



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Орлова Татьяна Викторовна

кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и дистанционного зондирования, Московский государственный университет имени

М.В. Ломоносова

г. Москва, Российская Федерация

Захаров Андрей Николаевич

аспирант кафедры геоэкологии и дистанционного зондирования, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

г. Москва, Российская Федерация

Аннотация

Современные технологии дистанционного зондирования Земли играют ключевую роль в обеспечении эффективного мониторинга состояния природных ресурсов. Использование спутниковых данных позволяет получать объективную и регулярную информацию о состоянии земель, лесов, водных объектов и атмосферы. В статье рассматриваются основные типы спутниковых платформ, методы обработки полученной информации и практические примеры применения спутникового мониторинга в различных природных зонах. Особое внимание уделено интеграции спутниковых данных с геоинформационными системами (ГИС) и их значению для устойчивого природопользования.

Ключевые слова: спутниковый мониторинг, природные ресурсы, дистанционное зондирование, ГИС, экологический контроль, Ландсат, Сентинел

1. Введение

Рациональное управление природными ресурсами невозможно без систематического получения точной информации об их состоянии. Традиционные методы наземного мониторинга обладают ограниченной пространственной и временной детализацией, в то время как данные спутникового дистанционного зондирования обеспечивают глобальное и регулярное наблюдение за поверхностью Земли. Сочетание данных разных спутниковых платформ и их интеграция в геоинформационные системы позволяет создавать детальные карты, отслеживать динамику изменений и принимать обоснованные управленческие решения.

2. Спутниковые платформы и источники данных

Современные спутниковые системы, предназначенные для экологического мониторинга, включают:

- **Landsat (США)** – одна из старейших серий спутников, предоставляющая данные с 1972 года.
- **Sentinel (ЕС)** – часть программы Copernicus, предоставляющая данные высокой точности по спектральным диапазонам.
- **MODIS (NASA)** – спутники Terra и Aqua, осуществляющие глобальные съемки дважды в сутки.
- **RADARSAT и TerraSAR-X** – радарные спутники, позволяющие проводить наблюдения при любой облачности и освещенности.

Благодаря открытому доступу к данным, спутниковые снимки стали доступны научному сообществу, органам управления и даже отдельным пользователям.

3. Методы обработки спутниковой информации

Для интерпретации спутниковых изображений применяются:

- **Классификация снимков** (супервизируемая и несупервизируемая) для выделения типов землепользования;
- **Индексные оценки** (NDVI, NDWI, NBR и др.) для анализа растительности, влагообеспеченности и степени деградации;
- **Временные ряды** для выявления трендов и сезонных изменений;
- **Машинное обучение** и нейросетевые алгоритмы для автоматической интерпретации больших массивов данных.

Пример: NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) — показатель, отражающий биомассу растительности. Его значения используются для оценки продуктивности сельскохозяйственных угодий и состояния лесных массивов.

4. Применение спутниковых данных в мониторинге ресурсов

4.1. Мониторинг земельных ресурсов

Спутниковые данные позволяют выявлять:

- Деградацию почв;
- Процессы эрозии и засоления;
- Незаконное расширение сельскохозяйственных угодий;
- Изменение структуры землепользования.

Применение: в засушливых регионах Центральной Азии с помощью Landsat и Sentinel отслеживают опустынивание.

4.2. Контроль за водными ресурсами

Снимки с высоким пространственным и спектральным разрешением используются для:

- Анализа уровня загрязнения водоемов;
- Выявления эвтрофикации;
- Отслеживания изменения береговой линии и площади водных объектов.

Пример: Использование индекса NDWI для мониторинга водообеспеченности в бассейнах рек.

4.3. Лесной мониторинг

С помощью спутников можно:

- Оценивать площадь лесного покрова;
- Отслеживать вырубку и деградацию лесов;
- Выявлять очаги пожаров и последствия стихийных бедствий.

Данные Sentinel-2 используются при инвентаризации лесов России и Европы.

4.4. Атмосферный мониторинг

Спутники, оснащенные спектрометрами (например, OMI, TROPOMI), фиксируют:

- Концентрации загрязняющих веществ (NO_2 , CO, O_3);
- Аэрозольные нагрузки;
- Последствия промышленных выбросов и пожаров.

5. Интеграция с ГИС и моделирование

Интеграция спутниковых данных с геоинформационными системами (ГИС) позволяет:

- Проводить пространственный анализ и прогнозирование изменений;
- Создавать интерактивные экологические карты;
- Строить сценарии природопользования;
- Разрабатывать меры по адаптации к изменению климата.

ГИС-технологии дают возможность сочетать дистанционные данные с наземными наблюдениями, статистикой и моделями развития территорий.

6. Проблемы и перспективы

Несмотря на большие возможности, использование спутникового мониторинга сталкивается с трудностями:

- Необходимость в квалифицированных специалистах по интерпретации данных;
- Большие объемы данных требуют высокопроизводительных вычислительных ресурсов;
- Отсутствие согласованных стандартов обработки;
- Ограниченная оперативность получения данных в некоторых регионах.

Перспективы связаны с развитием:

- малых спутников (CubeSat),
- облачных платформ (Google Earth Engine, Copernicus Data Space Ecosystem),
- автоматизированных аналитических сервисов.

Заключение

Использование данных спутниковых наблюдений становится неотъемлемой частью современного экологического мониторинга. Эти данные позволяют проводить всестороннюю оценку состояния природных ресурсов и принимать обоснованные решения на национальном и региональном уровнях. Технологии дистанционного зондирования играют ключевую роль в построении устойчивых систем управления окружающей средой и природопользованием.

Литература

1. Campbell J.B., Wynne R.H. Introduction to Remote Sensing. – The Guilford Press, 2011. – 667 p.
2. Chuvieco E. Fundamentals of Satellite Remote Sensing: An Environmental Approach. – CRC Press, 2016. – 468 p.
3. Мильков Ф.Н., Мищенко Е.Я. Основы дистанционного зондирования Земли. – М.: Академия, 2020. – 384 с.
4. Donchyts G., Baart F., Winsemius H. Satellite observations for monitoring surface water changes // Remote Sensing. – 2022. – Vol. 14(3). – P. 512–529.
5. Юдин А.Е., Трушков С.Н. Применение спутниковых данных в экологии. – СПб.: Гидрометеиздат, 2021.
6. Gorelick N. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone // Remote Sensing of Environment. – 2017. – Vol. 202. – P. 18–27.