

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ СЕТИ ООПТ (НА ПРИМЕРЕ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

О. В. Прохорова, Ф. Н. Лисецкий

*Воронежский государственный университет, Россия*

*Белгородский национальный исследовательский государственный университет, Россия*

*Поступила в редакцию 3 ноября 2010 г.*

**Аннотация:** В статье рассматриваются возможности применения специализированных ГИС-пакетов для обработки материалов дистанционного зондирования Земли с целью обоснования новых объектов в сети степных ООПТ Воронежской области.

**Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории, степные ландшафты, геоинформационные системы, дистанционное зондирование Земли, вегетационные индексы.

**Abstract:** The article is devoted to possibilities of specialized GIS packets for processing of remote sensing in order to justify the allocation of new objects in a network of steppe protected areas in the Voronezh region.

**Key words:** protected areas, steppe landscapes, geoinformation systems, remote sensing, vegetative indexes.

Эволюцию степных экосистем на протяжении всей голоценовой истории можно представить в виде стадийной последовательности изменений растительности, которые были детерминированы как природной ритмикой, так и сменой форм хозяйственного уклада [5]. В отдельные историко-экологические периоды качественно различные состояния степных экосистем под влиянием антропогенно обусловленной их эволюции сводилась к двум основным вариантам: или антропогенные нагрузки были широкомасштабными и мало интенсивными, либо они сосредотачивались в локальных районах. К настоящему времени антропогенный фактор стал детерминантом облика степных ландшафтов, поставив зональные геосистемы на грань вымирания [4]. Однако в большинстве литературных источников, отражающих результаты региональных исследований степных экосистем, отсутствуют фактические данные об общей площади степей, о территориальном соотношении их подтипов и модификаций (эдафических и антропогенных), о структуре степного растительного покрова. Это не позволяет представить и достоверно оценить реальную картину актуального со-

стояния степной растительности в том или ином конкретном регионе [9].

Поэтому неотложной задачей становятся работы по формированию реестра (кадастра) существующих и организации новых степных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального значения, оценке состояния преобразованных степных ландшафтов в целях их оптимизации. Важно также зафиксировать динамику процессов восстановления степей на уже деградированных участках и на залежах, которые появились в последние десятилетия (в связи с трансформацией земельного фонда и снижением распаханности земель) [10].

Новые эффективные возможности решение данных проблем открывают: 1) возросшая в последнее время доступность и палитра данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), которые открывают новые возможности по созданию пространственных моделей растительности с пространственным разрешением до парцелл и отдельных видов [13]; 2) навигационные GPS-приемники, которые обеспечивают пространственную привязку в соответствующей системе координат и, соответственно, формируют координатное описание границ ООПТ (протяженность по осям, пло-

шадь, построение профилей и т.д.); 3) геоинформационные технологии, предоставляющие возможности ведения баз данных по объектам, их картографическую визуализацию по растровым основам или космическим снимкам в виде векторных моделей, построение трехмерных (3D) моделей и т.д. [7, 12].

Технологическая схема выявления слабо нарушенных антропогенной трансформацией степных ландшафтов с целью расширения региональной сети ООПТ включает несколько этапов.

1. Анализ цифровой модели рельефа (ЦМР) с помощью ГИС-пакетов и ПК для обработки данных ДЗЗ, прогноз локализации рефугиумов для краснокнижных «южных» видов растений.

2. Дешифрирование сельскохозяйственных, лесных, водных, селитебных угодий и других земельных участков по космоснимкам Landsat, дифференциация территории по значению вегетационного индекса NDVI (например, в среде ERDAS или ENVI).

3. Выборочное полевое эталонирование материалов дешифрирования космических снимков.

4. Эталонное дешифрирование космоснимков Landsat и экстраполяция результатов на прилегающие территории. Создание векторных слоев перспективных ООПТ в ГИС-пакетах, например, ArcGIS.

Трехсотлетнее давление хозяйственной деятельности на лесостепные и степные ландшафты Воронежской области привело к тому, что в структуре земельных угодий общей площадью 5221,6 тыс. га (81,2%) преобладают сельскохозяйственные земли [2].

Из всех муниципальных районов области нами в качестве эталонных объектов исследования были выбраны Кантемировский и Богучарский районы. Согласно физико-географическому районированию они относятся к Богучарскому правобережному волнисто-балочному степному району степной провинции Среднерусской возвышенности. Исконно степную природу данной территории диагностируют фрагменты сохранившихся здесь ковыльных степей с участием засухоустойчивых злаков, элементов полупустынной флоры и южного разнотравья, а также типично степная фауна [15].

Роль рельефа как фактора дифференциации ландшафтов хорошо известна. Он является главным фактором-регулятором в перераспределении тепла и влаги на поверхности Земли, от него зависят внутризональные особенности формирования растительного и почвенного покровов, с ним свя-

зано развитие определенных форм хозяйственной деятельности человека [3]. Крутизна и экспозиция склонов контролируют скорость и направление соответственно поверхностных вещество-энергетических потоков, теплообеспеченность местности, интенсивность испарения осадков и снеготаяния, некоторые свойства почв, развитие растительного покрова [14].

По результатам наблюдений за освещенностью и теплообеспеченностью склонов установлено следующее: 1) наиболее теплые склоны южной экспозиции, затем западный и восточный, а самые холодные северной экспозиции; 2) склоны южной экспозиции тем теплее, а северные тем холоднее, чем склон круче; 3) колебания температуры на склоне южной экспозиции максимальные, а на северной – наименьшие; на первом возрастают с крутизной склона, а на втором – уменьшаются [8].

Для объективного выявления особенностей пространственной приуроченности степных растительных сообществ использовали цифровую модель рельефа (ЦМР) на основе данных радарной топографической съемки SRTM.

С помощью программы ENVI 4.6 на основе ЦМР были созданы карты крутизны и экспозиции склонов на территорию Кантемировского и Богучарского районов.

В результате выделены следующие градации рельефных условий: 1) выровненные недренированные поверхности (крутизна склонов до 1°): 514 км<sup>2</sup> (9,6% от общей площади 5373 км<sup>2</sup>); 2) плакоры и склоны крутизной 1°-12°: 3957 км<sup>2</sup> (73,6%); 3) склоны северной экспозиции крутизной более 12°: 473 км<sup>2</sup> (8,8%); 4) склоны южной экспозиции крутизной 12°-18°: 280 км<sup>2</sup> (5,2%); 5) склоны южной экспозиции крутизной более 18°: 149 км<sup>2</sup> (2,8%).

В ходе полевых наблюдений отмечена приуроченность местообитаний редких степных видов растений и в целом растительных сообществ к крутым склонам преимущественно южных экспозиций [11]. Эта закономерность подчеркивает прикладное значение сформулированного В.В. АLEXИНЫМ закона предварения биоты: «произрастание того или иного растения на южных и северных склонах предваряет его появление в плакорных условиях на водоразделах» [1].

Крутые склоны северной экспозиции в пределах Кантемировского и Богучарского районов Воронежской области распространены преимущественно по правому берегу р. Дон.

Преобладание крутых правобережий нарушается в долинах рек Богучарка и Левая Богучарка, где существует левосторонняя асимметрия (по левобережной части широкое распространение получили крутые склоны южной экспозиции).

Кроме того, сильно волнистым водоразделам специфические черты придают эрозионные останцы, сложенные пестро окрашенными песками в сочетании с ожелезненными песчаниками. Песчано-глинистые отложения палеогена с доминированием красных цветовых оттенков занимают местами значительные территории и придают ландшафту грядово-мелкосопочный характер. Вследствие этого весь регион получил характерное название Степного Красногорья [6]. Участками останцы приобретают вид отдельных изолированных массивов, что послужило основанием для выделения Ф.Н. Мильковым останцово-водораздельного типа местности [15].

Сильно пересеченный рельеф и специфика литологии обусловили здесь мозаичность и широкое распространение эродированных почв (от 20 до 40% площади), местами слабосолонцеватых, а по крутым склонам балок и останцов типично каменистых почв, именуемых здесь «хрящеватыми» [15]. На флористическом составе многих степных участков сказывается также локальное засоление. Индикаторами этих экологических условий являются такие редкие виды растений, как *Ferula tatarica* Fisch. ex Spreng. – ферула татарская, *F. caspica* Bieb. – ф. каспийская, *Tulipa schrenkii* Regel – тюльпан Шренка, *Tanacetum millefolium* (L.) Tzvel. – пижма тысячелистная, *Astragalus macropus* Bunge – астрагал длинноножковый, *A. testiculatus* Pall. – А. яйцеплодный и другие виды.

Для анализа спектральных характеристик степных ландшафтов и эталонного дешифрирования нами использован космический снимок Landsat TM, выполненный 19 июля 2010 года в 7 спектральных диапазонах и имеющий разрешение 30 м/пиксель. Снимок был получен из крупнейшего открытого интернет-архива космических снимков GloVis.

Расчет вегетационного индекса NDVI и классификация результатов осуществляли в программе ERDAS IMAGINE 9.1. Набор классов, выделенных в ходе анализа спутниковых данных, обеспечил отделение участков, покрытых лесом, от непокрытых лесом и дифференциацию в агроландшафтах типов севооборотов. Результаты классификации космического снимка были оцифрованы в среде ArcGIS и представлены картой использо-

вания земель Кантемировского и Богучарского районов Воронежской области.

По результатам дешифрирования космоснимков, распаханность ключевого участка оценена в 58,65%, а доля площадей неосвоенных ландшафтов, практически не вовлеченных в хозяйственное использование, составила 28,34%.

В качестве ключевого участка для эталонного дешифрирования ковыльных степей нами был выбран единственный хорошо сохранившийся в Воронежской области целинный зональный степной ландшафт – памятник природы «Хрипунская степь» в окрестностях с. Новоникольского. Согласно концепции современного степеведения [4], степной эталон – это биоклиматический оптимум зональной биоты, формирующейся в условиях плакорных поверхностей, характеризующихся полнопрофильными черноземными или каштановыми почвами. Он может использоваться как генетический резерват для экологической реставрации степных экосистем при изъятии малопродуктивных земель под программы консервации, а также в качестве земельно-оценочного эталона при осуществлении качественной оценки земель в системе кадастровых работ [4].

Участки сохранившейся степной растительности, выявленные по результатам дистанционных и параллельных полевых исследований, можно рекомендовать для включения в состав особо охраняемых территорий Воронежской области, а именно: 1) левый берег реки Богучарка с преобладанием крутых коренных склонов южных экспозиций (у сел Вerveковка, Бугаевка, Касьяновка); 2) правый берег р. Белая от с. Волоконовка до границы с Украиной; 3) левый берег р. Левая Богучарка между селами Марьевка и Липчанка; 4) склоны балки южной экспозиции от с. Травкино до с. Радченское; 5) балка Таранов Яр у с. Дядин; 6) склоны балки от с. Филоново до с. Грушовое; 7) урочища Бык и Сармин вблизи трассы М4 (Москва – Ростов-на-Дону); 8) урочище Берестовое в 1,5 км к северо-западу от Хрипунской степи.

Таким образом, геоинформационные технологии и данные ДЗЗ показали свою перспективность для определения характера распределения видов конкретной флоры по совокупности типов местообитаний, выделенных при визуальных наблюдениях и обработке геоботанических описаний. В природоохранной практике подобные исследования помогут выделять ненарушенные антропогенной трансформацией степные ландшафты с целью

более оперативного и обоснованного расширения региональной сети ООПТ.

**Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ (№ 10-05-90703-моб\_ст).**

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин В.В. Теоретические проблемы фитоценологии и степеведения / В.В. Алехин. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 211 с.

2. Доклад о государственном надзоре и контроле за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2008 году / Н.В. Стороженко [и др.]. – Воронеж, 2009. – 112 с.

3. Кружалин В.И. Эколого-геоморфологический анализ территории / В.И. Кружалин // Вестн. МГУ. Сер. 5, География. – 1997. – №4. – С. 11-15.

4. Левыкин С.В. Степеведение – теоретическая основа сохранения и восстановления степей в XXI в. / С.В. Левыкин, А.А. Чибилев // Проблемы геоэкологии и степеведения. – Екатеринбург, 2010. – Т. 2: Развитие научной школы в Институте степи УрО РАН. – С. 10-16.

5. Лисецкий Ф.Н. Периодизация антропогенно обусловленной эволюции степных экосистем / Ф.Н. Лисецкий // Экология. – 1992. – №5. – С. 17-25.

6. Мильков Ф.Н. Степные ландшафты / Ф.Н. Мильков, В.Н. Двуреченский // Междуречные ландшафты Среднерусской лесостепи. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1990. – С. 80-110.

7. Нестеров Ю.А. Особенности применения информационных технологий в создании и ведении региональных кадастров ООПТ / Ю.А. Нестеров, О.В. Прохорова // Достижения ученых XXI века: сб. материалов 4-й междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2009. – С. 81-83.

8. Новаковский Б.А. Цифровые модели рельефа реальных и абстрактных геополей / Б.А. Новаковский, С.В. Прасолов, А.И. Прасолова. – М.: Науч. мир, 2003. – 64 с.

9. Паршутина Л.П. Степи Европейской России: разрушение стереотипов. Пример Ростовской, Саратовской, Воронежской и Волгоградской областей / Л.П. Паршутина // Степной бюл. – 2010. – №28. – С. 50-52.

10. Прохорова О.В. Биогеографические особенности флоры степей Воронежской области / О.В. Прохорова, А.Я. Григорьевская // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. – Воронеж, 2007. – №2. – С. 26-36.

11. Прохорова О.В. Природное наследие степей Воронежской области и проблемы сохранения их фиторазнообразия / О.В. Прохорова, Р.С. Рощевкин // Вопр. степеведения. – 2010. – №2. – С. 45-56.

12. Рыжков О.В. Методическое пособие к семинару «Геоинформационные системы и особо охраняемые природные территории» / О.В. Рыжков. – Тула: Гриф и К, 2007. – 240 с.

13. Савельев А.А. Моделирование пространственной структуры растительного покрова (геоинформационный подход) / А.А. Савельев. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2004. – 247 с.

14. Флоринский И.В. Международный опыт использования цифровых моделей рельефа при автоматизированном анализе данных дистанционного зондирования / И.В. Флоринский // Геодезия и картография. – 1995. – №12. – С. 38-44.

15. Эколого-географические районы Воронежской области / под ред. Ф.Н. Милькова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1996. – 216 с.

Прохорова Ольга Владимировна  
кандидат географических наук, преподаватель факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, E-mail: [prohorova@vmail.ru](mailto:prohorova@vmail.ru)

Лисецкий Федор Николаевич  
доктор географических наук, профессор, директор Федерально-регионального центра аэрокосмического мониторинга природных ресурсов Национального исследовательского университета «Белгородский государственный университет», г. Белгород, т. (4722) 30-11-76, E-mail: [liset@bsu.edu.ru](mailto:liset@bsu.edu.ru)

Prokhorova Olga Vladimirovna  
Candidate of Geography, teacher of the geography, geoecology and touring department of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54, E-mail: [prohorova@vmail.ru](mailto:prohorova@vmail.ru)

Lisetskiy Fyodor Nikolayevitch  
Doctor of Geography, Professor, Director of Federal and Regional Centre for Aerospace Monitoring of Natural Resources of the National Research University «Belgorod State University», Belgorod, tel. (4722) 30-11-76, E-mail: [liset@bsu.edu.ru](mailto:liset@bsu.edu.ru)