



**XVIII Всероссийская открытая конференция с
международным участием**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА**

АНАЛИЗ ДАННЫХ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ СИСТЕМЫ СИСТЕМ (SYSTEM OF SYSTEMS)

д. ф.-м.н, профессор Крамаров Сергей Олегович

д.т.н, доцент Темкин Игорь Олегович

к.т.н., доцент Храмов Владимир Викторович

Гребенюк Елена Владимировна

Митясова Ольга Юрьевна



**16-20 ноября, 2020
г. Москва**



Анализ данных спутникового мониторинга поверхности Земли на основе принципов системы систем (System of Systems)

Содержание:



- Актуальность исследования.
- Предлагаемый метод.
- Результаты.
- Выводы.
- Библиографический список.



Актуальность исследования

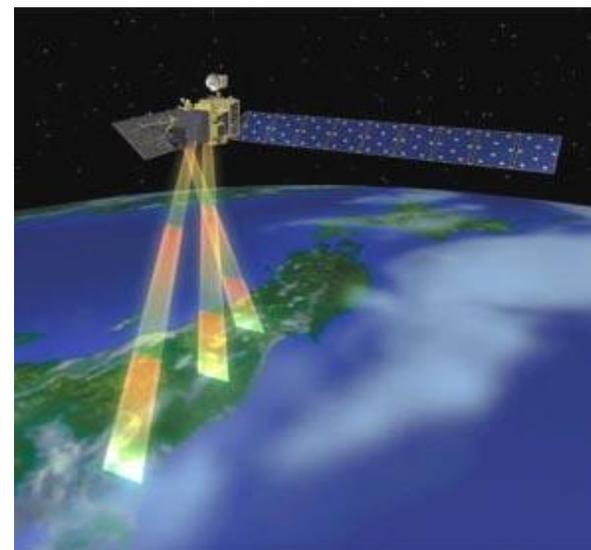
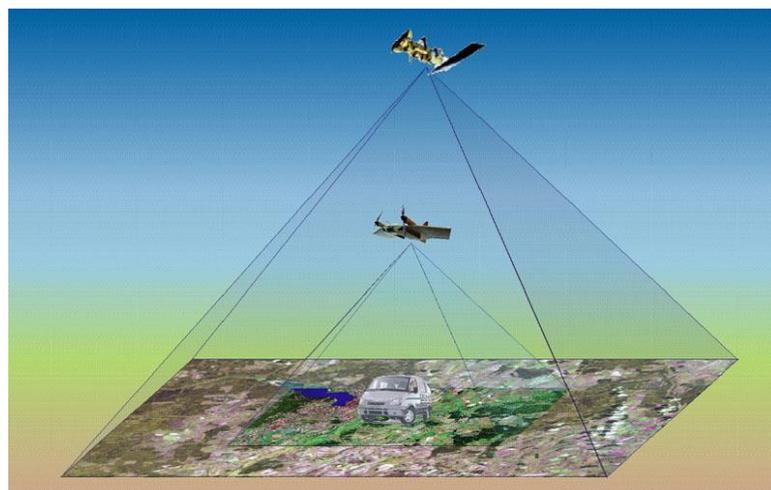
Авторами рассмотрен ряд случаев, когда на спутниковом изображении совместно запечатлены объекты, информацию о которых необходимо обрабатывать в рамках различной тематической направленности: сельское хозяйство, горнодобывающая отрасль, экология, мониторинг пожаров, мониторинг водных ресурсов и другие.

Соответственно, один снимок обрабатывается несколько раз для получения различной информации, ориентированной на специалистов в определенной области.

Актуальность исследования

Достоинствами методов ДЗЗ для получения пространственных данных являются:

- оперативность получения и, следовательно, высокая актуальность данных;
- возможность одновременного охвата больших территорий;
- низкая удельная стоимость данных при массовом использовании оборудования.



Крамаров С.О, Темкин И.О., Храмов В.В.,
Гребенюк Е.В., Митясова О.Ю.



Актуальность исследования

Процедуры пространственного анализа направлены на достижение следующих целей:

- выявления закономерностей в структуре и распределении объектов и их характеристик по территории;
- обнаружения наличия и вида взаимосвязей между объектами, их характеристиками, классами объектов и распределением объектов по территории;
- установления тенденций развития процессов, протекающих на территории, во времени и в пространстве и, соответственно, их прогнозирования.

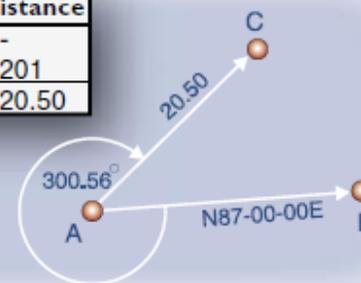
Актуальность исследования

Полное цифровое описание географического объекта и содержание пространственных данных складываются из:

- идентификатора объекта,
- набора его атрибутов:
- свойств, характеристик с их значениями,
- параметров локализации объекта в пространстве и времени.

- Наборы данных геодезической съемки

From point	To Point	Type	Direction	Distance
A	B	Direction	N87E	-
A	C	Angle	300.56	201
A	C	Distance	-	20.50



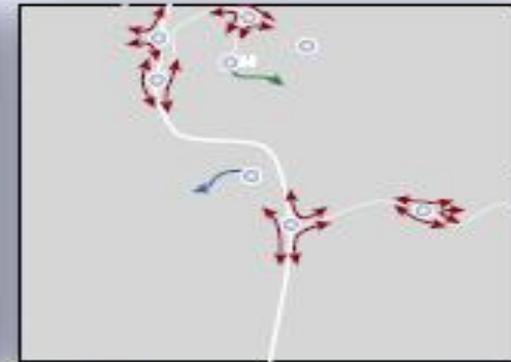
- Прочие типы данных, такие как адреса, названия мест, картографическая информация

Addresses
3350 45th Ave NE
3383 30th Ave NE
2459 Country Rd. 9 NE

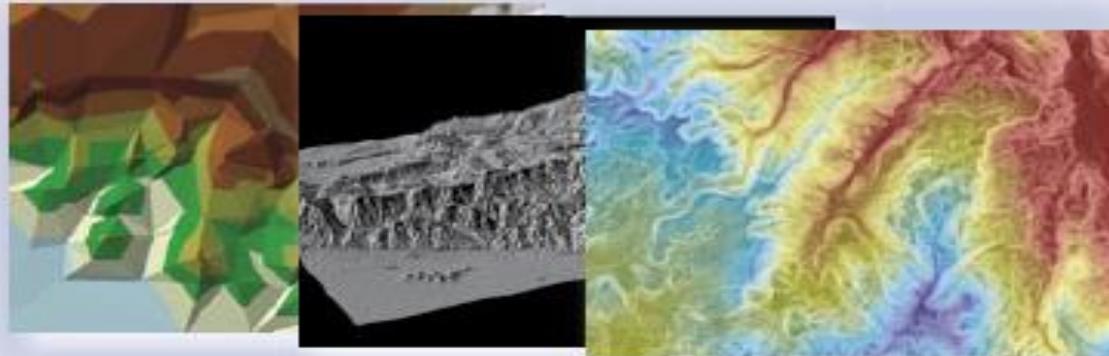


Актуальность исследования

- **Пространственные сети**

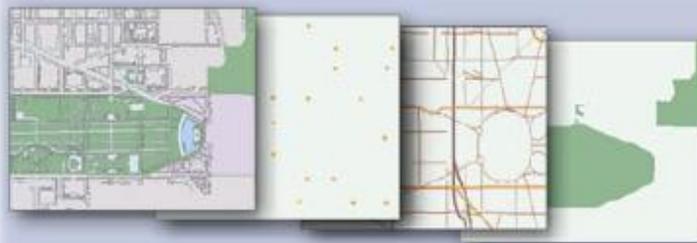


- **Топография местности и другие поверхности**

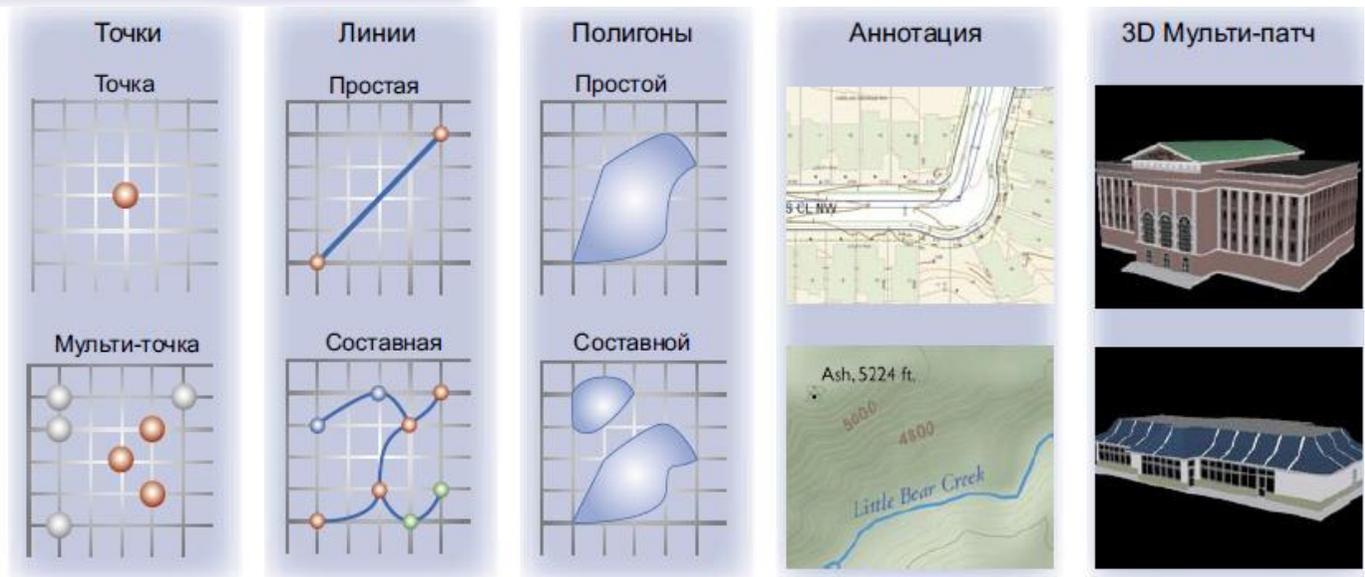


Актуальность исследования

- Упорядоченные наборы векторных объектов (наборы точек, линий и полигонов)



Векторные модели

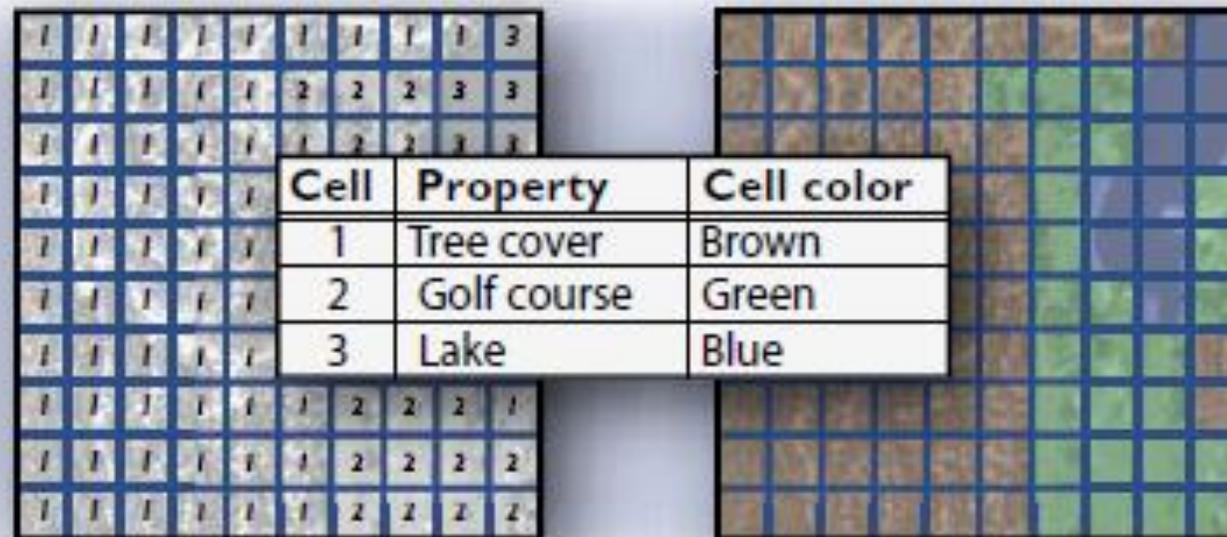


Варианты представления векторных объектов

Крамаров С.О, Темкин И.О., Храмов В.В.,
Гребенюк Е.В., Митясова О.Ю.

Актуальность исследования

- Наборы растровых данных, такие как цифровые модели рельефа или изображения





Предлагаемый метод

Для оптимизации данного процесса, нами разработан и модифицирован процесс комплексного анализа результатов спутникового мониторинга в соответствии с принципами System of Systems (SoS) [1].

При этом учитываются свойства семантической геоинтероперабельности [2].

Предлагаемый метод

Алгоритм последовательности действий робота/оператора по обработке изображения, что делает возможным распределить информацию о каждом объекте (например, о его границах, площади и пр.), по соответствующим тематическим разделам:

Этап 1

Получение данных дистанционного зондирования Земли (включая космические снимки из открытых источников) для определенной территории

Этап 2

Проверка соответствия параметров, обозначения территориальной принадлежности (в соответствующей системе координат).

Этап 3

Определение качественных характеристик, на основании которых выделяются особенности для дальнейшего использования.

Предлагаемый метод

Алгоритм последовательности действий робота/оператора по обработке изображения, что делает возможным распределить информацию о каждом объекте (например, о его границах, площади и пр.), по соответствующим тематическим разделам:

Этап 4

Дополнительная (предметно ориентированная) обработка, в зависимости от цели и задач использования результатов этой обработки.



Этап 5

Занесение результатов в специализированное хранилище (в том числе соответствующую базу знаний).

Предлагаемый метод. Этапы 1-3

На снимке (Рис. 1) видны разные объекты:
объект добычи полезных ископаемых (1)
и объекты сельскохозяйственного назначения (2)



Рис 1.

Предлагаемый метод. Этап 4

Такие количественные характеристики, как «признаки формы» можно получить в результате обработки снимка в АИС «Система анализа космических снимков» (Рис. 2)

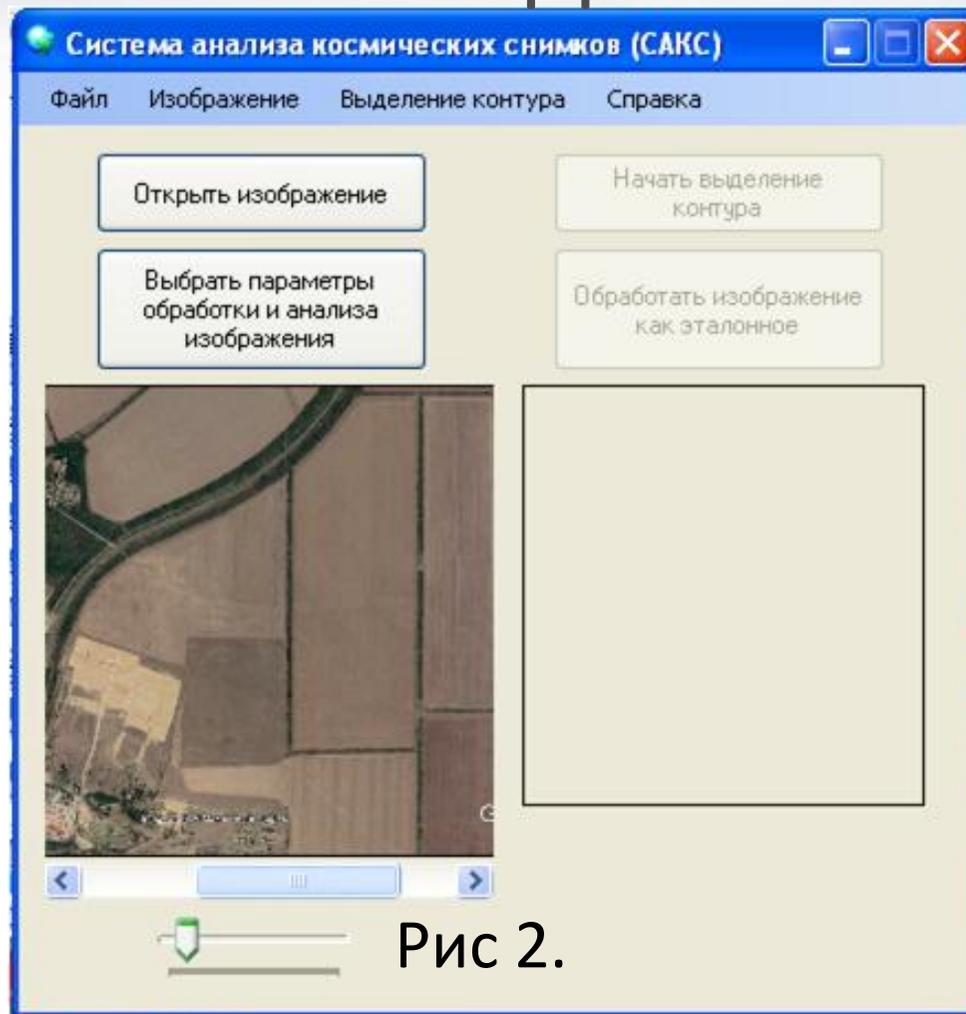


Рис 2.

Предлагаемый метод. Этап 4

Пример результатов для одного из объектов на снимке

1. Признаки формы (округлено):

0,40953 0,42215

0,40870 0,42129

2,44180 2,44675

2,36883 2,37363

2. Изображение контура (Рис. 3).

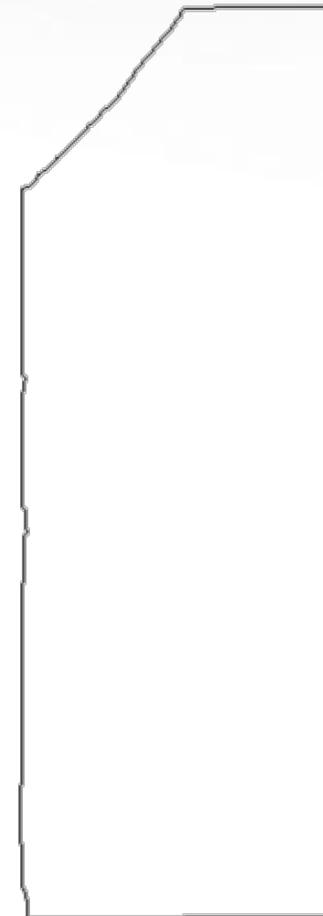


Рис 3.



Предлагаемый метод Этап 5

В зависимости от принадлежности объекта полученные на этапах 1-4 данные направляются в одну из систем: АИС «Хозяин» (Рис. 4) или, например, «Модуль формирования геосистемы» (Рис. 5).

Предлагаемый метод. Этап 5

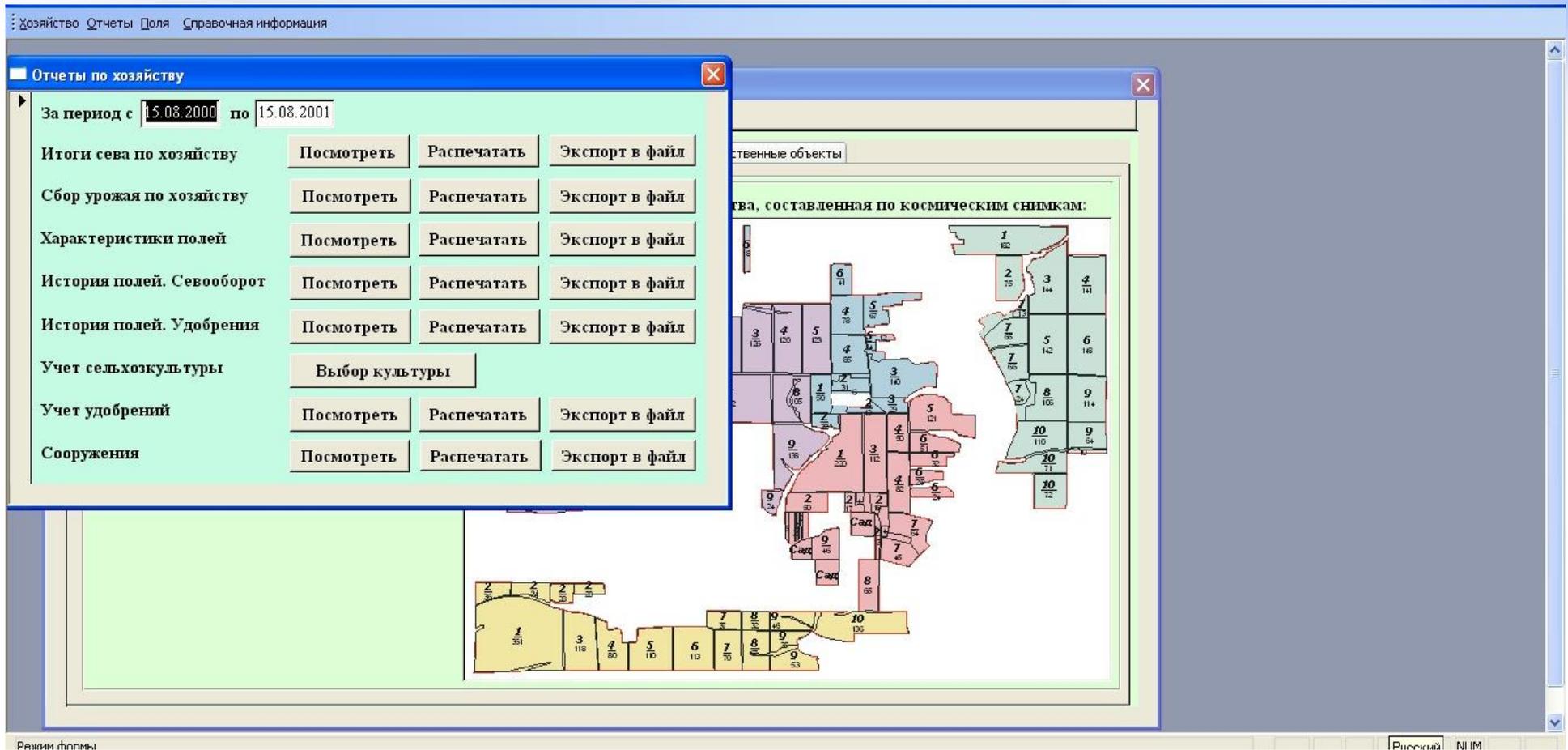


Рис. 4. АИС «Хозяин»

Крамаров С.О, Темкин И.О., Храмов В.В.,
Гребенюк Е.В., Митясова О.Ю.

Предлагаемый метод. Этап 5

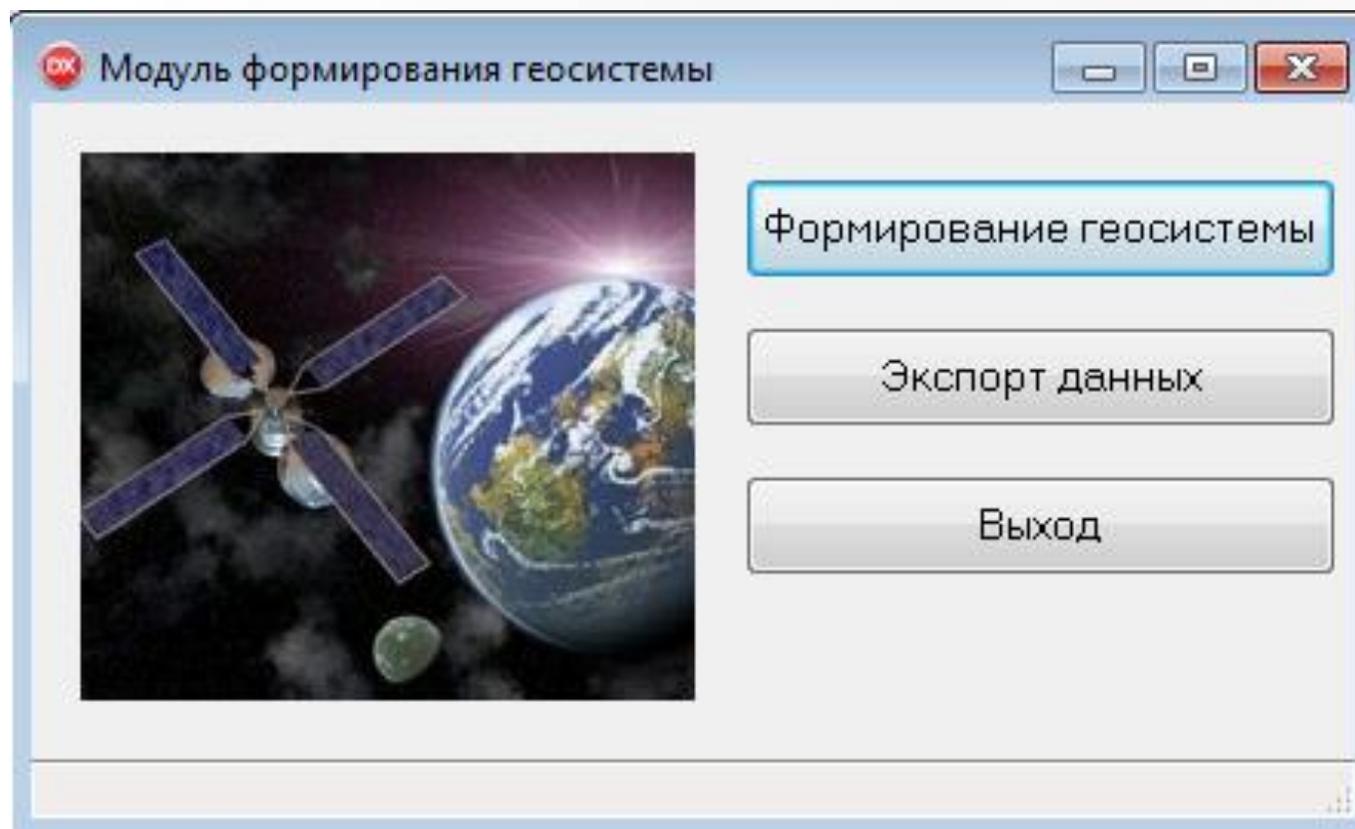


Рис. 5. «Модуль формирования «Геосистемы»

Крамаров С.О, Темкин И.О., Храмов В.В.,
Гребенюк Е.В., Митясова О.Ю.

Результаты



Рис. 6. Схема обработки информации

Результаты

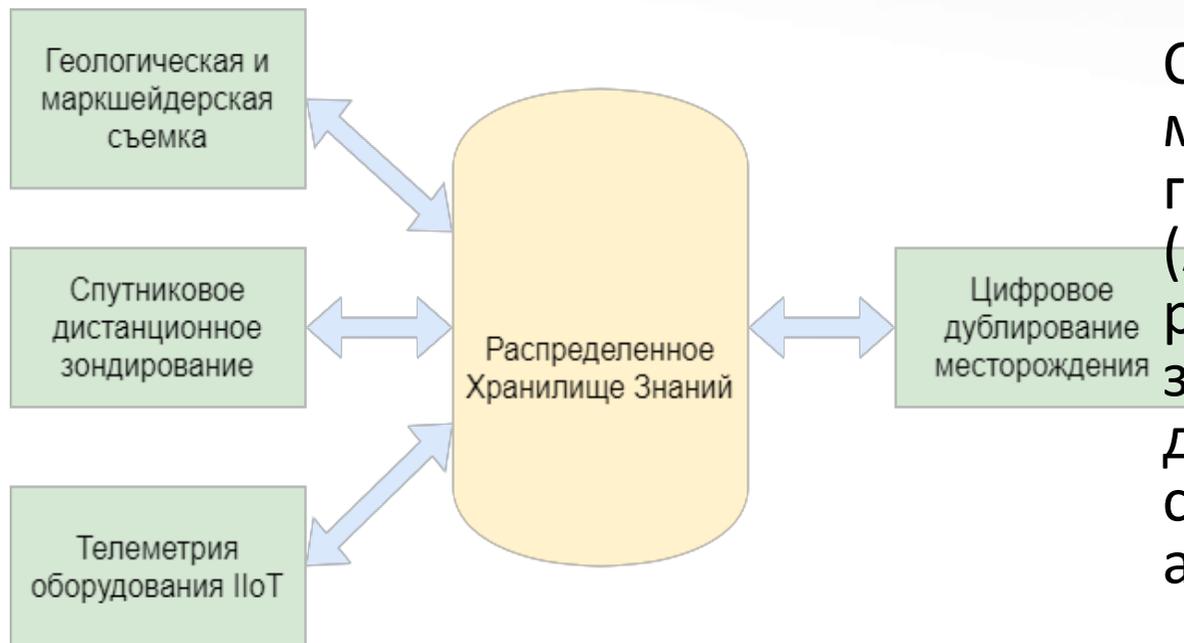


Схема (Рис. 7) ассоциативной мультиагентной геоинформационной системы (АМ ГИС), связанной с распределенным хранилищем знаний, дополняемым данными в том числе в соответствии с предлагаемым алгоритмом (Рис. 6)

Рис. 7 Схема ассоциативной мультиагентной геоинформационной системы (АМ ГИС)

Результаты

Дальнейшая обработка снимков, исходя из принципа SoS применима при формировании единого геоинформационного пространства [3-5] и включает проверку отдельных подсистем на [6,7]:

- независимость (эксплуатационную, структурно-административную и т.д.);
- связность и интероперабельность в условиях территориальной распределённости;
- появление (и выявление) свойств эмерджентности;
- эволюционное развитие (появление новых, нетипичных функций у компонентов и системы в целом);
- самоорганизацию, при условии использования динамической организационной структуры.
- адаптацию, самостоятельную реакцию подсистем на внешние и внутренние изменения.



Выводы

Показано теоретически и экспериментально, что предлагаемый подход обеспечивает требуемую точность и достоверность идентификации всех объектов единого геоинформационного пространства, а также позволяет оценить их динамические свойства.

Выводы

В результате анализа открытых спутниковых данных дистанционного зондирования Земли на принципах SoS предложен единый алгоритм для приложения в разных областях [10], таких как экология, нефтегазовая отрасль, добыча полезных ископаемых открытым способом, сельское хозяйство, железнодорожный транспорт, связь и другие в рамках единого геоинформационного пространства.



Библиографический список

- Лупян, Е.А. Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга /Е.А. Лупян, А.А. Мазуров, Р.Р.Назирова и др.//Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011, т.8, №1, С.26-43
- Розенберг И.Н., Дулин С.К. Моделирование семантики в структуре геоинтероперабельности // Труды IV НТК «ИСУЖТ. Компьютерное и математическое моделирование. ИСУЖТ-2015». М.: ОАО «НИИАС», 2015 . С113-117
- Применение космических снимков в нефтегазовой отрасли 2000 – 2020, ГК «Иннотер». URL: <https://innoter.com/articles/primenenie-kosmicheskikh-snimkov-v-neftegazovoy-otrasli/> (дата обращения: 15.08.2020).

Библиографический список

- Kramarov S., Temkin I., Khramov V. The principles of formation of united geo-informational space based on fuzzy triangulation// Procedia Computer Science, 120 (2017).-pp.835-843 (дата обращения: 15.08.2020).
- Kramarov S.O., Khramov V.V. Methodology of formation of unite geo-informational space in the region// Communications in Computer and Information Science. 2020. Т. 1201. Р. 309-316. (дата обращения: 15.08.2020).
- Цветков В.Я. Эмерджентизм // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 2-1. – С. 137-138; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11234> (дата обращения: 11.09.2020).



Библиографический список

- Майоров В.Д., Храмов В.В. Эвристические способы контурного кодирования моделей информационных объектов в системе технического зрения робота //Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2014. № 1 (53). С. 62-69. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21391925>
- Kramarov S.O., Kosenok S.M., Khramov V.V. Analysis of Object Contours. Technical Vision of Robots/2nd World Conference on Robotics and Artificial Intel-ligence. Conference Scien-tific Federation June 10-11, 2019.- Osaka, Japan, p.24

Библиографический список

- Способ идентификации протяженных объектов земной поверхности / Акперов И.Г., Крамаров С.О., Храмов В.В., Митясова О.Ю., Повх В.И. // Патент на изобретение RUS 2640331 11.12.2015 <https://elibrary.ru/item.asp?id=35057862>
- Храмов В.В. Многомерный контурный анализ в обработке космических снимков протяженных объектов земной поверхности // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство труды международной научно-практической конференции. 2016. С. 244-248. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28985821>

МЫ РАДЫ СОТРУДНИЧЕСТВУ!

maoovo@yandex.ru

д. ф.-м.н, профессор Крамаров Сергей Олегович
д.т.н, доцент Темкин Игорь Олегович
к.т.н., доцент Храмов Владимир Викторович
Гребенюк Елена Владимировна
Митясова Ольга Юрьевна



Крамаров С.О, Темкин И.О., Храмов В.В.,
Гребенюк Е.В., Митясова О.Ю.

