

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.9

Р.А. Алешко, А.Ю. Бекмешев, И.С. Васендина,  
А.Т. Гурьев, Т.В. Карлова, К.В. Шошина, В.С. Щеников

### СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ГЕТЕРОГЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ (НА ПРИМЕРЕ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА)<sup>1</sup>

Рассмотрены подходы к созданию информационной системы мониторинга и управления пространственными гетерогенными объектами Соловецкого архипелага. Представлена технология непрерывного получения и обработки пространственных данных. Описана работа по применению беспилотного летательного аппарата для получения снимков с их дальнейшей автоматизированной тематической обработкой, а также последующим использованием полученных данных в геоинформационной системе.

Ключевые слова: пространственные гетерогенные объекты, геоинформационная система, беспилотные летательные аппараты, тематическое дешифрирование, Соловецкий архипелаг.

Значение Соловков в истории развития России трудно переоценить. Неповторима северная природа архипелага, в концентрированном виде представленная на ограниченном участке суши. Сохранение природного наследия Соловецких островов является важной государственной задачей. Не зря Соловецкий архипелаг включён в список объектов мирового наследия. Для сохранения и развития уникальной природной среды Соловецких островов необходимо бережное и продуманное управление этой территорией.

Потребность в информации о природных и культурных ресурсах Соловецких островов уже не удовлетворяется использованием только специализированных цифровых карт и баз атрибутивных данных. Недостаточная актуальность имеющейся информации зачастую приводит к снижению эффективности принятия управленческих решений. На сегодняшний день существует потребность в регулярно обновляемых данных о пространственных ресурсах в рамках единой информационной среды. В большинстве случаев для правильной оценки выбранного варианта решения поставленной задачи необходимо иметь достоверную и актуальную информацию. Такую информацию могут предоставить материалы дистанционного зондирования Земли.

Концептуальная схема технологии получения и обработки пространственных данных (рис. 1) предполагает оперативное получение снимков высокого разрешения.

Опыт использования космических снимков высокого разрешения для реального мониторинга территорий выявил ограничения, связанные с наличием облачности, непригодными погодными условиями, временем съемки и пр.

Коллективом авторов ведутся работы по использованию беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и мультикоптеров для оперативного управления пространственными гетерогенными объектами. Получены первые результаты, свидетельствующие о большом потенциале БПЛА для получения снимков сверхвысокого разрешения. Аэроснимки сделаны с БПЛА Supercam S350 (ООО «Беспилотные системы», г. Ижевск) (рис. 2).

Технология тематической обработки аэрокосмических снимков гетерогенной среды Соловецкого архипелага представлена на рис. 3. Если на первом этапе дешифрирования использовалось ручное дешифрирование, то в настоящее время разработаны алгоритмы тематической обработки отдельных слоев гетерогенной среды Соловецкого архипелага. Для разработки и апробации алгоритмов дешифрирования создана система опытных

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 14-07-98801).

участков типовых территорий изучаемых объектов. Разрабатываются модули автоматизированной и автоматической обработки аэрокосмических снимков.



Рис. 1. Схема непрерывной технологии получения и обработки пространственных данных



Рис. 2. Беспилотный летательный аппарат Supercam S350



Рис. 3. Схема процессов тематической обработки снимков

При обработке аэрокосмических снимков преимущество должно отдаваться методам автоматизированного тематического дешифрирования, основанным на статистических моделях и интеллектуальных методах, как наиболее эффективным и экономичным. В дальнейшем предполагается создание экспертной системы тематической обработки аэрокосмических снимков.

Информационная система мониторинга и управления пространственными объектами НордГИС, разработанная ООО «Научно-производственный центр «ИИТ» (г. Архангельск), ИКТИ РАН (г. Москва), ООО «Интерлайн» (г. Архангельск), обеспечивает возможность ввода, хранения и обработки стандартизованных описаний объектов, мониторинг и анализ текущего состояния объектов культурного, духовного наследия, природных объектов и др. Основным назначением системы НордГИС следует считать оперативное обеспечение конечных пользователей сведениями, необходимыми для эффективного использования и контроля перечисленных объектов. Наиболее важные функции информационной системы НордГИС:

1. Оперативное получение и ведение данных о гетерогенных объектах.
2. Создание и ведение поведельной информации о лесных территориях.
3. Оперативное получение и ведение данных о лесах.
4. Тематическая обработка аэрокосмических снимков территорий.
5. Обновление атрибутивных данных и контуров пространственных объектов.
6. Обработка информационных запросов о состоянии пространственных объектов.
7. Формирование отчетности по пространственным объектам.

Информационная система НордГИС создана на базе свободно распространяемого программного обеспечения и включает основные инструменты работы с пространственными данными, векторизацию, тематическую обработку снимков. Благодаря свободно распространяемому программному обеспечению система даёт возможность использовать её без покупки дополнительных лицензий.

Реализация системы мониторинга и управления пространственными гетерогенными объектами позволит ставить и решать следующие задачи:

- проектирование туристических маршрутов, прокладка дорожно-тропиночной сети;
- мониторинг объектов культурного наследия;
- анализ антропогенного влияния на территорию и планирование мероприятий по снижению влияния такого рода;
- мониторинг прибрежной территории архипелага, прокладка морских транспортных и экскурсионных маршрутов;
- планирование развития поселка Соловецкий;
- мониторинг растительных объектов, планирование мероприятий по уходу за природными сообществами;
- мониторинг и ликвидация чрезвычайных ситуаций и др.

Научная новизна данной работы состоит в следующем:

1. Разработаны методики тематического дешифрирования аэрокосмических снимков территорий Соловецкого архипелага, отличающиеся от подобных методик тем, что позволяют провести структурный анализ предметной области.

2. Выявлена взаимосвязь системы наземных объектов и объектов на снимке. Разработаны модели и продукционные правила процессов тематической обработки аэрокосмических снимков лесных территорий на основе структурных связей дешифровочных признаков и таксационных показателей лесных территорий.

3. Исследована достоверность дешифрирования аэрокосмических снимков гетерогенных пространственных объектов в различных спектральных каналах.

4. Разработан комплекс методов и алгоритмов автоматизированной обработки аэрокосмических снимков пространственных объектов для решения специализированных практических задач тематической обработки и дешифрирования снимков объектов природного, духовного и культурно-исторического наследия Соловецких островов.

5. На Соловецком архипелаге ведется особое управление лесными территориями, отличающееся, например, высокой категорией защитности леса, сохранением основных пород, отсутствием сплошных рубок. Для управления территориями Соловков разработана информационная система, учитывающая эти особенности гетерогенной среды. На рынке программного обеспечения подобный комплекс отсутствует.

Целью создания информационной системы мониторинга и управления пространственными гетерогенными объектами является формирование и поддержка единой информационной среды территории Соловецкого архипелага на основе использования наземных и аэрокосмических методов обработки пространственной информации. Ландшафтный и лесохозяйственный компоненты единой геопропространственной среды включают создание геологической основы, рельеф, элементы ландшафтов, леса с повыведельной расширенной базой данных (кроме таксационных показателей фиксируются стадия рекреационной дигрессии, посещаемость, проходимость, устойчивость, эстетическая ценность), данные о культурно-историческом наследии. Лесохозяйственная инфраструктура предполагает разработку инструментов ретроспективного моделирования лесов во времени, многовариантное моделирование биоресурсного потенциала территории и другие методы прогнозирования. Создаваемая система мониторинга и управления особыми территориями Соловецкого архипелага будет являться основой для решения задач ликвидации и оценки лесных пожаров, управления в лесном хозяйстве, лесопользовании, туристической сфере и др.

Проект направлен на решение фундаментальной задачи по созданию информационной системы мониторинга и управления пространственными гетерогенными объектами Соловецких островов с присущими им особенностями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тематическая обработка спутниковых снимков лесных территорий на основе структурных моделей: монография / А.Т. Гурьев, Р.А. Алешко, С.В. Торхов, Д.В. Трубин; Север. (Аркт.) федер. ун-т. – Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. – 164 с.
2. Алешко, Р.А. Структурное моделирование взаимосвязей дешифровочных признаков спутниковых снимков и таксационных параметров лесных насаждений / Р.А.Алешко, А.Т.Гурьев // Труды СПИИРАН. – 2013. - Вып. 29. - С. 180–189.
3. Алешко, Р.А. Методика тематического дешифрирования спутниковых снимков лесных территорий на основе структурных моделей / Р.А.Алешко, А.Т.Гурьев // Изв. вузов. Приборостроение. - 2013. - Т.56. - №7. - С. 76–77.
4. Алешко, Р.А. Методика тематического дешифрирования аэрокосмических снимков таежных лесов с использованием методов системного анализа / Р.А.Алешко, А.Т.Гурьев // Вестн. Север. (Аркт.) федер. ун-та. – 2013. - №3. - С. 126-132.
5. Шошина, К.В. Система мониторинга и исследования лесных дорог / К.В.Шошина // Вестн. Север. (Аркт.) федер. ун-та. – 2013. - №4. - С. 50–54.
6. Варфоломеев, Ю.А. Методические и технические аспекты космического мониторинга биоповреждения и усыхания еловых лесов / Ю.А.Варфоломеев, Р.А.Алешко, А.Т.Гурьев // Лесн. журн.-2010. -№ 5. - С. 149-156. - (Изв. высш. учеб. заведений).
7. Варфоломеев, Ю.А.. Высокотехнологичное проектирование строительства и реконструкции дорог с непрерывным жизненным циклом в лесах с биоповреждениями / Ю.А.Варфоломеев, Р.А.Алешко, О.Г.Плехов, А.Т.Гурьев // Лесн. журн. - 2011. -№ 2. - С. 145-152. - (Изв. высш. учеб. заведений).
8. Алешко, Р.А. Анализ структурных связей дешифровочных признаков спутниковых снимков и таксационных параметров лесных территорий / Р.А.Алешко, А.Т. Гурьев, С.В. Торхов // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: докл. V Всерос. конф., посвященной памяти выдающихся ученых-лесоводов В.И. Сухих и Г.Н. Коровина (г. Москва, 22-24 апр. 2013 г.). – М.: ЦЭПЛ РАН, 2013. – С. 97-100.
9. Гурьев, А.Т. Информационная система мониторинга и управления лесными ресурсами / А.Т. Гурьев, Р.А. Алешко, И.С. Васендина, К.В. Шошина // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: докл. V Всерос. конф., посвященной памяти выдающихся ученых-лесоводов В.И. Сухих и Г.Н. Коровина (г. Москва, 22-24 апр. 2013 г.). – М.: ЦЭПЛ РАН, 2013. – С. 266-270.

Материал поступил в редколлегию 18.07.14.