

## Подходы к изучению пространственно-структурной организации растительного покрова

© М. А. Жарникова, Ж. Б. Алымбаева, А. А. Аюджанаев, Б. В. Содномов  
*Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия*  
zharnikova@binm.ru

Рельеф является одним из ведущих факторов, оказывающих большое влияние на формирование ландшафта в целом, а также на процессы пространственного распределения растительного покрова. В связи с этим, актуальным является построение моделей, отражающих дифференциацию растительности в зависимости от экспозиции склонов, их крутизны и формы. В данной работе изучена пространственно-структурная организация степных фитоценозов Селенгинского среднегорья. Методами многофакторного градиентного анализа определены экологически значимые факторы среды, отвечающие за фитоценотическое разнообразие и структуру растительности исследуемой территории. На основе данных аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) получены картосхемы растительности, рельефа, углов наклона земной поверхности и экспозиции склонов. Апробирована методика исследования пространственной структуры степных сообществ на основе сочетания метода «модель сопки» с методами дистанционного зондирования.

**Ключевые слова:** степь; модель; структура растительности; рельеф; экологические факторы; аэрофотосъемка.

Использование традиционных наземных методов в сочетании с анализом данных дистанционного зондирования позволяют оценить долговременные изменения растительного покрова [7]. Однако, с позиций детального анализа и оценки последствий современных и прогнозируемых изменений климата представляется актуальным построение экологически ориентированных моделей пространственной структуры растительности, то есть моделей, привязанных к факторам среды, так или иначе параметризованным [1]. К одним из таких моделей относится «модель сопки» [3], которая была использована в нашей работе.

Для изучения пространственной организации разнообразия растительного покрова был выбран ключевой участок — гора Казачья, расположенная на шлейфах отрогов хребта Цаган-Дабан на правом берегу р. Селенга, Тарбагатайский район Республики Бурятия. Район исследования приурочен к умеренно сухим дерновиннозлаковым и полынно-дерновиннозлаковым степям. Во время полевых работ выполнено около 40 геоботанических описаний, где учитывались склоны различной экспозиции, крутизна и форма. Для хранения, первичной сортировки и обработки данных с использованием экологических шкал применена программа IBIS [2]. При камеральной обработке получена матрица мер сходства путем попарного сравнения ценофлор по флористическому критерию с использованием коэффициента сходства Жаккара [6]. Полученная дендрограмма первичных ценофлор послужила основой для разработки фитоценотической классификации в виде иерархической системы структурных компонентов с характеристикой выделенных синтаксонов.

Особенностью данной работы, является сочетание метода «модель сопки» с методами дистанционного зондирования: используются данные аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата для получения картосхем растительности,

рельефа, углов наклона земной поверхности и экспозиции склонов [5]. Фотограмметрическим методом по стереопарам снимков с БПЛА и с помощью интерполяции облаков точек, полученных по данным лазерного сканирования выполнено моделирование рельефа ключевого участка г. Казачья, характеризующегося степной растительностью на фоне залежной сукцессии. Модель рельефа является основой для создания цифровых карт экспозиции и уклонов местности. Данные цифровые карты вносятся в мобильное устройство исследователя, по которой он ориентируется для полного заполнения бланковки. Для построения «модели сопки» исследуемой территории в качестве атрибутивной цифровой информации использованы экологические шкалы по увлажнению, богатству и засолению почв, разработанные для территории Южной Сибири [4]. Применение современных мобильных средств, информационных технологий диктуют новые подходы к сбору материалов и обработке полученной информации. Данный метод помогает исследователю, без трудоемких временных затрат в поле, построить модель пространственной структуры растительности, но требует более тщательной предварительной камеральной подготовки. Нами разработана бланковка, где дополнительным атрибутом в графическое представление «модели сопки», помимо характеристики склонов (крутизна, экспозиция) внесены относительные высоты. Для представления данных о высоте круг разбит условно на 3 части (подножье, срединная часть склона, вершина). Внутри каждое кольцо содержит данные о крутизне склона. Построенная модель достоверно отражает пространственную структуру растительности.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке научных проектов РФФИ № 17-05-01059, № 18-55-91047.*

#### Литература

1. Аненхонов О. А., Санданов Д. В., Королюк А. Ю., Бадмаева Н. К., Hongyan Liu Пространственная структура растительности в семиаридных регионах Внутренней Азии // Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных территорий. — Чита, 2013. — С. 74–79.
2. Зверев А. А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. — Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. — 304 с.
3. Королюк А. Ю. Модель сопки — метод анализа структуры растительного покрова // Растительность России. — № 13. — 2008. — С. 117–122.
4. Королюк А. Ю. Экологические оптимумы растений юга Сибири // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. — № 12. — 2006. — С. 3–38.
5. Комплексные методы изучения динамики эоловых форм рельефа / Б. З. Цыдыпов [и др.] // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2017. — № 2. — С. 102–110.
6. Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur., 1901. — V. 37. — Bd. 140. — P. 241–272.
7. Zharnikova M. A., Alymbaeva Zh. B., Ayurzhanayev A. A., Garmaev E. Zh. Vegetation cover dynamics of the Mongolian semiarid zone according to multi-temporal LANDSAT imagery (the case of Darkhan test range) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science [The electronic resource] — IOP Publishing, 2016. — Vol. 48. — № 1. 012015. doi: 10.1088/1755-1315/48/1/012015.

## **The approaches to the study of spatial and structural organization of the vegetative cover**

**M. A. Zharnikova, Zh. B. Alymbaeva, A. A. Ayurzhanayev, B. V. Sodnomov**  
*Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia*  
zharnikova@binm.ru

The relief is one of the leading factors that have a great influence on the formation of the landscape as a whole, as well as on the processes of spatial distribution of the vegetation cover. In this regard, the actual construction of models reflecting the differentiation of vegetation depending on the exposure of slopes, their steepness and shape. The article considers the spatial-structural organization of steppe vegetation of the Selenga middle mountains. The methods of multifactor gradient analysis have been used to determine ecologically significant environmental factors responsible for phytocoenotic diversity and vegetation structure of the study area. On the basis of aerial photo from an UAV remote sensing, a map of vegetation, relief, the inclination of the earth's surface and the exposure of slopes were obtained. The technique for constructing a model for the spatial distribution of steppe plant communities based on the method «hill model» remote sensing methods was approved.

**Keywords:** steppe; model; vegetation structure; relief; ecological factors; aerial photo.