

из сборника «ПРИРОДА И ОБЩЕСТВО: ВЗГЛЯД ИЗ ПРОШЛОГО В БУДУЩЕЕ. Материалы XVII научной конференции молодых географов Сибири и Дальнего востока (Иркутск, 11-16 апреля 2011 г.). – Иркутск: издательство института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2011. – 236 С.»

## **ЦИФРОВОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ**

*Козлов Д.Н. (daniilkozlov@gmail.com)*

*Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва*

Развитие и внедрение количественных методов анализа территориально распределенной информации является общей тенденцией в изучении пространственно-временной организации природных и природно-антропогенных геосистем. Причины этого связаны с потребностью в объективизации (воспроизводимости) географических знаний, сокращением возможностей получения новых полевых материалов, развитием технических средств сбора и анализа массовой косвенной информации о состоянии и динамике ландшафтной оболочки и ее компонентов, требованиями оперативного выполнения прикладных задач.

Трансформация технологий тематического картографирования происходит по нескольким направлениям:

1. Геоинформационная инвентаризация природно-ресурсной информации на разных уровнях обобщения: 1) создание электронных баз данных первичных полевых опробований; 2) оцифровка, векторизация существующих тематических карт; 3) уточнение границ, топологическое согласование контуров; 4) поддержка различного рода оценок ресурсов; 5) адаптация и внедрение геоинформационных технологий в традиционный процесс тематического картографирования; 6) визуализация и тиражирование пространственной информации.
2. Дистанционное зондирование земной поверхности – совершенствование средств многозональной съемки и ее приложения для оценки природных ресурсов. Рассматривается информативность разных средств точного измерения радиометрической информации, селективность электромагнитного спектра при оценке различных свойств ландшафтного покрова, структуры хозяйственной деятельности, методы тематической интерпретации аэрокосмической информации.
3. Цифровая картография (ЦК) – производство тематических карт с использованием цифровых технологий на всех этапах исследования. Используя достижения других направлений в области подготовки и управления цифровыми данными, ЦК делает акцент на формализации традиционных экспертных методов картографического моделирования. Наибольшее развитие цифровые методы получили в геоморфометрии, климатической, почвенной и ботанической картографии.

Технологическую основу цифровой картографии составляет растровая модель измерения и отображения территориального варьирования свойств географических систем. Элементы регулярной сетки (пиксели, операционные или элементарные территориальные единицы - ЭТЕ) с обоснованными линейными размерами служат посредниками между точечными данными полевых наблюдений (обучающая выборка) и факторно-индикационными характеристиками (свойства рельефа, радиометрическая информация и пр.), имеющими сплошной охват территории картографирования и задающими признаковое пространство моделей факторно-корреляционных связей.

Разновидности вероятностно-статистического и интеллектуального анализа положения ЭТЕ в признаковом и территориальном пространствах обеспечивают построение серии карт, отражающих различные аспекты организации географических систем:

1. Свойств геосистем. Строятся путем интерполяции полевых наблюдений в соответствии с моделью факторно-корреляционных связей, установленной по обучающей выборке. Карты свойств, измеренных в количественной шкале, дают континуальное отображение их территориальной изменчивости; для свойств качественной шкалы – дискретное. Кроме того, дискретные категории геосистем с качественными характеристиками получаются при классификации ЭТЕ по набору обоснованных физиономических, генетических или функционально-динамических характеристик. Помимо значения моделируемого свойства каждая ЭТЕ получает оценку неопределенности результатов прогноза в рамках использованной технологии и априорных наборов данных.
2. Отношений множества измеренных свойств в ортогональной системе координат факторов дифференциации изучаемого явления. Каждый фактор (координатная ось, параметр порядка) воспроизводит часть территориальной изменчивости различных свойств системы, порождаемой независимым механизмом. В частности, многомерный анализ ЭТЕ в пространстве свойств с заданной метрикой позволяет разделить изменчивость растительности и почвы, обусловленную дифференцирующим влиянием морфолитогенной основы, и изменчивость, вызванную деструктивными нарушениями естественной и антропогенной природы. Каждый компонент изменчивости получает картографическое отображение. Другая разновидность карт данной категории демонстрирует вариативность степени детерминированности и формы функциональной зависимости (линейной и др.) между различными свойствами элементов скользящего квадрата. Области с нарушением подобия и пропорциональности изменения свойств маркируют потенциальные участки развития неравновесных и нестационарных процессов.
3. Типов пространственной мозаики. Основаны на расчете разнообразных ландшафтных метрик, описывающих разнообразие, фрагментированность, уникальность, плотность границ, выделов и прочих правил территориальных сочетаний геосистем и их свойств. Применяются в ландшафтной экологии.
4. Соподчинения территориальных структур разного иерархического уровня. Отражают правила иерархического соподчинения различных типов сочетаний свойств или отношений. Правила иерархической организации ландшафтного покрова исследуются на основе спектрального или вейвлет анализа цифровых моделей рельефа, посредством классификации ЭТЕ по параметрам, описывающих пространственную структуру в некоторой окрестности (ранговое распределение типов ландшафтного покрова, ландшафтные метрики).

Общей методологической проблемой применения математических методов является редукция целостного объекта изучения на составные части и исследование неполных двух-, трехкомпонентных систем (например, почва – растительность, рельеф – отложения – растительность) через ограниченный набор их характеристик. Определение парциальных систем в качестве объекта исследований – удобный методический прием, обеспечивающий возможность развития необходимых методов анализа структуры, функциональных связей и закономерностей динамики многокомпонентных систем. Полученные к настоящему времени результаты демонстрируют далеко не однозначные связи между компонентами рассмотренных систем. Низкие значения формальных показателей связей заставляют искать объяснения, совершенствовать методы измерения и анализа информации, а также расширять определение объекта исследования.

К другим актуальным направлениям развития цифровой картографии относятся: 1) согласование исходных данных (точность позиционирования, оптимизация сети полевого опробования и др.), 2) исследование полноты и информативности факторно-индикационных характеристик, 3) развитие методов цифрового моделирования, 4) учет характерного пространства межкомпонентных связей, 5) совершенствование методов оценки надежности результатов картографирования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-2859.2011.5.