

## СИНТЕЗ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В РЕГИОНАЛЬНОМ ГЕОПОРТАЛЕ

Ямашкин А.А., Ямашкин С.А.

*Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
им. Н.П. Огарева*

*г. Саранск, Российская Федерация, yamashkin56@mail.ru*

В статье рассматривается процесс интеграции физико-географической информации на базе геопортальных решений с целью пространственно-временной систематизации значительных массивов информации для формирования представления об особенностях взаимодействия общества и природы на локальном и региональном уровнях.

*Ключевые слова:* физико-географическая информация; геопортал; многозональные космические снимки.

## SYNTHESIS OF PHYSICAL AND GEOGRAPHIC INFORMATION IN A REGIONAL GEOPORTAL

Yamashkin A. A., Yamashkin S. A.

*National Research Mordovia State University  
Saransk, Russian Federation, yamashkin56@mail.ru*

The article discusses the process of integrating physiographic information on the basis of geoportal solutions in order to spatio-temporal systematization of large amounts of information to form an idea about the features of the interaction of society and nature at the local and regional levels.

*Key words:* physiographic information; geoportal; multizone space images.

**Введение.** Анализ многовековых процессов хозяйственного освоения ландшафтной оболочки показывает, что он успешен тогда, когда он имеет выборочный характер, ориентирован на адаптацию структуры расселения, инфраструктуры и производственной деятельности к пространственно-временной структуре геосистем. При этом координирующая роль геоэкологов заключается в: 1) исследовании закономерностей природной дифференциации; 2) анализ процессов хозяйственного освоения ландшафтов; 3) функциональное зонирование геосистем для упорядочивания хозяйственной деятельности, сохранения природного потенциала и здоровой среды обитания; 4) организации и ведении мониторинга состояния природно-социально-производственных систем с целью предупреждения, минимизации развития деструктивных процессов, разработки и реализации комплекса мероприятий по рекультивации и охране ландшафтов.

В качестве основного географического объекта рассматривается ландшафтная оболочка – зона контакта и активного энергомассообмена литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы. Нижняя граница оболочки проводится по подошве первого грунтового водного потока, а верхняя – по высоте влияния подстилающей поверхности на формирование местного климата. Под действием энергии Солнца и энергии внутриземного происхождения ландшафтная оболочка делится на геосистемы – относительно однородные участки земной поверхности, характеризующиеся общностью происхождения, развития и однотипностью взаимодействия поверхностных отложений, форм рельефа, нижних слоев тропосферы с определенными климатическими характеристиками, поверхностных и подземных вод, почв, растительности и животного мира. Ландшафтная оболочка является ареной развития процессов хозяйственного освоения, при котором формируются природно-социально-производственные системы (ПСПС).

Важнейшая задача современности – сохранение геоэкологического баланса в ландшафтной оболочке, предупреждение и минимизация проявления природно-техногенных чрезвычайных ситуаций в ПСПС. К важнейшим вызовам следует отнести повышение оперативности картографирования и геодиагностики пространственно-временных изменений геосистем с использованием методов математического и геоинформационного моделирования, основанного на глубоком обучении (Deep Learning). Распространение материалов дистанционного зондирования и пространственно-временных данных возможно посредством географических информационных систем (ГИС), интегрированных с инструментарием по обработке и анализу данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), и геопорталов, ориентированных на визуализацию и оперативное представление результирующих данных широкому кругу пользователей. Кроме этого, в геоинформационную модель могут входить традиционные печатные атласы, серии карт.

### **1. Автоматизация процессов анализа физико-географической информации.**

Актуальность формирования картографических информационных моделей на базе многозональных космических снимков подтверждается мировым опытом. Среди комплексных ГИС-проектов в западноевропейских странах, ориентированных на оптимизацию природопользования, следует выделить: CORINE, Copernicus, LISA, CLEVER-Mapping. Близкие тенденции наблюдаются и в странах Восточной Европы и СНГ.

Необходимость повышения качества дешифрирования данных ДЗЗ для решения научно-практических задач в области оптимизации хозяйственного освоения ландшафтов определяет актуальность расширенного поиска новых методов получения информации. Проведенный анализ текущей ситуации в сфере распознавания образов показал перспективность постановки экспериментов по повышению эффективности дешифрирования многозональных космических снимков на основе концепции Ensemble Learning [10] в сочетании с привлечением контекстной информации через различные синтетические дескрипторы. Концепция глубокого обучения (Deep Learning) впервые была упомянута в работах 1960-х годов, однако динамичное развитие она получила во втором десятилетии XXI века [9]. Сверточные нейронные сети [6] активно применяются для выделения признаков в исходных данных и их потенциал в интерпретации данных ДЗЗ в полной мере лишь предстоит раскрыть, опираясь на глубокое обучение.

Анализ ландшафтной оболочки при решении задачи моделирования структуры ПСПС должен опираться не только на исследование спектральных характеристик территорий, но и: а) оценку состояния территории на основе определения инвариантных характеристик участков (отражающие общие закономерности дифференциации территории); б) выделение границ геосистем; в) диагностику внутренней структуры геосистем через анализ разнообразия ее динамических характеристик. Несмотря на то, что дистанционное зондирование позволяет производить сбор объективных данных на опасных и труднодоступных территориях, исключая необходимость дорогостоящих и затяжных полевых исследований, при анализе материалов космической съемки всегда необходимо опираться на имеющуюся априорную информацию об объекте исследования.

**2 Формирование массивов физико-географической информации на тестовые полигоны.** В вопросе подготовки данных для обучения классификаторов особое место занимают тестовые полигоны. Применение тестовых полигонов для повышения эффективности классификации данных ДЗЗ многофункционально. Одним из самых критичных моментов в применении управляемых методов анализа данных ДЗЗ является определение верного и достаточного набора обучающих выборок для обучающей фазы работы алгоритма. Точность классификации геосистем можно значительно повысить, если тщательно откалибровать процесс автоматизированной классификации на основе полевых данных полученных с тестовых полигонов методом наземных измерений с помощью непосредственного наблюдения и обследования объектов.

Тестовые полигоны методами ДЗЗ исследуются на локальном (топологическом) и региональном уровнях. На топологическом уровне рассматриваются морфологические части ландшафтов, отдельных типов сельскохозяйственных земель, населенных пунктов и т. д. В процессе хозяйственного освоения геосистем происходит изменение свойств отдельных природных компонентов: почв, водно-теплового режима, растительности, и т. п. Формирующиеся антропогенные модификации ландшафтов имеют иные спектральные характеристики, изменяется однородность. Для обеспечения достаточно эффективной информационной поддержки дистанционных измерений, тестовый полигон должен удовлетворять следующим требованиям:

- структурное разнообразие: тестовый полигон должен включать факторально-динамические ряды ландшафтов и их антропогенные модификации для создания спектров обучающих и тестовых выборок;

- качество излучательно-отражательных характеристик, должно обеспечивать достаточное для анализа отображение структуры и свойств геосистем;

- расположение и размеры полигона должны позволять сделать репрезентативную выборку тестовых и обучающих данных;

- грамотное методическое и технологическое обеспечение процесса сбора полевых данных на тестовом полигоне должно обеспечивать получение объективной и точной информации;

- необходимо обдуманно выбрать набор собираемых характеристик геологического строения, рельефа, почв, водотоков и водоемов, растительности, который в полной мере отразит особенности пространственно-временной организации геосистем;

- наличие информативного метаописания, включающего общие сведения (название, время создания, географическое положение, размеры, перечень тестовых пространственных объектов), данные о съемке, описание ландшафтов и их антропогенных модификаций, административную характеристику.

Тестовые полигоны, удовлетворяющие приведенным требованиям могут быть успешно использованы для калибровки процесса обучения автоматизированных классификаторов. Множество сформированных тестовых полигонов должно быть объединено в единую систему оптимального размера в интересах повышения качества проводимых исследований. Важным является момент соответствия тестовых полигонов международным стандартам. Формирование тестовых полигонов должно способствовать решению актуальных задач управления народным хозяйством, ведения точного земледелия, поиска полезных ископаемых, картографирования состояния ландшафтов, мониторинга чрезвычайных ситуаций и развития стихийных процессов. Наличие полноценного банка тестовых полигонов позволит так же подойти к решению задачи создания новых эффективных методов машинного анализа космической съемки, благодаря наличию актуальных баз данных достоверных спектральных сигнатур.

### **3. Визуализация и распространения физико-географической информации.**

Интеграция знаний о пространственно-временной структуре ПСПС, природного и культурного наследия культурных ландшафтов для принятия верных управленческих решений в области хозяйственного освоения ландшафтов возможна через разработку эффективной архитектуры геопортальной системы комплексного геоинформационного кадастра с последующим внедрением геопорталов. Данный класс программных систем, обеспечивая доступ к информационным ресурсам о природно-социально-экономических объектах регионов страны, способствует формированию информационной среды, которая определяет устойчивое развитие общества: от экономики и реализации политического потенциала до подвижек в социально-культурной сфере [2]. Геопорталы находят применение в самых разных областях профессиональной деятельности [3]: формирование инфраструктуры пространственных данных государств и регионов, управление информацией в системах землепользования и кадастров, поддержка принятия

управленческих решений, мониторинг техногенных систем, рациональное использование земель и ресурсов, анализ геоэкологического состояния территорий, предотвращение чрезвычайных ситуаций и снижение последствий стихийных бедствий, и других [1].

При создании геопортальных систем необходимо решить многие проблемы как из области программной инженерии, так и других прикладных дисциплин [5]: максимальную эффективность программные комплексы подобного рода приобретают при решении задачи получения и оптимального хранения информации и знаний, автоматизированного анализа собранных данных, визуализации результатов и достижения возможности работы с ними на основе современных веб-технологий. Особняком стоит проблема навигации в рамках геопортала и поиска геоинформации в крупных массивах, данных, ориентированного на пользователя [4]. Для решения этой задачи разрабатываются рекомендательные системы.

В настоящее время предложен ряд успешных геопортальных решений, которые показывают свою социальную и научную значимость в решении задач визуализации и распространения физико-географической информации. В середине 90-х гг. прошлого века получили развитие инфраструктуры пространственных данных (ИПД) или spatial data infrastructure (SDI) в качестве механизмов управления ресурсами пространственных данных. В соответствии с директивой INSPIRE, которая вступила в силу в 2007 году, государства-члены Европейского Союза (ЕС) должны предоставлять свои пространственные геоданные в едином стандартизованном формате. В России также имеется ряд геопортальных решений, свои геопорталы имеет ряд регионов России.

Несмотря на широкое использование и успешный опыт геопортальных разработок, количество исследований, которые касаются удобства использования таких сайтов, относительно невелико. Ряд последних научных статей [8] посвящено открытым вопросам анализа удобства использования геопортальных систем, поиска путей улучшения User Experience (UX): восприятия и ответных действия пользователя при работе с графическим интерфейсом. Проблематика разработки надежных, легко модифицируемых прикладных программных интерфейсов так же занимает особое место в решении задачи ввода в эксплуатацию эффективных веб-ГИС. Следует подчеркнуть и наличие актуальной открытой задачи семантического поиска по пространственным базам данных и знаний [7], решение которой позволяет осуществлять каталогизацию и визуализацию пространственных данных.

**Выводы.** Решение фундаментальной задачи синтеза физико-географической информации должно достигаться за счет декомпозиции на следующие подзадачи.

1. Разработка и обоснование междисциплинарного географического подхода к формированию информационных ресурсов. Создание концептуальной модели региональной ГИС, ориентированной на исследование геоэкологических процессов в природно-социально-производственных системах.
2. Создание новой методологии синтетического ландшафтного картографирования, основанной на анализе факторально-динамической структуры ландшафтов и их антропогенных модификаций с использованием ансамбль-систем и глубокого обучения.
3. Реализация программного комплекса для экспериментальной апробации результатов.
4. Разработка эффективной методики классификации и картографирования факторально-динамических рядов геосистем на основе анализа синтетических дескрипторов, выделяемых с применением сверточных нейронных сетей и глубокого обучения.
5. Тематическая интерпретация и экстраполяция полученного опыта дешифрирования тестовых полигонов для целей оценки хозяйственной освоенности региона, разработка научно-обоснованной системы рекомендаций по организации и

управлению информационными ресурсами в области хозяйственного освоения ландшафтов;

6. Разработка эффективной архитектуры геопортальной системы комплексного геоинформационного кадастра – геопортала, интегрирующего пространственно-временную структуру природно-социально-производственных систем.

Такой комплексный подход способен оптимизировать выявление закономерностей пространственно-временной организации геосистем, прогнозирование направленности и интенсивности развития гидрогенных, экзогеодинамических, биогенных и других геоэкологических процессов, позволит создать фундаментальную базу для выработки и реализации управленческих решений по устойчивому развитию.

Интеграция географических знаний на базе геопортальных решений станет важнейшим инструментом оценки и анализа наследия культурного ландшафта для целей развития хозяйства, так как исследование национальных ландшафтов сопряжено с необходимостью пространственно-временной систематизации значительных массивов информации для формирования представления об особенностях взаимодействия общества и природы на локальном и региональном уровнях. Эта система рассматривается как модель национального ландшафта. Учитывая современные тенденции развития информатизации, наиболее перспективным решением является представление информации о природных ресурсах и хозяйственном освоении территории в сети Интернет. Интенсификация общественных процессов делает незаменимой возможность быстрого доступа в геоданным для целей организации землепользования, добычи ресурсов и производства.

#### Библиографические ссылки

1. Вдовин С. М., Ямашкин А. А., Ямашкин С. А. Университетские геопорталы как инструмент решения экологических проблем / Экологические проблемы. Евразийское пространство. Серия "Евразийские университеты XXI века" Москва, 2014. С. 552-567.
2. Вдовин С. М., Ямашкин С. А., Ямашкин А. А., Зарубин О. А. Географический портал как модель национального ландшафта / Вестник Рязанского государственного университета им. С. А. Есенина. – 2016. – № 3 (52). С. 146-154.
3. Ямашкин А. А., Ямашкин С. А. Концепция устойчивого развития в региональном геопортале / Образование через всю жизнь для устойчивого развития. Материалы Международной конференции. – 2014. С. 535-541.
4. Ямашкин А. А., Ямашкин С. А., Москалева С. А., Акашкина А. Г., Фролов А. Н. Геоинформационный мониторинг состояния природно-социально-производственных систем для целей землеустройства / Природа и общество: в поисках гармонии. Смоленский гуманитарный ун-т. – 2015. С. 182-188.
5. Ямашкин С. А. Структура регионального геопортала, как инструмента публикации и распространения геопространственных данных / Научно-технический вестник Поволжья. 2015. – № 6. С. 223-225.
6. Castelluccio M. et al. Land use classification in remote sensing images by convolutional neural networks // arXiv preprint arXiv: 1508.00092. – 2015.
7. Dareshiri S., Farnaghi M., Sahelgozin M. A recommender geoportal for geospatial resource discovery and recommendation // Journal of Spatial Science. – 2019. – Т. 64. – №. 1. P. 49-71.
8. Gkonos C., Iosifescu Enescu I., Hurni L. Spinning the wheel of design: evaluating geoportal Graphical User Interface adaptations in terms of human-centred design // International Journal of Cartography. – 2019. – Т. 5. – №. 1. P. 23-43.
9. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // Nature. – 2015. – Т. 521. – №. 7553. P. 436.
10. Sagi O., Rokach L. Ensemble learning: A survey // Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery. – 2018. – Т. 8. – №. 4. P. 1249.