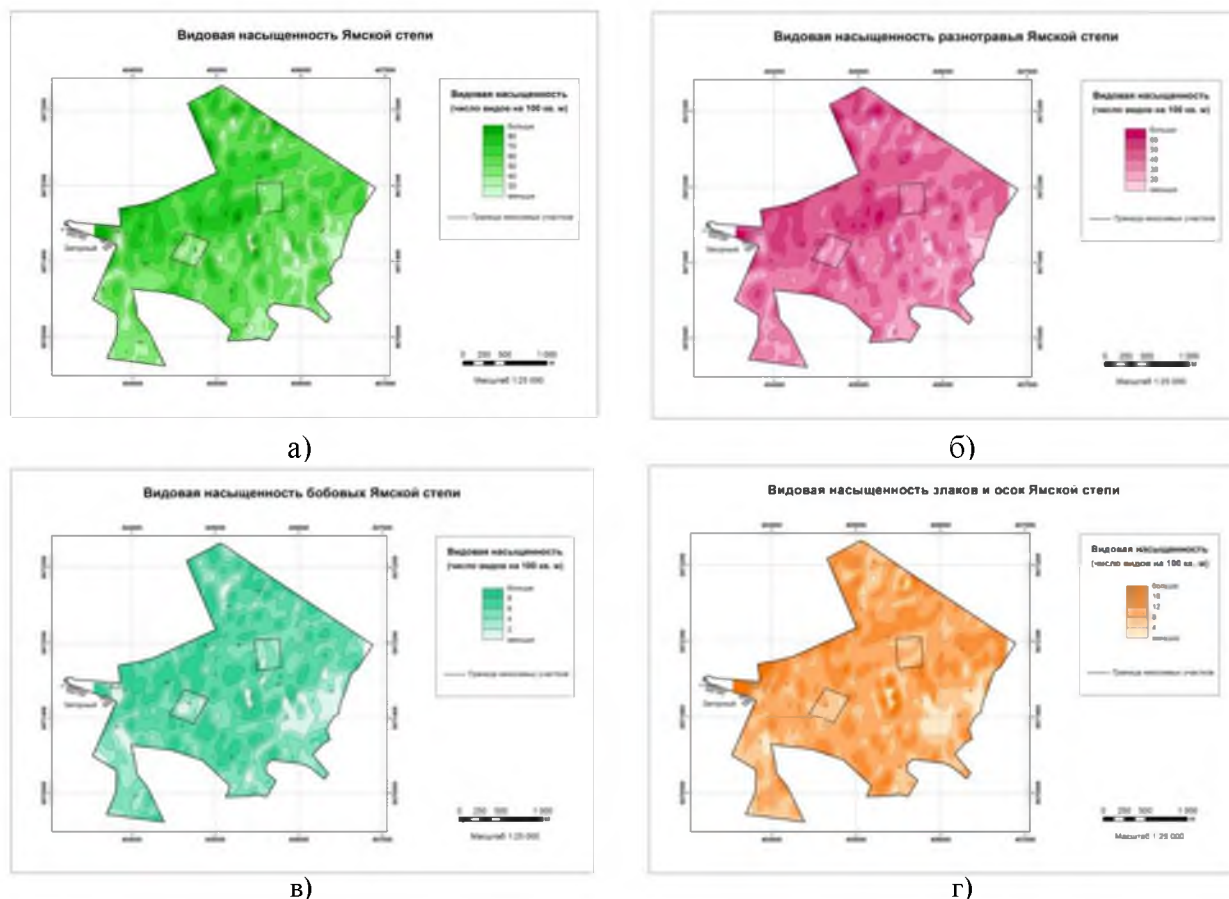


Рис. 3. Карта видовой насыщенности участка «Ямская степь» (Государственный природный заповедник «Белогорье»): а) общей, б) разнотравья, в) бобовых, г) злаков и осок
 Fig. 3. The map of the species saturation of the “Yamskaya Steppe” (State Nature Reserve “Belogorye”): a) total, b) motley grass, c) legumes, d) cereals and sedge

Затем видовая насыщенность также рассматривалась отдельно для групп растений – разнотравье, бобовые, злаки и осоки (см. рис. 3б, в, г).

В связи с тем, что в результате различных типов воздействия на растительность, приводящих к изменению жизненного состояния видов, происходит изменение проективного покрытия, нами также было рассмотрено пространственное распределение этого показателя.

Анализируя карту видовой насыщенности, представляющую распределение общего количества видов растений, можно заметить, что области наибольших значений сосредоточены в северо-западной части участка заповедника и приурочены главным образом к участкам с относительно пологим рельефом. Наименьшее количество видов приурочено к склонам балок и участкам с преобладанием древесной растительности.

Кроме того, следует отметить уменьшение общего количества видов на обоих некосимых участках. Максимальное количество встреченных на пробной площадке видов растений – 87, минимальное – 20.

Распределение количества видов разнотравья схоже с распределением общего количества видов: максимальное – на пологих участках ближе к северо-западной границе заповедника и соответственно ближе к хвостохранилищам Лебединского ГОКа, минимальное – в балках и залесенных участках. Количество видов разнотравья на пробных площадках Ямской степи меняется от 13 до 66.

Бобовые распределены по территории относительно равномерно. Наблюдается уменьшение количества видов, а также иногда их отсутствие на пробных площадках, лежащих в балках и на некосимых участках степи. Количество видов меняется от 0 до 11.

Злаки и осоки также присутствуют на участке заповедника достаточно равномерно. Наименьшее количество встреченных видов приурочено к склонам балок, где преобладает древесно-кустарниковая растительность. Кроме того, можно выделить небольшое уменьшение количества видов злаков и осок на некосимых участках степи по сравнению с территорией заповедника, где сенокос проводится.

Что касается проективного покрытия – пространственное распределение этого показателя в целом схоже с распределением общей видовой насыщенности за исключением участков некосимой степи, где показатели проективного покрытия достаточно высокие (около 70%). Значение этого показателя на территории Ямской степи по данным геоботанических описаний изменяется от 10 до 95% (рис. 4).

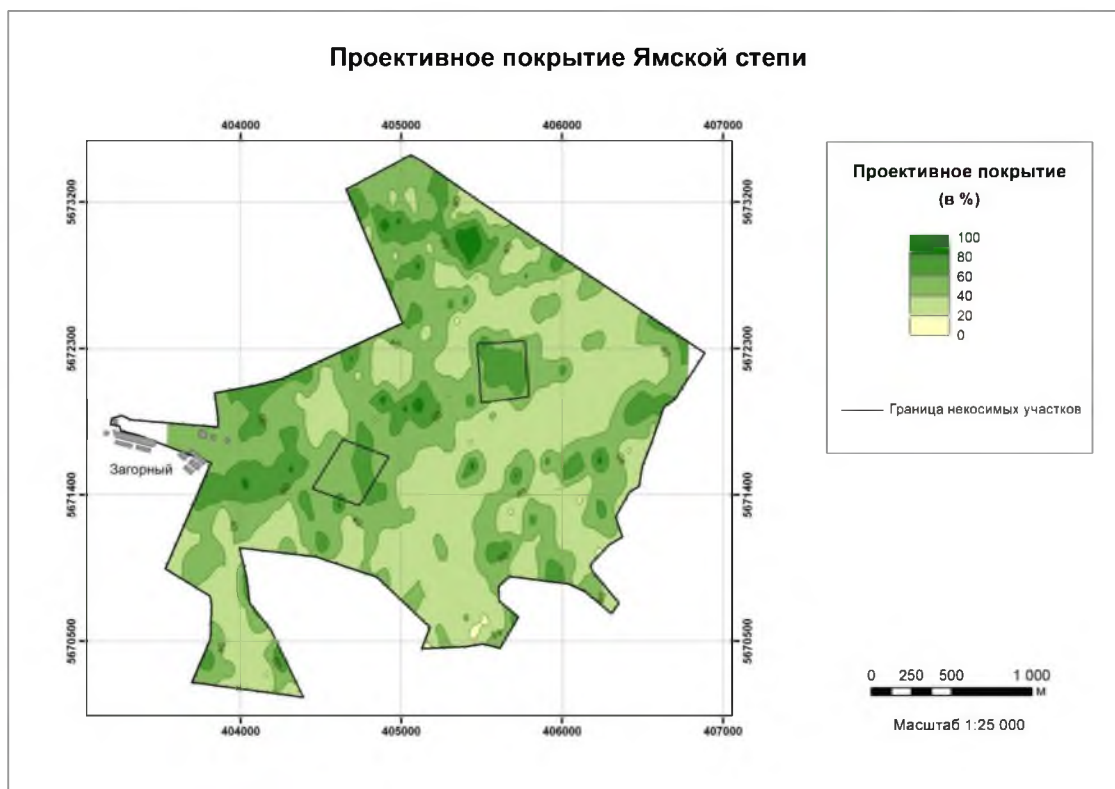


Рис. 4. Карта проективного покрытия растений в «Ямской степи»
Fig. 4. Map of the projective covering of plants in the “Yamskaya steppe”

Второй этап – подготовка информации о встречаемости отдельных видов и их обилии по каждой площадке в соответствии со схемой геоботанического описания. Для этого из списка всех видов высших растений, которые встречаются в Ямской степи, были выделены основные (всего 68 видов), наиболее характерные (но не массовые, встречающиеся повсеместно и не всегда «пригодные» в качестве индицирующих

определенные условия местообитания, например, горошек тонколистый и др.) для следующих групп: типичные степные, луговые, лугово-степные, сорно-луговые и сорно-лесные, лесные виды (рис. 5).

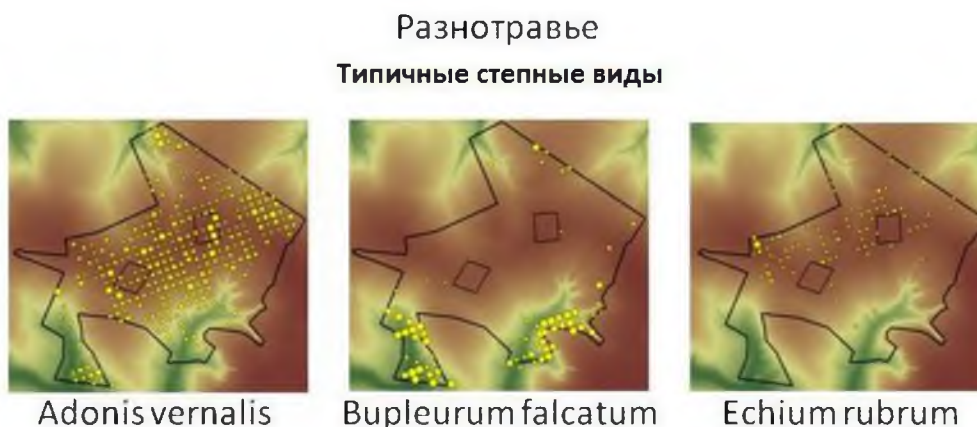


Рис. 5. Встречаемость отдельных видов разнотравья «Ямской степи» (фрагмент)
Fig. 5. The occurrence of individual species of herbs “Yamskaya steppe” (fragment)

Деревья, кустарники

Типичные степные – *Amygdalus nana* (миндаль низкий), *Cerasus fruticosa* (вишня степная), *Spiraea crenata* (Спирея городчатая).

Типичные лесные – *Acer platanoides* (клен платановидный), *Corylus avellana* (лещина обыкновенная), *Euonymus verrucosa* (бересклет бородавчатый), *Quercus robur* (дуб черешчатый), *Tilia cordata* (липа сердцелистная), *Viburnum opulus* (калина обыкновенная).

Злаки, осоки

Степные – *Bromopsis riparia* (кострец безостый), *Carex humilis* (осока низкая), *Festuca valesiaca* (овсяница валисская, или типчак), *Helictotrichon schellianum* (овсец Шелля), *Helictotrichon pubescens* (овсец пушистый), *Koeleria cristata* (тонконог гребенчатый), *Melica transsilvanica* (перловник трансильванский), *Stipa capillata* (ковыль волосовидный), *Stipa dasyphylla* (ковыль опушеннолистный), *Stipa pennata* (ковыль перистый), *Stipa pulcherrima* (ковыль красивейший), *Stipa tirsia* (ковыль узколистый).

Луговые – *Alopecurus pratensis* (лисохвост луговой), *Briza media* (трясунка средняя), *Bromopsis inermis* (кострец безостый), *Dactylis glomerata* (ежа сборная), *Elytrigia repens* (пырей ползучий), *Festuca rubra* (овсяница красная).

Сорно-луговые – *Calamagrostis epigeios* (вейник наземный).

Лугово-болотные – *Carex appropinquata* (осока сближенная), *Carex riparia* (осока береговая), *Carex vulpina* (осока лисья), *Elymus caninus* (пырейник собачий), *Phalaroides arundinacea* (двуклосточник тростниковидный).

Бобовые

Степные – *Chamaecytisus austriacus* (раakitник австрийский), *Chamaecytisus ruthenicus* (раakitник русский), *Genista tinctoria* (дрок красильный), *Oxytropis pilosa* (остролодочник волосистый).

Разнотравье

Типичные степные – *Adonis vernalis* (горицвет весенний), *Androsace koso-poljanskii* (проломник Козо-Полянского), *Bupleurum falcatum* (володушкасерповидная), *Centaurea scabiosa* (василек шероховатый, или скабиозовый), *Delphinium cuneatum* (живокость клиновидная), *Dracocephalum ruyschiana* (змееголовник Рюйша), *Echium rubrum* (румянка, или синяк красный), *Iris aphylla* (ирис безлистный), *Pedicularis kaufmannii* (мытник Кауфмана), *Seselian mium* (жабрица однолетняя), *Salvia nutans* (шалфей поникший), *Salvia pratensis* (шалфей луговой), *Stachys recta* (чистец прямой), *Trinia multicaulis* (триния)



многостебельная), *Veratrum nigrum* (чемерица черная), *Xanthoselinum alsaticum* (желтогоричник эльзасский).

Сорно-луговыеисорно-лесные – *Anthriscus sylvestris* (купырь лесной), *Arctium lappa* (лопух большой), *Arctium* sp. (лопух), *Arctium tomentosum* (лопухвойлочный), *Cirsium setosum* (бодяк седой), *Leomurus quinquelobatus* (пустырник пятилопастной), *Rumex confertus* (щавель густой), *Rumex crispus* (щавель курчавый), *Urtica dioica* (крапива двудомная)

Лесные – *Convallaria majalis* (ландыш майский), *Viola mirabilis* (фиалка удивительная).

Влажно-луговые – *Crepis paludosa* (скерда болотная), *Veratrum lobelianum* (чемерица Лобеля).

Для каждого вида было рассмотрено, где он встречается и в каком обилии. С этой целью на каждый из перечисленных видов составлялись схемы, где с помощью точки показано наличие вида на площадке геоботанического описания, а размером точки – его обилие, значения которого даны в описаниях в универсальной шкале. Эти данные, а также границы заповедного участка и некосимых площадей, для удобства дальнейшего анализа наложены на созданную ранее ЦМР Ямской степи. Надо отметить, что всевозможные вычисления парных и ранговых коэффициентов корреляции между углами наклона, экспозициями склонов и различными характеристиками растительного покрова очевидной связи на данном этапе изучения территории не показали.

Затем проводился экспертный анализ полученных изображений. Некоторые виды были исключены из анализа, поскольку в Ямской степи они встречаются довольно редко и в малом количестве, что не позволяет нам выявить на их основе какие-либо закономерности. Анализируя остальные, можно отметить следующее.

1. Большинство типичных степных видов сосредоточено в наиболее пологой части Ямской степи и связано с сенокосением (на косимых участках больше) (например, змееголовник Рюйша, ковыль узколистный, ракитник русский). Некоторые виды встречаются на всем участке, поскольку они достаточно стабильны и долго сохраняются после снятия сенокосения (ковыль перистый, горицвет весенний). Что касается степных кустарников, то они чаще встречаются на склонах балок.

2. Лесные виды (фиалка удивительная, сныть обыкновенная) приурочены к балкам, значительно их количество в верховьях балок, где наиболее заметно происходит зарастание через лесные кустарники и подрост деревьев, особенно после прекращения сенокосения.

3. Количество сорно-луговых и сорно-лесных видов разнотравья (купырь лесной, крапива) также увеличивается в балках. А у такого агрессивного сорно-лугового корневищного злака, как вейник наземный, увеличивается обилие именно на некосимых участках, что отмечено и для Стрелецкой степи под г. Курском [Суслова, 2006]. Луговые и лугово-степные виды (кострец безостый, ежа сборная, осока низкая, овсецы Шелля и пушистый) встречаются по всему заповедному участку.

На основе полученной информации была составлена легенда карты, в которой выделяются следующие растительные сообщества (формации или группы формаций, с указанием характерных видов и групп видов):

- типичные степные разнотравно-бобово-злаковые сообщества (ковыль, типчак, кострец береговой, шалфей);
- лугово-степные разнотравно-злаковые (с кустарниками, длиннокорневищными злаками);
- лугово-степные бобово-злаково-богаторазнотравные;
- лугово-степные шалфейно-кострецовые со степными кустарниками;
- лугово-степные разнотравно-бобово-злаковые (лабазник, герань, эспарцет, типчак) местами со степными кустарниками;

- остепненные луга разнотравно-злаковые и злаково-разнотравные (с участием степных и мезофитных злаков);
- остепненные луга бобово-злаково-разнотравные (с мезофитными и степными злаками, бобовыми и разнотравьем);
- остепненные луга разнотравно-злаковые склонов балки (с лугово-степными, луговыми, сорно-луговыми видами);
- остепненные луга разнотравно-злаковые склонов балки (с лугово-степными, луговыми, сорно-луговыми видами) с кустарниками и подростом деревьев;
- остепненные луга разнотравно-злаковые склонов балки (с лугово-степными, луговыми, лугово-лесными видами);
- луговые бобово-разнотравно-злаковые склонов балки (с лугово-степными, луговыми и лугово-лесными видами);
- зарастающие деревьями и кустарниками склоны балки (с луговыми, лугово-степными и сорно-луговыми видами);
- грушево-дубовые «островные» леса (с лесными, лугово-лесными и лугово-степными видами);
- грушево-дубовые разнотравно-широколистственные леса (с остепненными лугами на полянах и прогалинах);
- кленово-грушевые кустарниковые разнотравно-широколистственные леса и редколесья (с остепненными полянами и прогалинами) со степными кустарниками;
- широколиственные кленово-дубовые широколистственные леса склонов балки.

Следующим шагом стал процесс составления карты – выделение ареалов растительных сообществ по сопряженному анализу всех созданных материалов (карт, характеризующих растительные сообщества, карт высотных ступеней рельефа, углов наклона и экспозиций склонов) и экспертной оценке авторов. Контура древесно-кустарниковой растительности были выделены на основе дешифрирования космического снимка, а также в результате анализа распространения лесных видов, разнотравья, деревьев и кустарников.

Контуры травянистой растительности выделялись на основе проведенного ранее анализа встречаемости и обилия отдельных представителей этих сообществ с использованием полученных картографических изображений для каждого вида, а также с применением карты видовой насыщенности. Итоговый результат представлен на рисунке 6.

Выводы

Разработанная методика создания карты степных растительных сообществ по полевым геоботаническим описаниям включает следующие этапы.

1. Занесение первичных данных и дополнительных (полученных в результате обработки первичных) с координатной привязкой в ГИС-пакет (в данном случае ArcGIS 10.2).
2. Создание цифровой модели рельефа.
3. Создание карт обилия основных видов (в данном случае примерно 10% от общего количества).
4. Создание карт видовой насыщенности отдельно по группам злаков, осок, бобовых, разнотравья и общей видовой насыщенности.
5. Создание карты проективного покрытия.
6. Определение групп растительных сообществ (формации или группы формаций), выявленных на территории, создание легенды.
7. Выделение контуров на основе экспертной оценки и сопряженного анализа картографических материалов и разносезонных снимков.

Геоботаническая карта Ямской степи составлена в масштабе 1:25 000, авторам видится возможность применения разработанной методики для карт крупного и среднего масштаба на степные территории.

На протяжении последнего столетия исследователи, изучавшие растительность Ямской степи, отмечали, но пространственно не фиксировали, ряд происходивших там

изменений. В.М. Покровская (совместно с Н.А. Прозоровским, 1966), проведя через 30 лет повторные описания данного участка, свидетельствовала о сокращении встречаемости ксеромезофитных злаков и значительном (более чем на половину) увеличении встречаемости лугово-степных и луговых видов. Во время изучения растительности Ямской степи Ю.Н. Нешатаевым и В.Д. Собакинских в 1978 г. уже было отмечено исчезновение низкоосоковой ассоциации, хотя ценогическая роль дерновинных злаков еще была достаточно высока. Вместе с тем, упомянутые исследователи зафиксировали существенное преобладание сообществ с доминированием костреца берегового и овсеца пушистого над всеми остальными при нарастающей экспансии пырея среднего, или промежуточного.

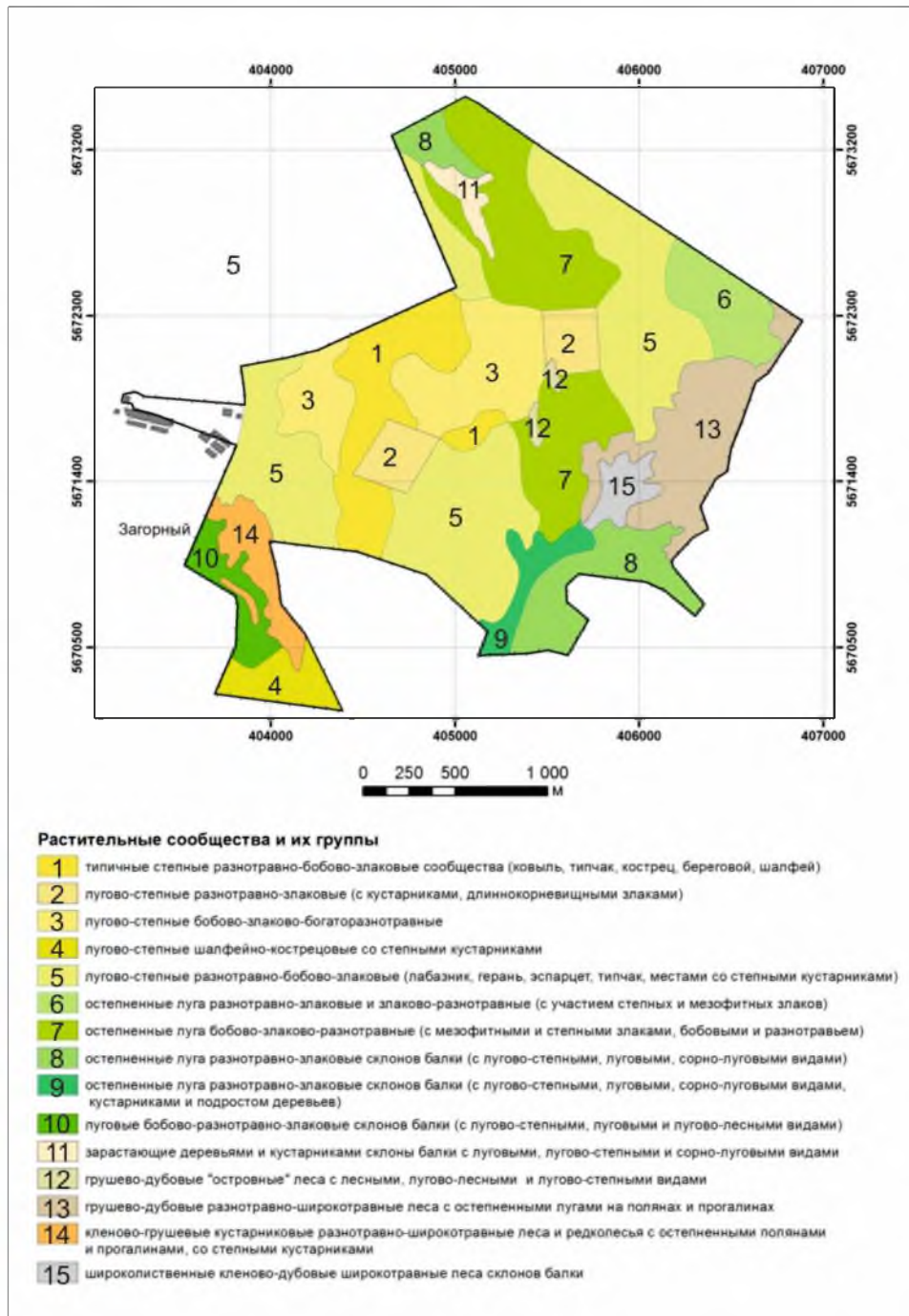


Рис. 6. Геоботаническая карта участка «Ямская степь» (Государственный природный заповедник «Белогорье»)

Fig. 6. Geobotanical map of the site "Yamskaya Steppe" (State Nature Reserve "Belogorye")

Результаты исследований Б.К. Ганнибала и Н.М. Калиберновой (2002) свидетельствуют о продолжающемся распространении фитоценозов с доминированием костреца берегового, в которых содоминантами являются ковыль перистый, ковыль волосатик, типчак, а также ряд новых лугово-степных и луговых видов – пырей средний, ежа сборная и вейник наземный [Лысенко, 2007].

Таким образом, за 70 лет влияния заповедного режима растительный покров Ямской степи претерпел достаточно существенные фитоценотические изменения, в том числе экспансию корневищных злаков и продвижение на некосимые участки подроста деревьев и кустарников. В тоже время, в целом в резерватных центрально-черноземных степях не происходит флористического обеднения травянистых сообществ, а их прогрессирующее олуговение просто приводит к снижению ценоценотической значимости большинства типичных степных видов [Нешатаев, Ухачева, 2006].

Деятельность горно-обогатительных комбинатов, несомненно, оказывает сильное влияние на географическую оболочку в целом и на отдельные ее компоненты. Однако не всегда можно увидеть это воздействие одномоментно. Для того чтобы выявить изменения в растительном покрове, необходим длительный мониторинг, который позволит сравнивать состояние растительного покрова, изменения границ, структуры сообществ и др.

Созданная геоботаническая карта Ямской степи (а также все вспомогательные картографические произведения), помимо самостоятельного значения, в силу отсутствия карт ранних лет издания будет являться отправной точкой наблюдения за динамикой растительных сообществ в их контурной составляющей. Первичный анализ пространственного распределения растительных сообществ говорит об их зависимости в первую очередь от рельефа и наличия (отсутствия) сенокосения. В частности, количество сорно-луговых видов заметно увеличивается в балках и на некосимых участках степи, а типичные степные виды чаще встречаются на достаточно пологих участках.

Авторы надеются, что в случае обнаружения рукописной карты В.Д. Собакинских, члены научного сообщества сообщат об этом в заповедник «Белогорье».

Список литературы

References

1. Алексеенко Н.А., Сулова Е.Г., Шаповалов А.С., Михайлова Т.В. 2016. Изучение растительного покрова «Ямской степи» с помощью картографического метода. *В кн.: Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования. Материалы Всероссийской (с международным участием) научной школы-конференции, посвященной 115-летию со дня рождения А.А. Уранова.* Пенза: 337–340.

Alekseenko N.A., Suslova E.G., Shapovalov A.S., Mihajlova T.V. 2016. Study of the vegetation cover of the Yamskaya steppe using the cartographic method. *In: Sovremennye koncepcii jekologii biosistem i ih rol' v reshenii problem sohraneniya prirody i prirodopol'zovaniya [Modern concepts of the ecology of biosystems and their role in solving problems of nature conservation and nature management]. Materials of the All-Russian (with international participation) scientific school-conference, dedicated to the 115th anniversary of the birth of A.A. Uranova.* Penza: 337–340.

2. Бойко О.С. 2006. Картографирование природной среды локального уровня с обзором почвенных, орографических и геоморфологических карт Центрально-черноземного заповедника. *В кн.: Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике. Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника.* Вып. 19. Курск: 141–148.

Bojko O.S. 2006. Mapping of the local environment with an overview of soil, orographic and geomorphological maps of the Central Chernozem Reserve. *In: Kartograficheskie issledovaniya v Central'no-Chernozemnom zapovednike [Cartographic studies in the Central Chernozem Reserve]. Proceedings of the Central Black Earth State Reserve.* Iss. 19. Kursk: 141–148.

3. Лысенко Г.Н. 2007. Динамика экотопических характеристик «Ямской степи» (заповедник «Белогорье», Россия). *В кн.: Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. Межведомственный сборник научных работ.* Вып. 7. Донецк: 45–51.

Lysenko G.N. 2007. Dynamics of ecotopic characteristics of the Yam steppe (reserve Belogorie, Russia). *In: Problemy jekologii i ohrany prirody tehnogennogo regiona [Problems of Ecology and Nature*



Protection of the Technogenic Region]. Interdepartmental collection of scientific works. Iss. 7. Donetsk: 45–51.

4. Нешатаев Ю.Н. 1987. Методы анализа геоботанических материалов. Л., 192.

Neshataev Ju.N. 1987. Metody analiza geobotanicheskikh materialov [Methods of analysis of geobotanical materials]. Leningrad, 192.

5. Нешатаев Ю.Н., Ухачева В.Н. 2006. Мониторинг растительности среднерусской лесостепи. В кн.: Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике. Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника. Вып. 19. Курск: 42–51.

Neshataev Ju.N., Uhacheva V.N. 2006. Monitoring of vegetation of the Central Russian forest-steppe. In: Kartograficheskie issledovaniya v Central'no-Chernozemnom zapovednike [Cartographic studies in the Central Chernozem Reserve]. Proceedings of the Central Black Earth State Reserve. Iss. 19. Kursk: 42–51.

6. Отчет заповедника «Белогорье». 2012. Кн. 1. Ч. 1.

The report of the reserve "Belogorye". 2012. Book. 1. Part 1.

7. Рыжков О.В. 2006. Обзор стационарных картографических исследований растительности Центрально-черноземного заповедника. В кн.: Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике. Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника. Вып. 19. Курск: 35–39.

Ryzhkov O.V. 2006. Survey of stationary cartographic studies of vegetation of the Central Chernozem Reserve. In: Kartograficheskie issledovaniya v Central'no-Chernozemnom zapovednike [Cartographic studies in the Central Chernozem Reserve]. Proceedings of the Central Black Earth State Reserve. Iss. 19. Kursk: 35–39.

8. Сулова Е.Г. 2006. Экологические связи и динамические тенденции растительных сообществ лесостепных дубрав. В кн.: Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике. Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника. Вып. 19. Курск: 65–70.

Suslova E.G. 2006. Ecological relations and dynamic trends of plant communities of forest-steppe oak forests. In: Kartograficheskie issledovaniya v Central'no-Chernozemnom zapovednike [Cartographic studies in the Central Chernozem Reserve]. Proceedings of the Central Black Earth State Reserve. Iss. 19. Kursk: 65–70.

9. Ямская степь. 2017. Официальный сайт – Заповедник «Белогорье». URL: http://www.zapovednik-belogorye.ru/jamskaja_step/ (дата обращения 15.06.2017).

Yamskaya steppe. 2017. Official site – Reserve "Belogorie". URL: http://www.zapovednik-belogorye.ru/jamskaja_step/ (accessed 15.06.2017).