

Дистанционное зондирование Земли при эколого- геологических исследованиях

6. Применение вегетационных индексов

Содержание

- 6.1. Определение вегетационного индекса
- 6.2. Физиологическая основа NDVI
- 6.3. Интерпретация значений NDVI
- 6.4. Практика применения NDVI

Вегетационные индексы

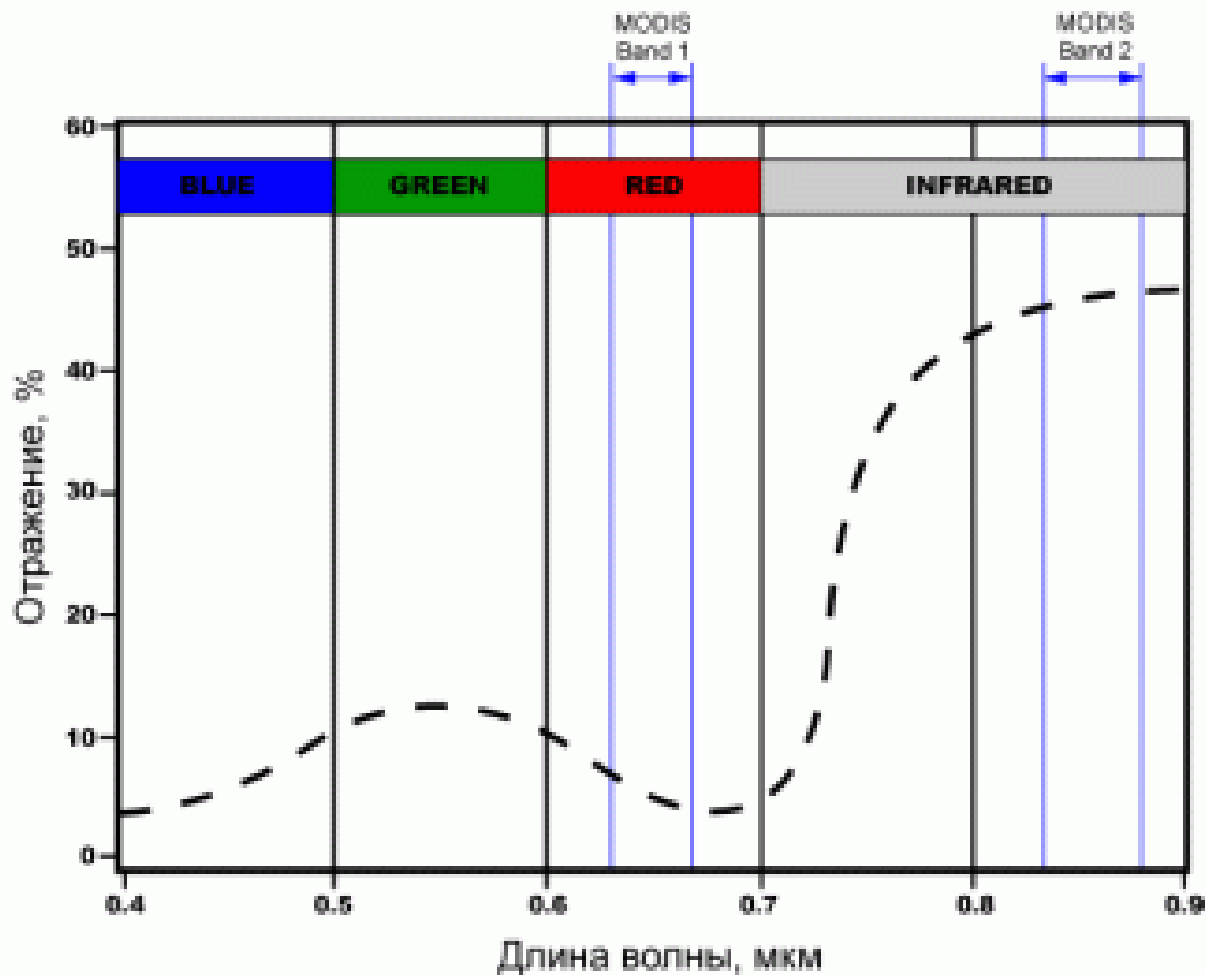
Вегетационный индекс (ВИ) – это показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными каналами ДДЗ и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка. Эффективность ВИ определяется особенностями отражения листьями растений.

Параметры показания вегетационного индекса

Тип объекта	Отражение в красной области спектра	Отражение в инфракрасной области спектра	Значение NDVI
Густая растительность	0,1	0,5	0,7
Разряженная растительность	0,1	0,3	0,5
Открытая почва	0,25	0,3	0,025
Облака	0,25	0,25	0

Физиологическая основа вегетационного индекса

Расчет вегетационного индекса базируется на двух наиболее стабильных участках спектральной кривой отражения растений. В красной области спектра (0,6-0,7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области (0,7-1,0 мкм) находится область максимального отражения клеточных структур листа.



Способ получения NDVI

Значение NDVI вычисляется по формуле:

$$N = (I - R) / (I + R)$$

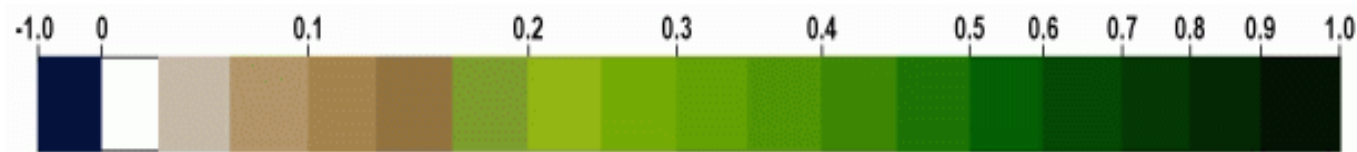
где:

I – отражение в ближней инфракрасной области спектра;

R – отражение в красной области спектра.

Согласно этой формуле, плотность растительности (N) в определенной точке изображения равна разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленной на сумму их интенсивностей.

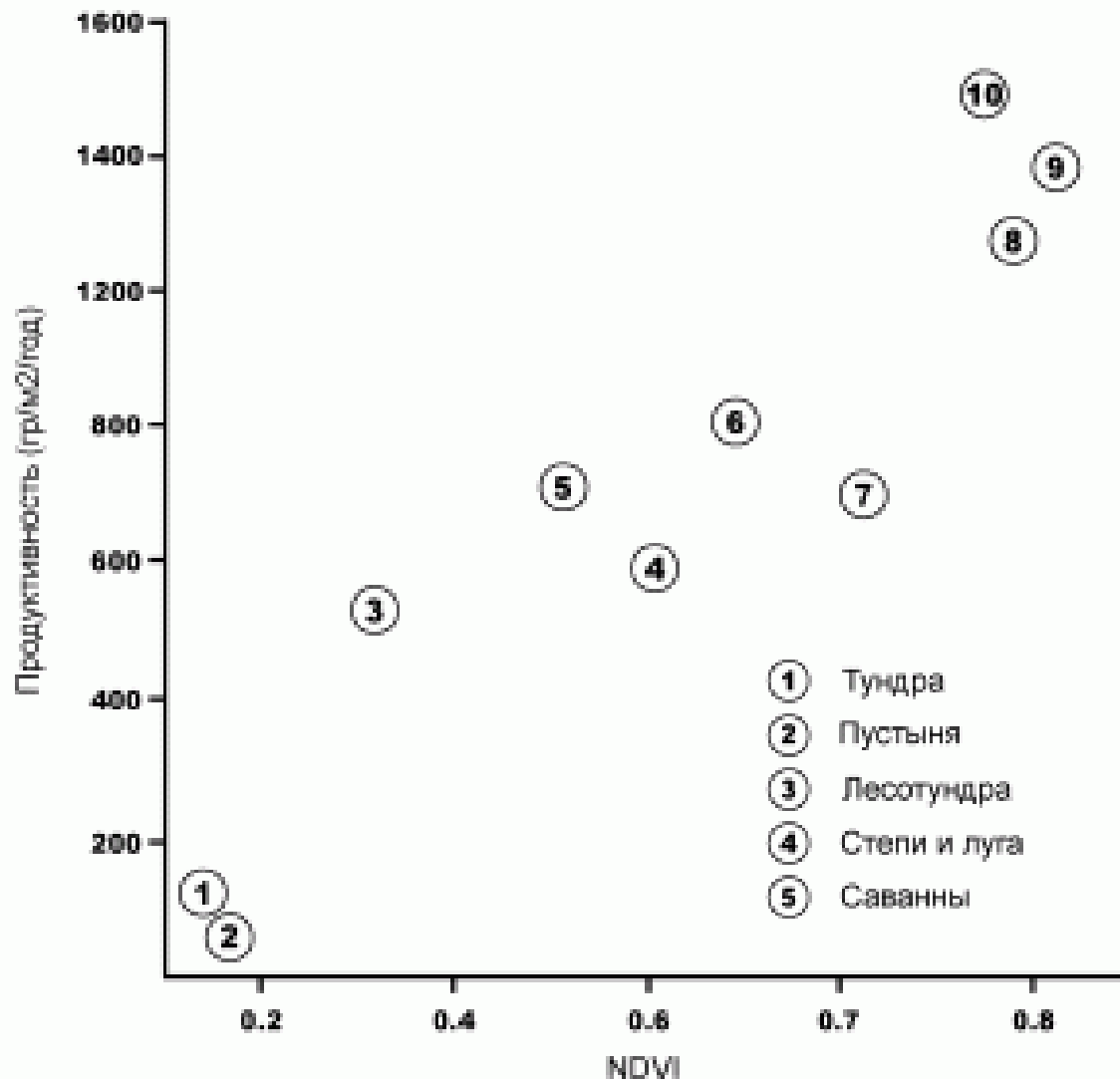
Стандартизованная непрерывная градиентная или дискретная шкала NDVI



Тип объекта	Отражение в красной области спектра	Отражение в инфракрасной области спектра	Значение NDVI
Густая растительность	0.1	0.5	0.7
Разряженная растительность	0.1	0.3	0.5
Открытая почва	0.25	0.3	0.025
Облака	0.25	0.25	0
Снег и лед	0.375	0.35	-0.05
Вода	0.02	0.01	-0.25
Искусственные материалы (бетон, асфальт)	0.3	0.1	-0.5

*Значение NDVI для различных природных
объектов*

Корреляция между NDVI и продуктивностью экосистем



Расчет NDVI употребляется на основе серии разновременных (разносезонных) снимков с заданным временным разрешением, позволяя получать динамическую картину процессов изменения границ и характеристик различных типов растительности (месячные вариации, сезонные вариации, годовые вариации).

Применение NDVI

- Благодаря своим свойствам, карты NDVI часто используются как один из промежуточных дополнительных слоев для проведения более сложных типов анализа.
- Результатами использования NDVI могут являться карты:
 - продуктивности лесов и сельхозземель,
 - типов ландшафтов,
 - растительности
 - природных зон,
 - почвенные,
 - аридные,
 - фито-гидрологические
- Так же, на его основе возможно получение численных данных для использования в расчетах оценки и прогнозирования
 - урожайности и продуктивности,
 - биологического разнообразия,
 - степени нарушенности и ущерба от различных естественных и антропогенных бедствий, аварий и т.д.

Недостатки использования NDVI

- Невозможность использования данных, не прошедших этап радиометрической коррекции (калибровки).
- Погрешности, вносимые погодными условиями, сильной облачностью и дымкой – их влияние можно частично скорректировать использованием улучшенных коэффициентов и композитных изображений с сериями NDVI за несколько дней, недель или месяцев (MVC – Maximum Value Composite).
- Необходимостью для большинства задач сравнения полученных результатов с предварительно собранными данными тестовых участков (эталонов), в которых должны учитываться сезонные эколого-климатические показатели, как самого снимка, так и тестовых площадок на момент сбора данных. Особенно значимыми данные материалы становятся при расчетах продуктивности, запасах биомассы и прочих количественных показателях.
- Возможностью использования съемки только времени сезона вегетации для исследуемого региона. В силу своей привязанности к количеству фотосинтезирующей биомассы, NDVI не эффективен на снимках полученных в сезон ослабленной или невегетирующей в этот период растительности.

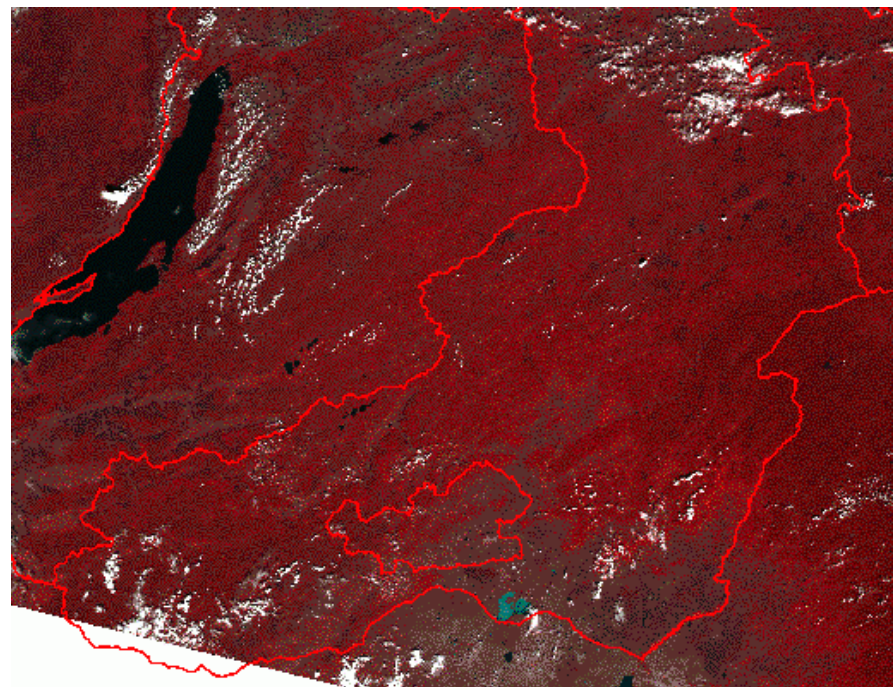
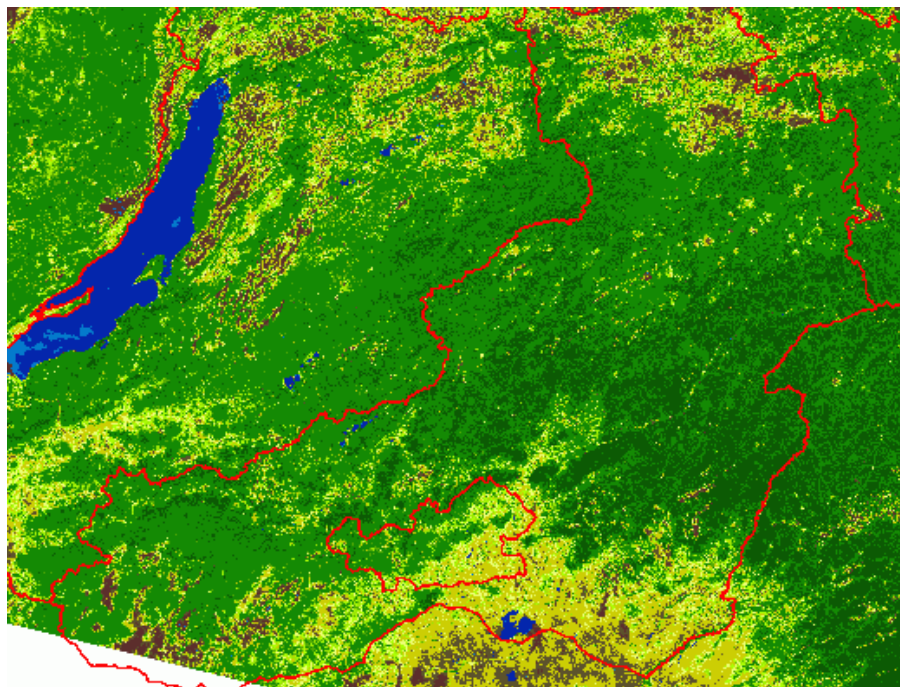
Примеры

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ NDVI

Комплексная оценка биоресурсов региона

06.2002. Читинская область и Республика Бурятия.

Расчет NDVI позволяет эффективно решать задачи комплексного анализа территории, на уровне регионов (Забайкалье). Помимо выделяющихся зон степей и горных тундр, четко выделяются участки высокопродуктивных лиственных и сосновых лесов бассейна Амура и Шилки, резко отличающихся от основной массы северотаежных лесов и болот (соответственно темно и светло зеленые участки на индексированном изображении). По светлым пятнам (желтый цвет) в центральных областях (бассейн Витима) можно проследить мозаику зарастающих гарей.

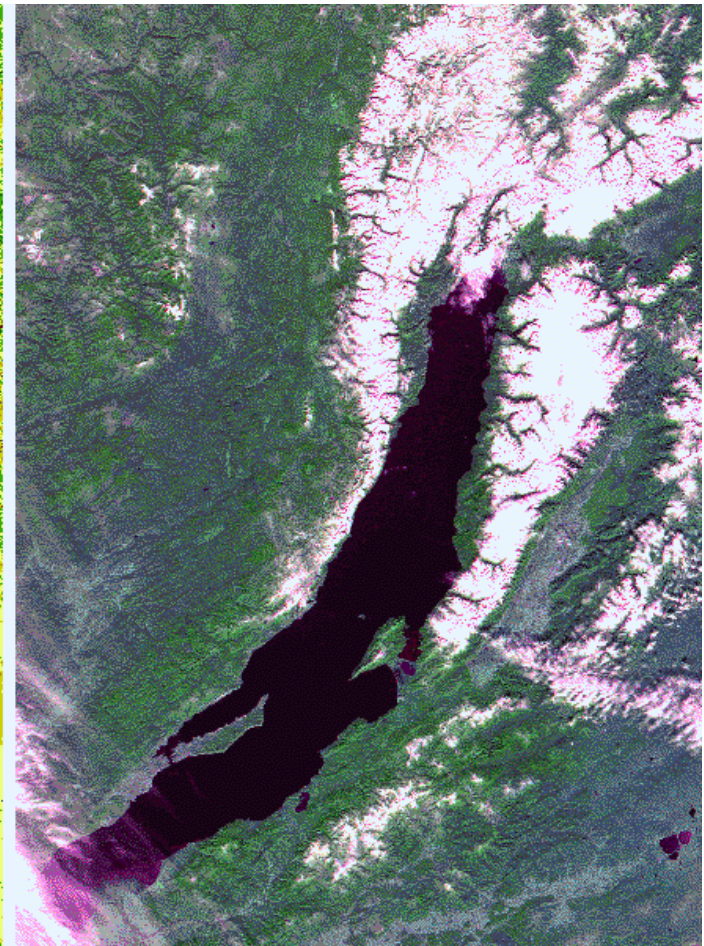
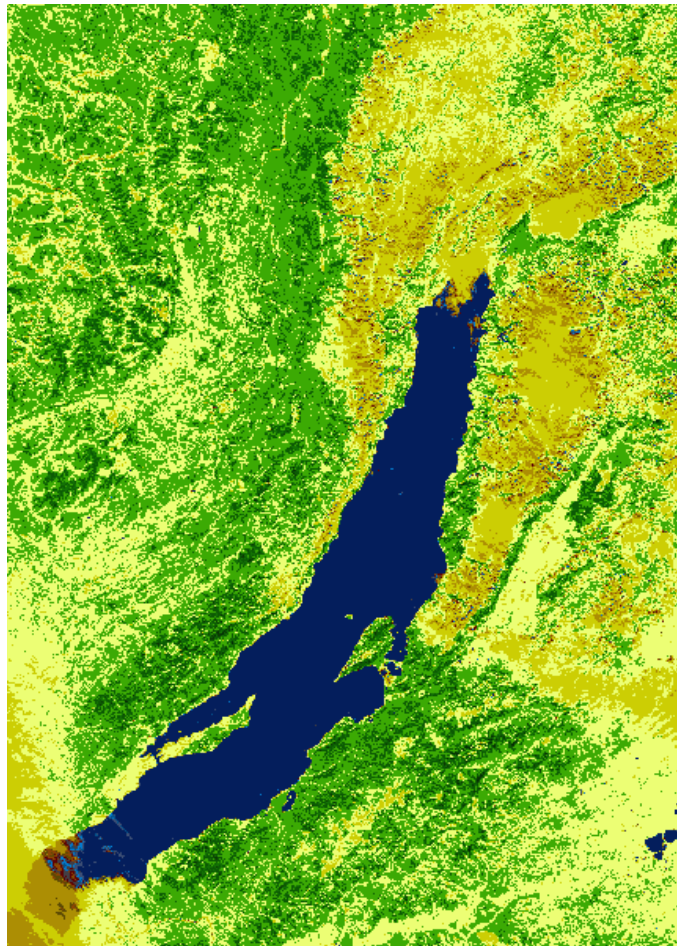


Оценка продуктивности лесов

04.2000. Иркутская область и республика Бурятия.

Прямая связь индекса и продуктивности позволяет широко использовать NDVI для решения лесохозяйственных задач.

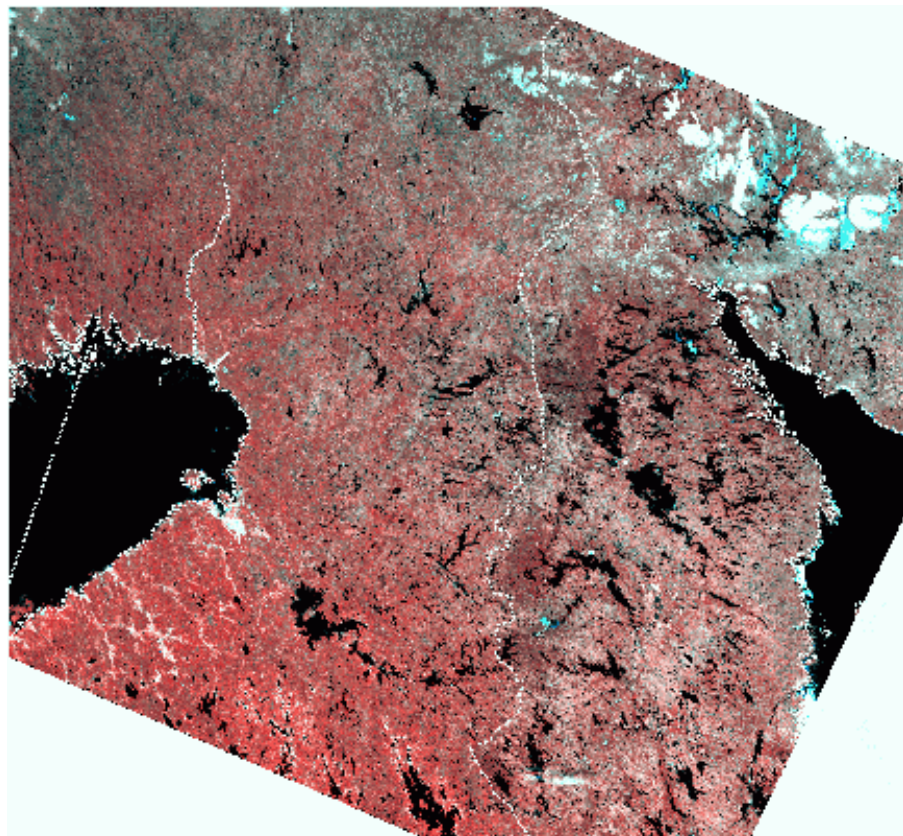
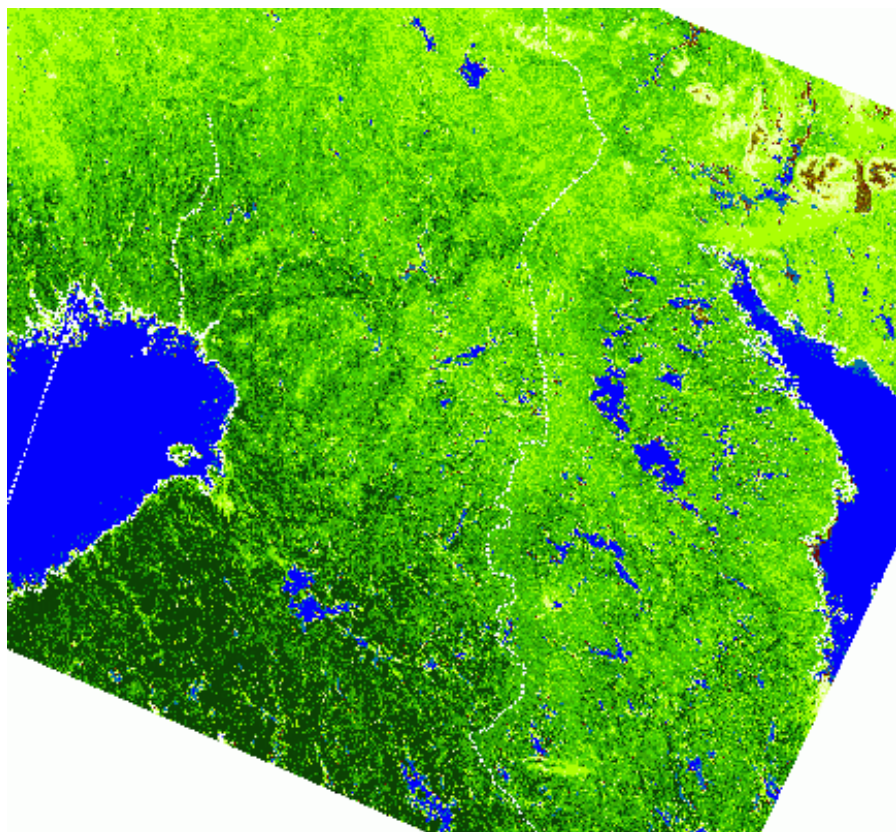
В данном случае расчет NDVI позволил выделить лесные участки Предбайкалья обладающие наиболее благоприятными для произрастания хвойных пород эколого-климатическими характеристиками (темно-зеленые).



Оценка эффективности ведения лесного хозяйства

05.2002. Северо-Запад, Карельский перешеек.

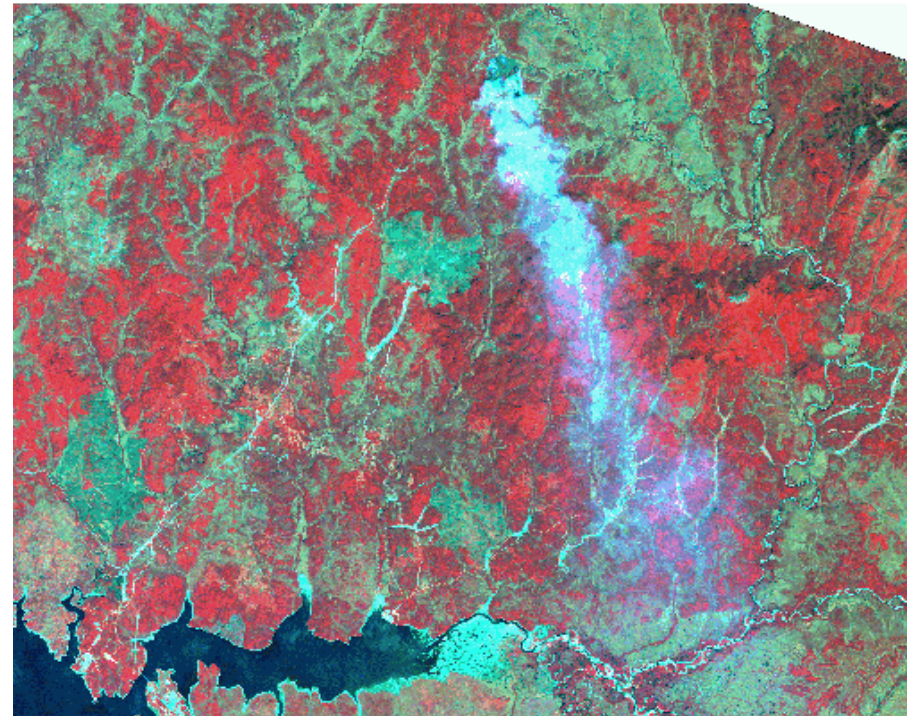
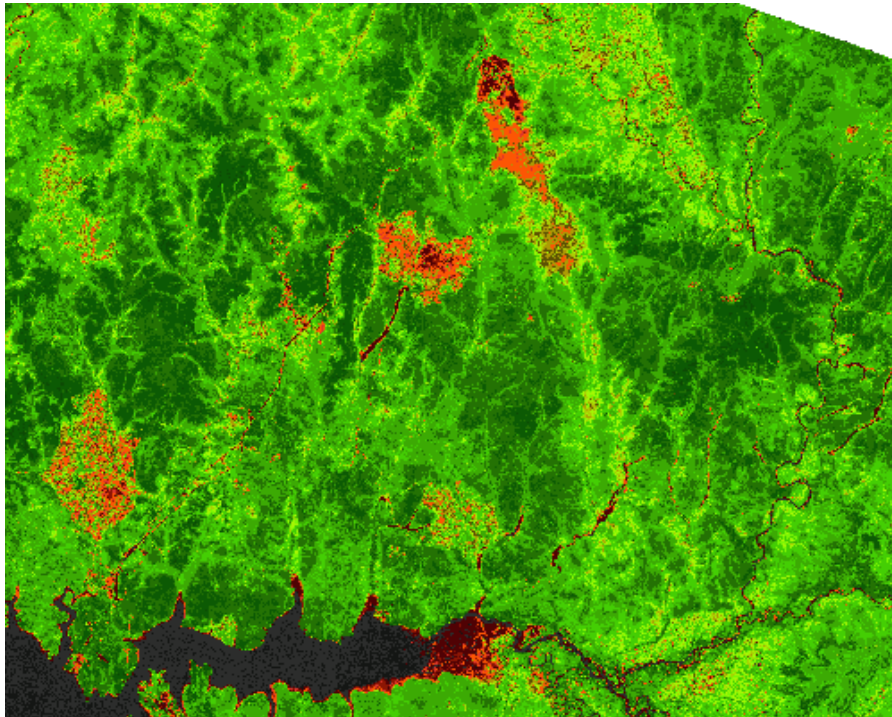
Данный пример результатов анализа, позволяют оценить качество уже проведенных лесохозяйственных работ. Значительный градиент продуктивности лесных насаждений (в основном сосновых) на границе территорий Республики Карелии и Финляндии отражает принципиальную разницу подходов к методам посадки и уходу за лесными культурами.



Картирование последствий лесных пожаров и анализ качества их восстановления

06.2001. Амурская область, Зейское водохранилище.

Красным цветом на изображении NDVI обозначены новые и недавние пожары.

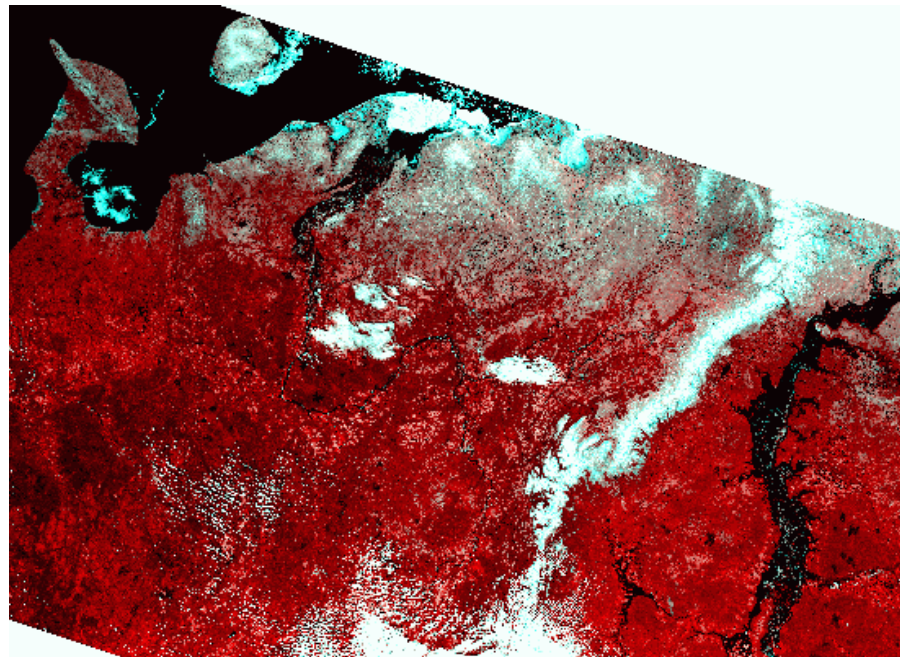


Оценка и мониторинг северной границы леса

06.2001. Архангельская область, Ненецкий АО, Республика Коми, Ямало-Ненецкий АО.

Практические работы доказали тесную корреляцию вегетационного индекса с лесистостью на северном пределе распространения лесов. Эта закономерность может найти широкое применение для картирования, таксации и анализа при тундровых редколесных лесов - наименее изученных в лесохозяйственном отношении территорий.

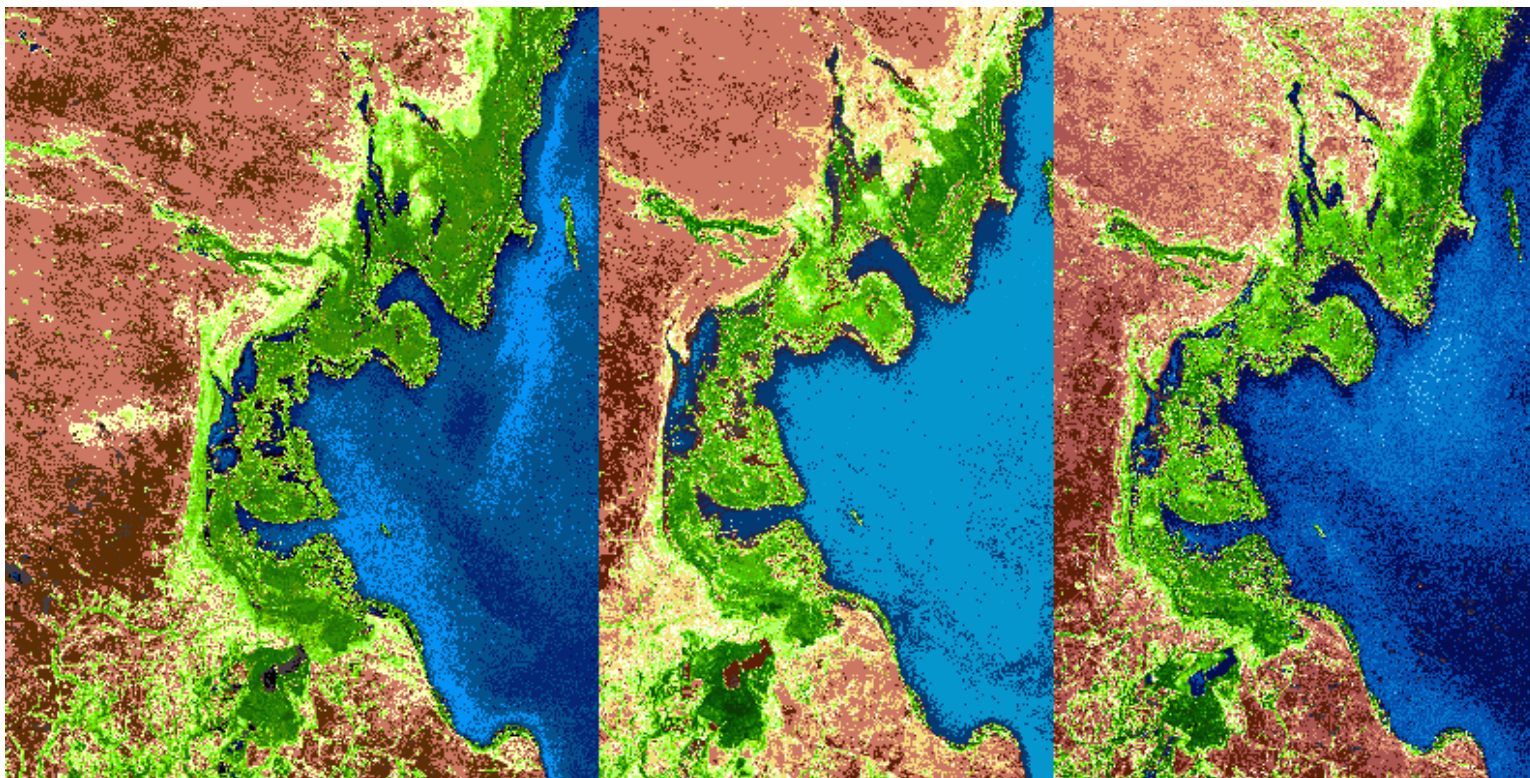
Отслеживание динамики изменения северной границы леса на основе NDVI позволило бы разрешить ряд фундаментальных и прикладных эколого-климатических вопросов.



Мониторинг опустынивания и процессов засоления почв

08.1999 - 2000 - 2001. Калмыкия, Астраханская область.

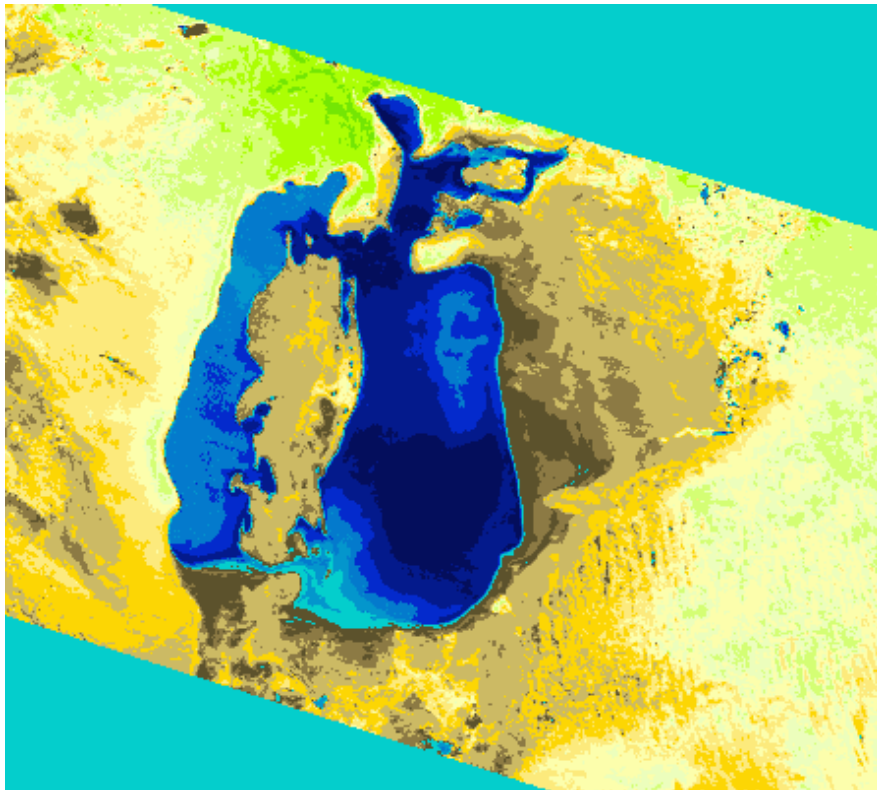
Данные изображения демонстрируют процессы опустынивания: на трех последовательных снимках прослеживаются климатозависимые процессы сокращения продуктивности растительности и увеличения засоленных почв северо-западного побережья Каспийского моря.



Мониторинг опустынивания и процессов засоления почв

05.2002. Аральское море.

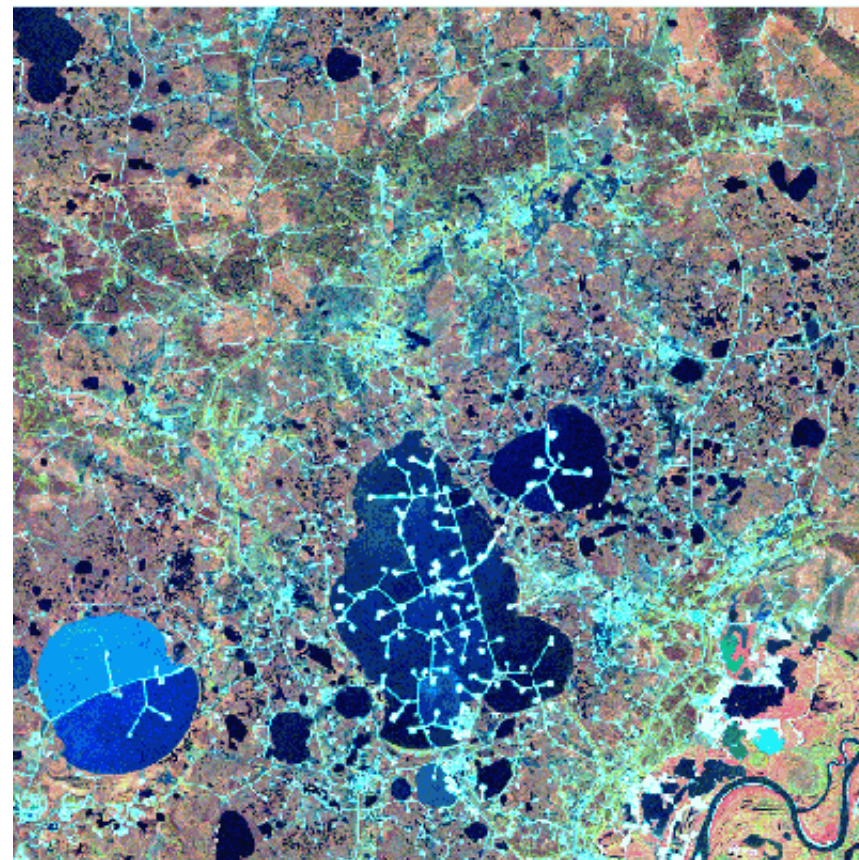
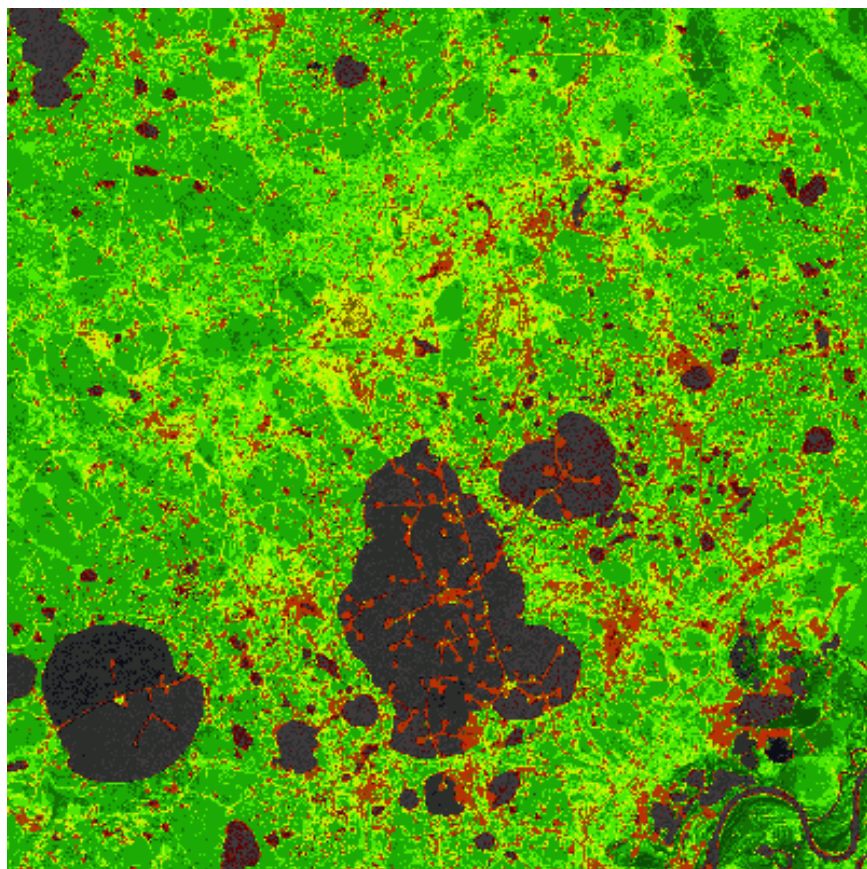
Яркую картину типов засоления дает расчет NDVI снимка усыхающего Арала.



Картографирование и мониторинг нефтяных месторождений, картирование аварий и оценка их воздействий

06.2000. Ханты-Мансийский АО, Месторождение Саматлор, Ватъеганское.

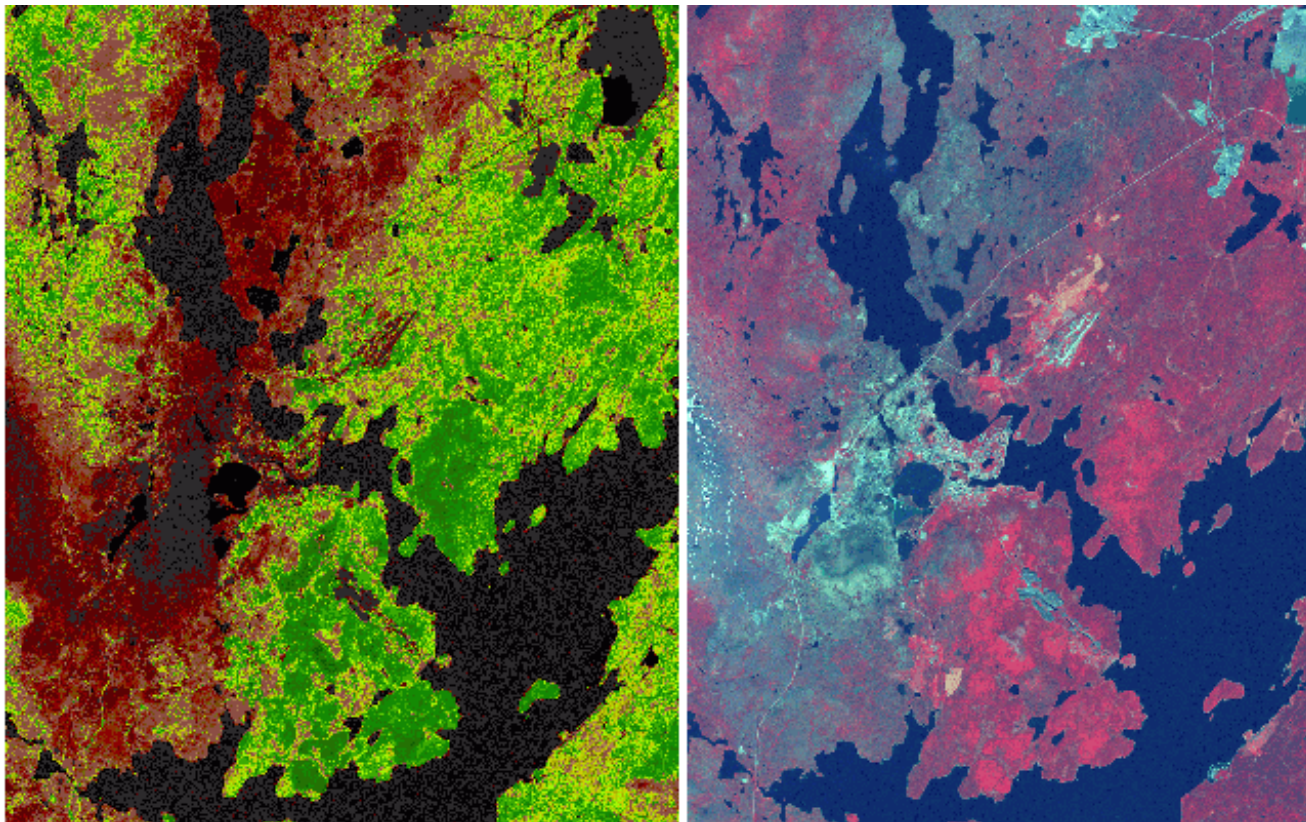
Эффективно применение индекса NDVI для идентификации угнетенной и погибшей растительности, продуктивность которой резко отличается от здоровой. Это находит широкое применение в мониторинге всевозможных стихийных бедствий, техногенных аварий и долговременных поражающих процессов.



Оценка и картографирование зон поражения растительности аэрозольными химическими загрязнениями

07.2002. Мурманская область, окрестности г. Мончегорска.

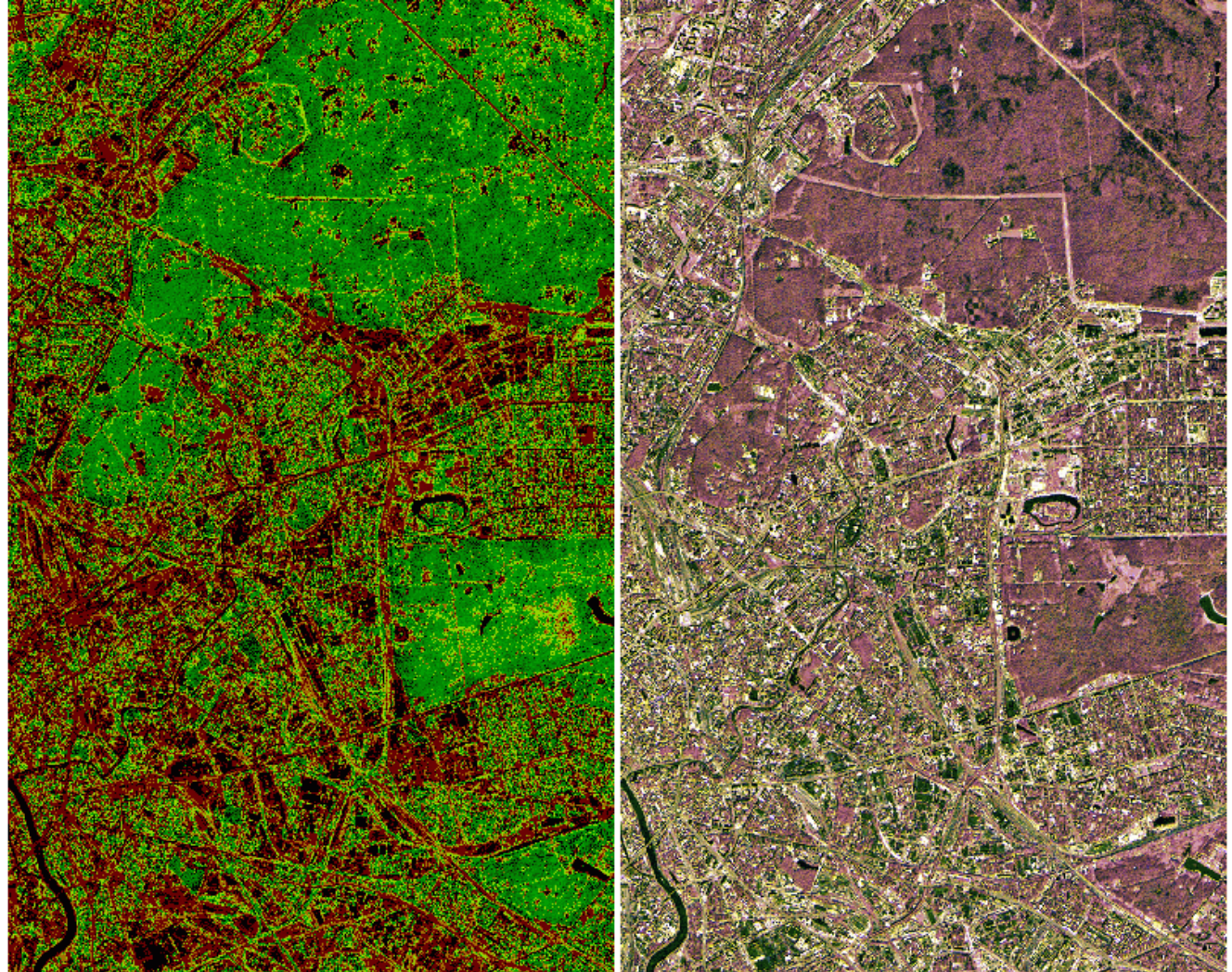
В данном случае вегетационный индекс позволяет выделить зоны поражения северных лесов выбросами горно-обогатительных предприятий. На обоих изображениях четко выделяются зоны мертвого и различных стадий угнетенного древостоя (красно-коричневые цвета).



Оценка и мониторинг зеленых зон городов

06.2001. г. Москва.

Характерный пример мониторингового анализа изменения площади и характеристик древесных насаждений зеленых зон крупных населенных пунктов. Видны изменения лесистости в близости от МКАД, увеличение продуктивности смешанных хвойно-мелколиственных массивов Национального парка "Лосиный остров".



Воронежское водохранилище

ПРИМЕНЕНИЕ NDVI ДЛЯ АНАЛИЗА ИНТЕНСИВНОСТИ ЗАРАСТАНИЯ ВОДОЁМА

Схема NDVI. 1984-07-18

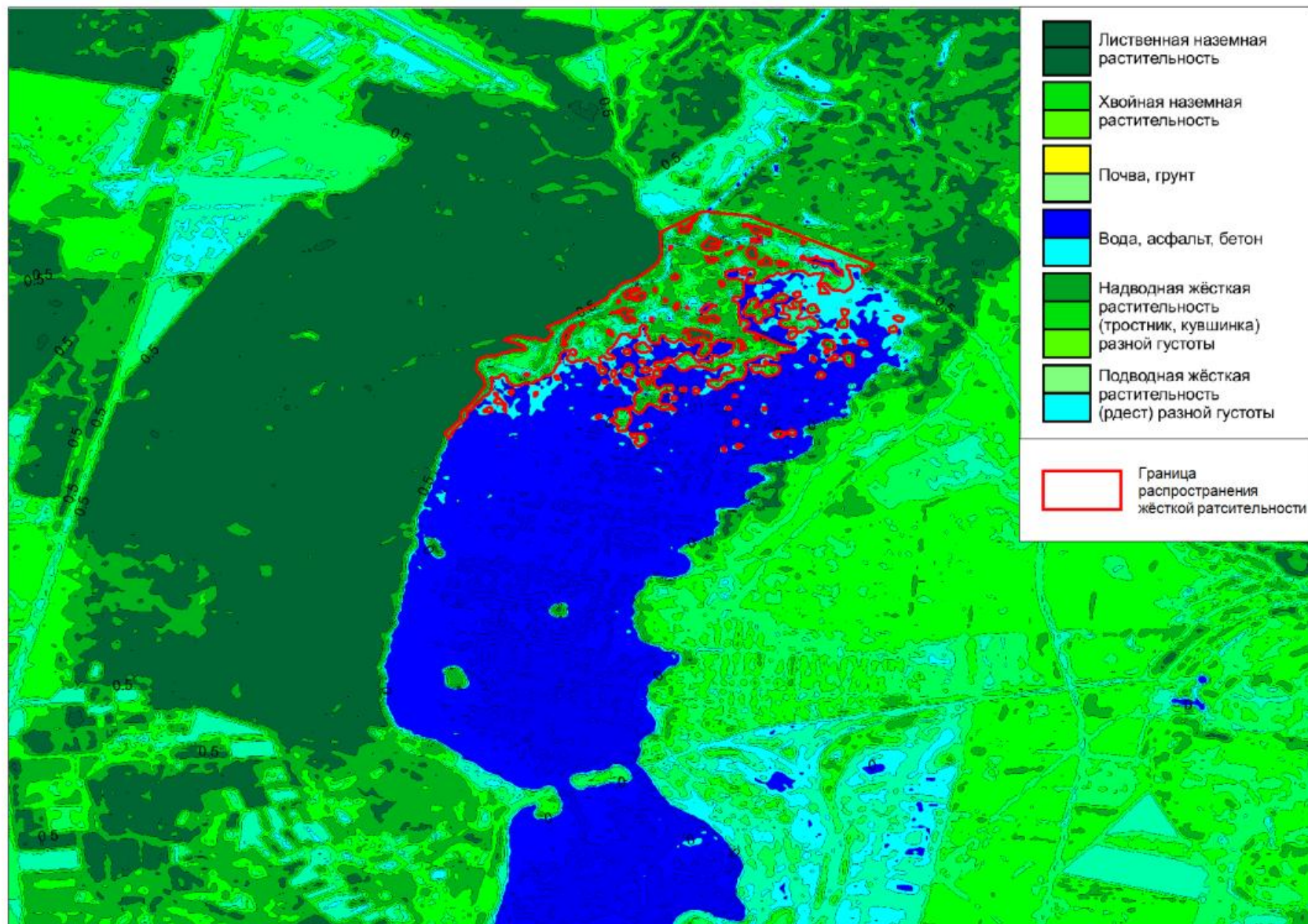


Схема NDVI. 2001-07-25

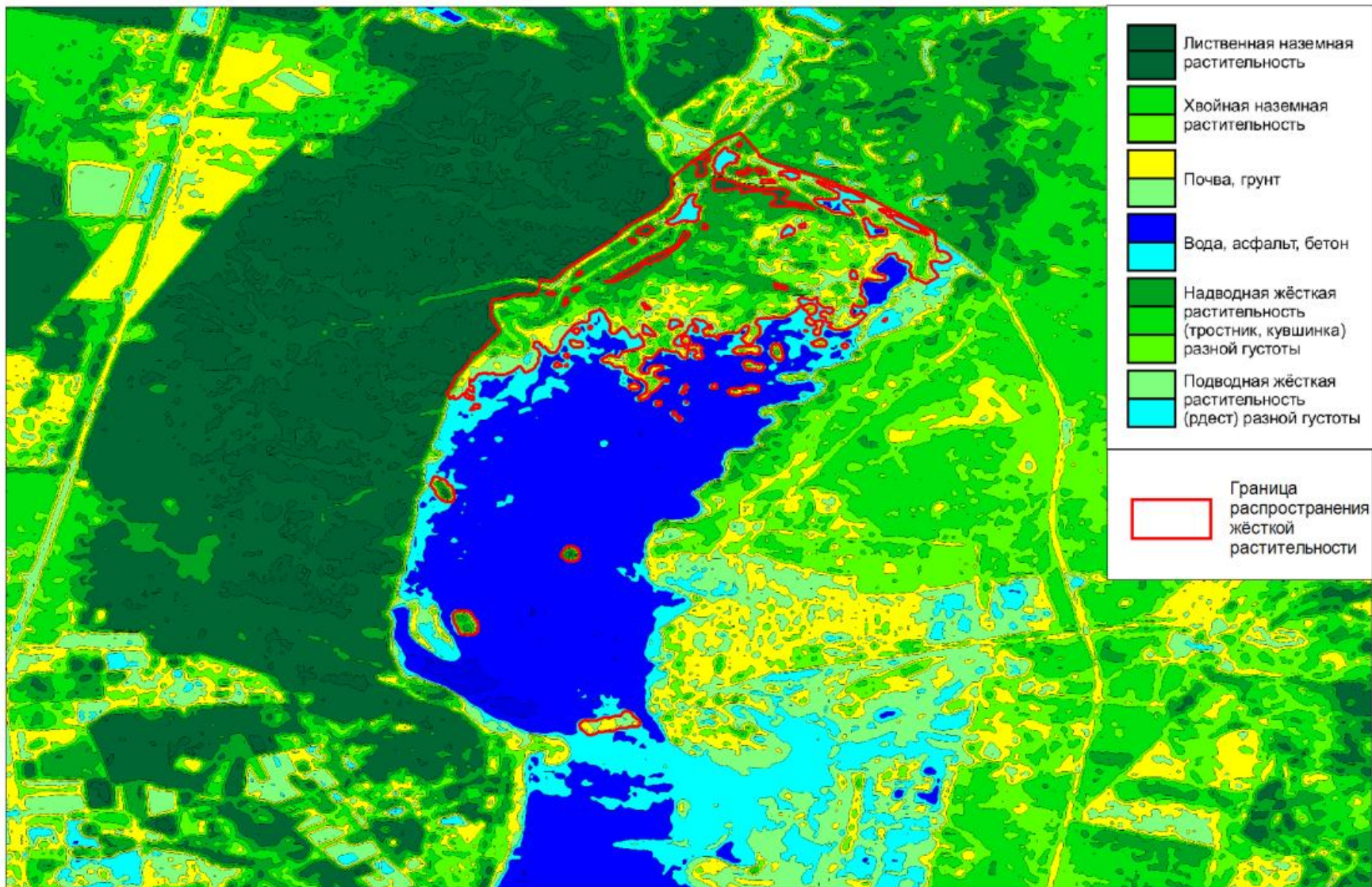


Схема NDVI. 2011-07-29

