

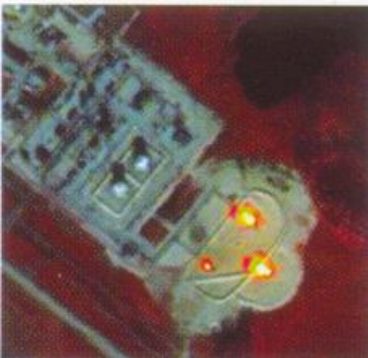
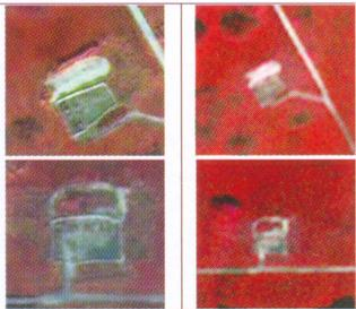
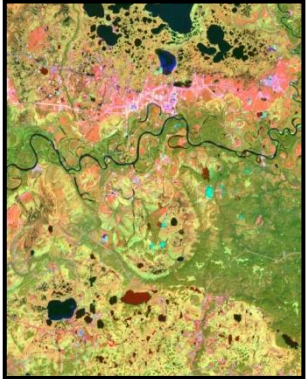
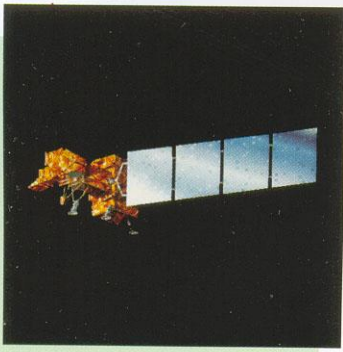


# Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового производства

В лекции по преимуществу использованы материалы компании «Совзонд», опубликованные, главным образом, в журнале «Геоматика» или доложенные на международных конференциях «Космическая съемка на пике высоких технологий» за разные годы

# ЗАДАЧИ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

1. Мониторинг загрязнений нефтепродуктами, выявление цветения озер в результате поступления минеральных и органических суспензий; контроль темпов и оценка эффективности рекультивации земель и загрязненных территорий
2. Мониторинг объектов нефтегазовой инфраструктуры (технических и природных объектов)
3. Мониторинг несанкционированной хозяйственной деятельности:



## **Важнейшие задачи нефтегазового комплекса, решаемые средствами космического мониторинга**

- Инвентаризация существующих и строящихся объектов с составлением крупномасштабных тематических карт и планов.
- Мониторинг инфраструктуры объектов добычи и транспортировки нефти и газа. Планирование и контроль развития инфраструктуры добычи, транспортировки и переработки нефти и газа.
- Выявление мест повреждений трубопроводов.
- Оперативное выявление несанкционированных врезок в магистральные трубопроводы и мониторинг появления техногенных объектов в охранных зонах. Мониторинг зоны контроля подземных магистральных трубопроводов. Картографирование мест сжигания попутного газа и контроль функционирования факельных установок.
- Мониторинг экологического состояния территорий в районах добычи, переработки, транспортировки нефти и газа.
- Выявление, картографирование и мониторинг состояния шламовых амбаров, кустовых площадок и прилегающих к ним ландшафтов.
- Выявление территорий, загрязненных нефтепродуктами, мониторинг аварийных разливов нефти, контроль темпов и оценка эффективности рекультивационных мероприятий. Инвентаризация и мониторинг состояния и объема карьеров и штабелей гидронамыва песка в районах развития нефтегазовой инфраструктуры.
- Оперативное определение районов аварий и изучение транспортной доступности к ним, Определение величин просадок земной поверхности на разрабатываемых месторождениях нефти и газа с целью предотвращения аварий.

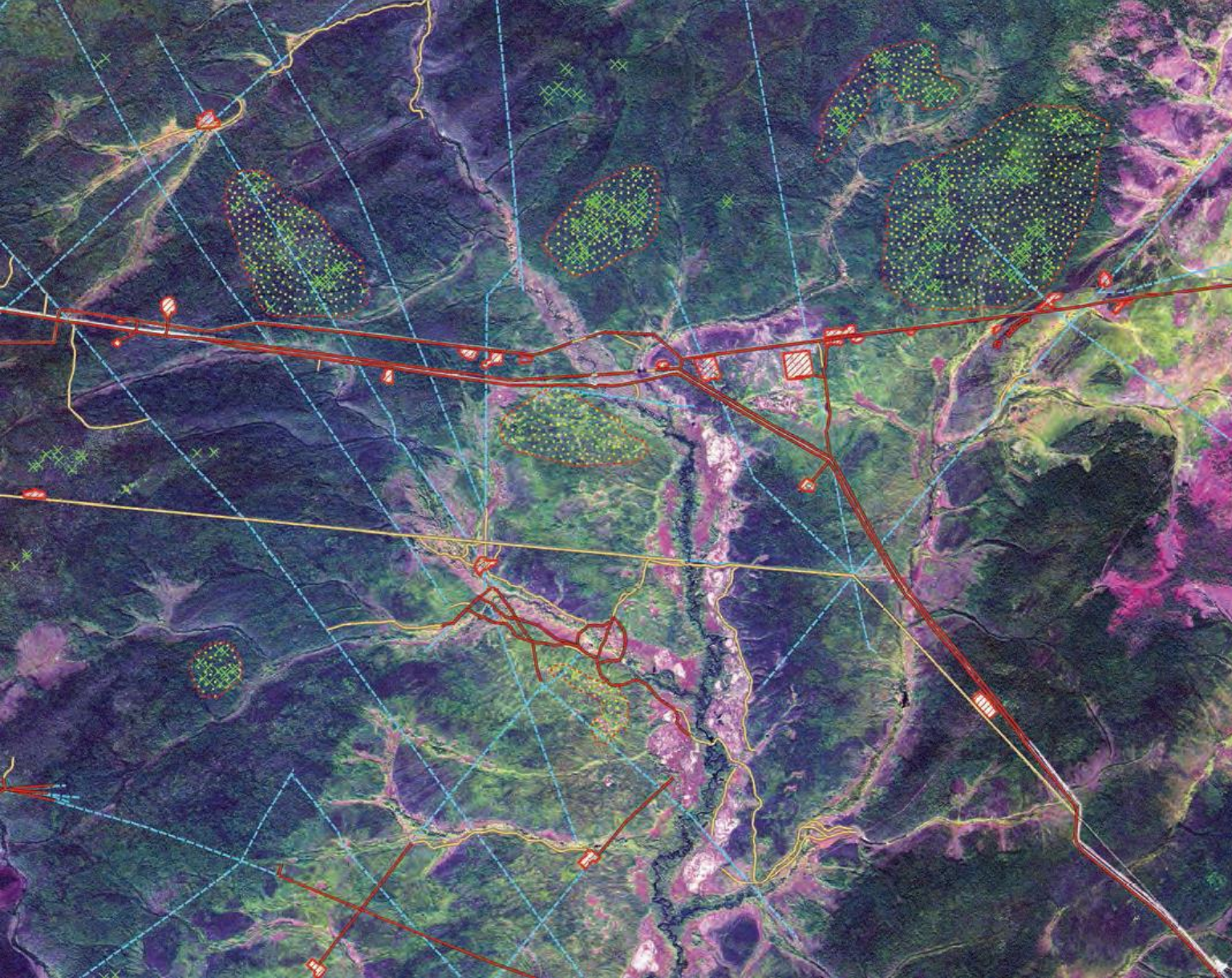
## Использование космических снимков при проектировании и разработке месторождений углеводородов позволяет:

Повысить достоверность результатов обследования за счет комплексной обработки космических снимков, графических, архивных и полевых данных на этапе проведения инженерно-геологических, инженерно-экологических изысканий, что обеспечит качественную оценку современного состояния территории и прогноз возможных изменений окружающей природной среды под влиянием антропогенной нагрузки.

Актуализировать геопространственную основу при выполнении геологоразведочных работ, особенно в труднодоступных районах.

Оценить экологическую обстановку и природоохранные мероприятия на нефтяных и газовых месторождениях на этапе разведки и эксплуатации в комплексе с ведением экологического мониторинга.

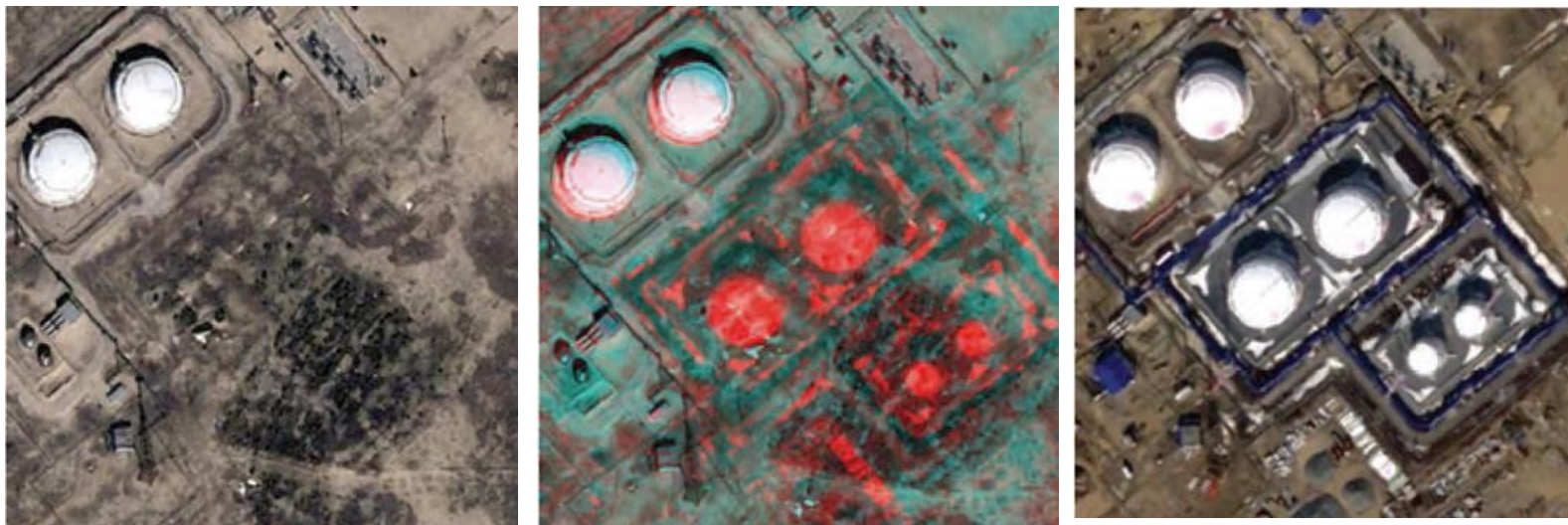




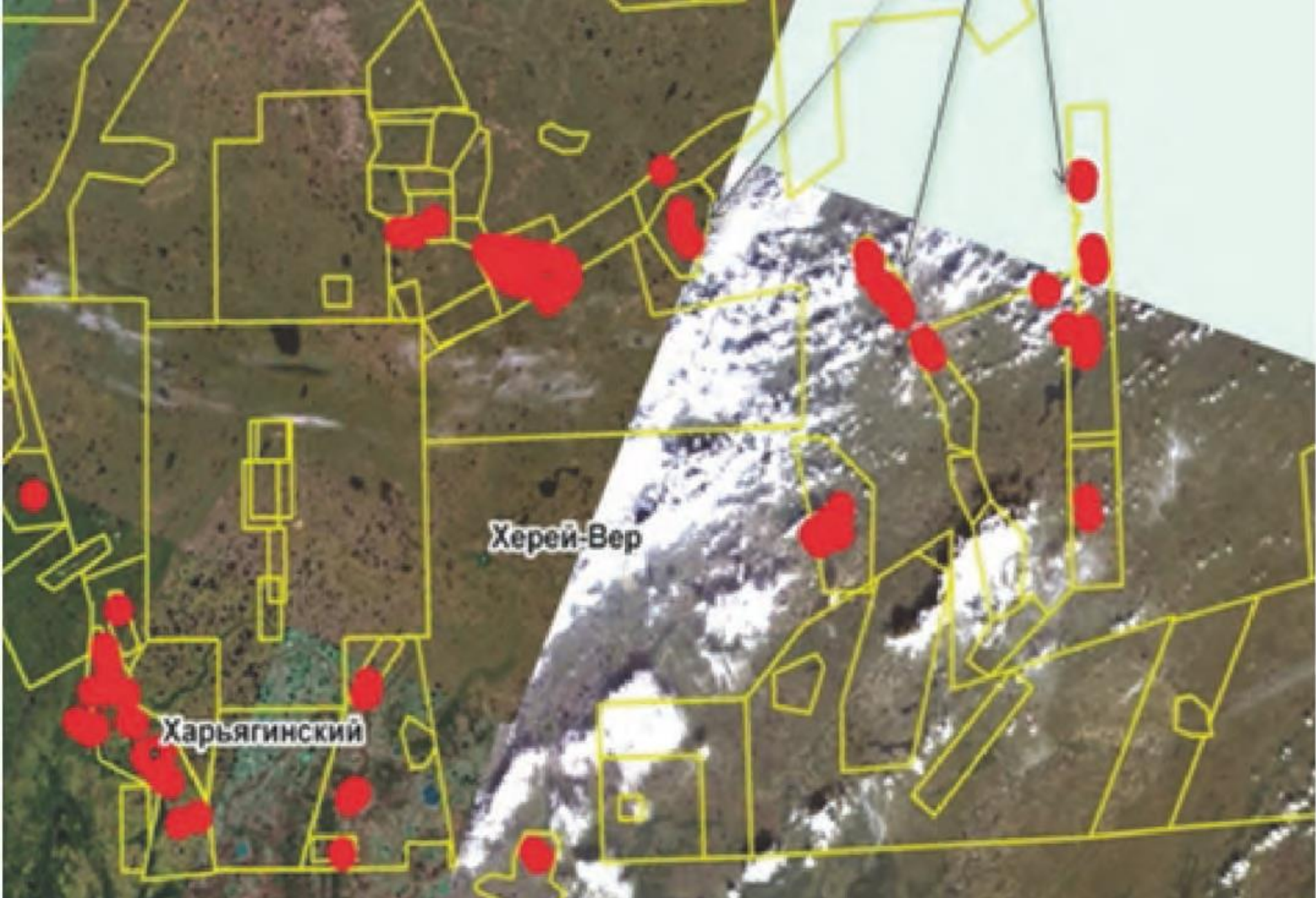
*Оценка техногенных изменений, уточнение пространственного положения сейсмопрофилей и выявление зон развития термокарста*

Аэрокосмос 13\_Мониторинг\_  
Милосердова Л.В.2022

## СИСТЕМА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ



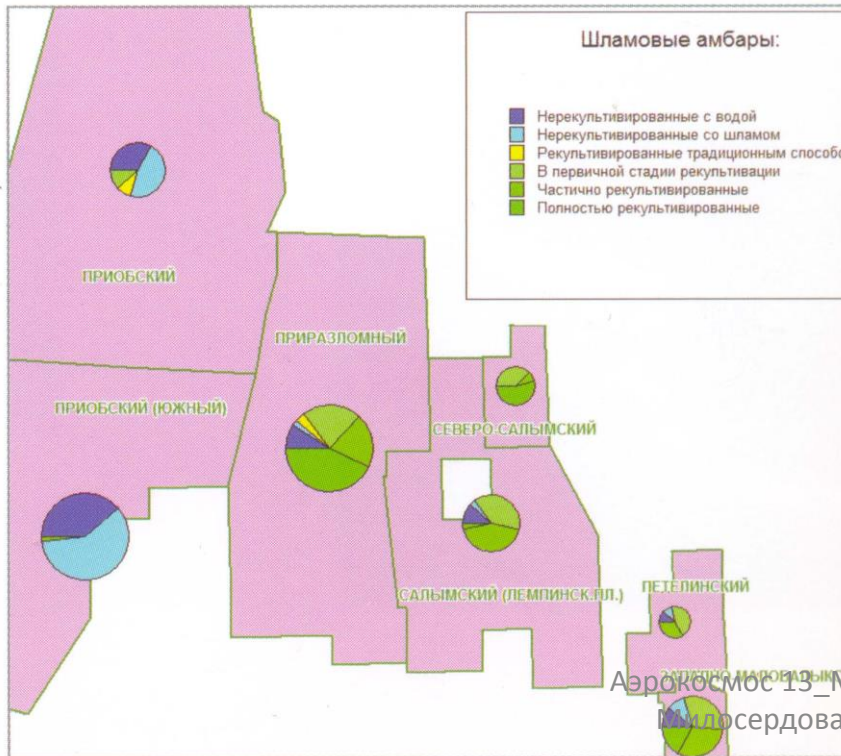
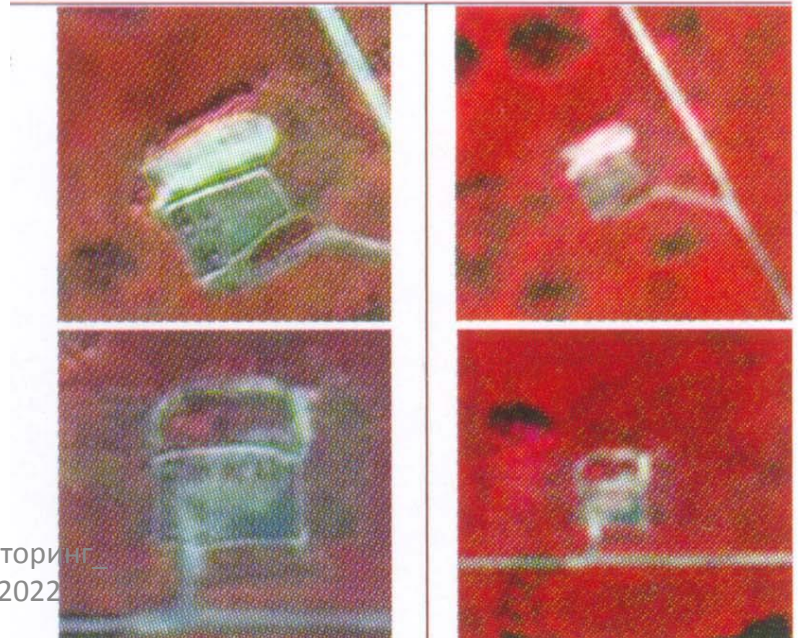
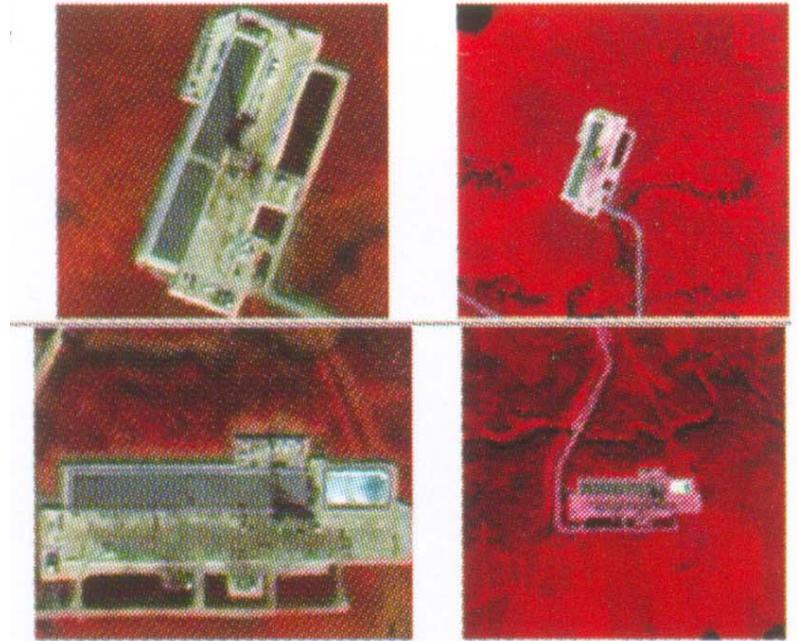
*Результат модернизации нефтеперекачивающей станции: слева — снимок 2009 г., справа — снимок 2011 г., в центре — композит разновременных снимков 2009–2011 г. (изменения на композите отображаются красным цветом)*



Незарегистрированные земельные участки и объекты недвижимости – показано красным

Милосердова Л.В.2022

# Рекультивация шламовых амбаров



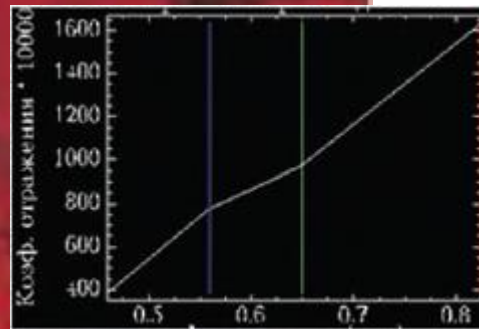
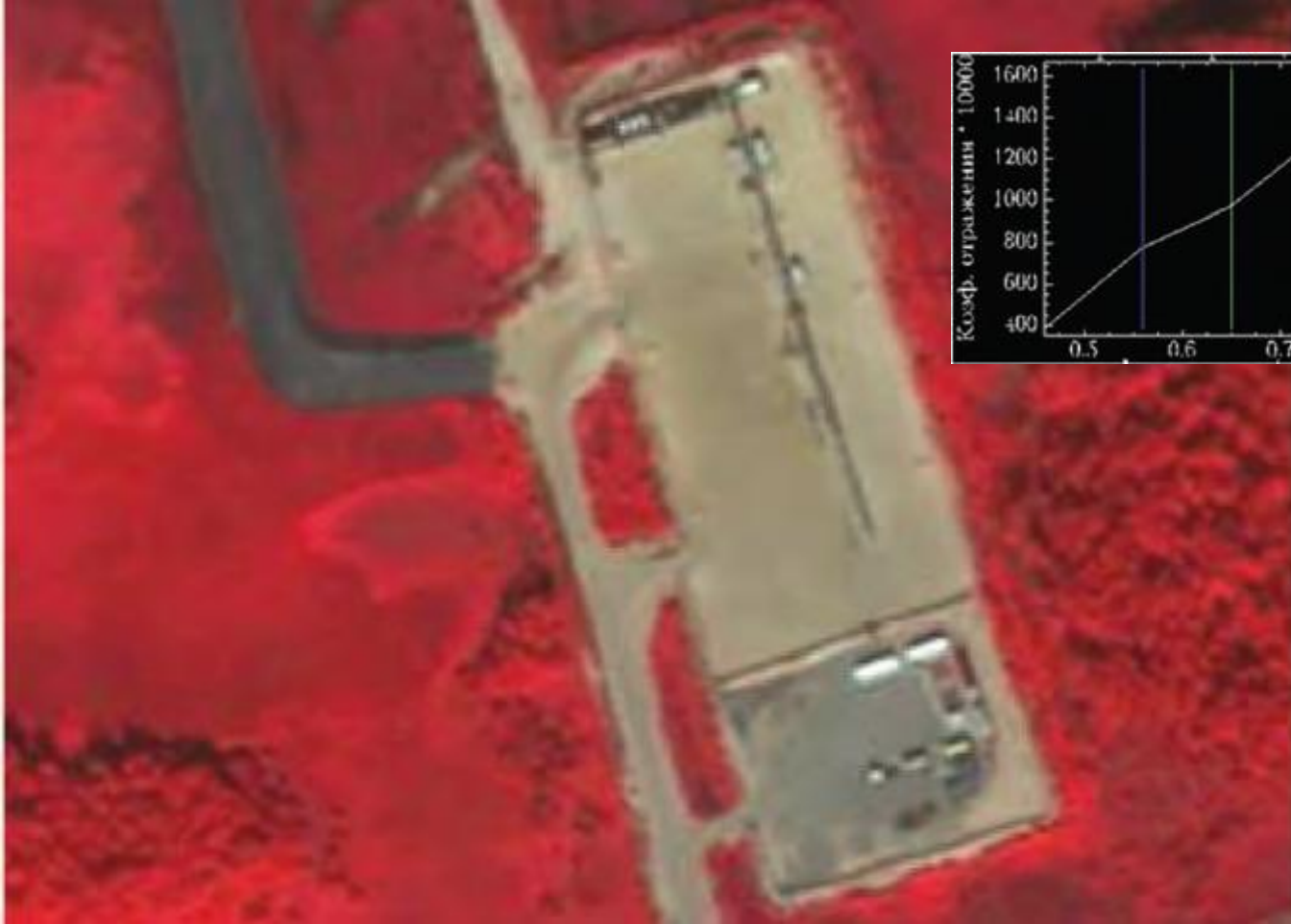




*Шламовый амбар в период заполнения*



*Амбар с признаками замасуоченности*



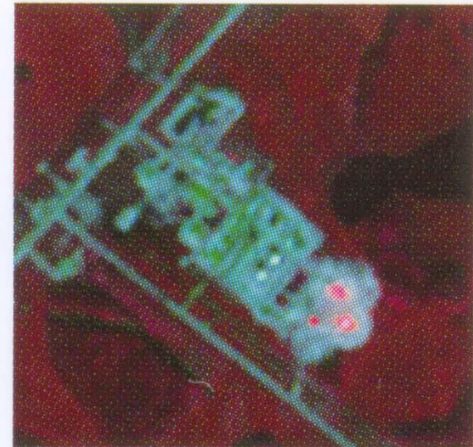
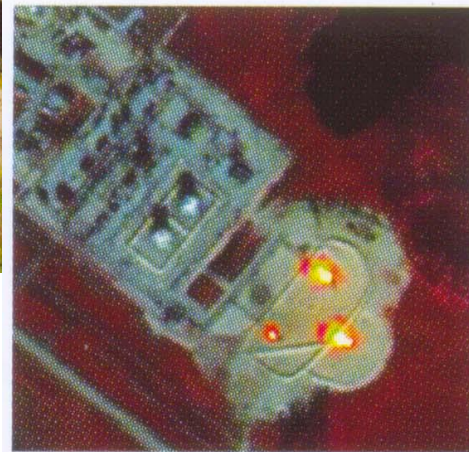
*Контроль за отсыпкой дорог материалом, сходным по спектральным характеристикам с буровым шламом*

Аэрокосмическое  
Министерство

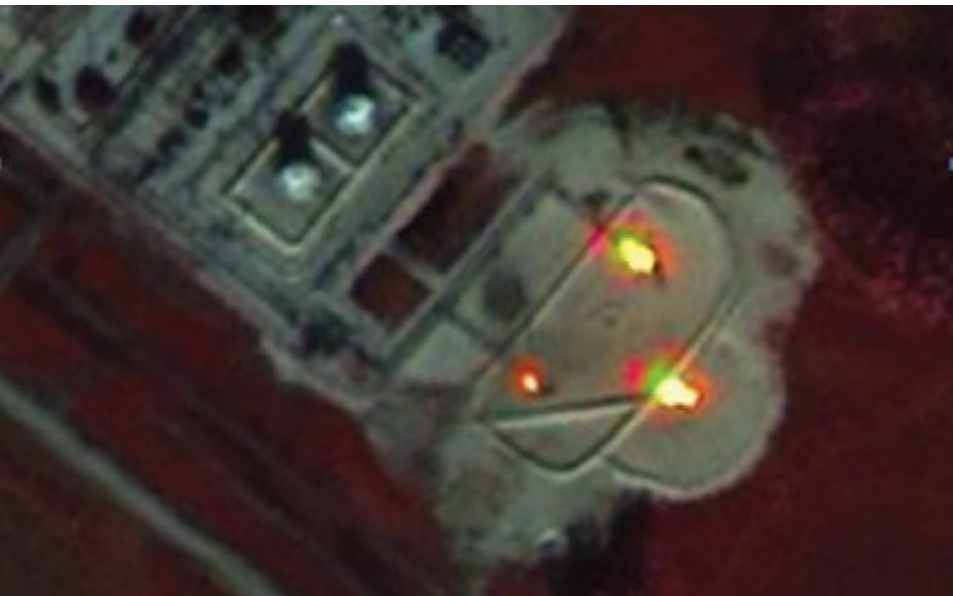


*Нарушение обваловки территории завода по переработке шлама*

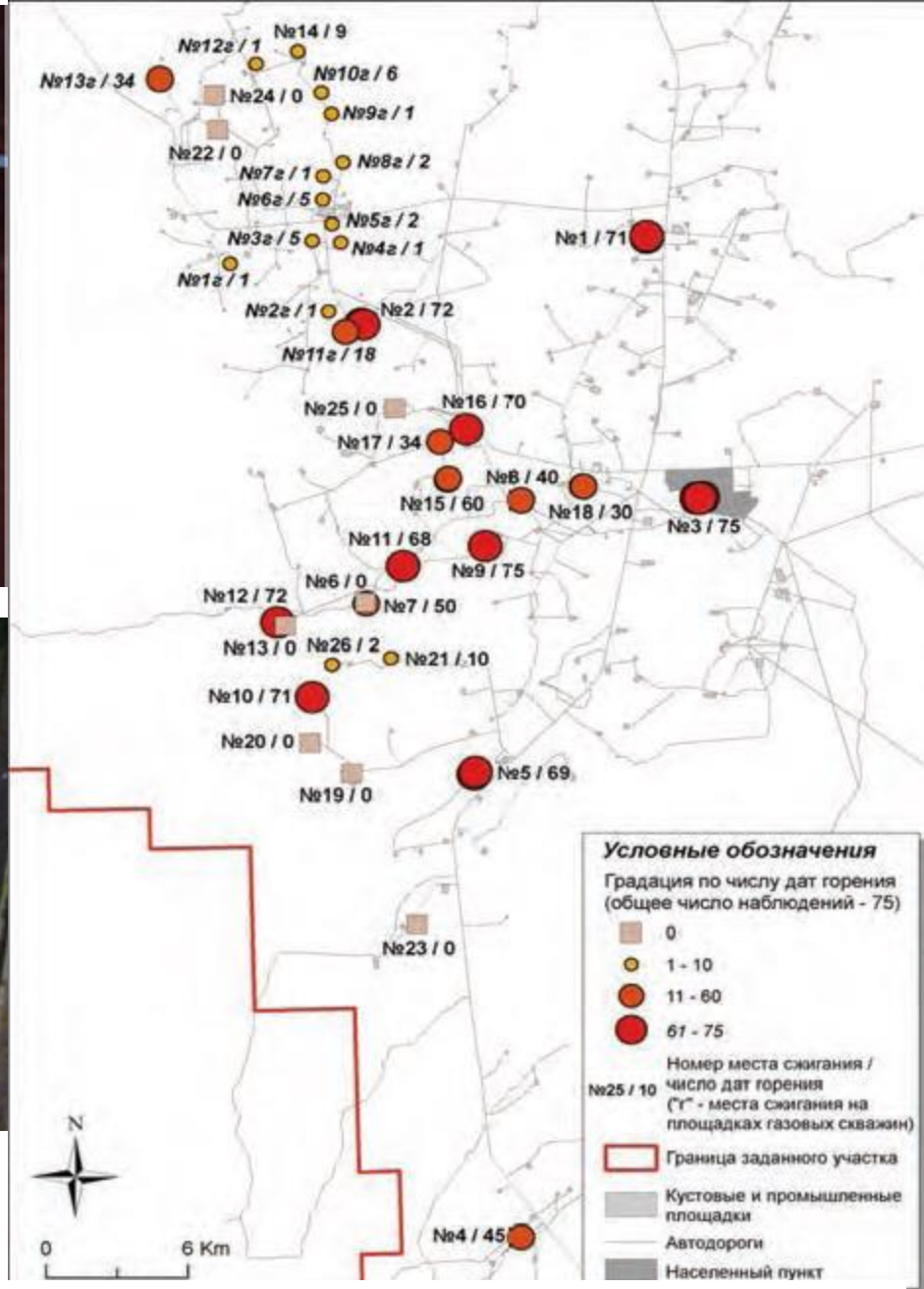
# Мониторинг факелов попутного газа



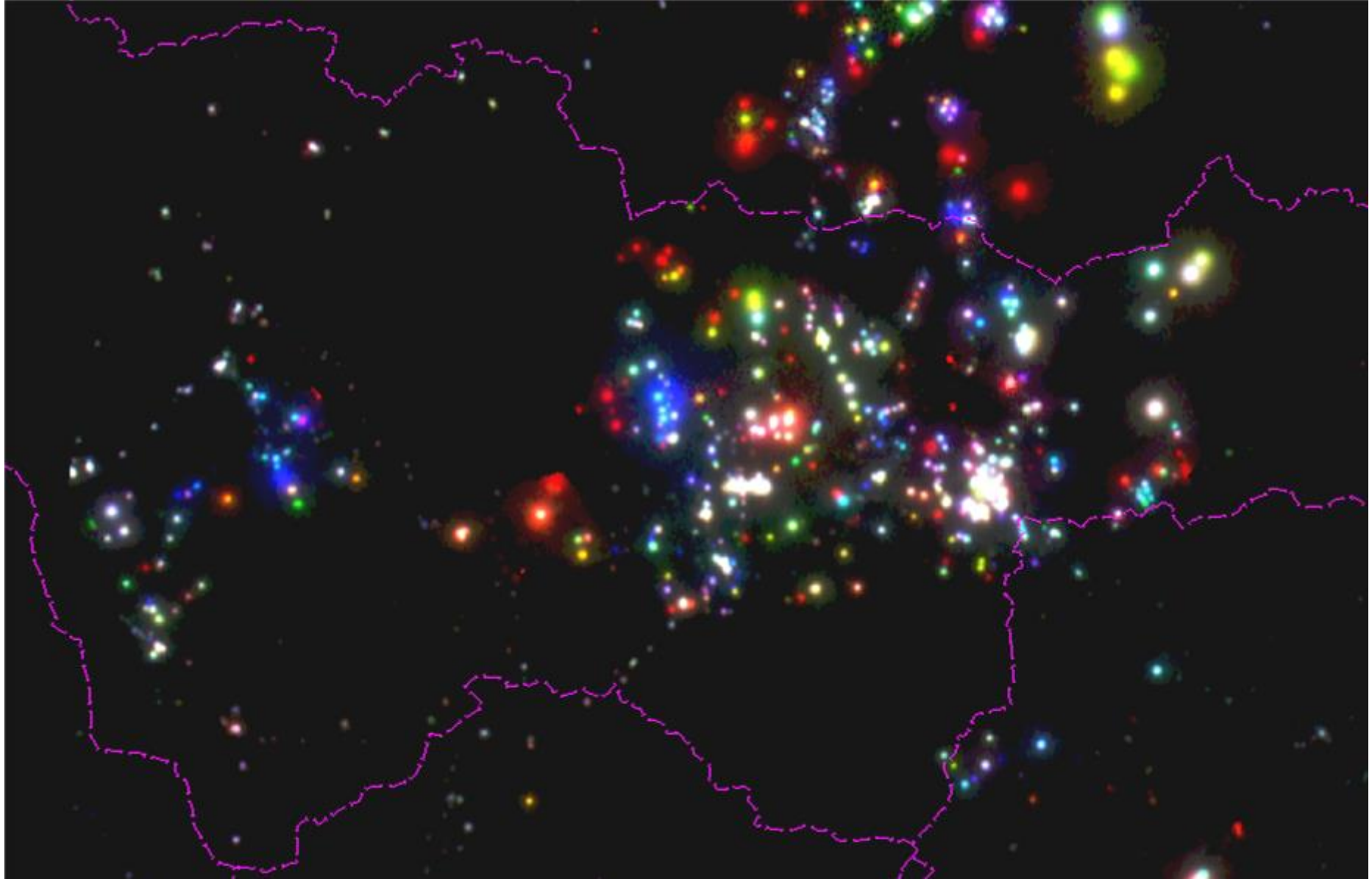
Инвентаризация факельных установок по сжиганию ПНГ, мониторинг объемов сжигаемого газа

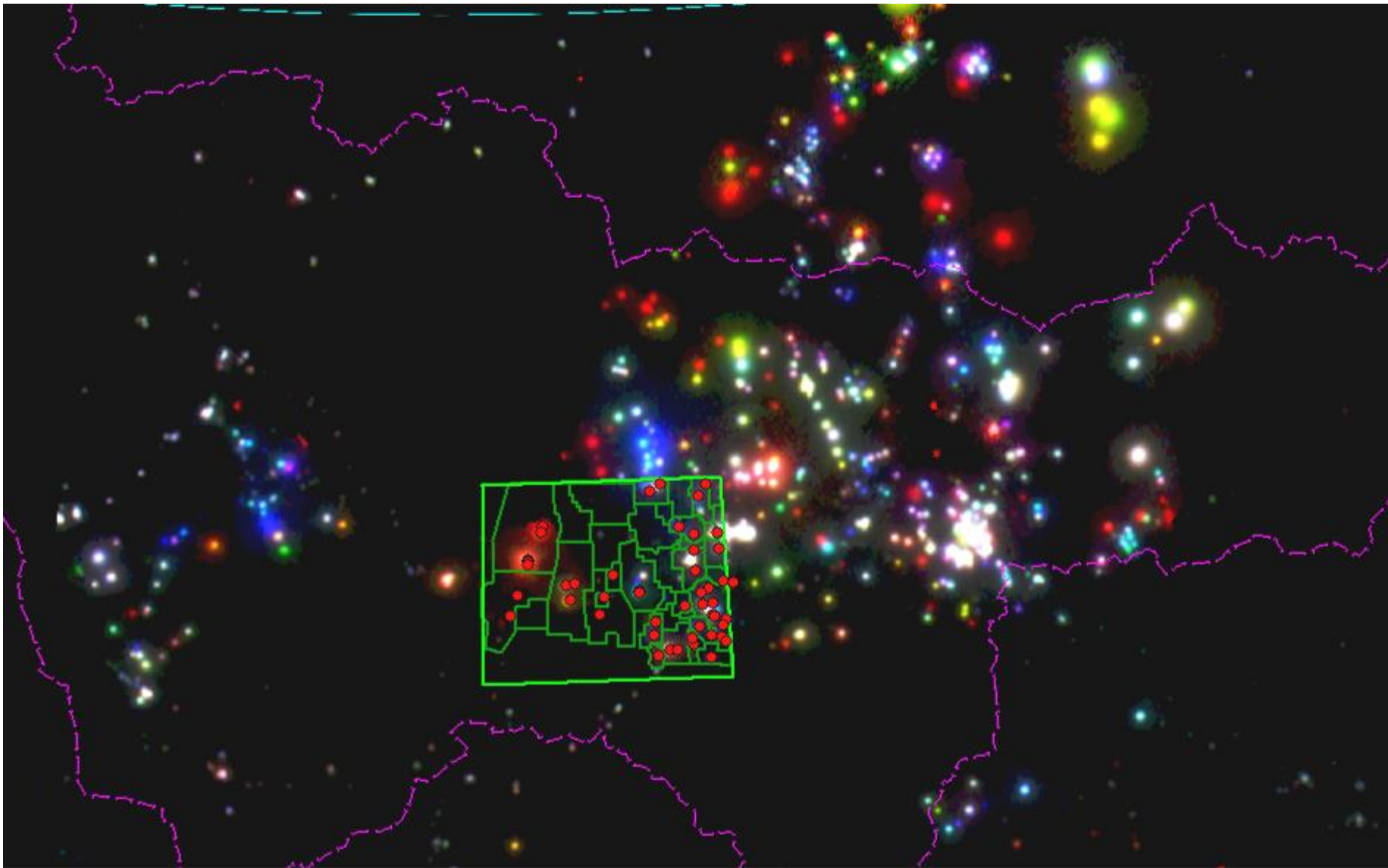


Различные типы факельных устройств на мультиспектральных снимках

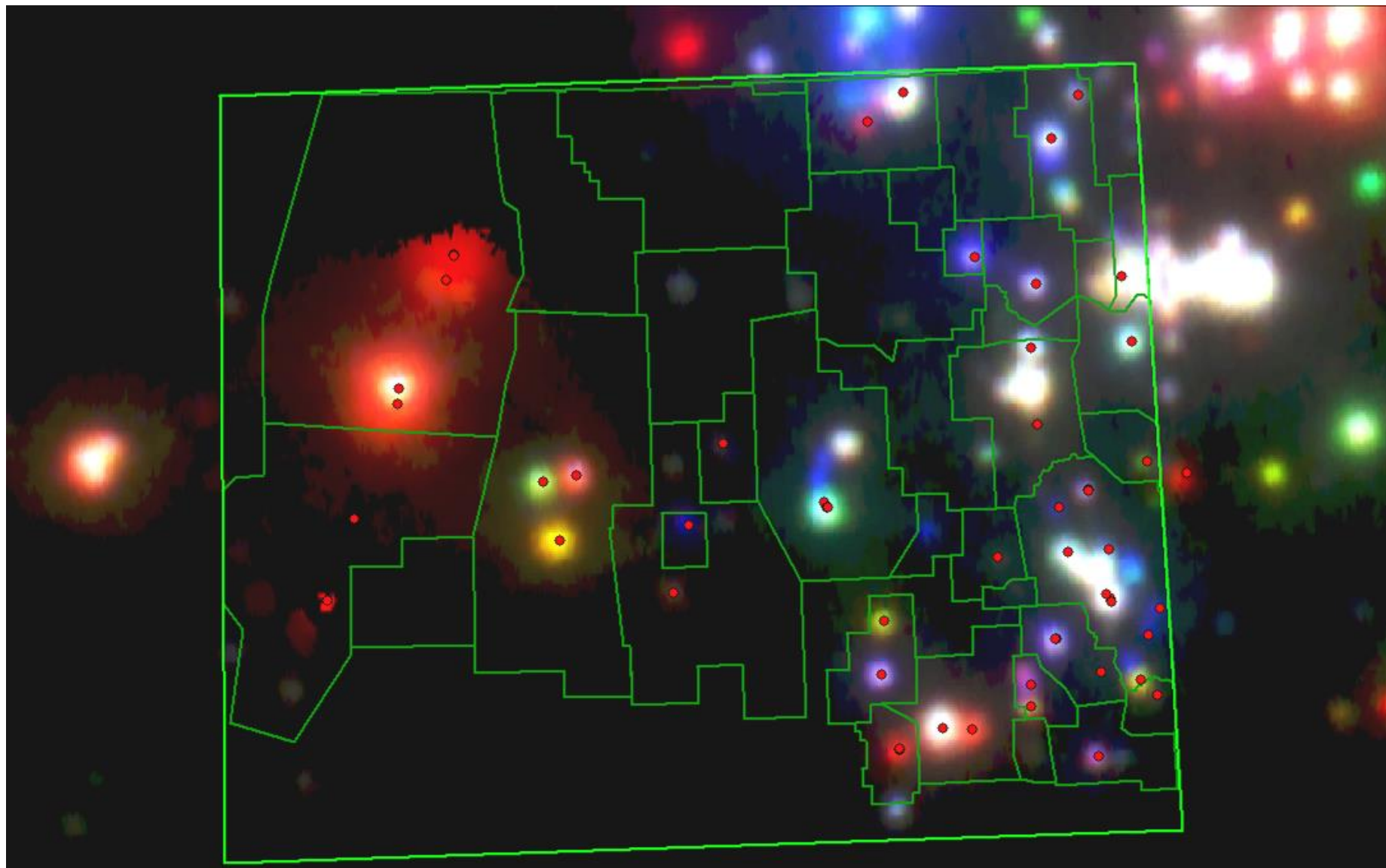


Аэрокосмос Милосеј Градация мест сжигания ПНГ по числу дат горения за год



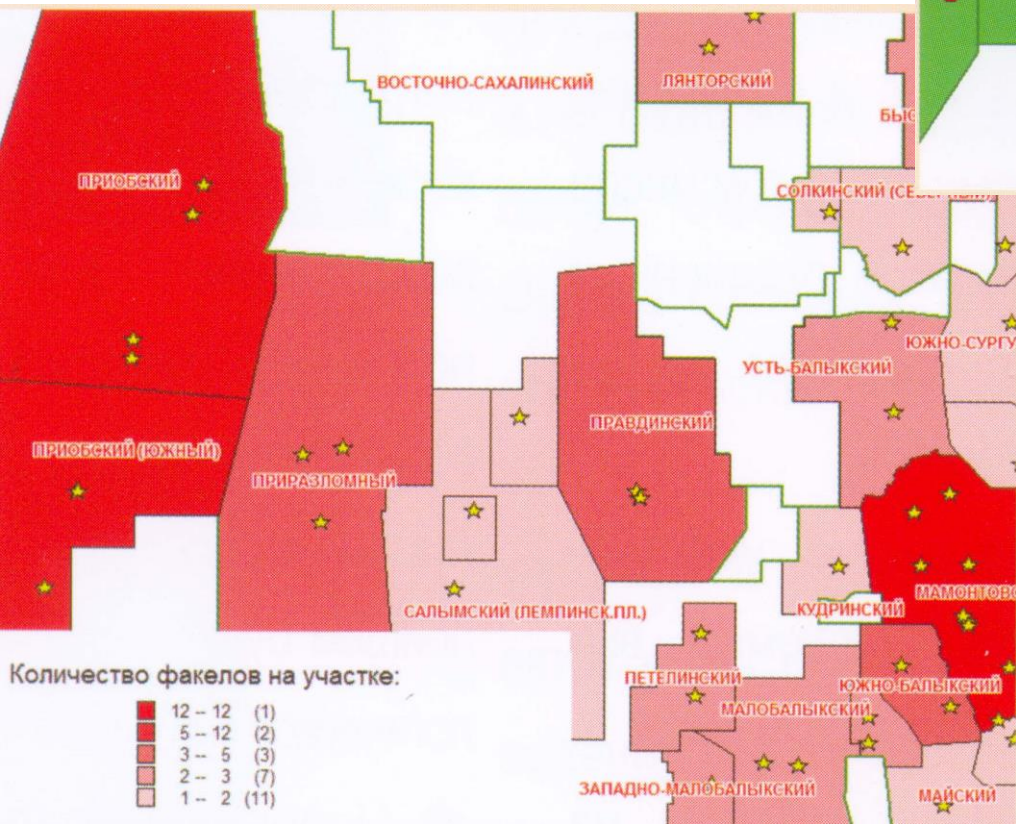
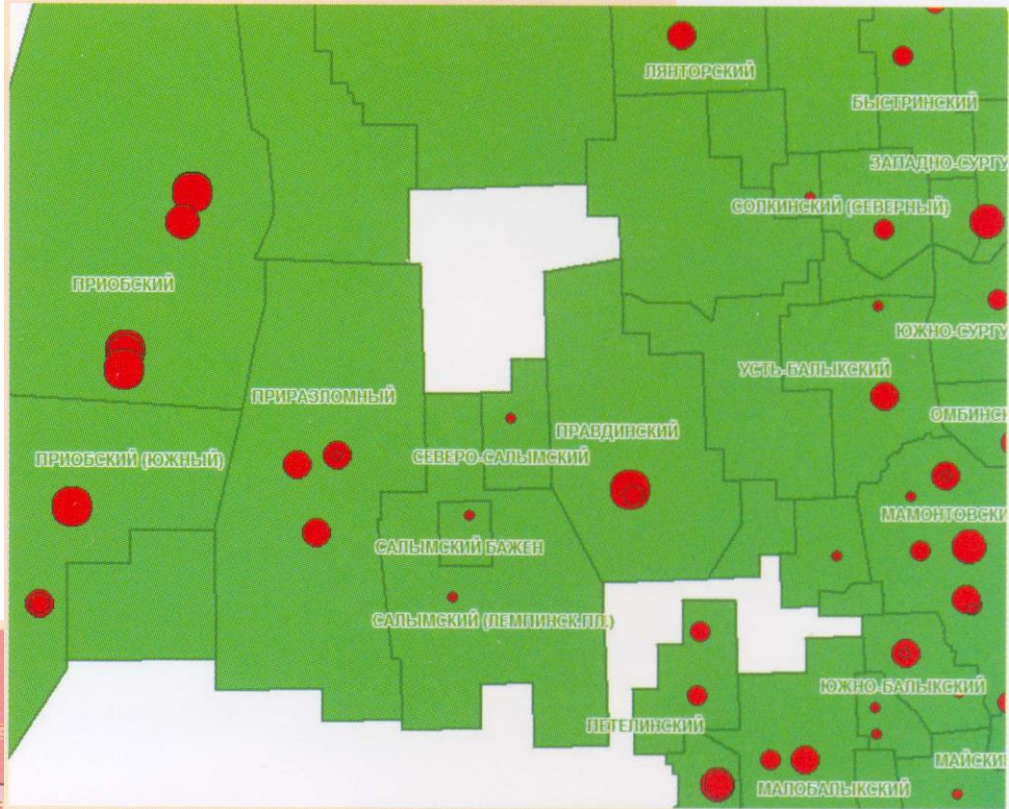


Аэрокосмос 13\_Мониторинг\_  
Милосердова Л.В.2022





# Инвентаризация факельных установок по сжиганию попутного нефтяного газа, мониторинг объемов сжигаемого газа

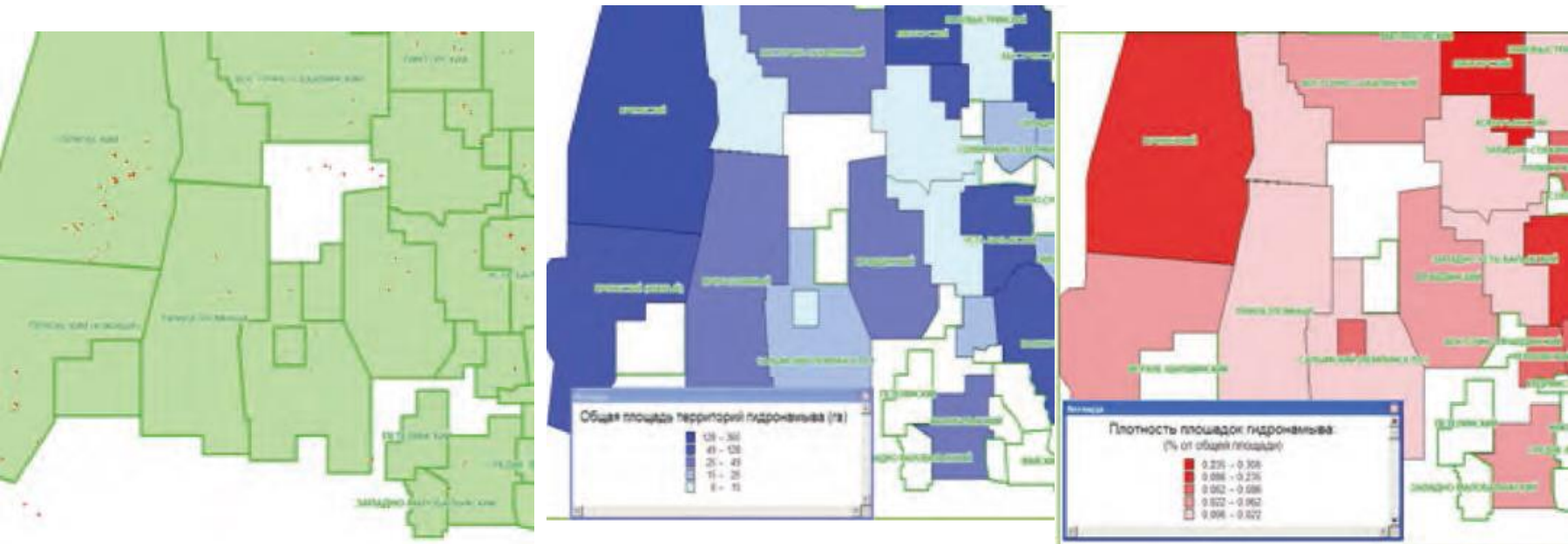


Количество факелов на участке:

- 12 – 12 (1)
- 5 – 12 (2)
- 3 – 5 (3)
- 2 – 3 (7)
- 1 – 2 (11)

мониторинг\_  
В.2022

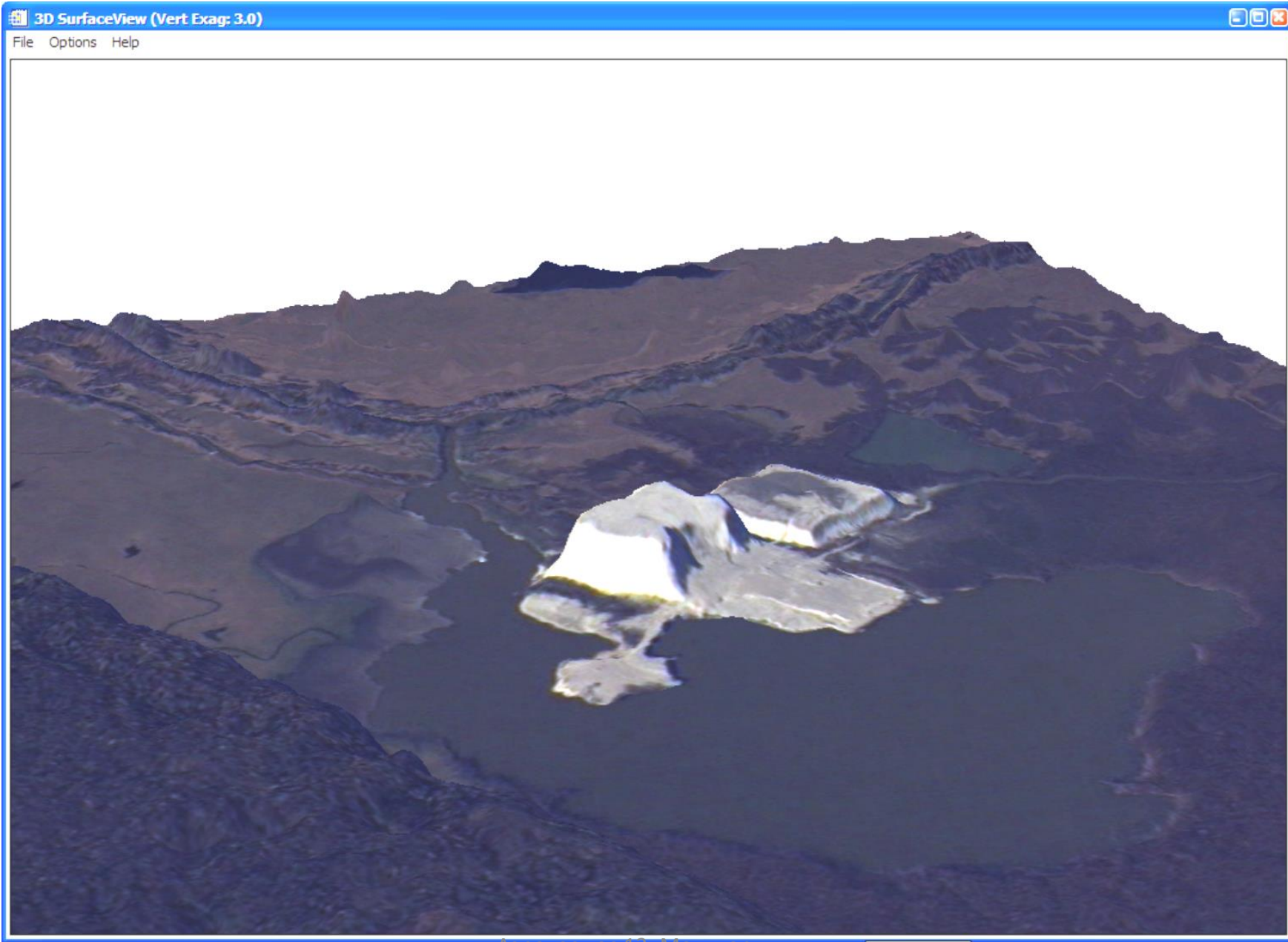
**Инвентаризация мест добычи общераспространенных полезных ископаемых, мониторинг объемов извлечения, состояния площадей добычи в связи с обеспечением промышленной и экологической безопасности.**

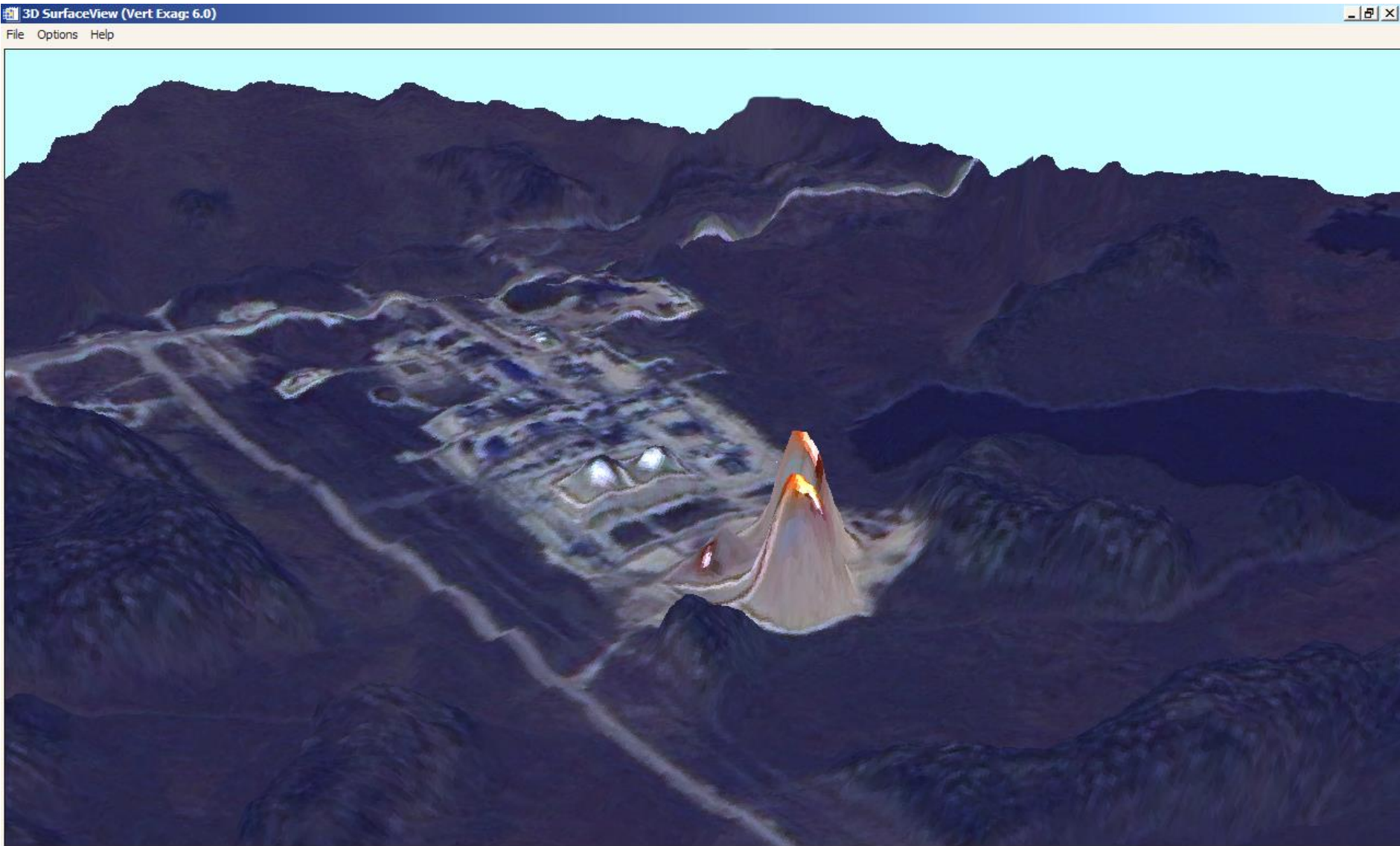


*Количество, площадь и плотность гидронамывных карьеров по лицензионным участкам*

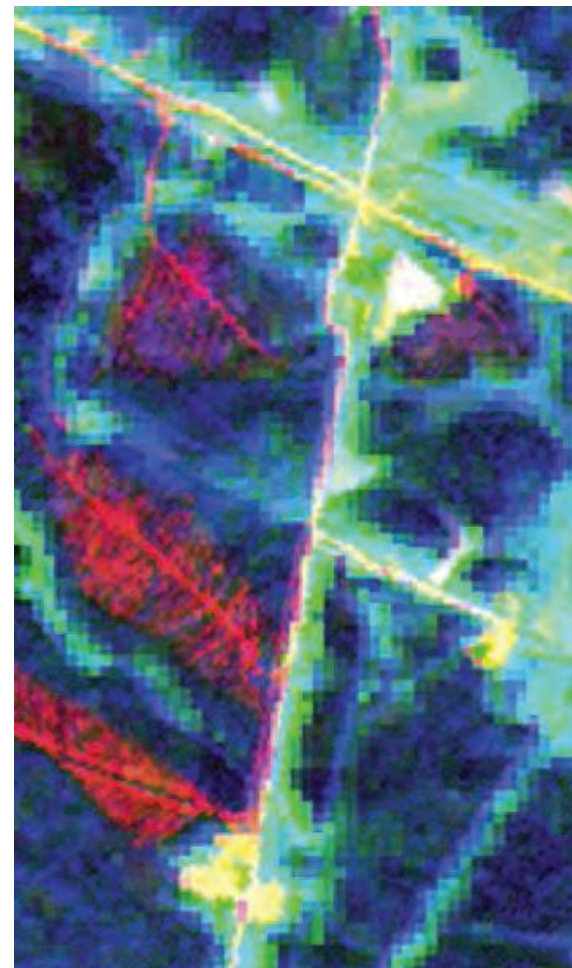
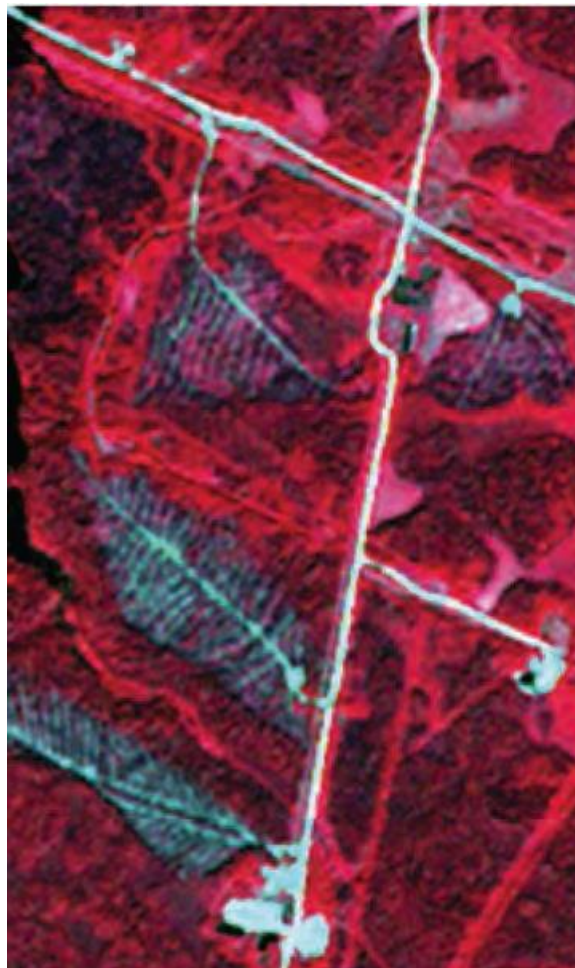
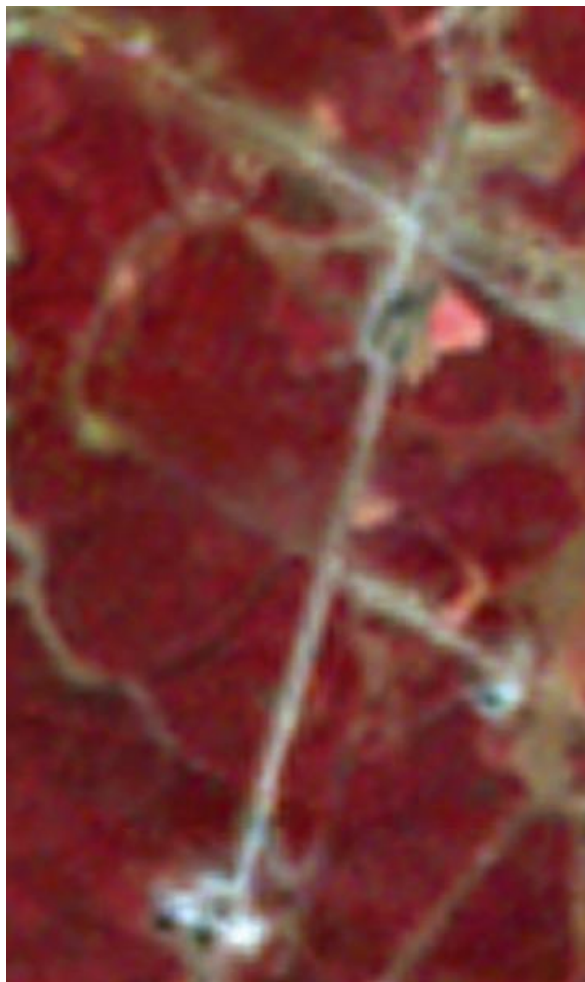
# Инвентаризация мест добычи общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ), мониторинг объемов извлечения, состояния площадей добычи ОПИ на предмет обеспечения промышленной и экологической безопасности

Наименование	ALOS-PANSHARP	ALOS-AVNIR-2 (синтез БИК-К-3)
Крупные штабелы гидронамыва на протоке Горной (Приобский участок)		
Штабелы в пределах крупной площадки гидронамыва на Иртыше (Приобский участок)		

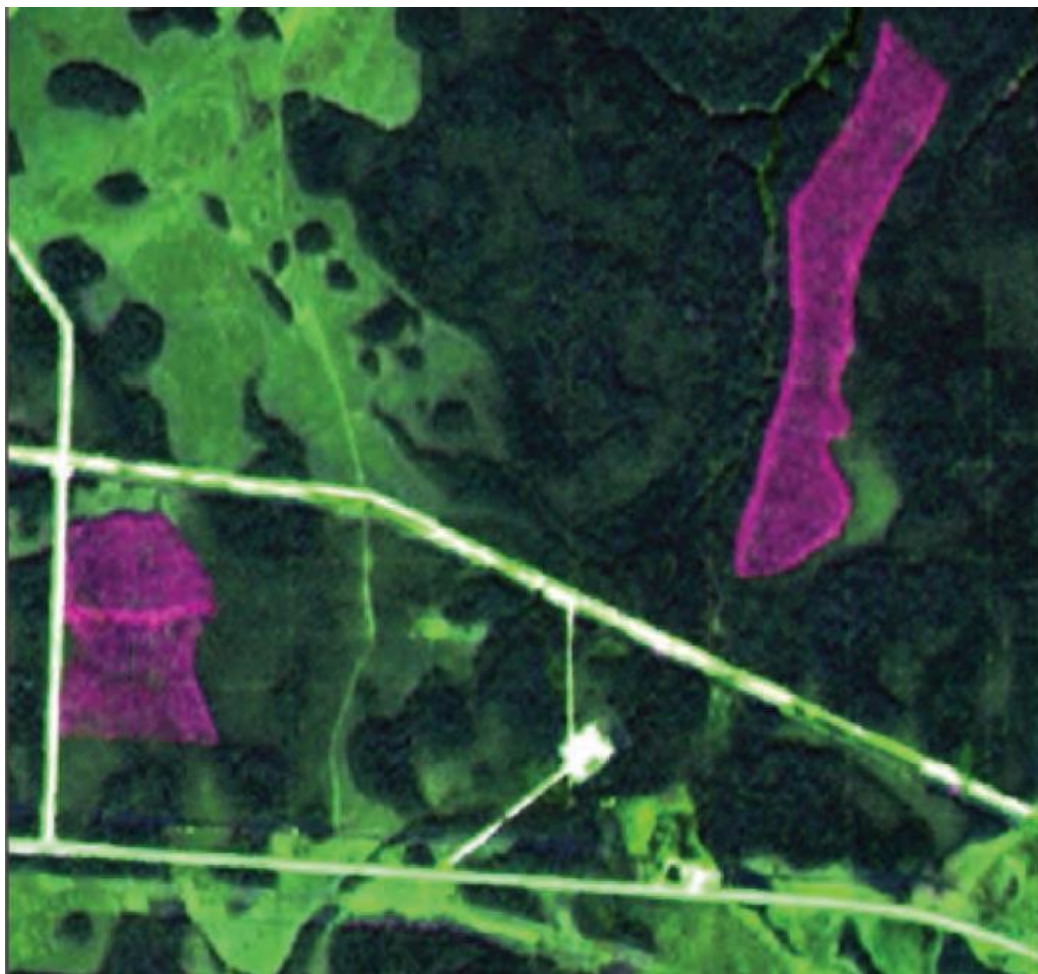




**Выявление и контроль дополнительной промышленной активности на месторождении — прокладка ЛЭП, выборочные и сплошные рубки леса, контроль за состоянием просек, деятельностью субподрядчиков**



*Автоматизированное выявление вырубок, появившихся на лицензионном участке с 2009 по 2011 г. (выделены красным цветом)*

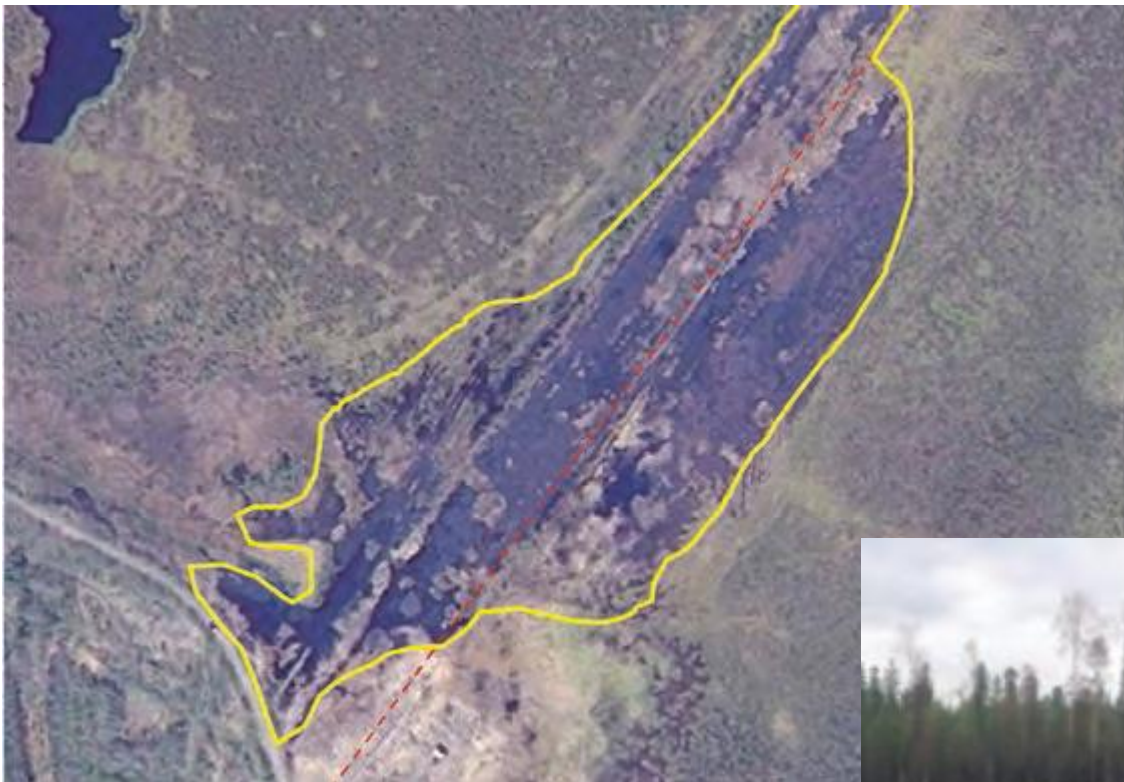


*Два участка появившихся сплошных рубок леса, мультивременной композит снимков RapidEye*



***Участок сплошной рубки леса (2004, 2008, 2010 г.) — наглядно виден процесс восстановления растительности, в том числе зарастание просеки коридора коммуникаций***

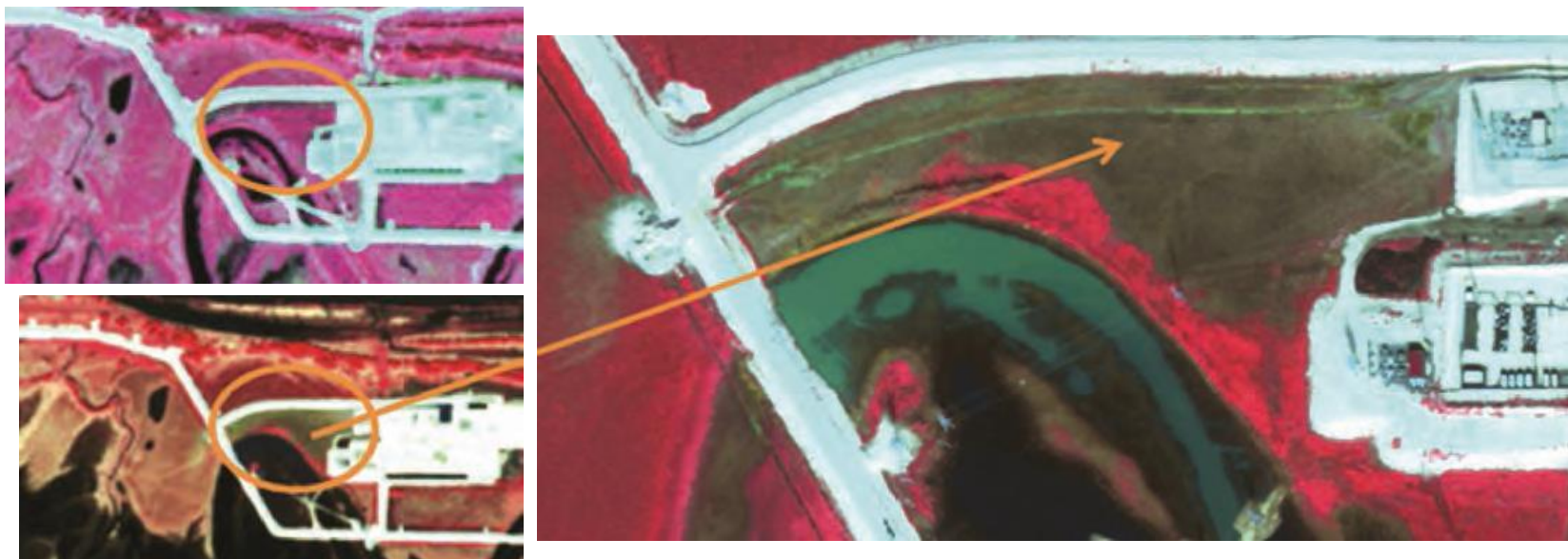
# ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ АВАРИЙНЫХ НЕФТЕРАЗЛИВОВ.



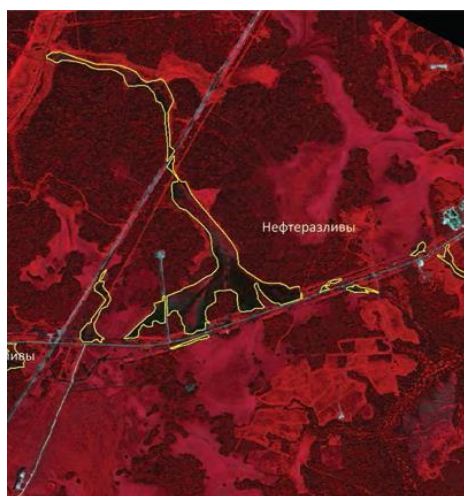
*Нефтяной разлив, возникший в результате прорыва внутрипромыслового нефтепровода*







*Пример выявления нефтезагрязненного участка на снимках с различным пространственным разрешением (5 м — слева, 0,5 м — справа)*



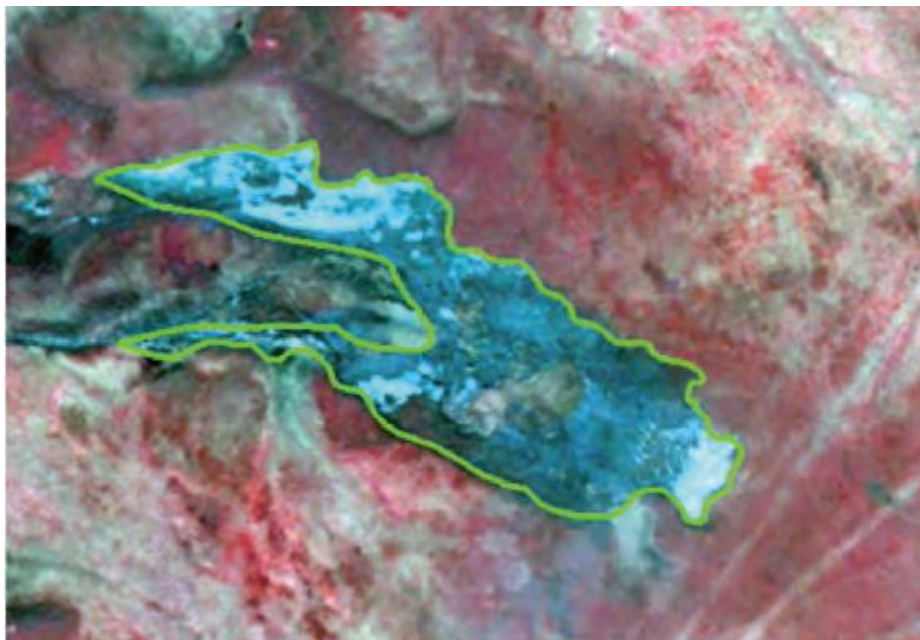
**Итоги  
автоматизированного  
выявления  
нефтеразливов (слева),  
и полевая заверка  
результатов  
дешифрирования  
(справа)**



***Пример успешной рекультивации нефтезагрязненных участков (слева — аэровизуальное обследование, 2005 г., справа — космический снимок, 2010 г.)***

## МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Выявление и мониторинг участков проявлений опасных эрозионных и криоэрозионных процессов (овражная эрозия, термокарст, просадки, оползни, сплывы, выбросы газа и др.)

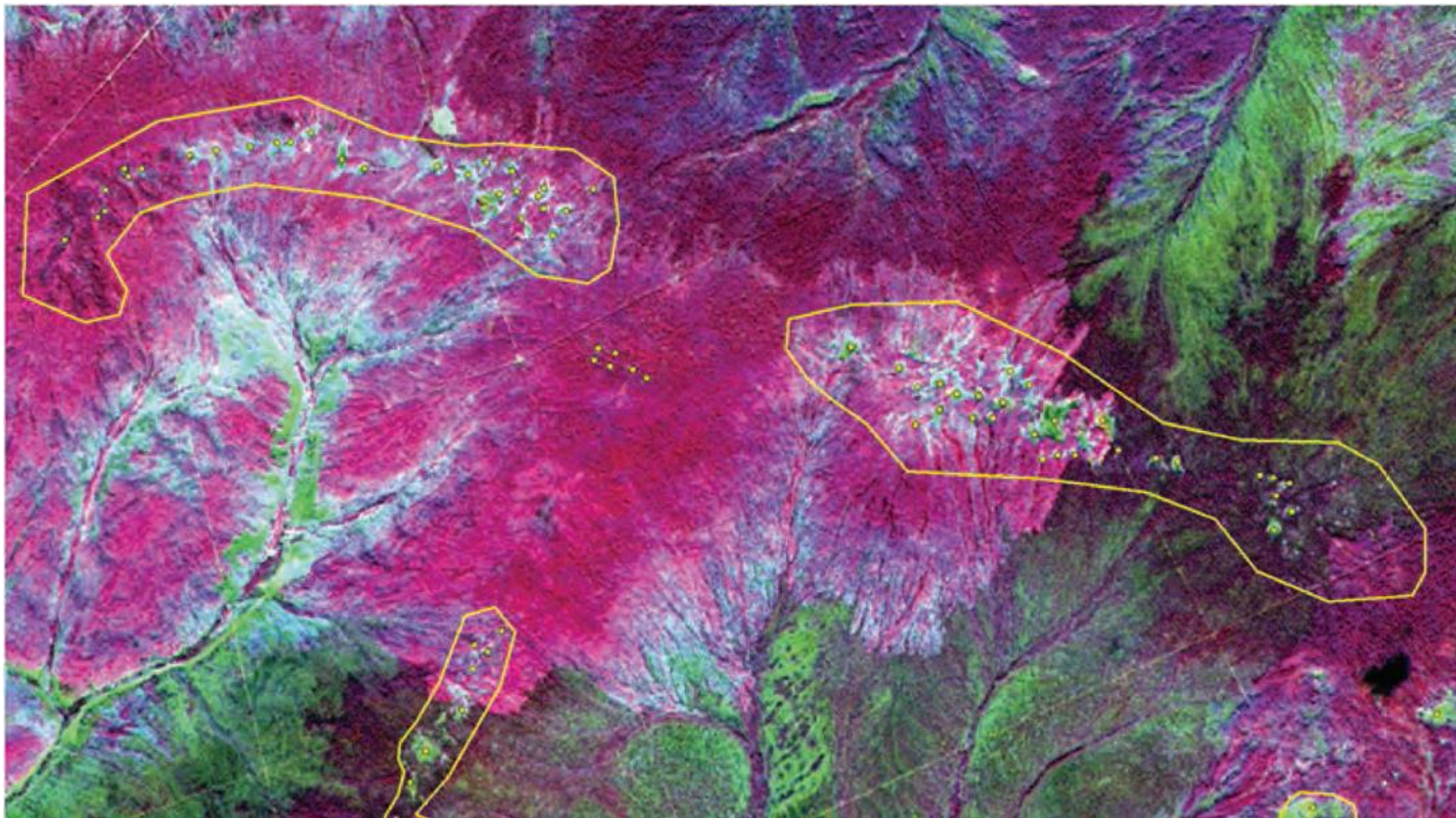


*Современный (не позднее 2007 г.) криогенный оползень скольжения, п-ов Ямал. Снимок WorldView-2, инфракрасный синтез, разрешение – 0,5 м (слева). Кадр аэровизуального обследования, 2014 г. (справа)*

# Оценка последствий поверхностных газопроявлений, в том числе взрывов ледяного ядра бугров пучения



*Слева — воронка газового выброса в нижнем течении р. Енисей (снимок QuickBird, 19.07.2013 г.), справа — воронка газового выброса на п-ове Ямал (фото пресс-службы Правительства ЯНАО, 2014 г.)*

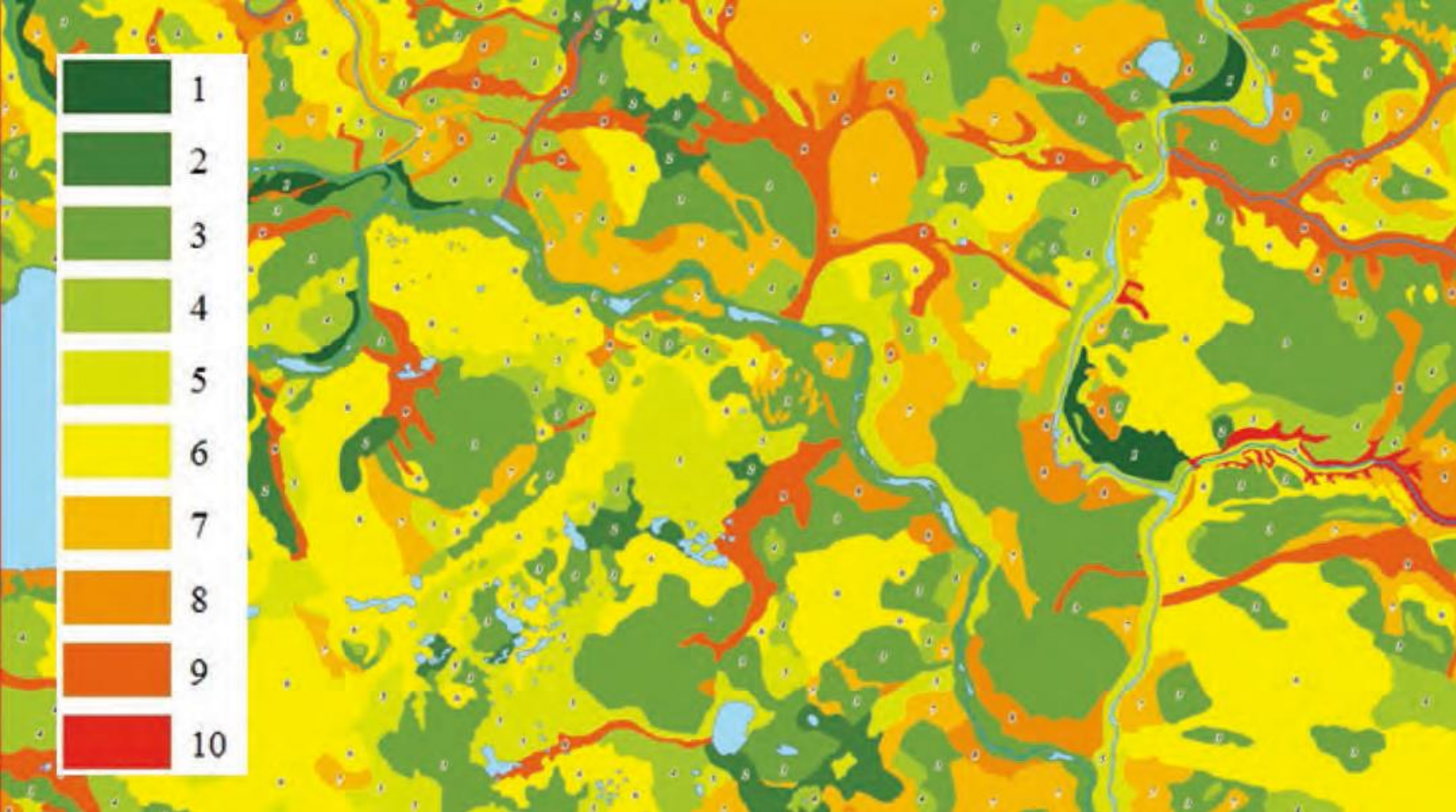


*Картографирование термокарстовых просядок и зон активного развития термокарста*

# Комплексный анализ эрозионных процессов и составление карт эрозионной опасности территории месторождений



**Карта преобладающих типов эрозии**



***Итоговая интегральная карта эрозионной опасности (по степени возрастания от 1 до 10)***

# ВЫЯВЛЕНИЕ И МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПЛОЩАДОК ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН, ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

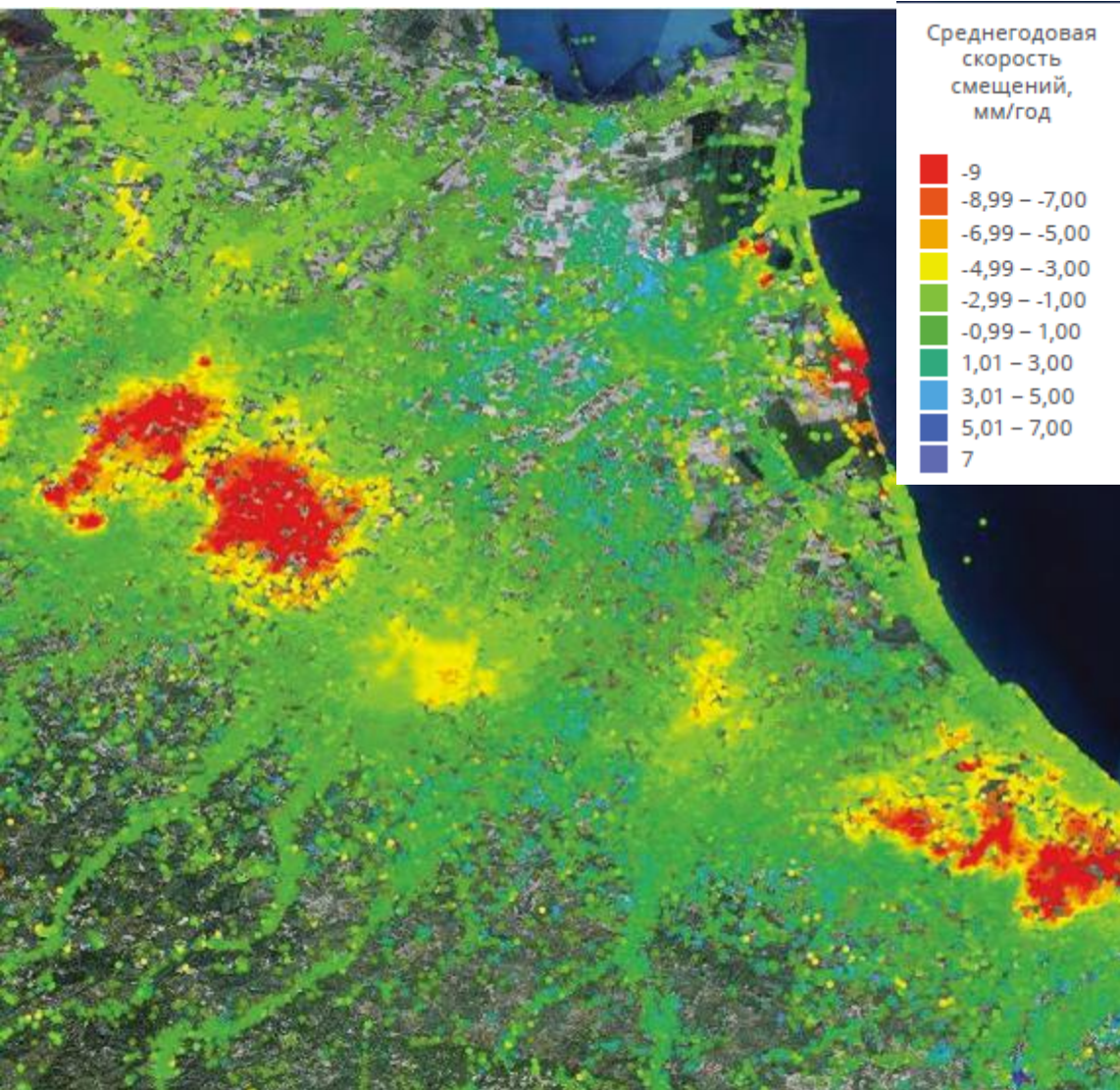


*Оценка состояния  
площадки  
разведочной  
скважины,  
определение объема  
загрязнения и вида  
необходимой  
рекультивации*



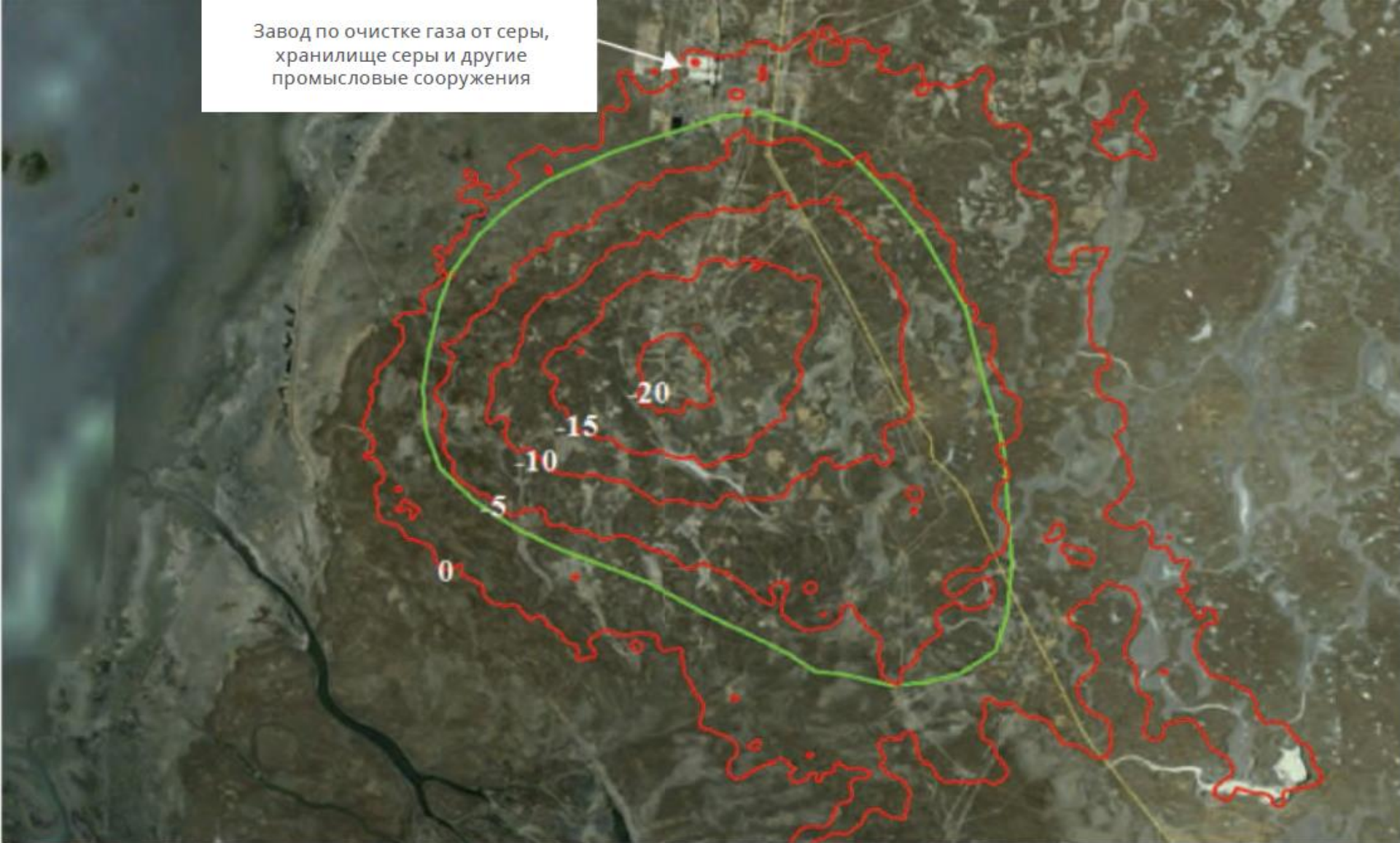


# КОСМИЧЕСКИЙ РАДАРНЫЙ МОНИТОРИНГ СМЕЩЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА НЕФТЕГАЗОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ



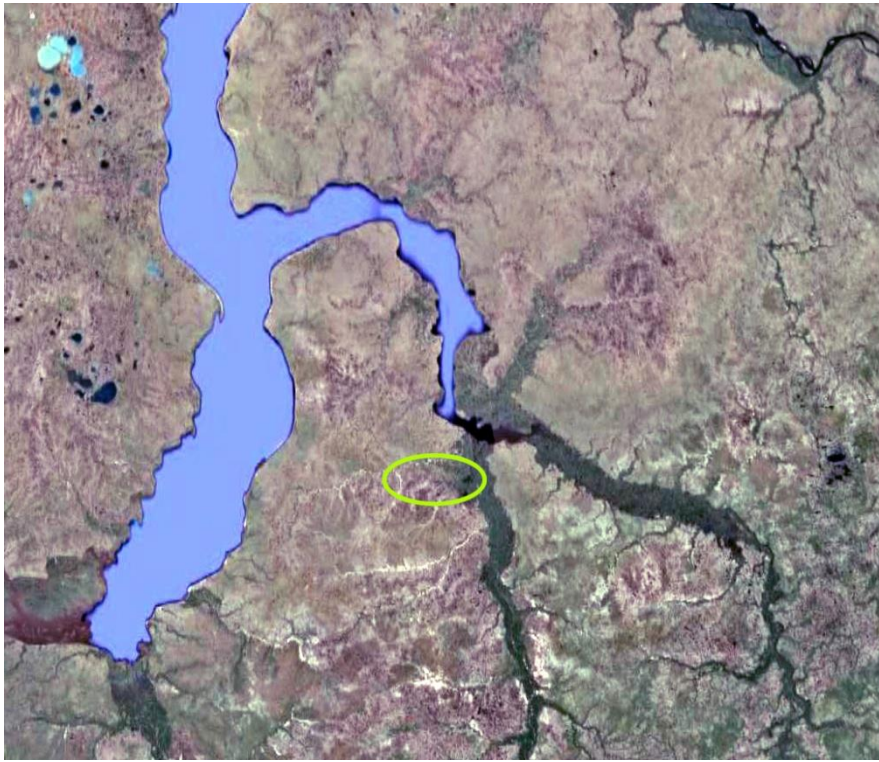
Пример карты смещений земной поверхности в районе газового месторождения и месторождения грунтовых вод. Размер – 40x40 км

Завод по очистке газа от серы,  
хранилище серы и другие  
промысловые сооружения



*Карта изолиний среднегодовой скорости оседания земной поверхности на территорию нефтяного месторождения (изолинии проведены через 5 мм/год), наложенная на оптический снимок. Зеленой линией контур нефтяного месторождения.*

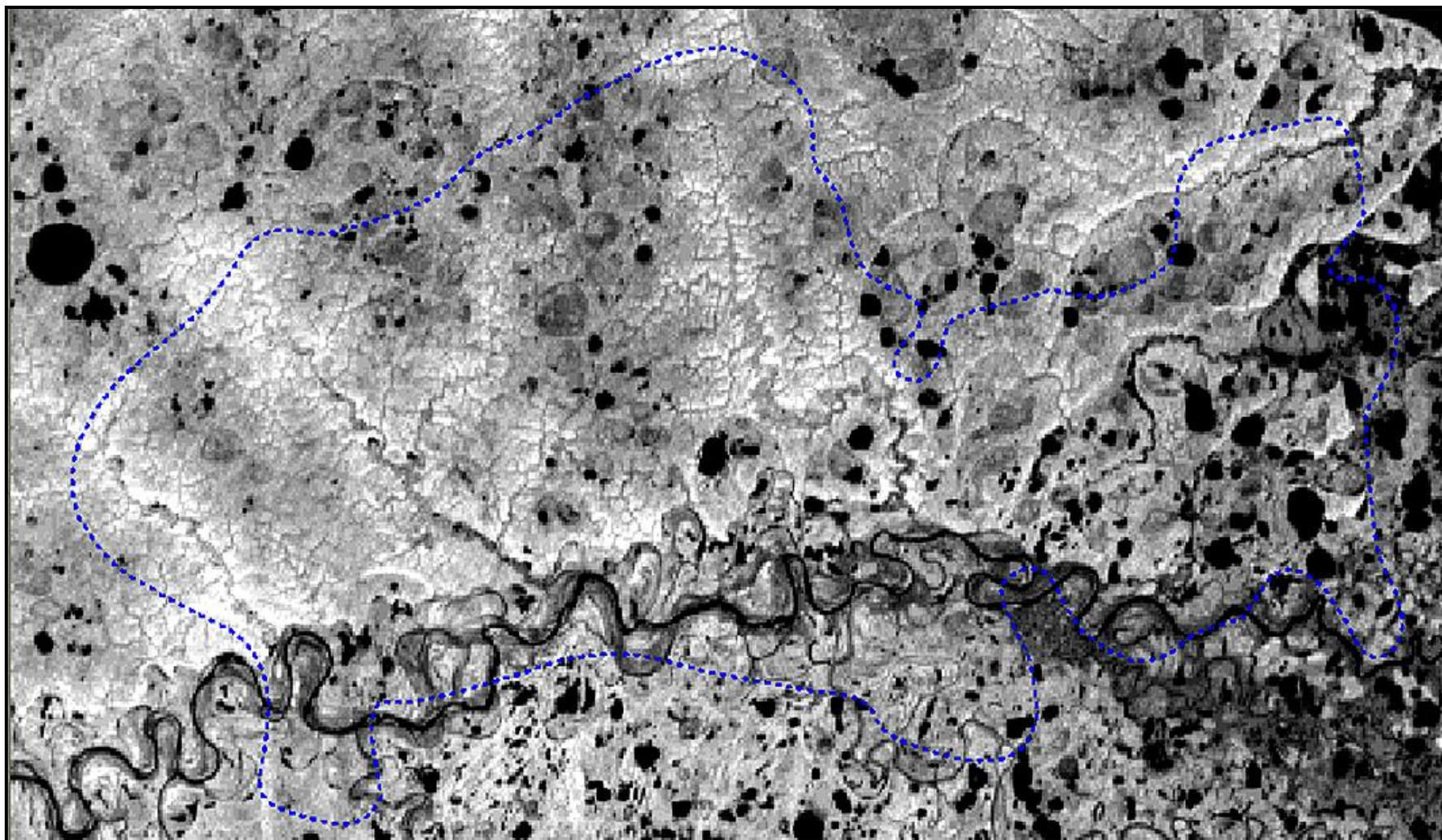
# Изучение экологических последствий разработки месторождения космическими методами (просадки) на примере Северо-Уренгойского месторождения



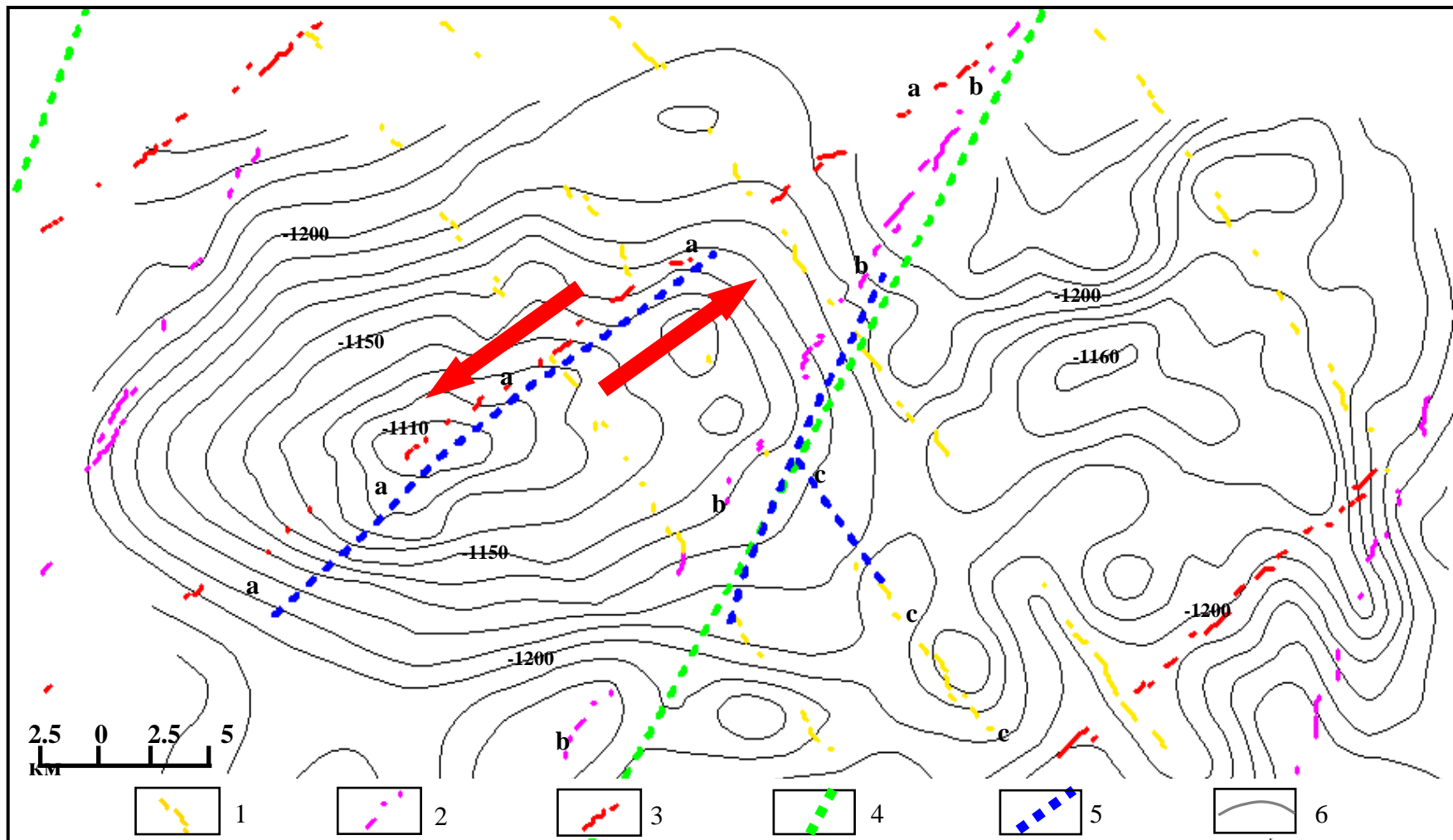
- Анализ влияния тектонических и современных геодинамических факторов на темпы внедрения подошвенных и законтурных пластовых вод в сеноманскую залежь месторождения

- Картирование разноранговых линеаментов, рассматриваемых как проекции глубинных разломов на земную поверхность различного простираения – для определения наиболее подвижных (критических) зон
- *Выяснение характера и степени современной геодинамической активности выявленных линеаментов на основе моделирования региональной и локальной геодинамической обстановки*
- Космический мониторинг (как ретроспективный, так и в реальном времени) геодинамической активности участка исследований (с учётом техногенной составляющей, возникшей вследствие разработки месторождения)

**Северо-Уренгойское месторождение. Космическое изображение  
в тепловом диапазоне электромагнитного спектра,  
полученное с ИСЗ Landsat-7 сенсором ETM+ 07.08.1999,  
совмещённое с контуром газоносности сеноманской залежи**



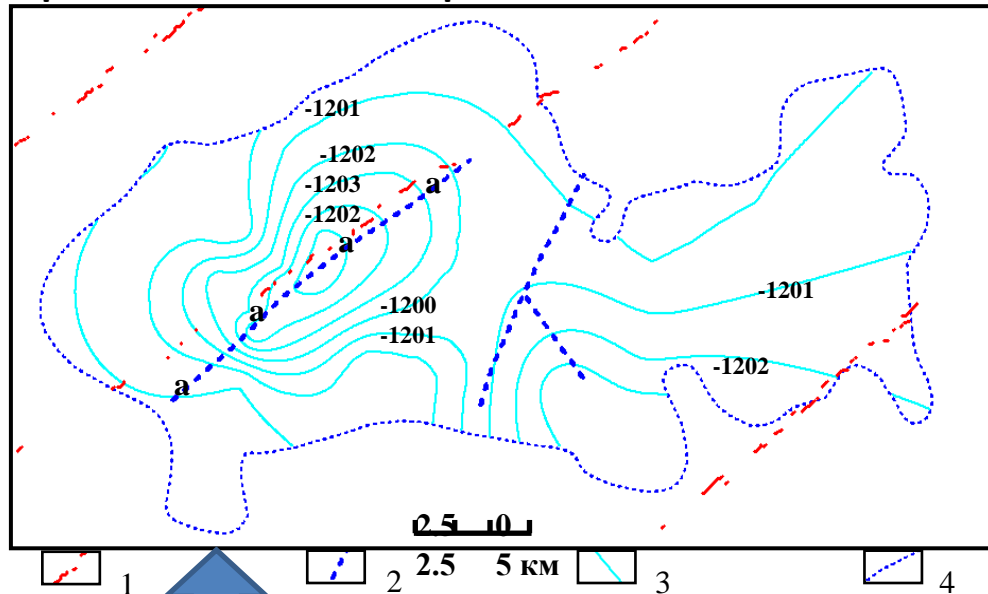
# Северо-Уренгойское месторождение. Карта линейментов и структурная карта.



Северо-Уренгойское месторождение. Карта линейментов северо-западного (1), северо-северо-восточного (2) и северо-восточного (3) простираний, сопоставленная с разломами транс-западно-сибирского направления (4), разломами, установленными в неокме по данным сейсморазведки (5), и изогипсами кровли сеноманских отложений (6)

## Северо-Уренгойское месторождение.

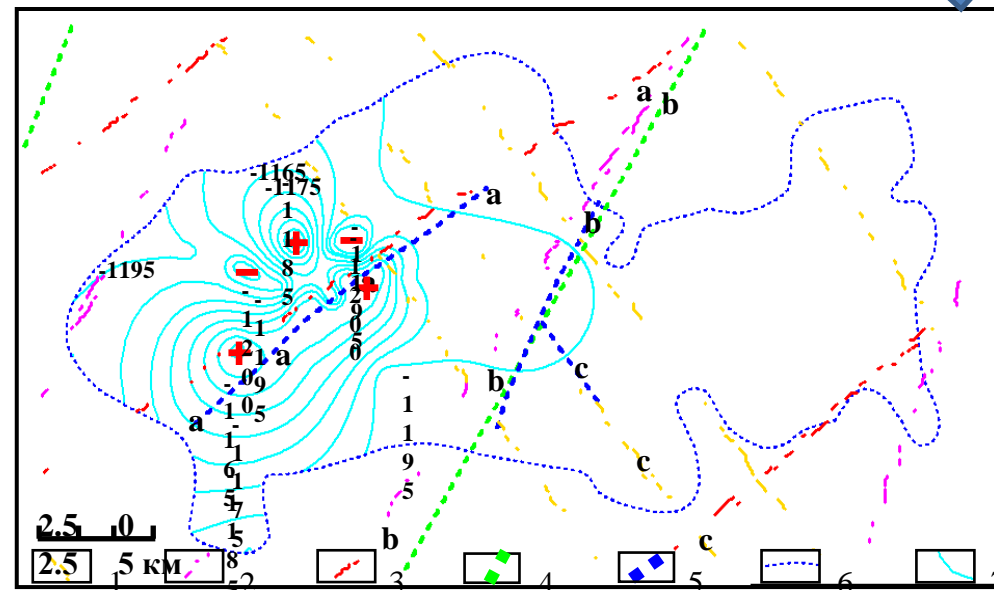
### Карта линейментов и карта начального ГВК



Северо-Уренгойское месторождение. Карта линейментов северо-западного (1), северо-северо-восточного (2) и северо-восточного (3) простираний, сопоставленная с разломами транс-западно-сибирского направления (4), разломами, установленными в неокме по данным сейсморазведки (5), контуром газоносности (6) и изолиниями текущего положения ГВК (7) сеноманской залежи.

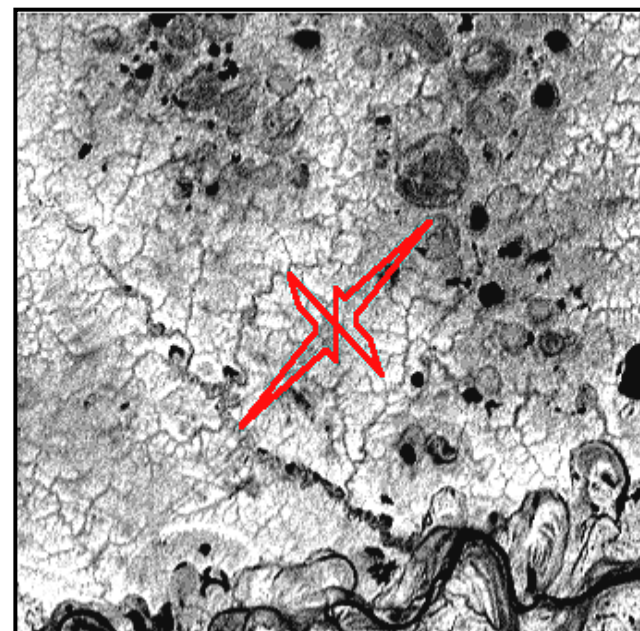
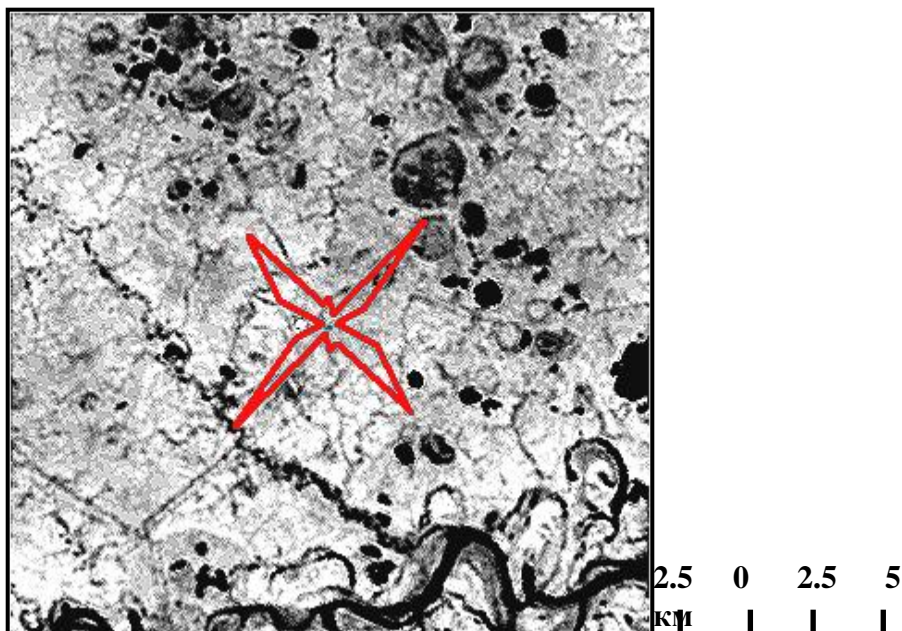
## Северо-Уренгойское месторождение.

Карта линейментов северо-восточного простирания, установленных по результатам линейментного анализа данных космического зондирования (1), и разломов, выявленных в неокме по данным сейсморазведки (2), сопоставленная с изолиниями начального положения ГВК (3) и контуром газоносности (4) сеноманской залежи.



### Северо-Уренгойское месторождение. Карта линейментов и карта текущего ГВК.

Северо-Уренгойское месторождение.  
Техногенная активизация разломов.



Западный купол Северо-Уренгойского месторождения.  
Роза-диаграмма линеаментов, рассчитанная для всех  
простираций (0-180°) по космическому изображению,  
полученному с ИСЗ Landsat-5 сенсором ТМ 04.07.1987.

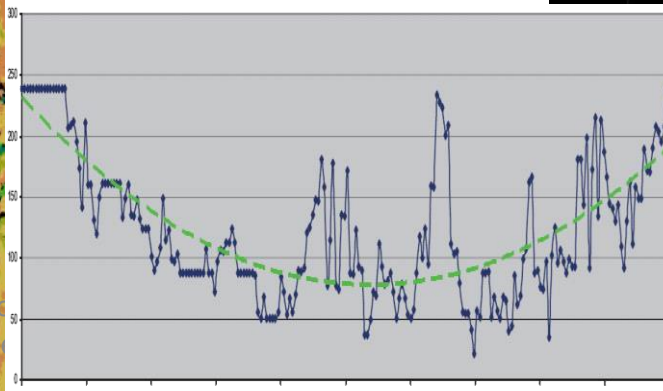
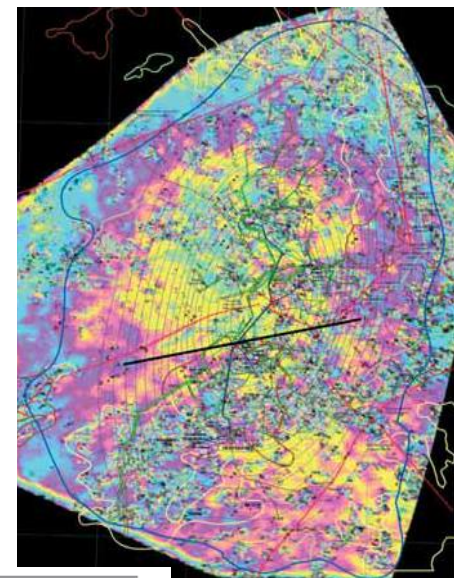
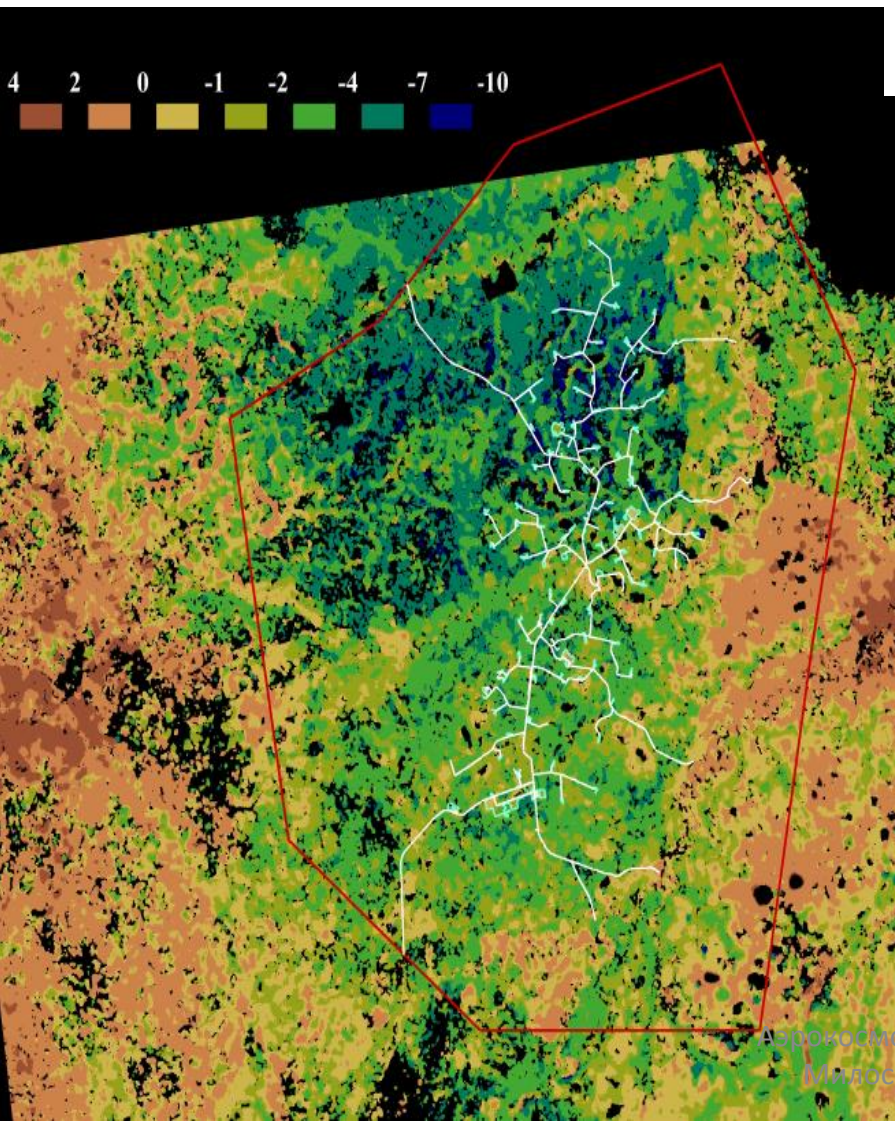
Западный купол Северо-Уренгойского месторождения.  
Роза-диаграмма линеаментов, рассчитанная для всех  
простираций (0-180°) по космическому изображению,  
полученному с ИСЗ Landsat-7 сенсором ЕТМ+ 07.08.1999.

**Сравнение роз-диаграмм линеаментов для двух разновременных  
космических изображений района Западного купола Северо-  
Уренгойского месторождения**

# ПРИМЕР ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ СМЕЩЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

## МОНИТОРИНГ СМЕЩЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (Уренгойское месторождение)

Радиолокационные данные совместно с данными GPS/ГЛОНАСС датчиков высокоэффективны **для мониторинга деформаций в процессе разработки месторождений.**



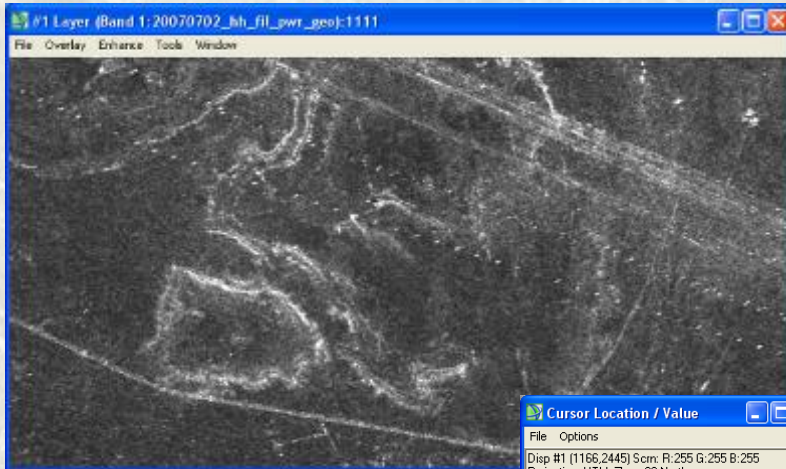


# Основные выводы и рекомендации

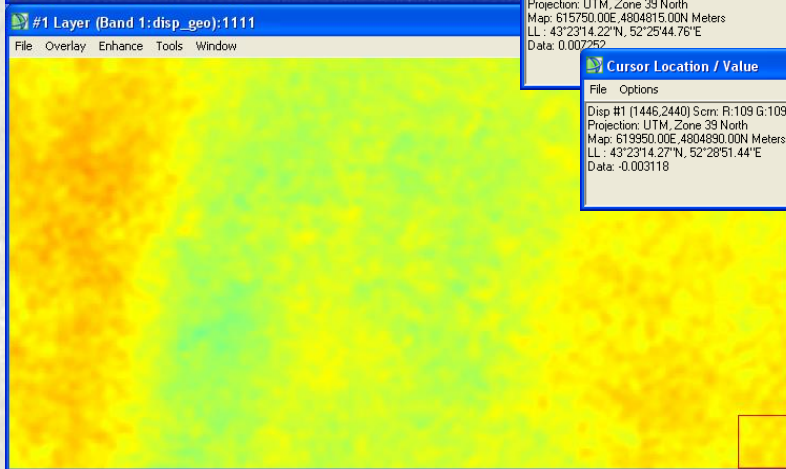
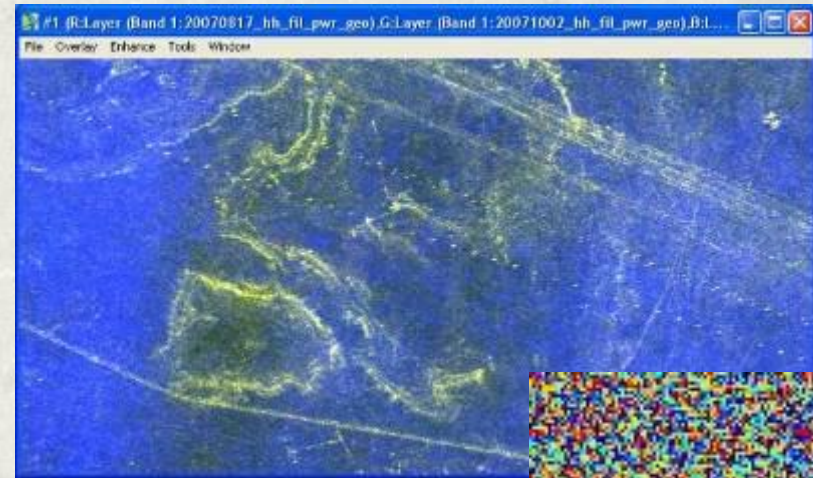
- **Выявлена техногенная активизация тектонических нарушений в результате разработки Северо-Уренгойского месторождения**
- **Предложено внесение закартированных зон разуплотнений в геологическую и математическую модели сеноманской залежи Северо-Уренгойского месторождения (путём ввода повышающего коэффициента для вертикальной проницаемости внутри участков разуплотнений)**
- **Установлена необходимость проведения регулярного космического мониторинга активности современных геодинамических, криогенных и техногенных процессов**

# Выявление просадок грунта в районах со сложными геологическими условиями

На снимке: ряд ЛЭП и трубопроводов



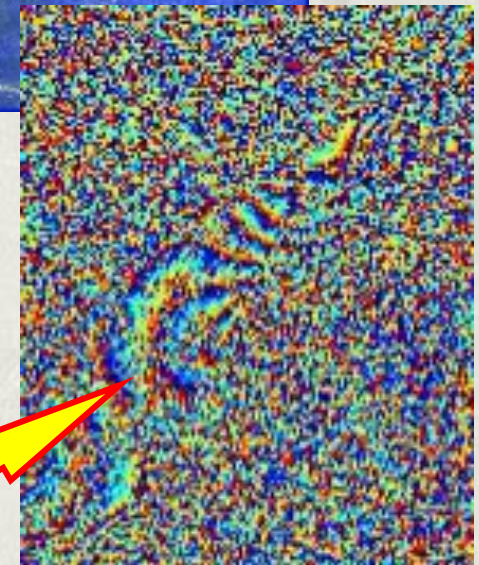
композитное изображение



Cursor Location / Value  
File Options  
Disp #1 (1166,2445) Scm: R:255 G:255 B:255  
Projection: UTM, Zone 39 North  
Map: 615750.00E, 4804815.00N Meters  
LL: 43°23'14.22"N, 52°25'44.76"E  
Data: 0.002252

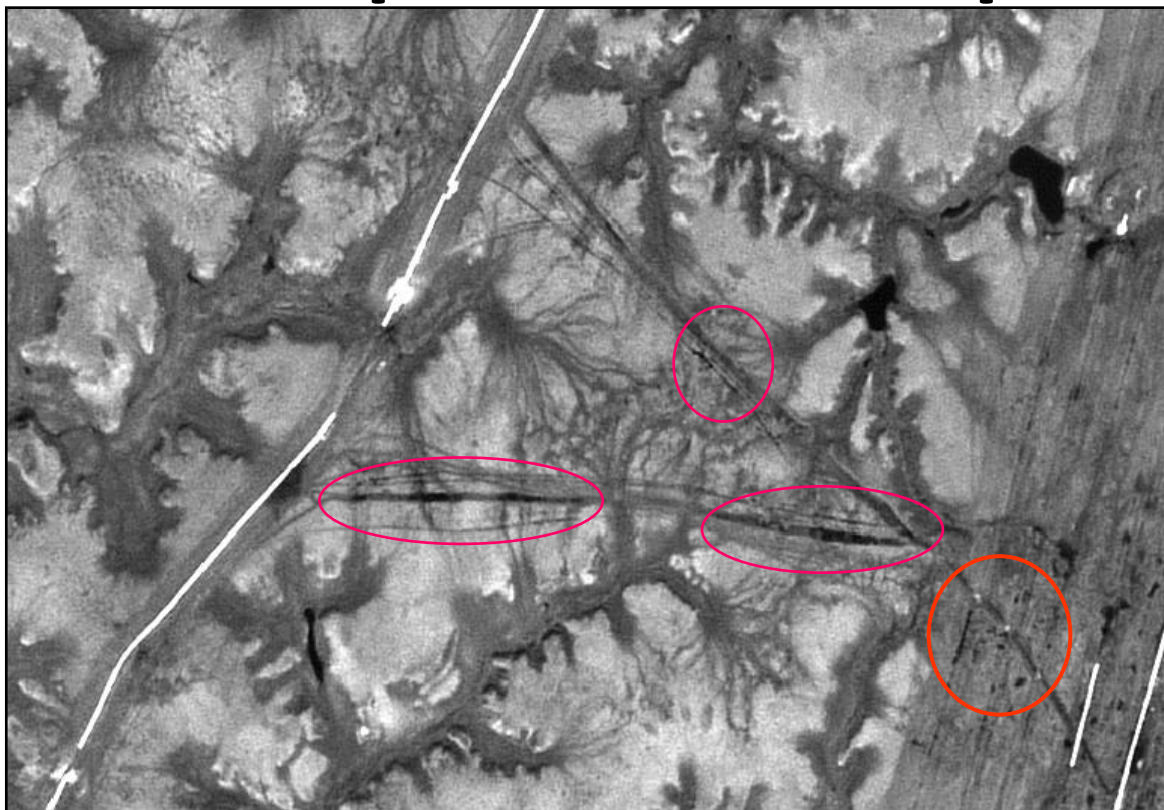
Cursor Location / Value  
File Options  
Disp #1 (1446,2440) Scm: R:109 G:109 B:109  
Projection: UTM, Zone 39 North  
Map: 619950.00E, 4804890.00N Meters  
LL: 43°23'14.27"N, 52°28'51.44"E  
Data: -0.003118

Карта верт. смещений: в среднем +7 мм за год





отображение склоновых процессов на интерферограмме

# Изменение экосистемы под действием антропогенных факторов

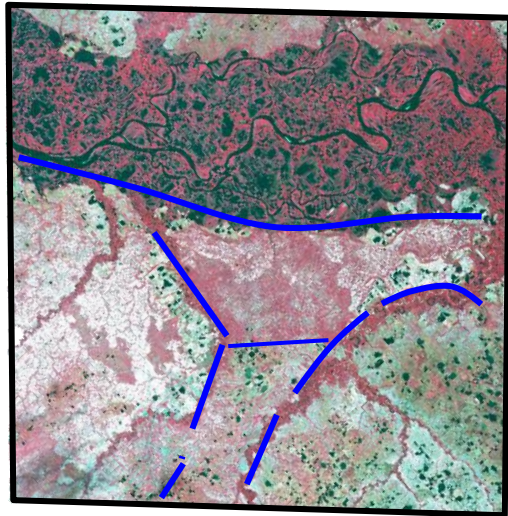


Проезд транспортных средств вне обустроенной дорожной сети приводит к сильному изменению почвенно-грунтового слоя, угнетению растительности и заболачиванию, подтоплению и разрушению трубопровода

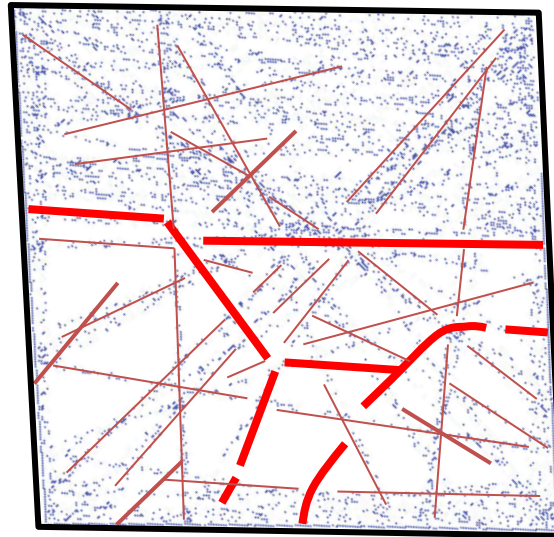
Фрагмент космического изображения SPOT-5, разрешение 2,5 м

-  - участки «грунтовых» дорог интенсивно обводненные и с открытым зеркалом воды
-  - разрушение обваловки и всплытие трубопроводов из-за движения транспортных средств вне обустроенных дорог

# Автоматизированный линеаментный анализ

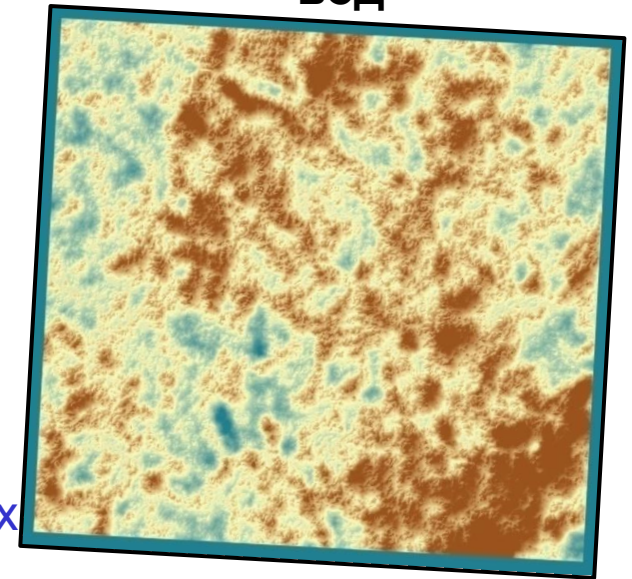


5 км



Границы неотектонических  
блоков

Узлы пересечения  
линеаментов (трещин) –  
места повышенной  
активности грунтовых  
вод



Карта плотности  
линеаментов

# Загрязнение акваторий при морской нефтедобыче

(Балтика)



**Национальный парк «Куршская коса» является природно-культурным наследием ЮНЕСКО**

# Занесение пятен в базу данных

sum\_2007\_cut - ArcMap - ArcInfo

File Edit View Insert Selection Tools Window Help

Layer: D-6

Editor: Create New Feature

Attributes of 16\_02\_2007

FID	Shape	II	Time	II part	Area km2	EEZ	Date	Sat	Width k	Confidence	Length km	Source	Comments	II skvoz
0	Polygon	12	16:11	1	8.34	Russia	16.02.2007	Radarsat-1	0.83	1	9.51		Strong contrast, sharp edges, irregular	224

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 1 Selected) Options

Layers

- D-6
- 16\_02\_2007
- 2007\_all\_area
- oil\_cut\_2007
- oil\_2006\_cut
- all\_2006\_Merge
- EEZ\_plrult\_utm34
- shore
- shore\_cut
- water\_polygon
- islands
- cities
- shore\_cut\_FeatureTc
- ground
- 16\_02\_2007.tif

RGB

- Red: Band\_1
- Green: Band\_2
- Blue: Band\_3

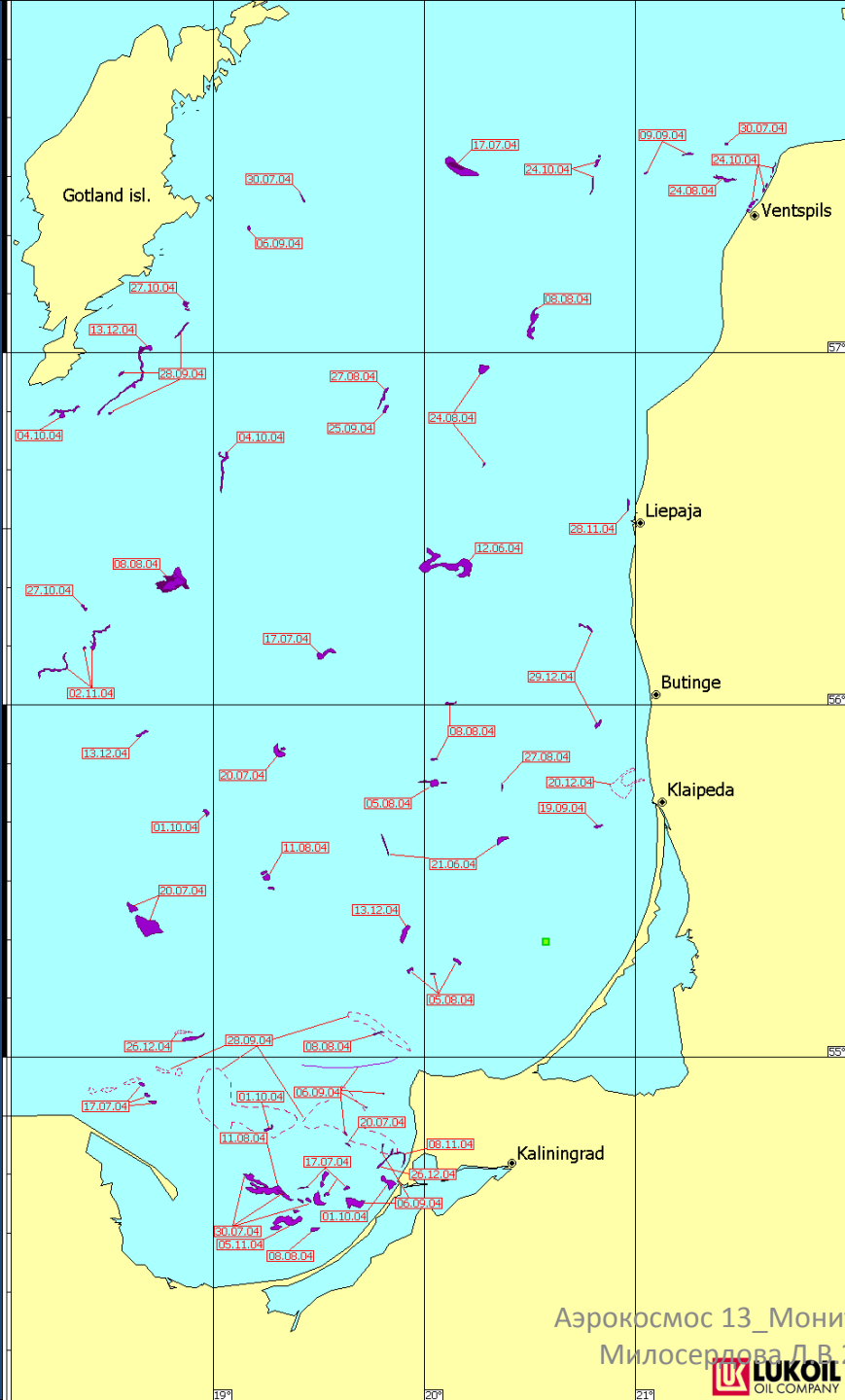
Калининград

Даркесмос 13. Мониторинг  
Милосердова Л.В.2022

485890.837 6073158.512 Meters

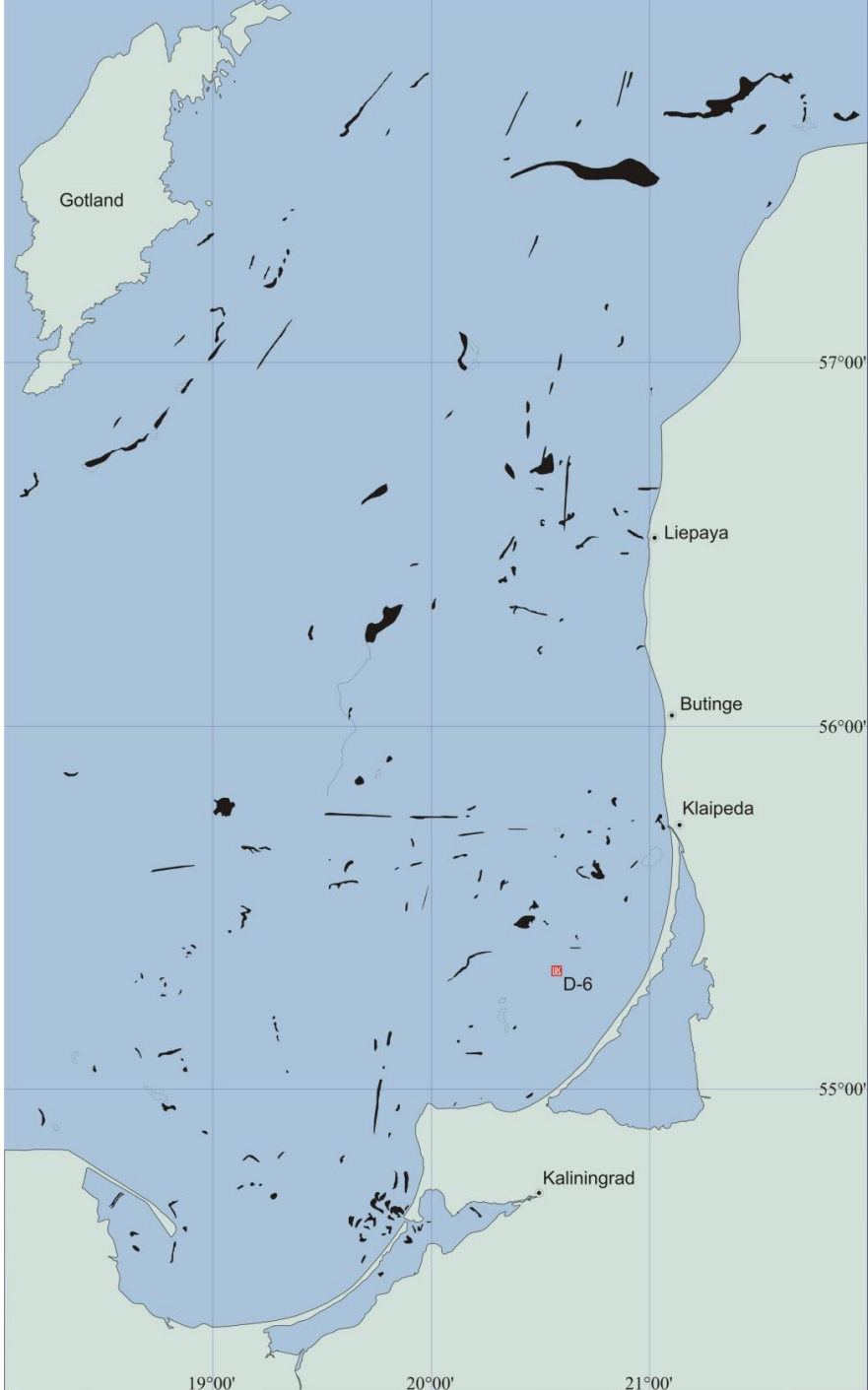
46

12.06.2004 – 31.12.2004



88 спутниковых  
СНИМКОВ

86  
нефтяных  
пятен

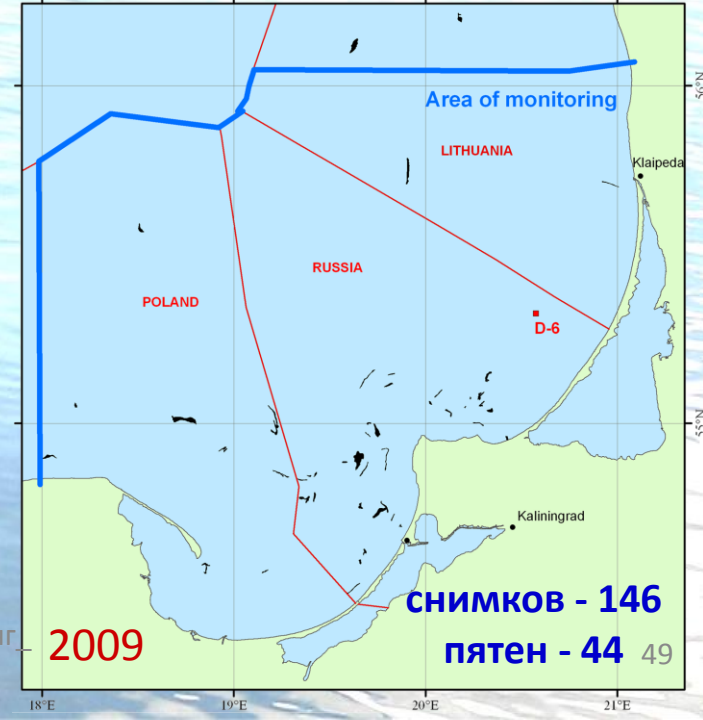
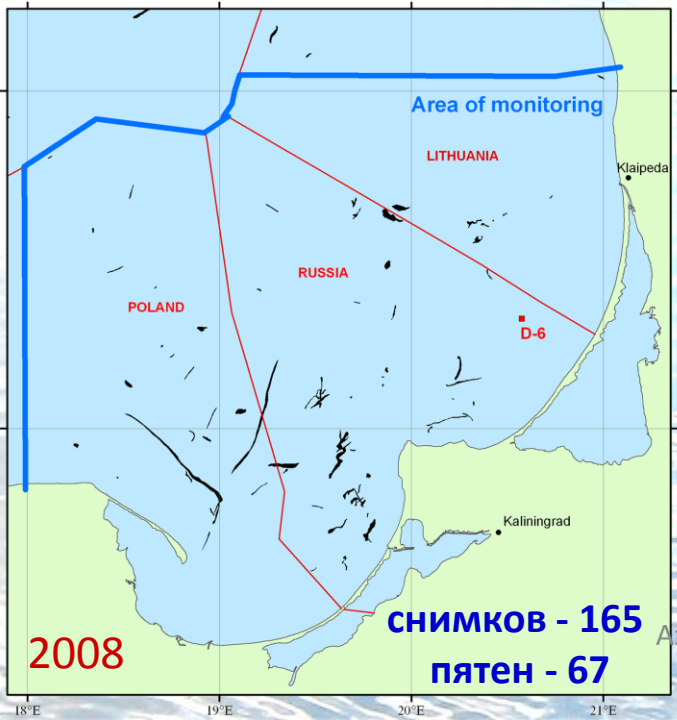
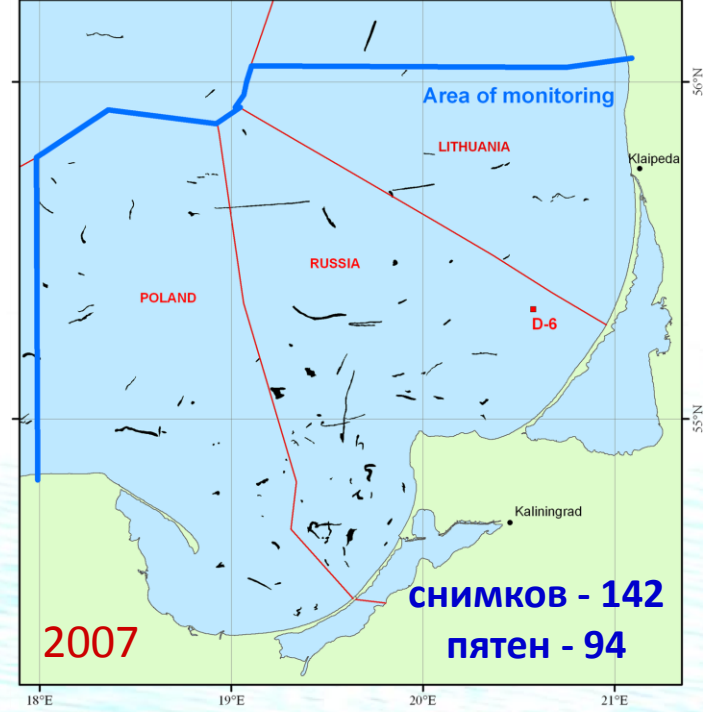
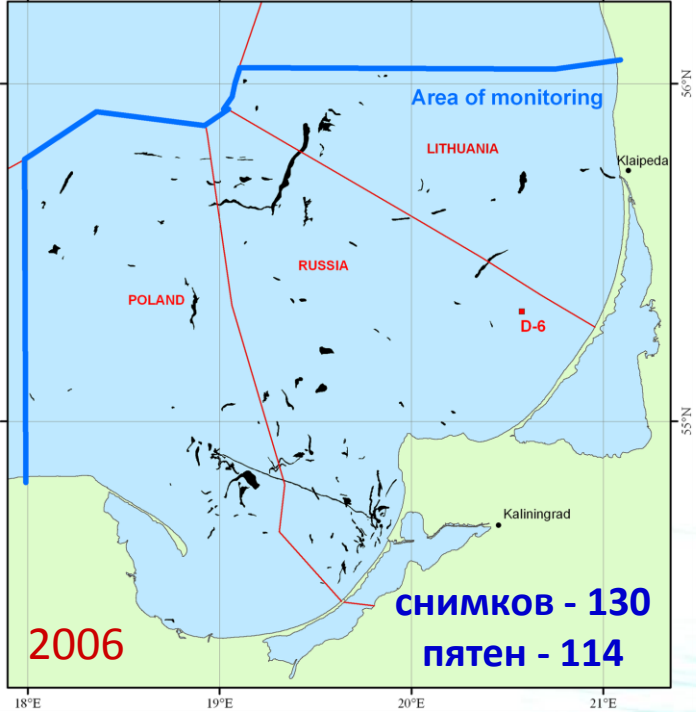


**2005 г.**

**154**  
**СПУТНИКОВЫХ**  
**СНИМКА**

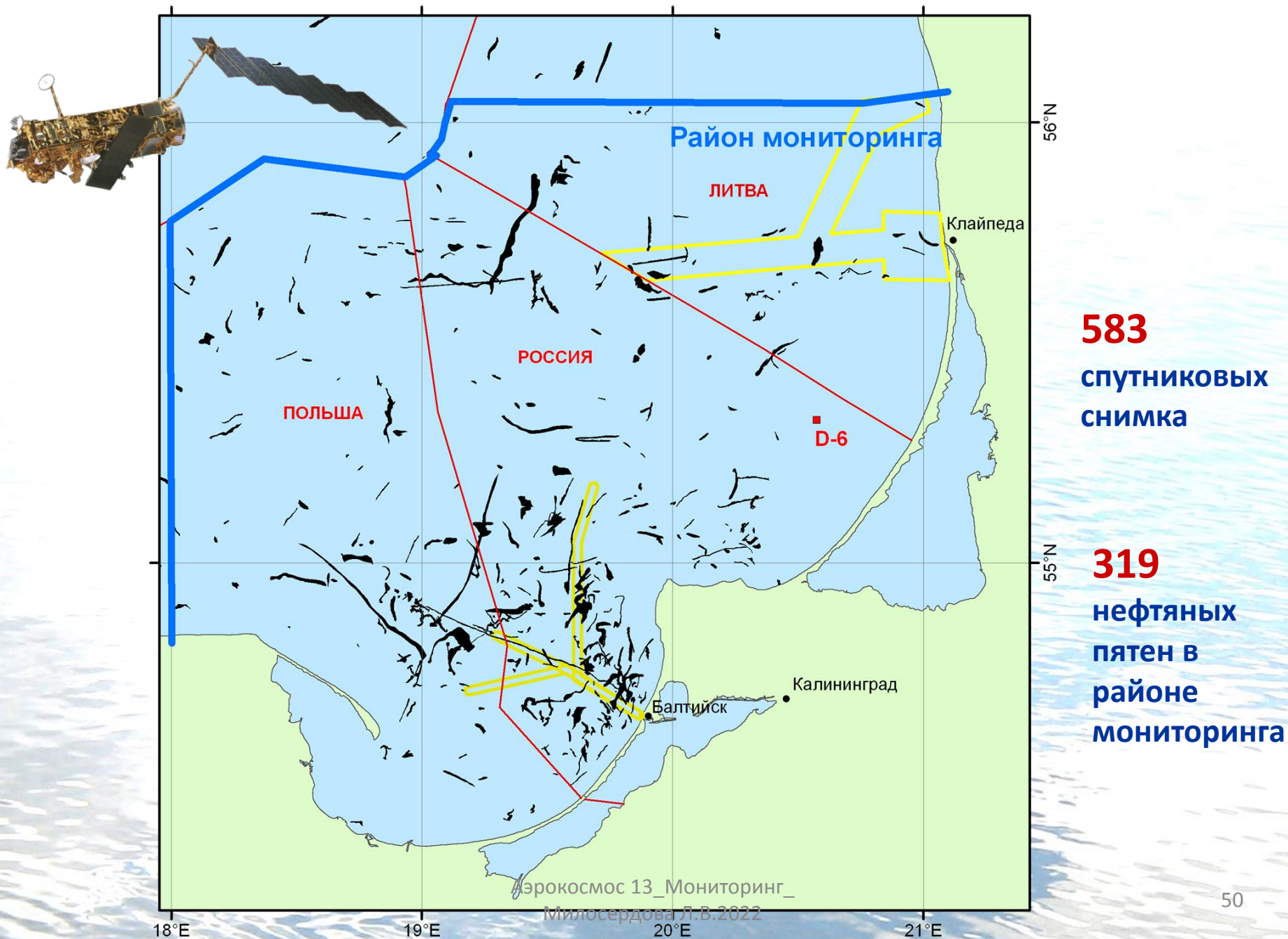
**182**  
**НЕФТЯНЫХ**  
**ПЯТНА**



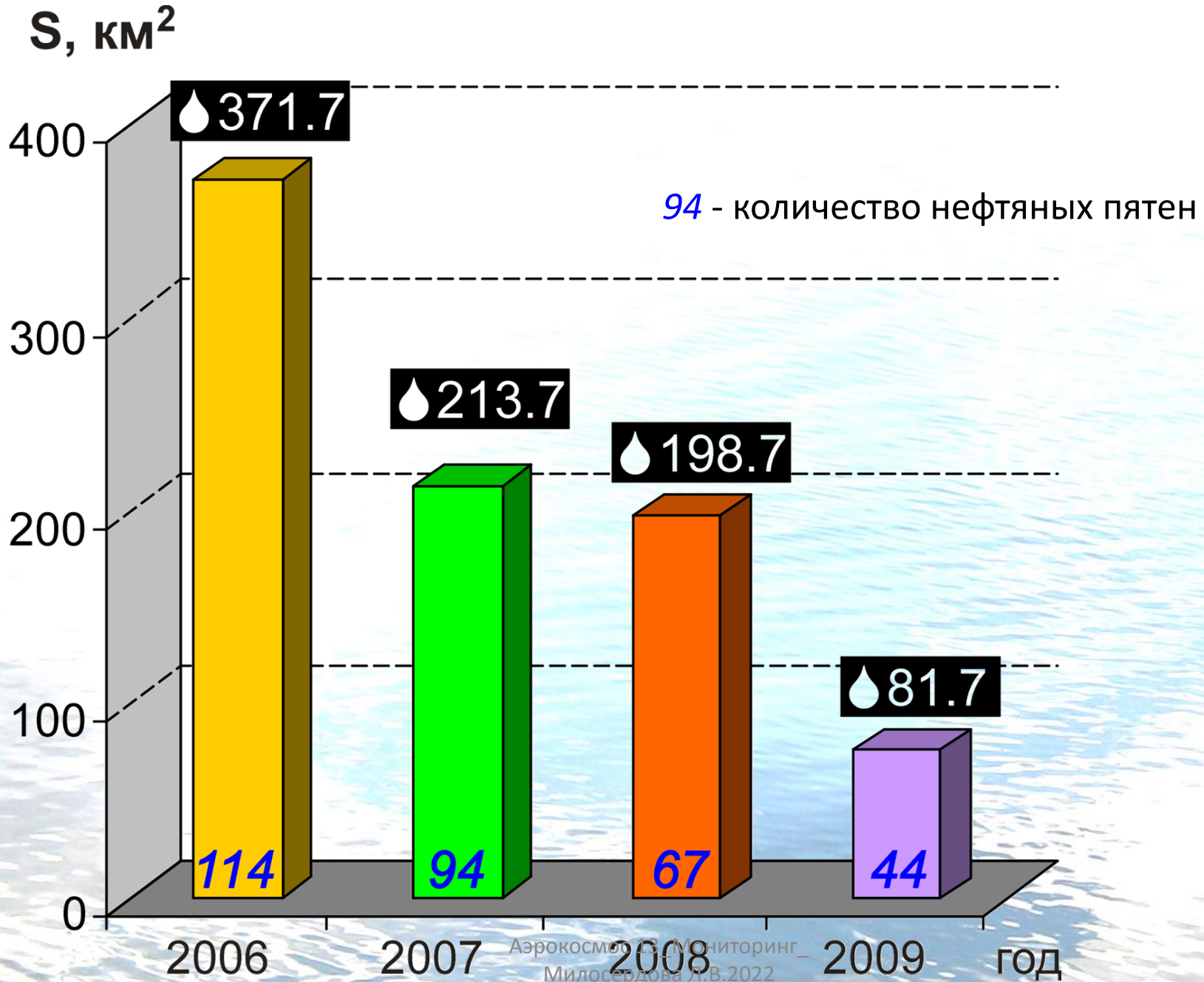


Аэрокосмос 13\_Мониторинг  
Милосердова Л.В.2022

# Сводная карта нефтяных пятен, обнаруженных в 2006-2009 гг.

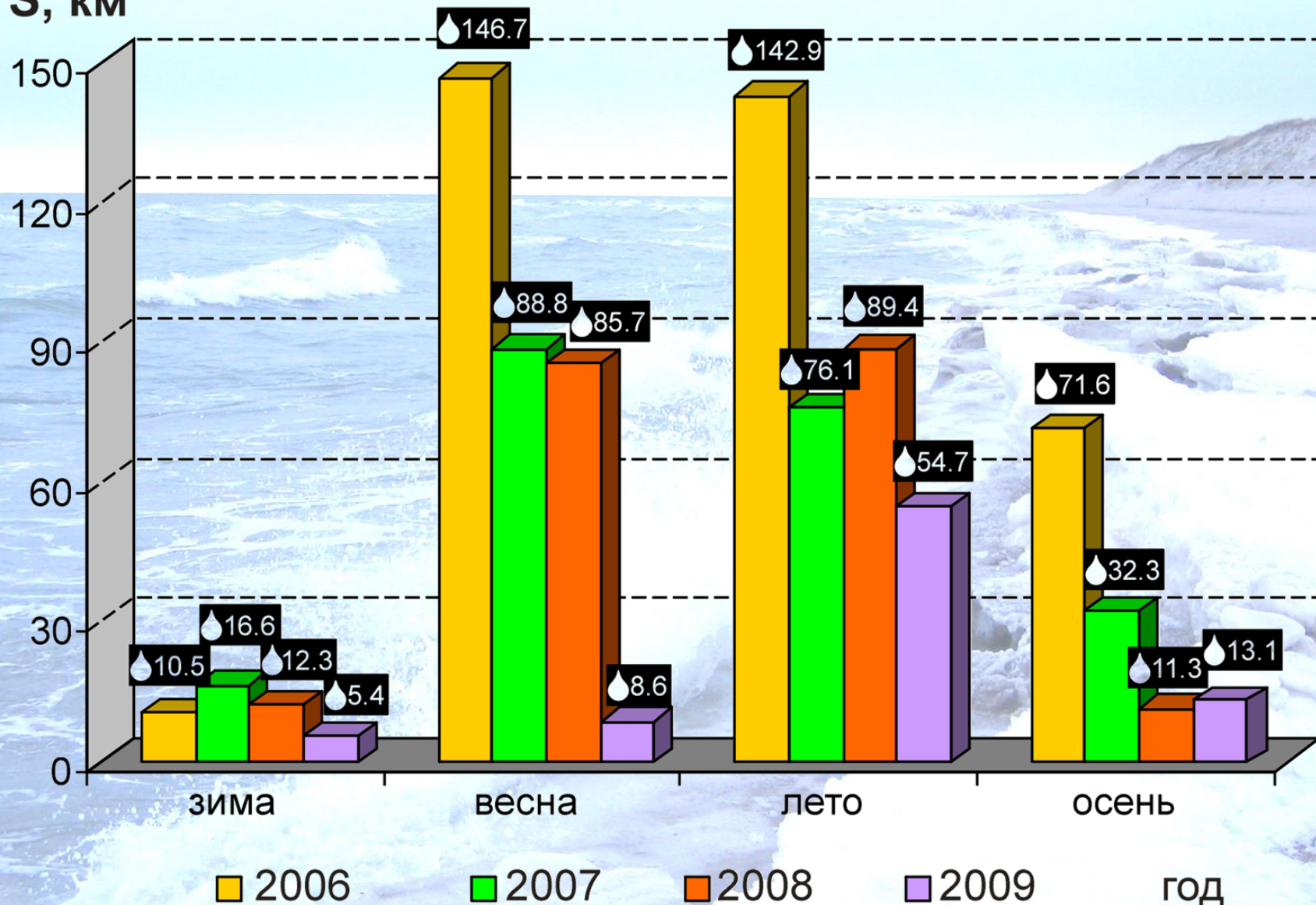


# Межгодовая динамика площади нефтяного загрязнения



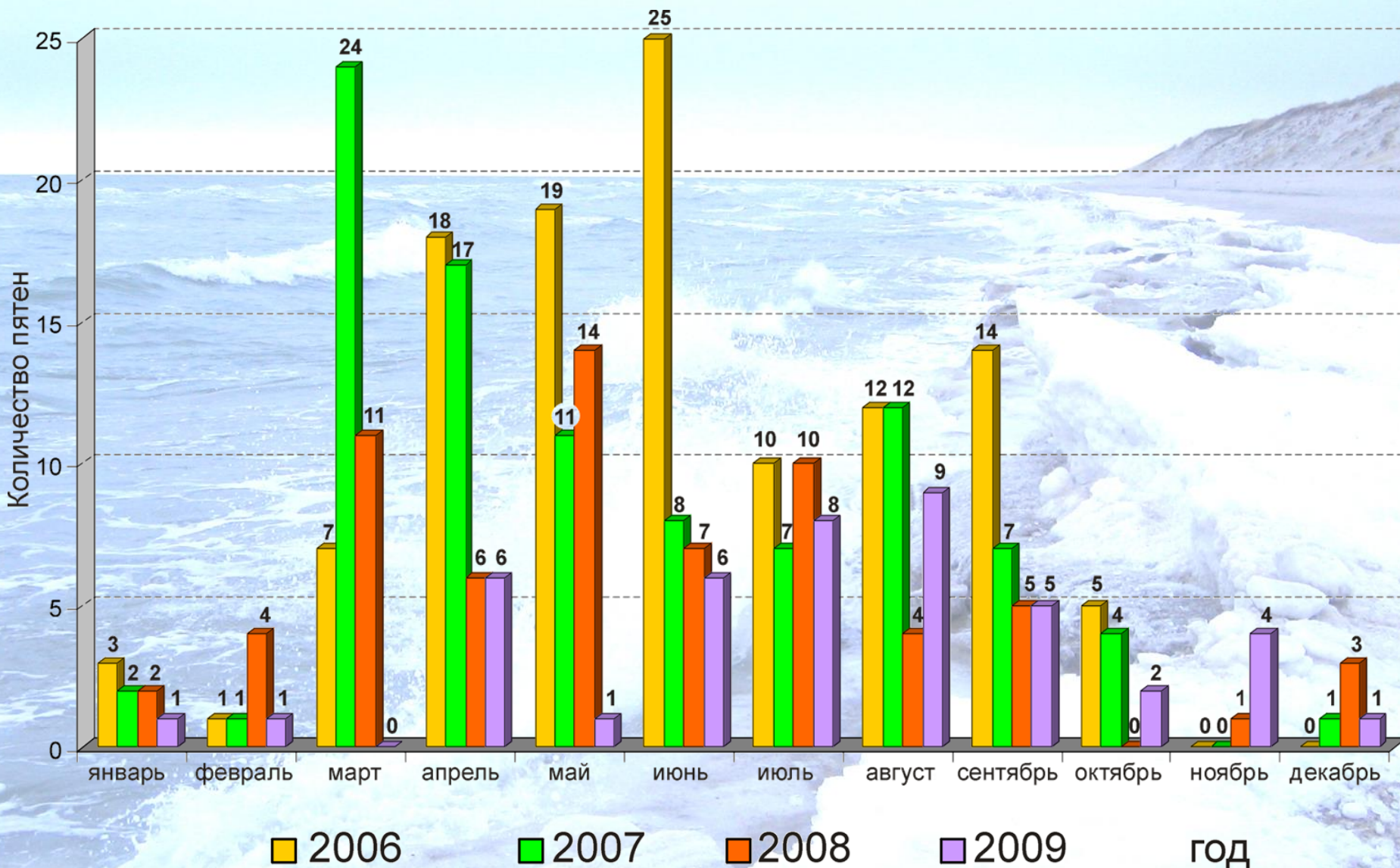
# Межсезонная динамика площади нефтяного загрязнения

S, км<sup>2</sup>

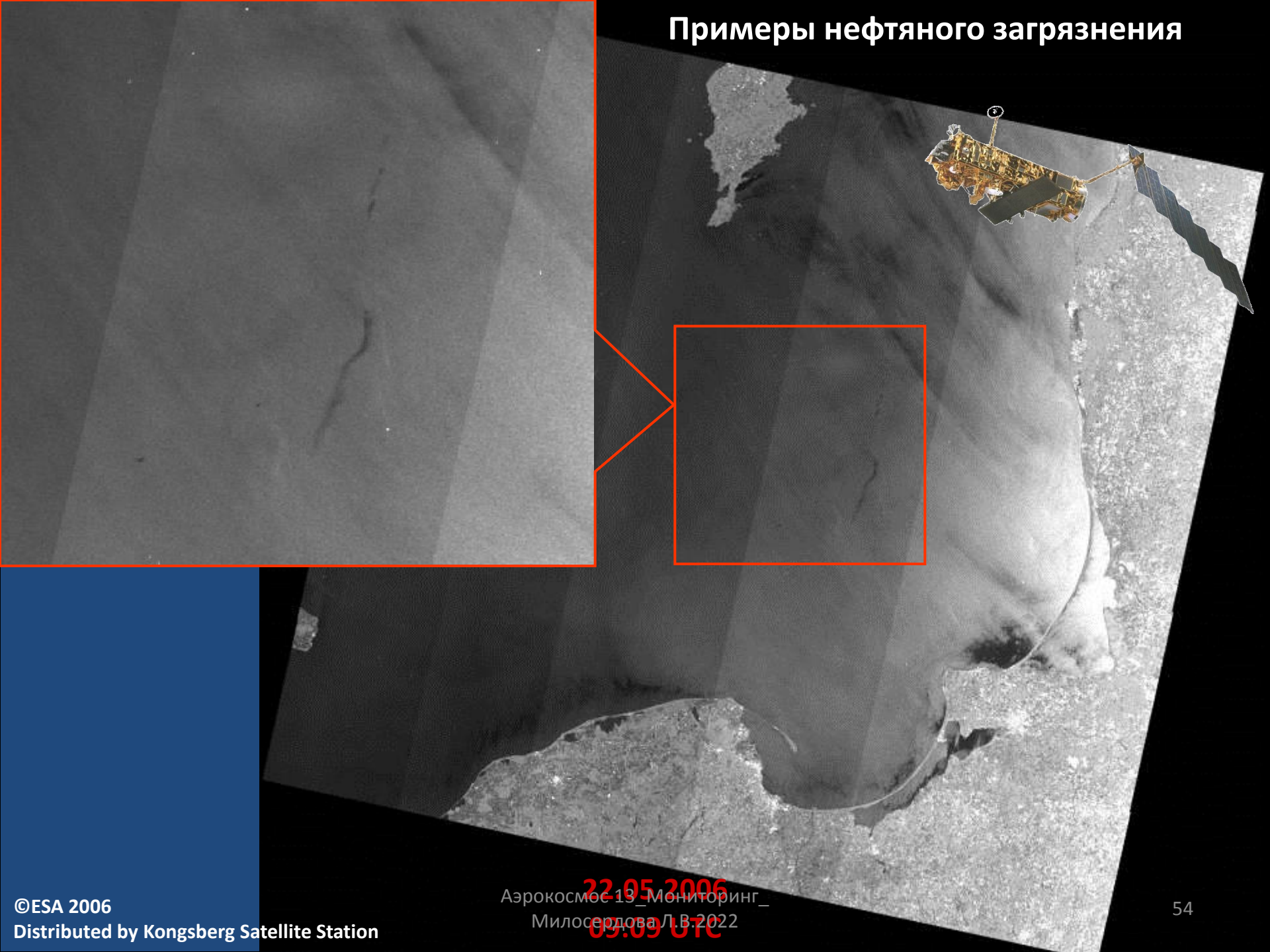


площадь  
нефтяного загрязнения, км<sup>2</sup>  
Милосердова Л.В.2022

## Динамика количества нефтяных пятен

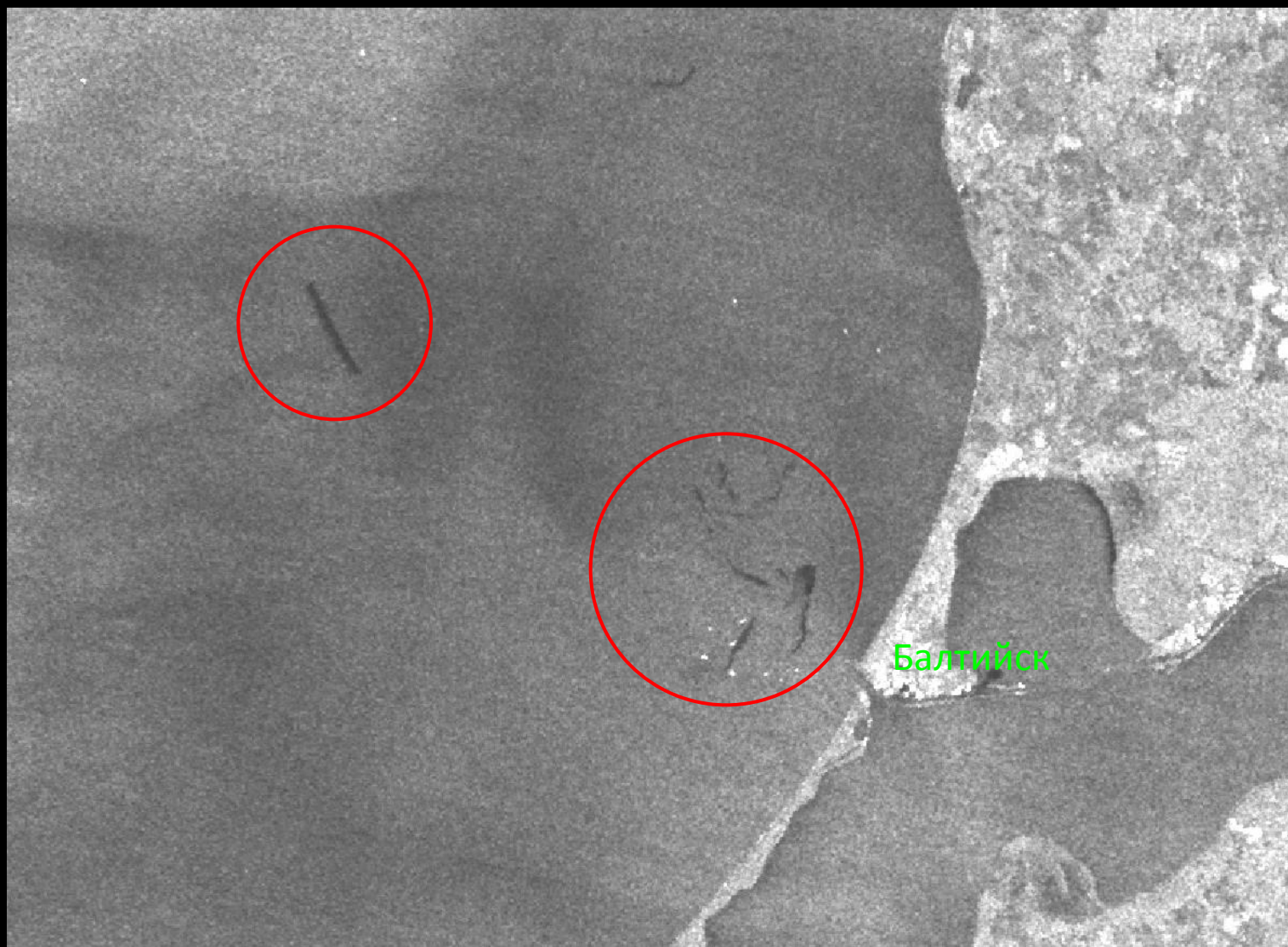


# Примеры нефтяного загрязнения



Аэрокосмос 13\_Мониторинг\_  
Милосердова Л.В. 2022  
22.05.2006  
09:09 UTC

## Примеры нефтяного загрязнения



Балтийск

## Примеры нефтяного загрязнения





# Примеры нефтяного загрязнения



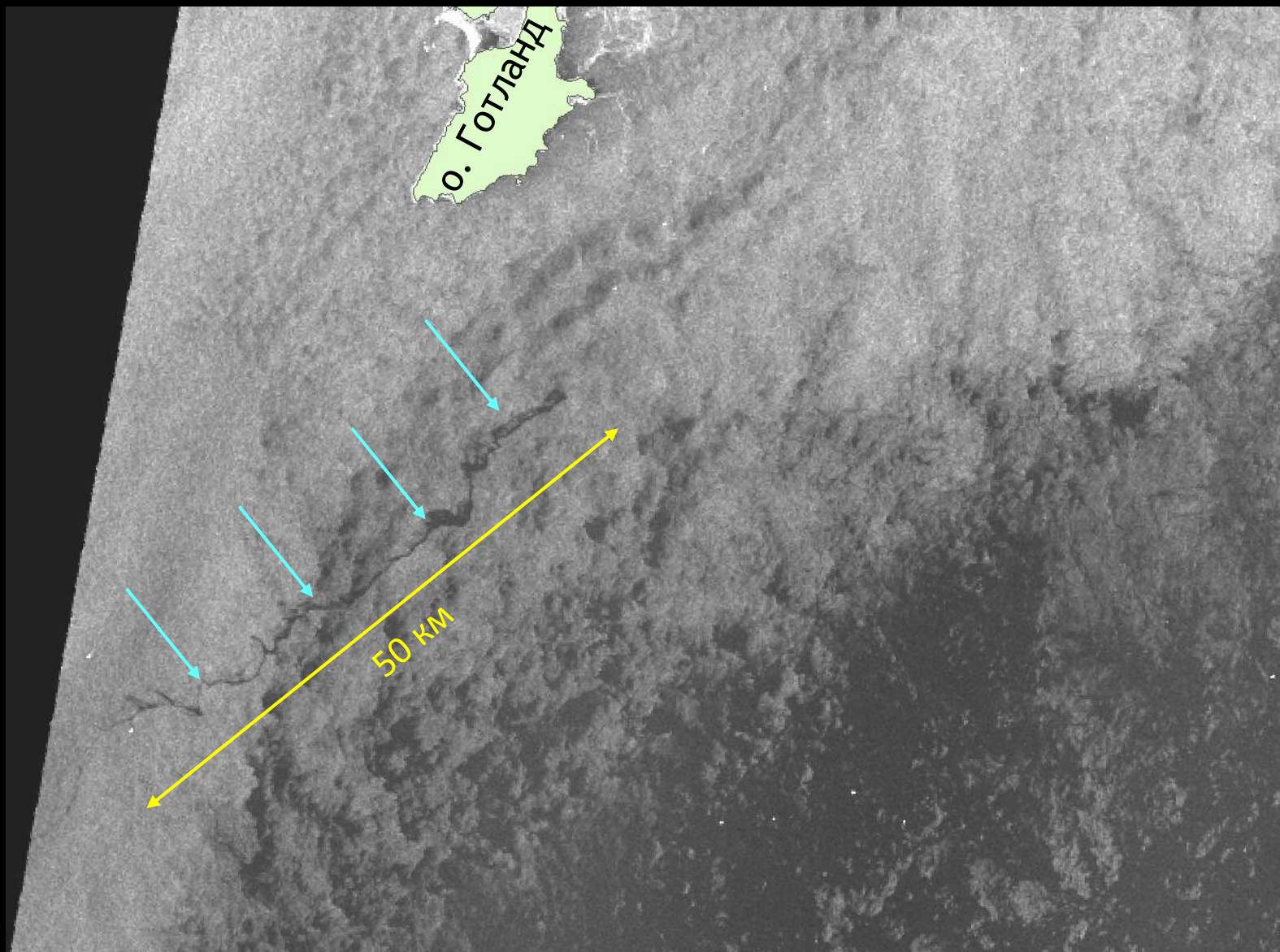
# Примеры нефтяного загрязнения



# Примеры нефтяного загрязнения



# Примеры нефтяного загрязнения

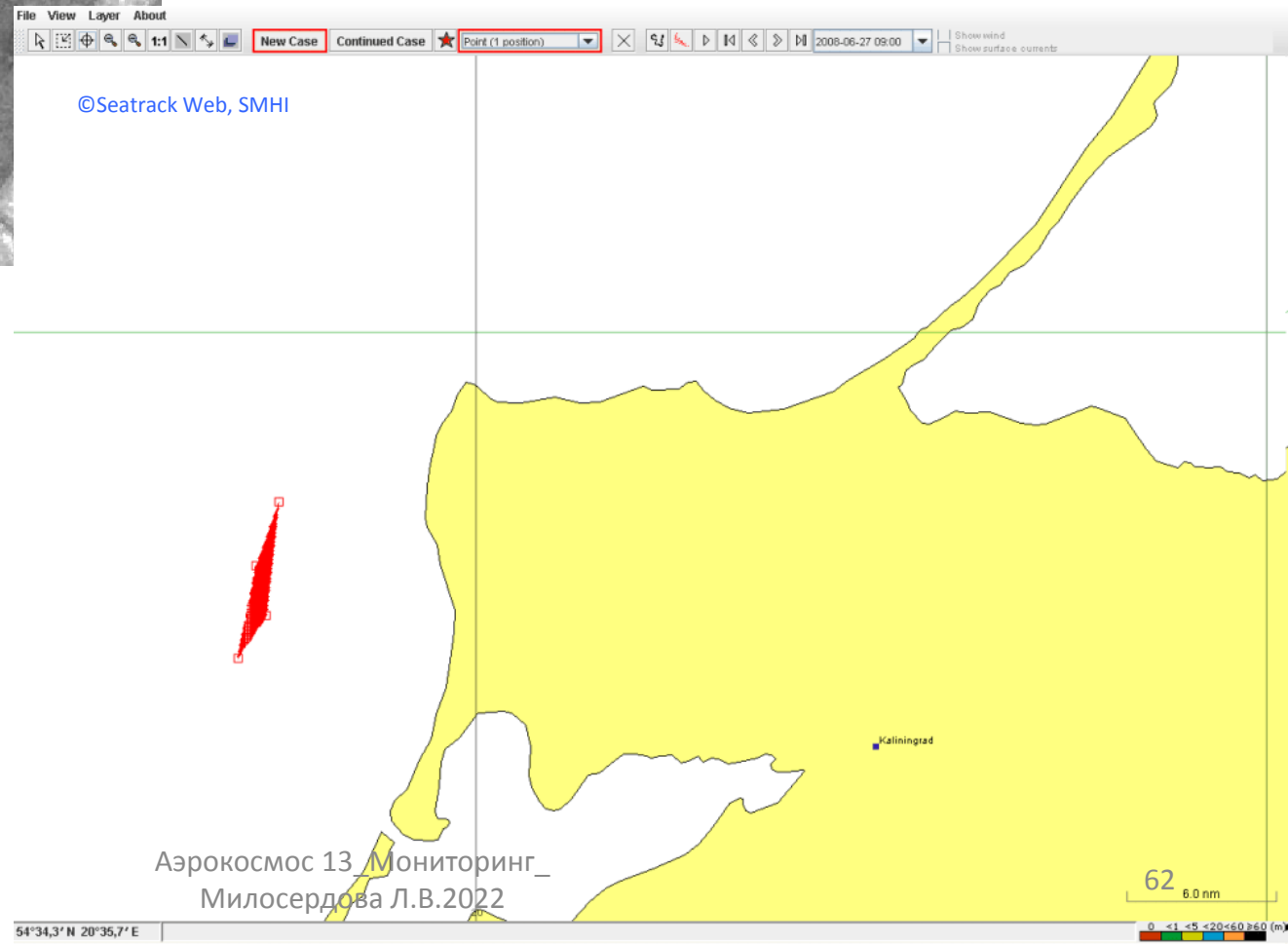


# Примеры нефтяного загрязнения



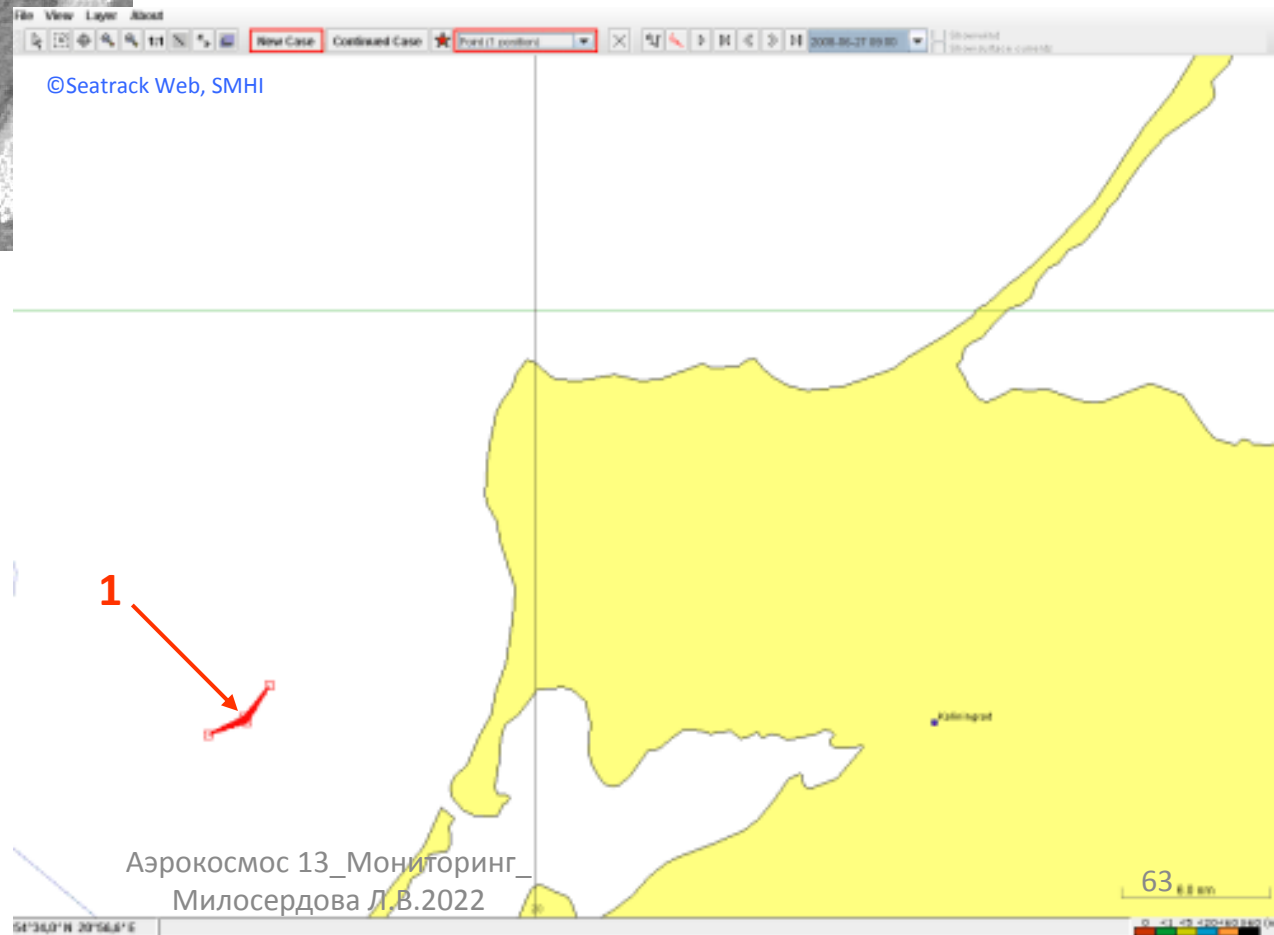
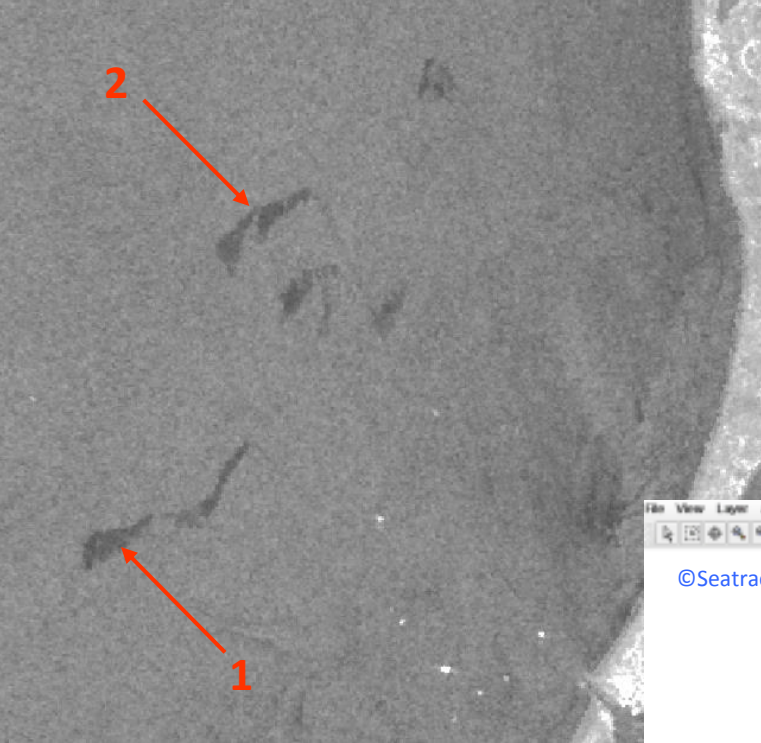
Балтийск

# Прогноз дрейфа нефтяного пятна с шагом 24 часа



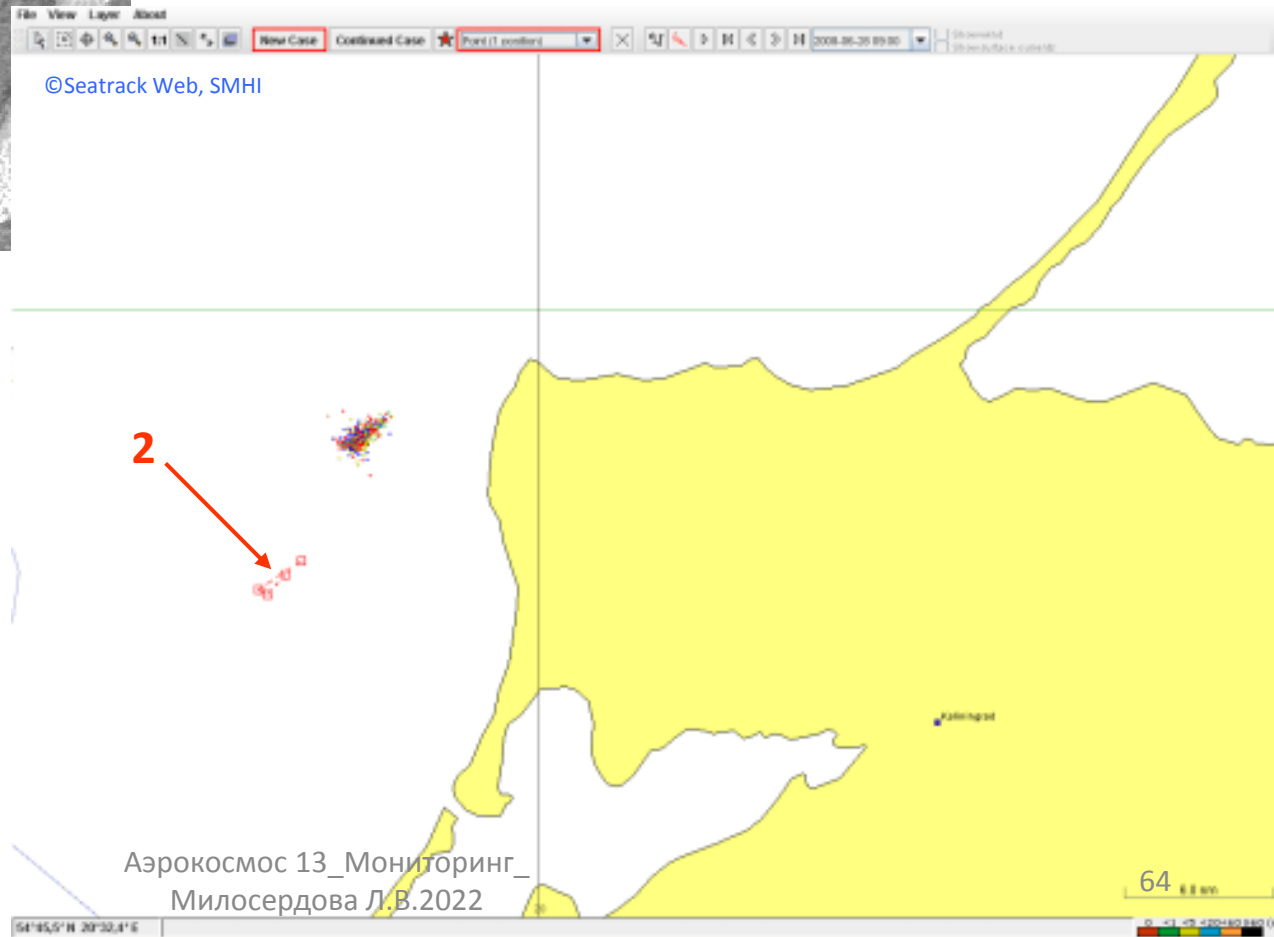
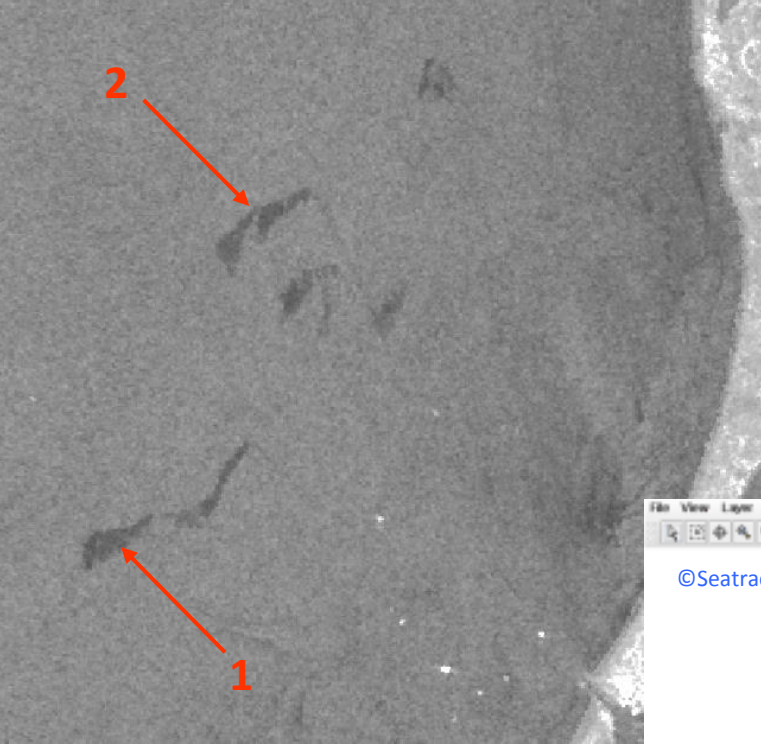
Аэрокосмос 13 Мониторинг\_  
Милосердова Л.В.2022

# Прогноз дрейфа нефтяного пятна N1 с шагом 24 часа

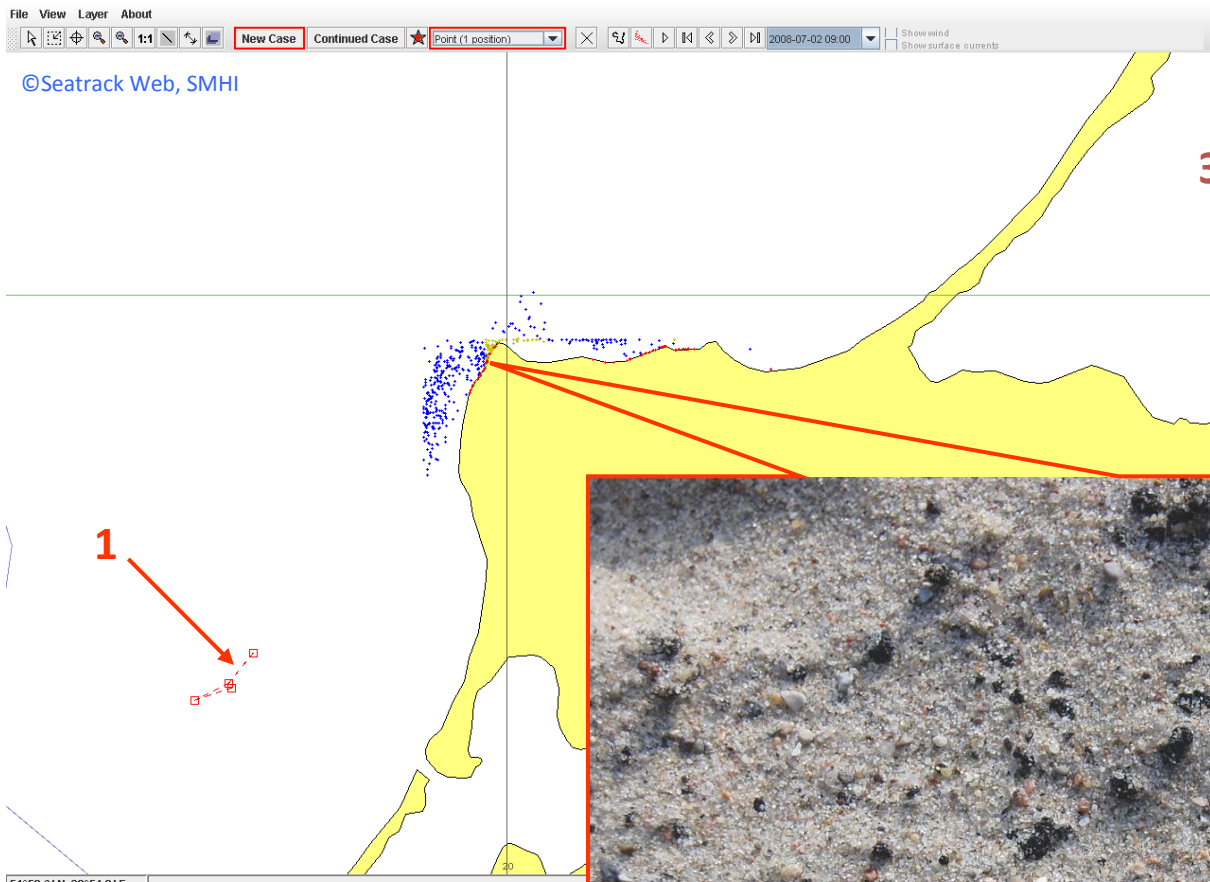


Аэрокосмос 13\_Мониторинг\_  
Милосердова Л.В.2022

# Прогноз дрейфа нефтяного пятна N2 с шагом 24 часа







## Загрязнение пляжа в районе м. Таран в июле 2008 г.



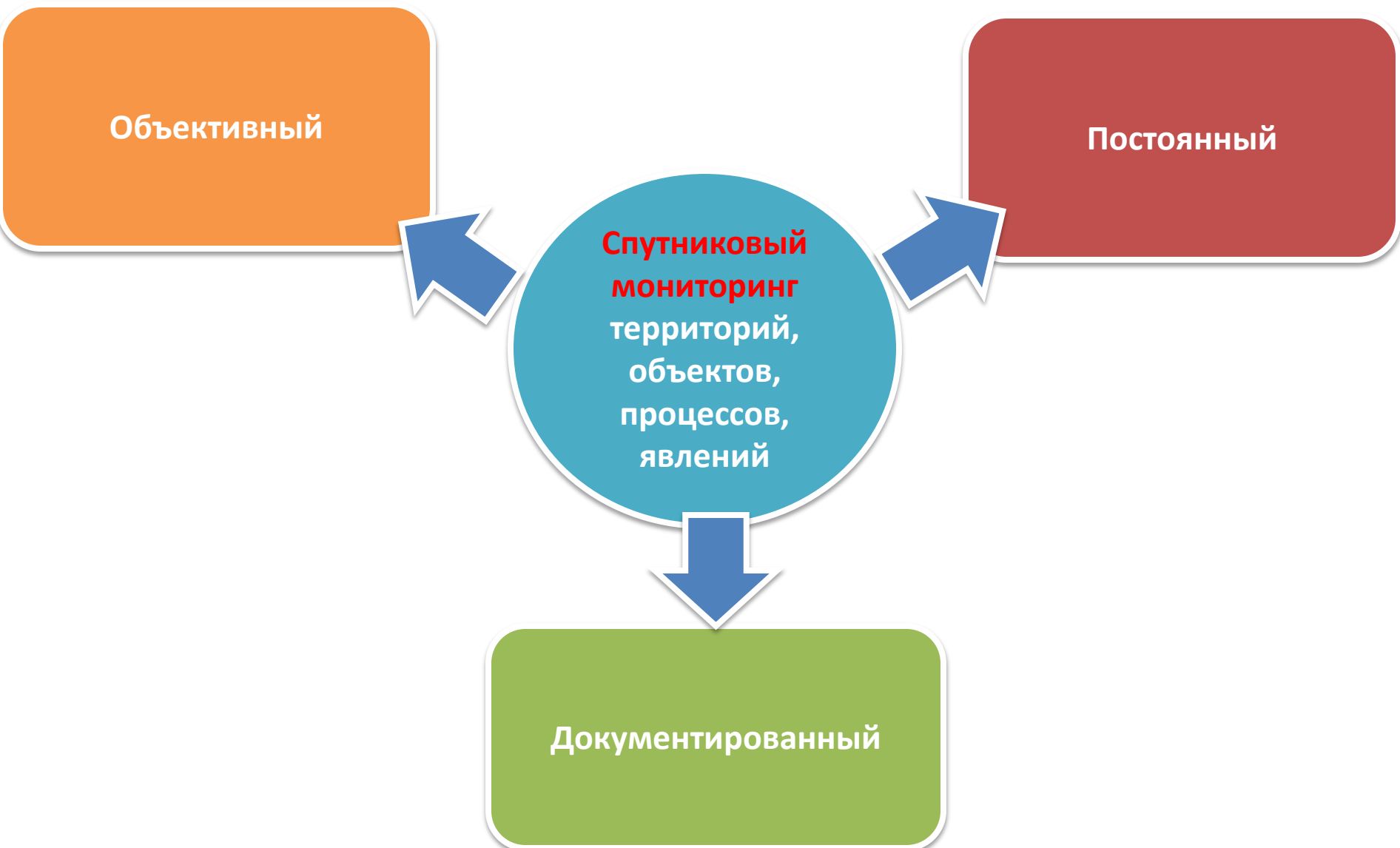
# Преимущества аэрокосмического мониторинга перед наземными наблюдениями

Объективный

Постоянный

Спутниковый  
мониторинг  
территорий,  
объектов,  
процессов,  
явлений

Документированный



## Ответить на 4 любых вопроса

1. Укажите важнейшие задачи нефтегазового комплекса, решаемые средствами космического мониторинга
2. Какие задачи решают аэрокосмическими методами при проектировании и разработке месторождений углеводородов
3. Какие задачи решаются аэрокосмическими средствами при рекультивации земель (шламовых амбаров)
4. Какие задачи решаются аэрокосмическими средствами при отсыпке дорог?
5. Какие задачи решаются аэрокосмическими средствами при инвентаризации факельных установок?
6. Какие задачи решаются аэрокосмическими средствами при добыче общераспространенных полезных ископаемых?
7. Какие задачи решаются аэрокосмическими средствами при контроле за дополнительной промышленной активностью на лицензионных участках?
8. Какие задачи решаются аэрокосмическими средствами при мониторинге нефтеразливов?
9. Какие задачи решаются аэрокосмическими средствами при мониторинге опасных природных процессов?
10. Какие задачи и какими средствами решаются при мониторинге просадок земной поверхности при разработке месторождения?
11. Какие задачи решаются аэрокосмическими средствами при мониторинге загрязнения акваторий?
12. В чем преимущества аэрокосмического мониторинга перед наземными наблюдениями?