

Секция: Технологии и методы использования спутниковых данных в системах мониторинга



## ДОКЛАД НА ТЕМУ:

# ВОЗМОЖНОСТИ, ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И МОНИТОРИНГА ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Авторы: Научный сотрудник БУ «Природный парк «Самаровский чугас»,  
аспирант ФГБОУ ВО «ЮГУ», Колесникова Екатерина Игоревна

Канд. геогр. наук, доцент ФГБОУ ВО «ЮГУ»,  
Тесленок Сергей Адамович

# Введение

2



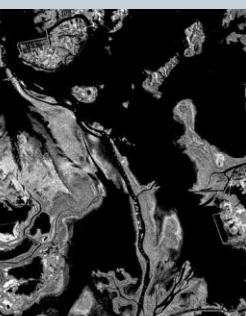
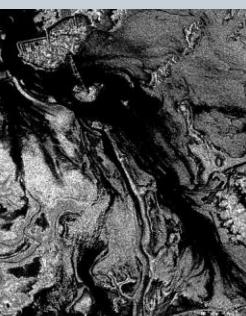
Цель исследования: оценить накопленный опыт и определить возможности использования спутниковых данных для анализа и мониторинга ландшафтной структуры и природопользования, а также в выявить ключевые технологические и методические перспективы дальнейшего развития в контексте создания и совершенствования систем мониторинга.

# 1. Обзор существующего опыта применения данных ДЗЗ, текущего состояния и перспективных возможностей

3

## 1.1. Источники данных

- Оптические спутники: Landsat (США), Sentinel-2 (Евросоюз), MODIS на спутниках Terra/Aqua (США), а также коммерческие спутники высокого разрешения (например, PlanetScope, WorldView, QuickBird).
- Радарные (SAR) спутники: Sentinel-1 (Евросоюз), TerraSAR-X (Германия) и RADARSAT (Канада).
- Лидарные спутники: ICESat-2 и GEDI (НАСА).
- Тепловые спутники: Landsat и MODIS.

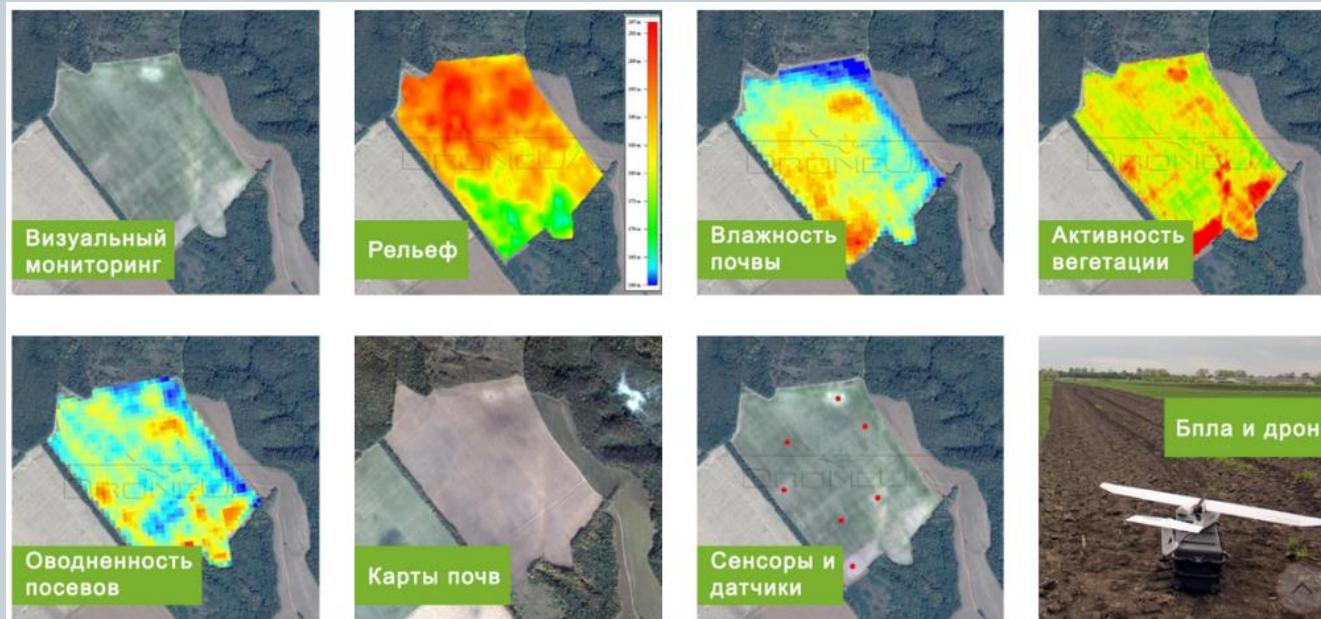


## 1.2. Анализ ландшафтной структуры территории

4

Данные ДЗЗ являются основой для детального анализа ландшафтной структуры, обеспечивая:

- Картирование типов землепользования (ЗП).
- Оценка фрагментации ландшафтов.
- Выявление коридоров экологической связности.
- Анализ пространственной организации экосистем.
- Использование мультиспектральных индексов.



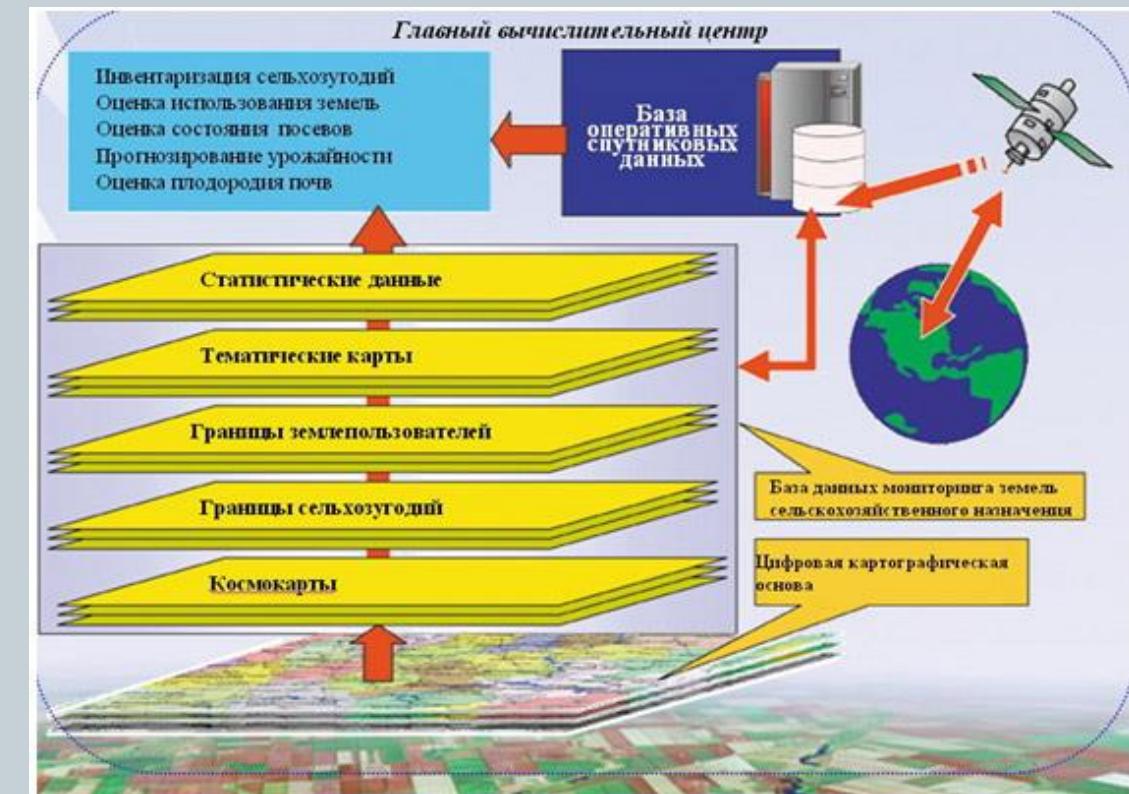
## 1.3. Мониторинг природопользования

5

Спутниковые данные играют ключевую роль в отслеживании динамики антропогенных изменений, позволяя контролировать:

- Деятельность горнодобывающей промышленности.
- Сельское хозяйство.
- Лесное хозяйство.
- Водное хозяйство.
- Урбанизация.

Применение ДЗЗ позволяет не только регистрировать изменения, но и оценивать степень воздействия на окружающую среду, а также контролировать соблюдение природоохранного законодательства и норм рационального природопользования.



## 1.4. Геоэкологический анализ

### 6

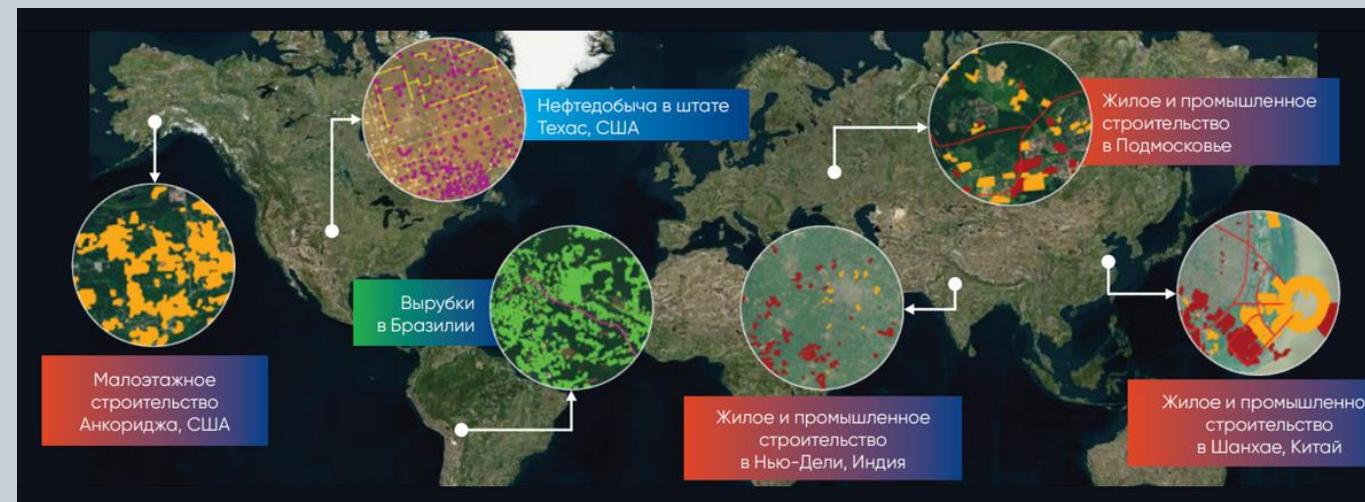
Космическое зондирование является мощным инструментом для выявления и картирования зон экологического неблагополучия и анализа опасных явлений:

Выявление и картирование зон экологического неблагополучия.

Оценка состояния водосборных бассейнов.

Мониторинг деградационных процессов.

Анализ последствий природных и стимулированных антропогенной деятельностью опасных явлений, бедствий и катастроф.



## 2. Методологические подходы и технологии использования спутниковых данных в системах мониторинга

7

### 2.1. Методы классификации и дешифрирования:

Традиционные методы;

Объектно-ориентированный анализ изображений;

Современные подходы на основе машинного обучения (МО) и глубокого обучения (ДО).



## 2.2. Анализ временных рядов

8

Методы анализа многолетних спутниковых данных (временных рядов) являются ключевыми для мониторинга динамических процессов:

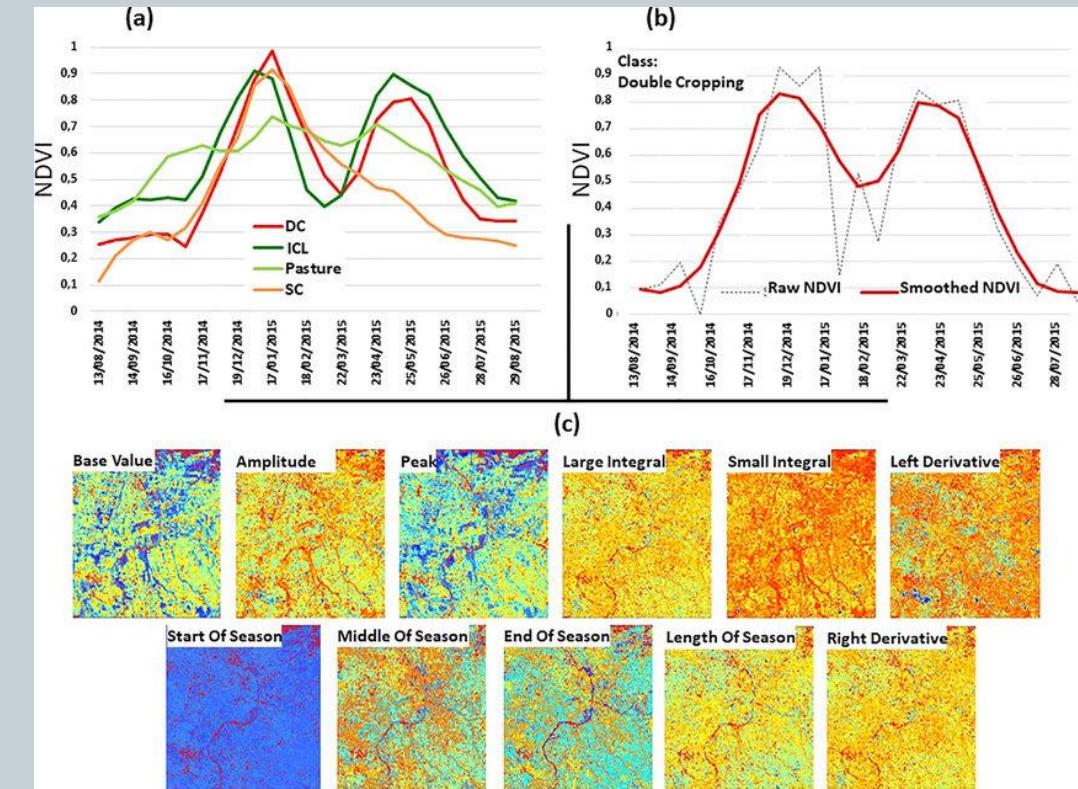
Выявление трендов;

Анализ сезонности и фенофаз;

Обнаружение аномалий;

Оценка скорости изменений.

Примеры включают использование временных рядов NDVI для отслеживания динамики растительного покрова, анализа циклов сельского хозяйства, мониторинга засух и других климатических событий.

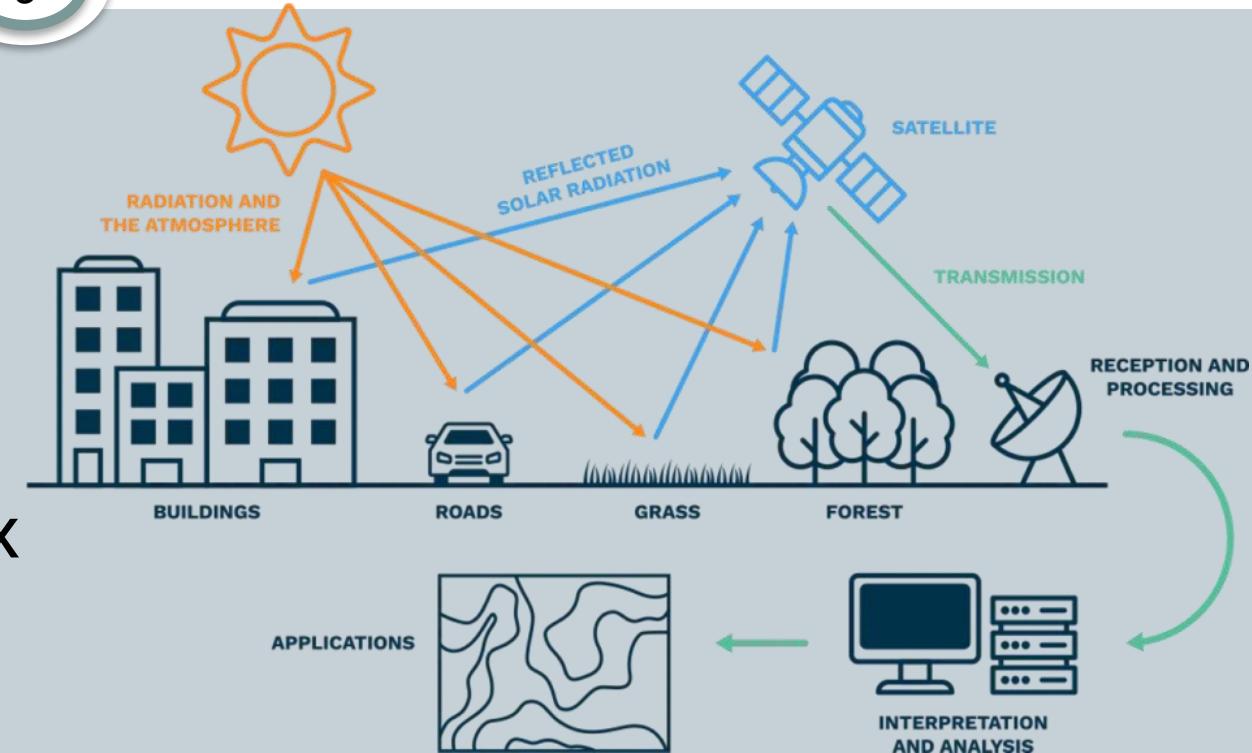


## 2.3. Интеграция данных

9

Повышение надежности и объективности результатов анализа достигается путем интеграции разнородных данных:

- Слияние спутниковых данных;
- Интеграция с результатами наземных измерений и полевых исследований;
- Интеграция с геоинформационными системами (ГИС) и технологиями.



## 2.4. Платформы обработки Big Data (больших данных)

10

Масштабы современных архивов спутниковых данных (петабайты информации) требуют использования специализированных облачных геопространственных платформ:

Облачные платформы;

Оперативная обработка и анализ;

Масштабируемые системы мониторинга.



### 3. Перспективы развития и предложения

11

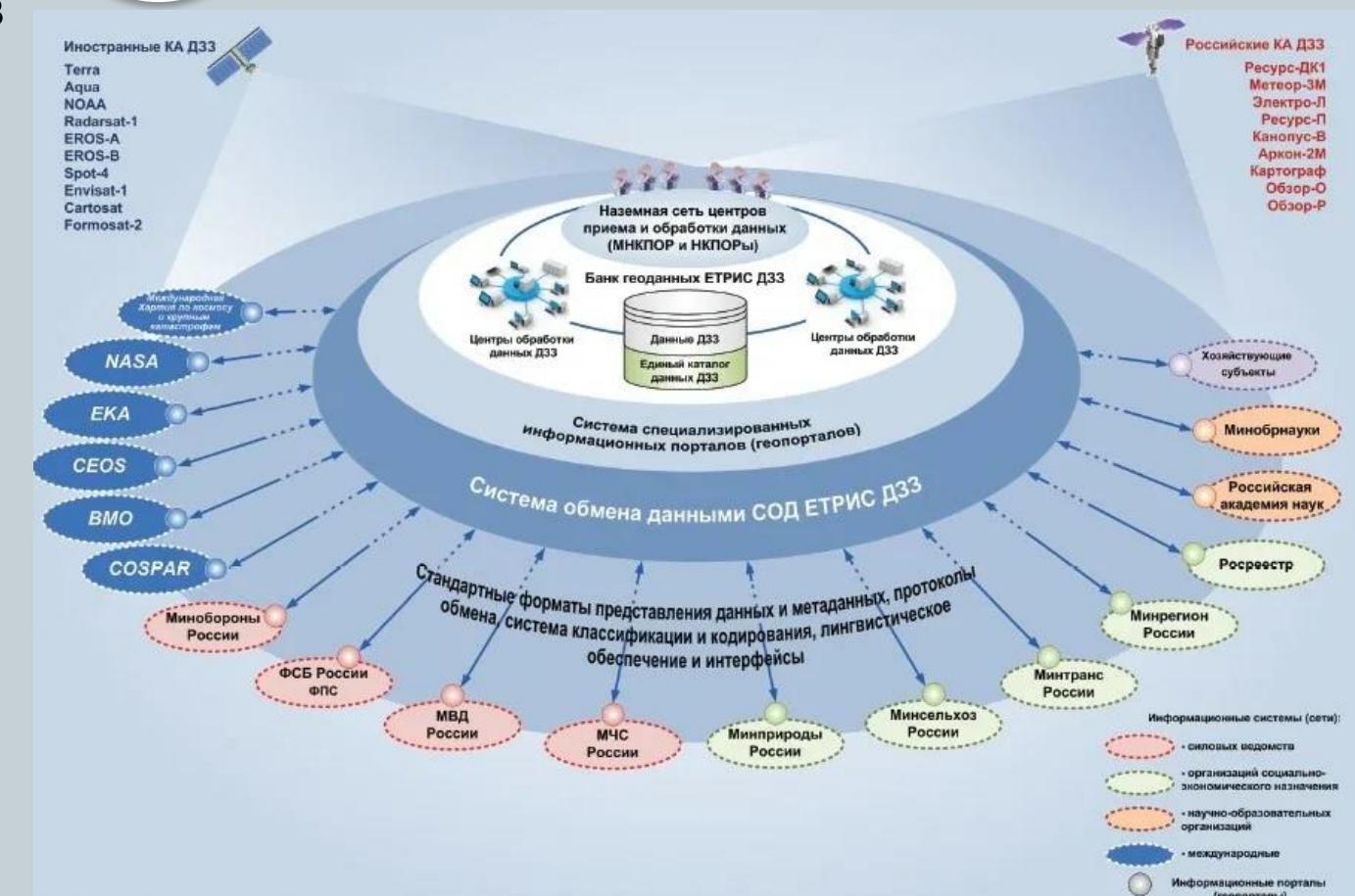
- 3.1. Развитие сенсоров и платформ. Появление новых спутниковых группировок с еще более высоким пространственным, спектральным и временным разрешением, развитие гиперспектральных и термоинфракрасных датчиков для более детального анализа компонентов ландшафта.
- 3.2. Усовершенствование применяемых алгоритмов на основе расширения применения возможностей интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (AI) и больших данных (Big Data). Дальнейшее развитие методов машинного и глубокого обучения для автоматического распознавания объектов, предиктивного моделирования и создания «умных» систем мониторинга, способных выявлять скрытые закономерности.
- 3.3. Интеграция с IoT и Big Data. Объединение спутниковых данных с информацией от наземных датчиков и других источников данных. Big Data для создания комплексных, многоуровневых систем геоэкологического мониторинга в режиме реального времени.
- 3.4. Разработка стандартов и открытых данных. Важность стандартизации методов обработки и обмена данными, а также расширение доступа к открытой спутниковой информации для широкого круга пользователей.
- 3.5. Проблемные вопросы. Преодоление вычислительных ограничений, обеспечение точности и валидности результатов, учет этических аспектов использования данных, а также вопросы подготовки квалифицированных кадров.

# 4. Ожидаемые результаты и значимость

12

## 4. 1. Систематизация важнейших аспектов применения ДЗЗ для геоэкологического анализа и мониторинга, демонстрация его ключевой роли в современных системах мониторинга.

В обзоре систематизирован накопленный отечественный и мировой опыт использования ДЗЗ для оценки состояния ландшафтов, динамики природопользования, выявления антропогенных нагрузок и природных рисков. Это включает классификацию применяемых методов, алгоритмов, типов спутниковых данных (оптических, радиолокационных, лидарных) и их применимости для различных геоэкологических задач.



## 4. 2. Выделение потенциала представленных в обзоре технологических инноваций в анализируемой области для повышения оперативности, точности и экономической эффективности мониторинга ландшафтной структуры и природопользования.

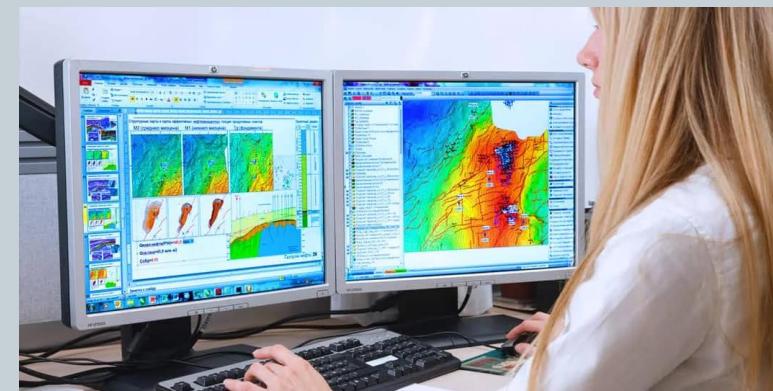
13

Новые технологии ДЗЗ не просто улучшают существующие методы, но качественно меняют возможности мониторинга.

За повышение оперативности отвечают высокочастотные съемки, автоматизация обработки и облачные платформы.

Повышение точности происходит за счет применения мультисенсорного подхода, гиперспектральных данных, детализации спутниковых данных сверхвысокого пространственного разрешения (0.3-0.5 м) и продвинутых алгоритмов анализа.

Повышение экономической эффективности, благодаря сокращению полевых работ, оптимизации ресурсов, доступности данных и предотвращению ущерба.



4.3. Результаты исследования значимы, широко применимы для специалистов в области экологии, природопользования, территориального планирования на муниципальном и государственном уровне, геоинформатики, геодезии, разработки государственной политики в сфере охраны окружающей среды.

14



# Заключение

15

Данные космического зондирования являются краеугольным камнем современных систем геоэкологического мониторинга и анализа ландшафтной структуры. Постоянное развитие технологий ДЗЗ и совершенствование методов их обработки и анализа открывают новые горизонты для более точного, своевременного и проактивного управления природными ресурсами и минимизации антропогенных воздействий на окружающую среду. Будущее геоэкологического мониторинга неразрывно связано с дальнейшей интеграцией спутниковых данных с передовыми вычислительными технологиями и междисциплинарным подходом.





# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ



1. Плякин, А. В. Инфраструктура пространственных данных для оценки геоэкологического состояния территории региона / А. В. Плякин, В. Н. Бодрова // Вести Волгоградского университета. Природные системы и ресурсы. Сер. 11. Естественные науки. – 2013. – № 1 (5) – С. 59 – 66.
2. Интеграция гетерогенной пространственной информации для решения задач поиска нефти и газа / М. А. Попов [и др.]. – URL : [www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2013/part2/PSMZK](http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2013/part2/PSMZK) (дата обращения: 14.10.2025 г.). – Загл. с экрана.
3. CLASS-CLOUD.RU. – Текст : электронный. – Режим доступа: <https://class-cloud.ru/technology/sensing-space> (дата обращения: 05.11.2025 г.). – Загл. с экрана.
4. Отраслевые САПР и ГИС: современные тенденции / compress.ru. – Текст : электронный. – URL : <https://compress.ru/article.aspx?id=17984> (дата обращения: 05.11.2025 г.). – Загл. с экрана.
5. Хабаров, Д. А. Анализ современных технологий дистанционного зондирования Земли / Д. А. Хабаров, Т. С. Адиев, О. О. Попова [и др.] // Московский экономический журнал. – №1. – 2019. – 10 с.
6. Иванов, М. А. Методические аспекты картографирования типов землепользования по данным космической съемки / М. А. Иванов. – Текст : непосредственный. – Казань : КФУ, 2015. – С 203 – 208.
7. Беленко, В. В. Анализ данных дистанционного зондирования (ДДЗ), применяемых для ландшафтно-экологического картографирования / В. В. Беленко // Молодой ученый. – 2009. – № 10 (10). – С. 34–36. – Текст : электронный. – URL: <https://moluch.ru/archive/10/741> (дата обращения: 20.10.2025 г.).
8. ГЛОНАСС-Глобал. – Текст : электронный. – URL : <https://glonass-global.ru/articles/satellite-monitoring/satellite-monitoring-and-its-impact-on/> (дата обращения: 25.10.2025 г.). – Загл. с экрана.
9. Сибирский федеральный университет: технологии космического мониторинга для Сибири / ТАСС. – Текст : электронный. – URL : <https://spec.tass.ru/sfu-dzz/> (дата обращения: 25.10.2025 г.). – Загл. с экрана.
10. Тесленок, С. А. Мониторинг антропогенных изменений степных ландшафтов на основе данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий / С. А. Тесленок. – Текст : электронный. – URL : <https://orensteppe.org/content/monitoring-antropogeny-izmeneniy-stepnyh-landshaftov-na-osnove-dannyyh-distancionnogo> (дата обращения: 27.10.2025 г.). – Загл. с экрана.



# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ



17

11. Карташев, А. Г. Методы контроля и оптимизации состояния окружающей среды : учебное пособие / А. Г. Карташев. – Томск : Изд-во Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2023. – 142 с.
12. Беленко, В. В. Применение данных дистанционного зондирования для картографирования застраиваемых земель при проведении геоэкологической оценки : учебное пособие / В. В. Беленко. – Москва : Спутник+, 2016. – 119 с. : ил.
13. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических снимков / Большая российская энциклопедия. – Текст : электронный. – URL : <https://bigenc.ru/c/avtomatizirovannoe-deshifrirovanie-aerokosmicheskikh-snimkov-d82d4e1> (дата обращения: 01.11.2025 г.). – Загл. с экрана.
14. Лобанова, Л. С. Классификация спутниковых снимков как один из методов автоматизированного дешифрирования / Л. С. Лобанова. MODERN SCIENCE. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет. – 2022. – С. 205 – 208.
15. Дистанционное зондирование Земли: что это и как работает / Skillfactory. – Текст : электронный // Хабр. – URL : <https://habr.com/ru/companies/skillfactory/articles/860660/> (дата обращения: 10.10.2025 г.). – Загл. с экрана.
16. Воробьев, О. Н. Алгоритм определения фенологических характеристик лесного покрова на основе временных рядов спутниковых данных / О. Н. Воробьев, Э. А. Курбанов, Е. Н. Демишиева [и др.] // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2019. – № 1 (41). – С. 5 – 20.
17. Слияние сенсорной информации / controleng.ru. – Текст : электронный. – URL : <https://controleng.ru/teoriya/sliyaniye-sensornoj-informatsii/?link=1> (дата обращения: 09.11.2025 г.). – Загл. с экрана.
18. Использование компьютерного зрения для анализа спутниковых изображений / Ultralytics. – Текст : электронный. – URL : <https://www.ultralytics.com/ru/blog/using-computer-vision-to-analyze-satellite-imagery> (дата обращения: 09.11.2025 г.). – Загл. с экрана.
19. Дешифрирование космоснимков: как ИИ распознает объекты / Хабр. – Текст : электронный. – URL : <https://habr.com/ru/articles/500020/> (дата обращения: 17.10.2025 г.). – Загл. с экрана.
20. Лотов, К. И. Основные направления, актуальность и перспективы развития систем дистанционного зондирования / К. И. Лотов // Вестник науки. – 2025. – №1 (41). – Т. 3. – С. 1080 – 1091.

# Спасибо за внимание!

18

ДОКЛАД НА ТЕМУ:

ВОЗМОЖНОСТИ, ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ  
КОСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И  
МОНИТОРИНГА ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Авторы: Научный сотрудник БУ «Природный парк «Самаровский чугас»,  
аспирант ФГБОУ ВО «ЮГУ», Колесникова Екатерина Игоревна

Канд. геогр. наук, доцент ФГБОУ ВО «ЮГУ»,  
Тесленок Сергей Адамович

Ханты-Мансийск, 2025 г.