

Выполнила: студентка гр. М32206,
Аракчаа С. У.,
Научный руководитель: к.г.- м.н., доцент
кафедры геологии, геофизики и геоэкологии,
Шевырев С.Л.

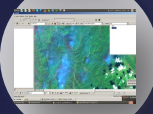
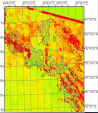
Владивосток 2017

Цель и задачи исследования

Цель
исследования



Задачи:



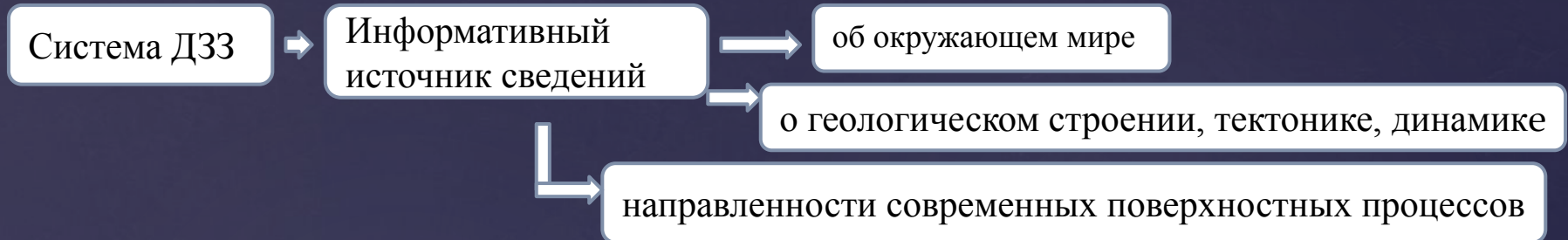
Актуальность исследования

Объект исследования - лесное хозяйство Республики Тува

Предмет исследования - методы, алгоритмы и технологии обработки лесных пожаров, позволяющие повысить эффективность охраны и использования лесного хозяйства Республики

Методами исследования данного исследования явились методы предварительной обработки временных серий данных спутниковых наблюдений, методы оценки по спутниковым данным качественных и количественных характеристик лесных пожаров исследуемой территории на основе спектральных признаков, методы детектирования и оценки повреждений растительности по временным сериям данных спутниковых наблюдений.

Актуальность исследования



Проблема лесных пожаров в России

- Ежегодно, в России возникает *от 10 тыс. до 35 тыс.* лесных пожаров, охватывающих, *от 500 тыс. до 2 млн. 500 тыс. га.*
- Согласно Федеральной службе государственной статистики (Росстата), начиная с *1992 года до 2015 год*, в стране зарегистрировано *612 тыс. 854* лесных пожаров.
- По данным Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоза), *средний ущерб* от возникновения пожаров составляет *около 20 млрд. руб.*

Спутниковый мониторинг – приоритетное направление в лесном хозяйстве

Независимость от погодных условий

осуществление мониторинга лесов на огромных территориях

независимость от природно-географических условий и развития инфраструктуры



Актуальность исследования

▣ Проблемы мониторинга лесных пожаров

- ▣ -Неполный охват территории России системой авиационного и наземного мониторинга пожаров ,
- ▣ - необходимость осуществления мониторинга лесов на огромных территориях,
- ▣ - особенности природно - географических условий
- ▣ - недостаточное развитие инфраструктуры ряда регионов
- ▣ - значительные случайные и систематические ошибки данных официальной отчетности

▣ Решение – мониторинг лесного хозяйства

с помощью спутниковых данных

возможность оценивать состояние и динамику лесного хозяйства на различных уровнях охвата, которые важны для устойчивого использования, сохранения и восстановления леса, с целью выработки на основе эффективных методик реализации данных целей.

Виды и методы мониторинга лесных пожаров

Наземный мониторинг				
Визуальный метод	Аппаратно-инструментальные методы			
Специальные пожарные вышки	Видеонаблюдение (FFSS станции) Тепловизионная съемка			
Авиационный мониторинг				
Средства	Визуальный метод	Видеонаблюдение	Тепловизионная съемка	LIDAR-системы
Космический мониторинг				

Сравнительная характеристика видов мониторинга пожароопасных

Вид мониторинга	Стоимость реализации	Зависимость от погодных условий	Необходимость обработки данных	Зависимость от человеческого фактора	Оперативность	Возможности охвата территории
Наземный	Средняя стоимость	Средняя зависимость от погодных условий	min	max	Средняя (в зависимости от погодных условий)	Минимальная (до 30 км с вышки)
Авиационный	Требует больших финансовых вложений	Высокое влияние погодных условий	min	max		Средняя
Космический	Высокая единоразовая стоимость приобретения ПО	Минимальная зависимость от погодных условий	Высокая	min	Средняя (в зависимости от V обработки)	Большой охват

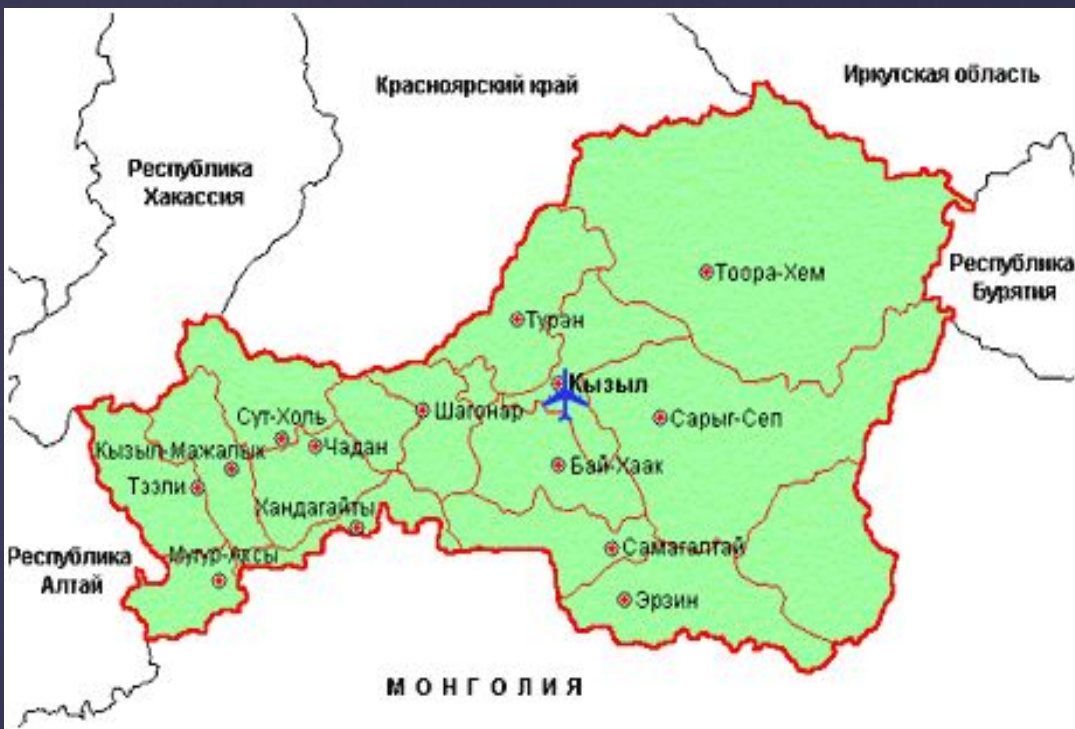
Цифровые характеристики спутниковых данных

Спутники	Сенсоры	Наземное разрешение	Радиометрическое разрешение	Временное разрешение
Landsat	MSS	80 м	-	18 дней
Landsat 5,7	Thematic Mapper	30 м	6 бит	16 дней
Spot	XS(multispectral)	20 м	6 бит	6 дней
Spot	panchromatic	10 м	6 бит	5 дней
Ikonos	Multispectral	4 м	11 бит	2,9 дней
Ikonos	panchromati	1 м	11 бит	2,9 дней
Quickbird		0,5 м	11бит	-3,5 дней

Возможности спутниковых приборов для мониторинга лесного хозяйства

Направления мониторинга лесов	Спутниковые приборы различного пространственного разрешения			
	Низкое (~1км)	Среднее (250-500 м)	Высокое (20-50 м)	Детальное (1-5 м)
Картографирование лесов	NOAA-AVHRR SPOT-Vegetation Terra/Aqua-MODIS	Terra/Aqua-MODIS Envisat-MERIS	Landsat-TM/ETM+ Terra-ASTER SPOT-HRV/HRVIR	IKONOS QuickBird SPOT-HRG IRS-PAN
Оценка биофизических характеристик			Метеоп-3М/МСУ-Э IRS-LISS	
Оценка концентрации хлорофилла		Envisat-MERIS	Landsat-TM/ETM+	
Оценка 3D структуры лесов	SPOT-Vegetation	Terra-MISR Terra/Aqua-MODIS		
Оценка возмущающих воздействий				
Детектирование пожаров	NOAA-AVHRR Terra/Aqua-MODIS	Landsat-TM/ETM+ Terra-ASTER	Landsat-TM/ETM+ Terra-ASTER	
Оценка последствий пожаров	NOAA-AVHRR SPOT-Vegetation Terra/Aqua-MODIS	Terra/Aqua-MODIS	Landsat-TM/ETM+ Terra-ASTER SPOT-HRV/HRVIR Метеоп-3М/МСУ-Э IRS-LISS	IKONOS QuickBird SPOT-HRG IRS-PAN
Оценка воздействия биотических и техногенных факторов				
Вырубки лесов				
Оценка фенологической динамики	NOAA-AVHRR SPOT-Vegetation Terra/Aqua-MODIS			
Оценка трендов состояния			Landsat-TM/ETM+ SPOT-HRV/HRVIR	
Оценка физических характеристик поверхности	NOAA-AVHRR Terra/Aqua-MODIS		Landsat-TM/ETM+ Terra-ASTER	

Основная характеристика Республики Тува



- Столица – г. Кызыл
- Население - 315 637 чел.

- Климат: резко-континентальный
- Ср. t зимы от -28 до -35 °
- Самая низкая температура – январь до -45°
- Ср. t лета – от 20 до 28 °
- Самая высокая температура - июль до 42°

- Площадь Республики составляет около 168.6 тыс. км².
- Площадь лесного фонда 10882,9 тыс. га (по данным на 1 января 2015 г.).
- Территории, покрытые лесом, составляют около 64,3% от общей площади Тувы.
- Тува богата растительным миром, на ее территории произрастают около 1500 видов высших растений.

- Период с температурами выше 12° составляет 100-125 дней.
- Безморозный период колеблется от 60 до 125 дней
- Сухих дней в году отмечается от 36 до 72 дней (дни с относительной влажностью менее 30 %).
- Среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 215 мм (сведения метеостанции г. Кызыл)



Проблема лесных пожаров в Республике Тува

Рисунок 1 - Количество лесных пожаров 2000-2016 гг.

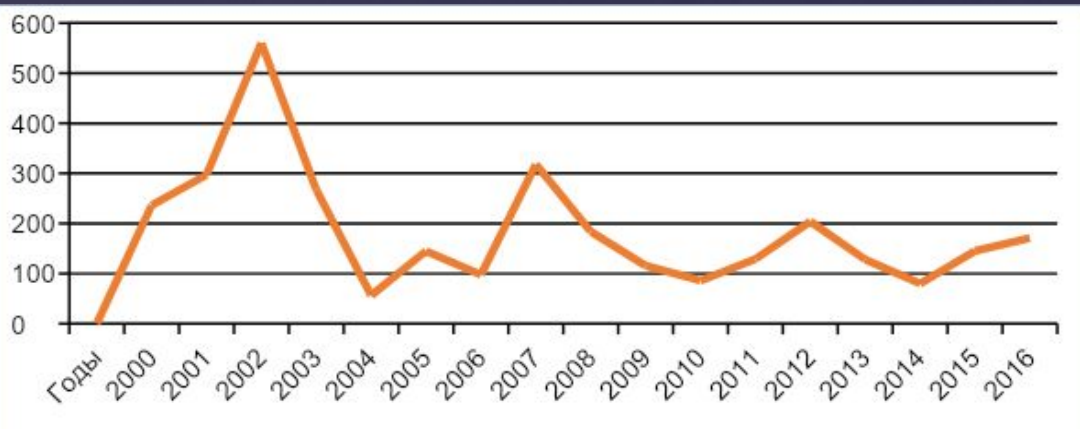
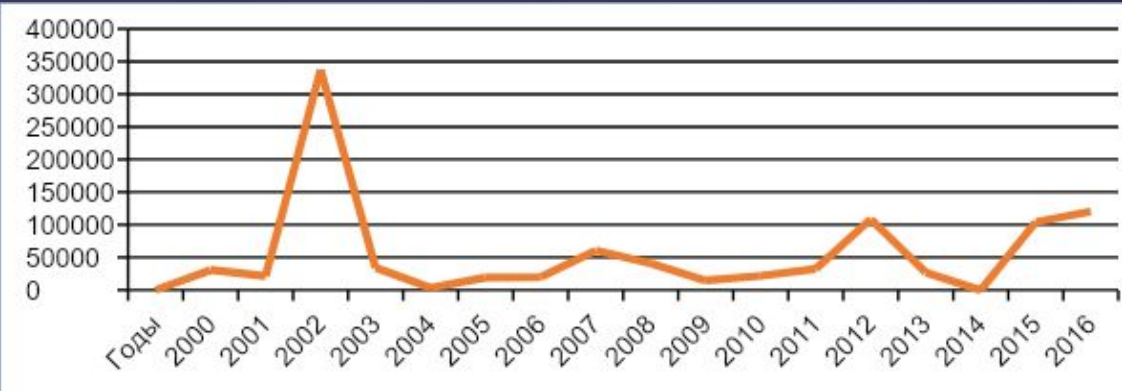
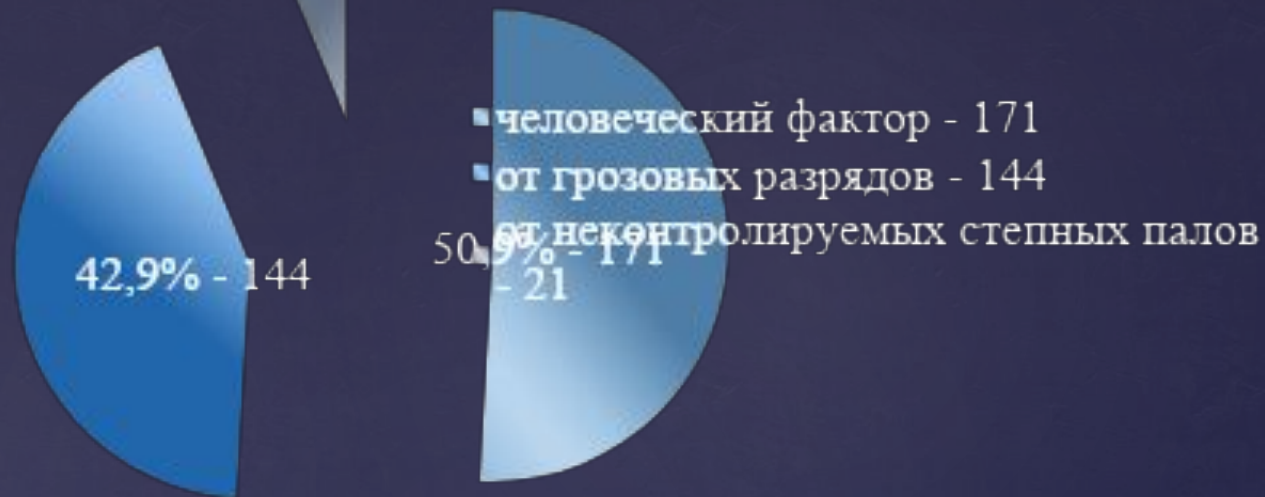


Рисунок 2 – Площадь лесного фонда, пройденные огнем с 2000-2016 гг.



Средние показатели основных причин возникновения лесных пожаров 2016 года

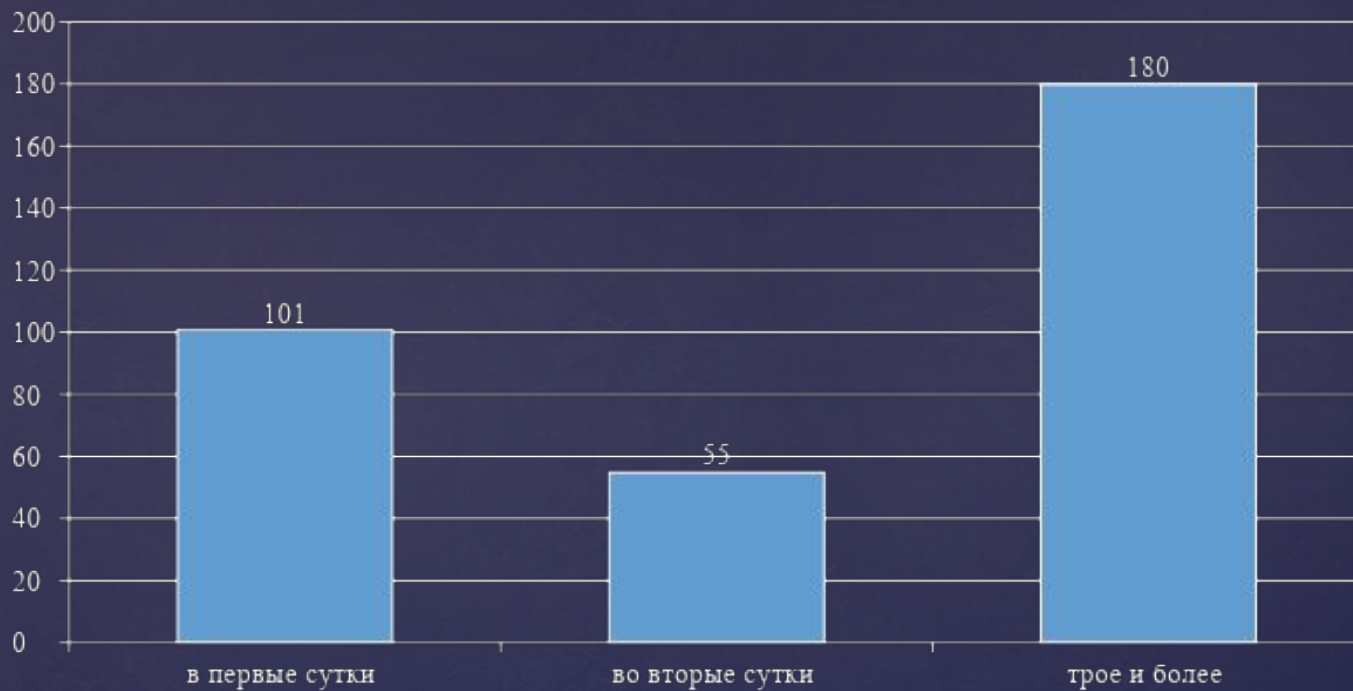


Из общего количества лесных пожаров тушатся:

- в первые сутки 101 (30,1 %)
- во вторые сутки 55 (16,4 %)
- в вечернее и ночное время 180 (53,5)

Преобладание солнечной погоды, сухость воздуха, малое количество осадков и сильные ветры благоприятствуют к увеличению степных и лесных пожаров

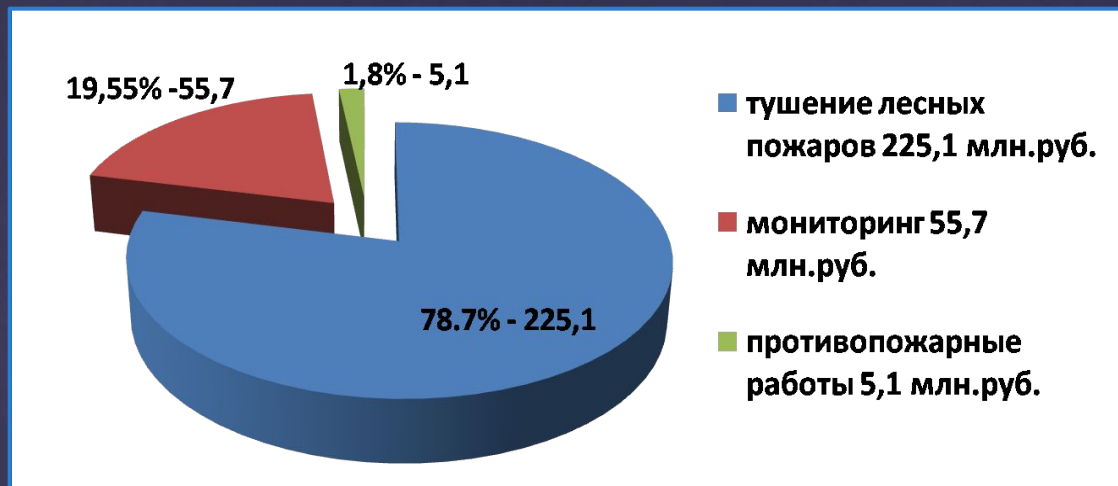
Продолжительность тушения лесных пожаров



Проблема лесных пожаров в Республике

Тува

Средние показатели фактических затрат на охрану лесов от пожаров в регионе (около 285,9 млн/год)



Объемы финансовых средств, планируемых на подготовку и тушение природных пожаров в 2017 году

Планируемая потребность финансовых средств на лесоохранные мероприятия, млн. рублей		Фактически израсходовано, млн. руб. (на 15.08.2017)	
Профилактика лесных пожаров	Тушение лесных пожаров	На профилактические мероприятия	На тушение пожаров
53,19	221,7	49,3	58,7

Территория исследования

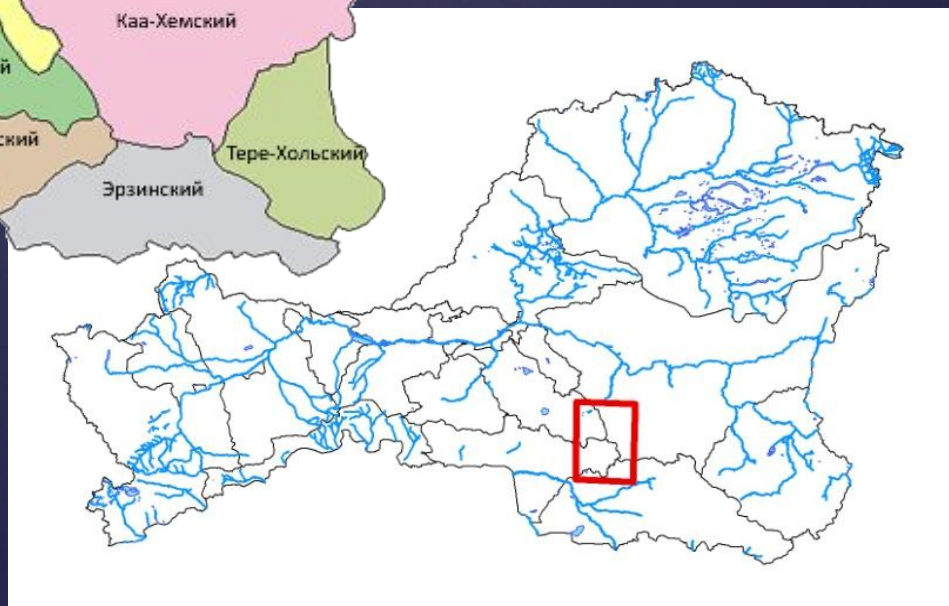
Лето 2002 года стало рекордным в числе возгораний торфяников в России

В 2002 году, по данным МЧС и ГОЧС на территории Республики, сильными пожарами, относящиеся к высшему *5 классу*, были охвачены около *208 000 га* лесной площади, *130 000 га* прочих площадей.

Общая площадь исследования - *(3500 км²)*.
Установленная площадь пожаров – *1200 км²*

Районы исследований:

Тес-Хемский район
Тандынский район
Каа-Хемский район
Эрзинский район



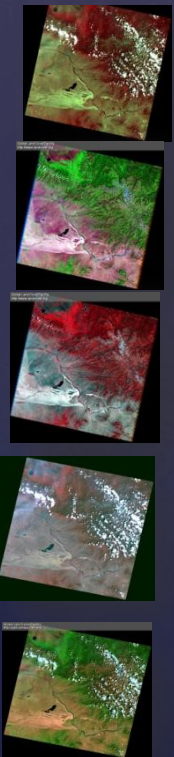
Методика исследований

Цель
методики



показать возможности изучения влияния пожаров 2002 года на состояние лесного фонда Республики Тува, методами ДЗЗ

Этапы проведения исследований:



1. подбор материалов ДЗЗ космических аппаратов Landsat 5 и Landsat 7 на территории Республики Тува

2. подбор, учет спутниковых данных и их обработка

3. Подготовка спутниковых данных и дешифрирование границ пройденных огнем площадей

4. расчет индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

5. оценка полученных результатов, площадей лесных пожаров дешифрированных по КФС 2002 по снимкам 1991, 2009 годов

6. проведение независимой классификации ISODATA и анализ результатов

Методика исследований

Исходные данные

КФС имеющиеся в архиве Мэрилендского университета (США)

Программы используемые для исследования

ArcGis
Quantum Gis
Erdas Imagine
Corel Draw

Подбор, учет спутниковых данных и их обработка

Наложение карты исследуемой территории в ArcGIS с системой координат: 49°44' и 53°43' северной широты и 88°52' и 99°8' восточной долготы

Скачивание снимков территории исследования

Подготовка спутниковых данных и оценка пройденных огнем площадей

Подбор подходящей комбинации каналов

Синтез многоканальных снимков в единый файл

Извлечение контуров гари путем визуального дешифрирования снимков

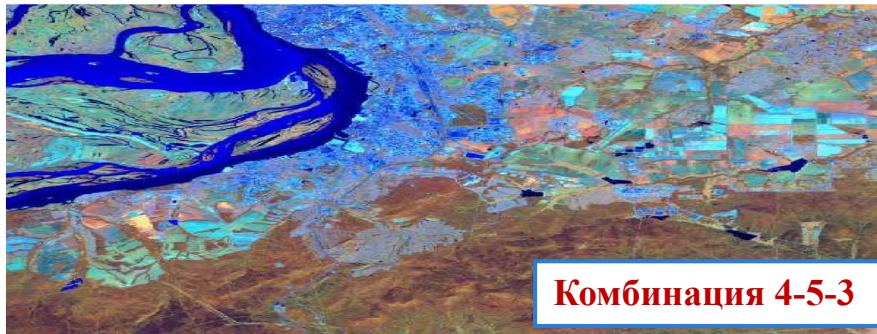
расчет индекса NDVI

Определение (р) возгораний

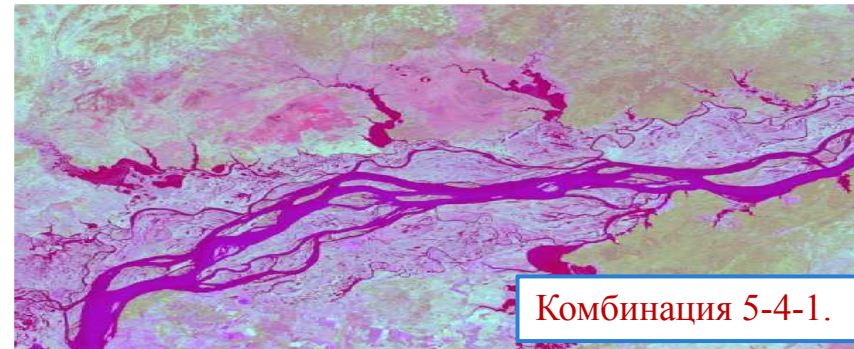
Кластерный анализ исследуемой территории с помощью алгоритма *Isodata*

Сопоставление результатов дешифрированных по КФС 1991-2009 годов

Возможности отображения синтеза каналов (диапазонов) LANDSAT



4-5-3. Изображение позволяет четко различить границу между водой и сушей. Комбинация отображает растительность в различных оттенках, что дает возможность анализа влажности и полезно при изучении почв и растительного покрова.



5-4-1. Сухостойная растительность выглядит оранжевой, вода - голубой. Песок, почва и минералы могут быть представлены очень большим числом цветов и оттенков. Изображение позволяет анализировать сельскох/культуры



5-3-1. Изображение показывает топографические текстуры, позволяет изучать объекты инфраструктуры, урбанизированные территории.



7-4-2. Изображение близкое к естественным цветам, позволяет анализировать *состояние атмосферы и дым.* *Здоровая растительность* выглядит ярко зеленой, ярко розовые участки детектируют открытую почву, *коричневые и оранжевые* тона характерны для разреженной растительности.

Расчет относительного вегетационного индекса NDVI (1991, 2002 и 2009 гг.)

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - это стандартизированный индекс, показывающий наличие и состояние растительности (относительную биомассу).

Для отображения индекса *NDVI* *используется* дискретная шкала, показывающая значения в диапазоне от *-1..1*. Благодаря особенности отражения в NIR -RED областях спектра, природные объекты, имеют фиксированное значение NDVI, (что позволяет использовать этот параметр для их идентификации):

NDVI *рассчитывается* по нижеприведенной формуле:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{RED})}{(\text{NIR} + \text{RED})}$$

NIR – отражение спектральной яркости в зоне ближнего ИК,

RED – отражение спектральной яркости в красной области спектра

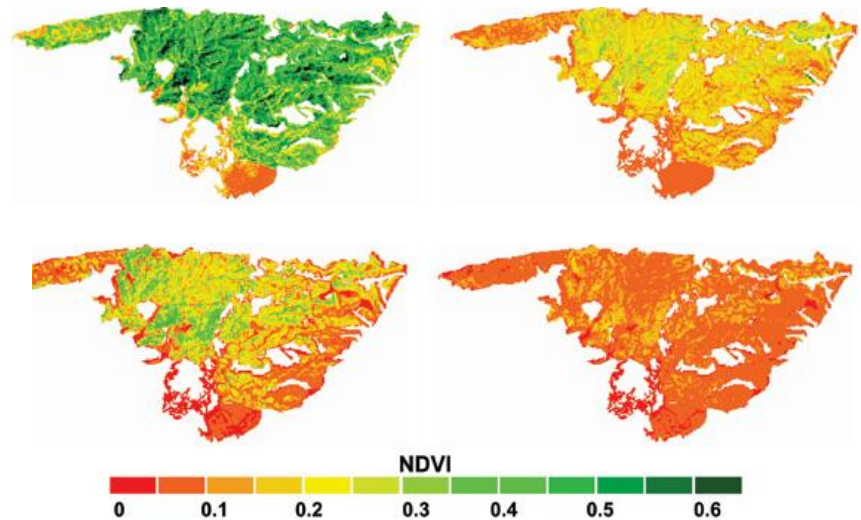
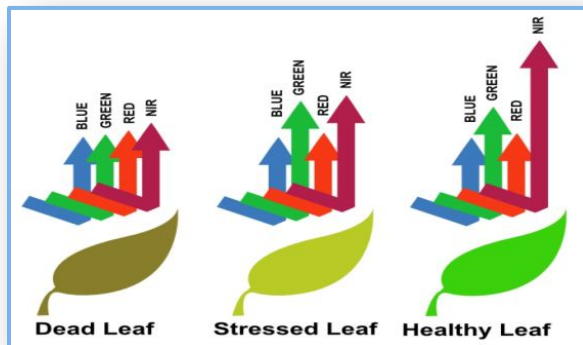
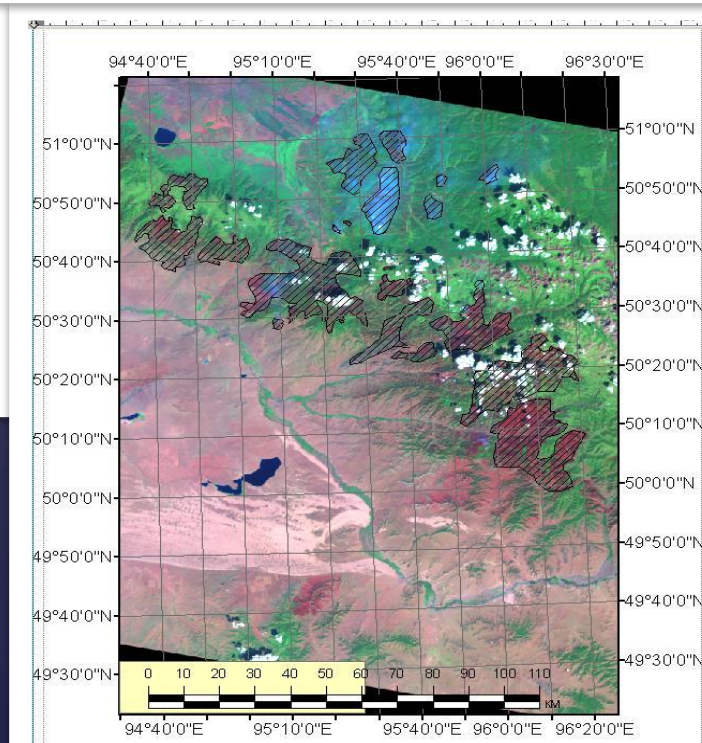
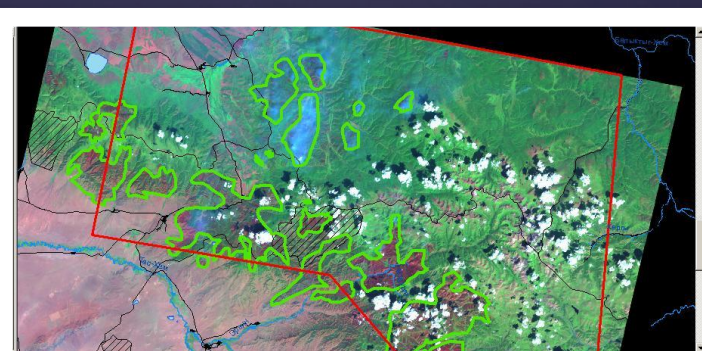
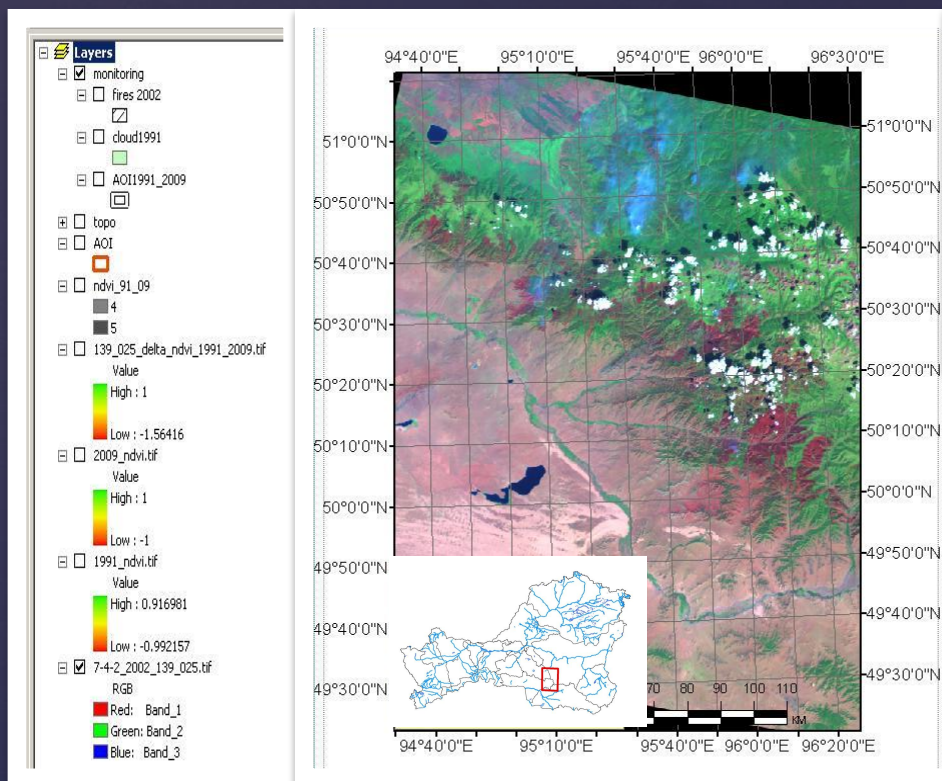


Рис . Изменение растительного покрова в разные временные срезы

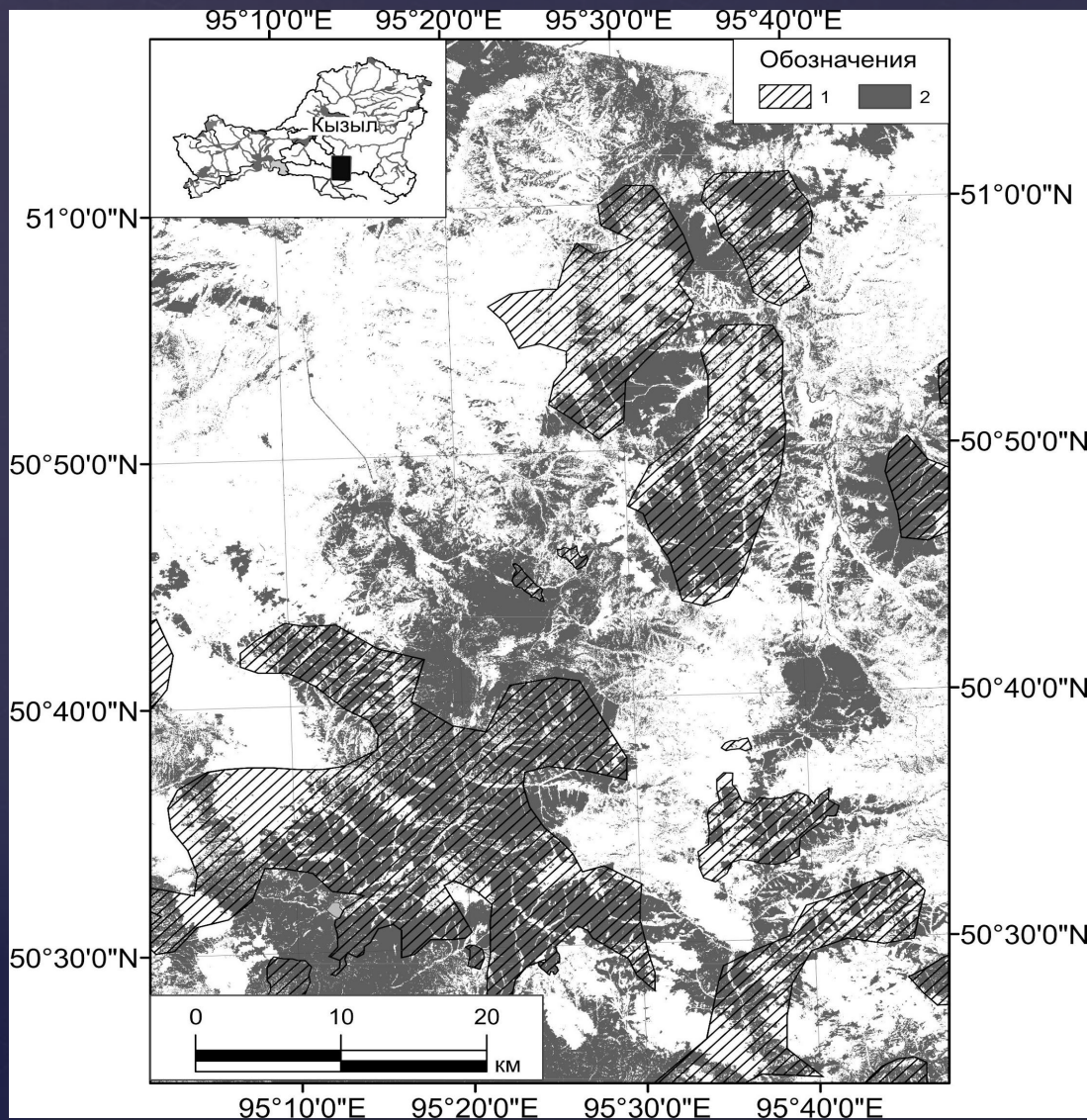
Использование разностного вегетационного индекса NDVI в синтезе каналов SWIR, NIR, GREEN (7-4-2) для оконтуривания гарей в южных районах Республика Тува в 2002 г.



Общая площадь полигона - (3500 км²).
Р затронутых пожарами территорий – 1200 км²

Признаки для выделения пожаров:
дымные шлейфы, свежие гари и очаги возгорания.

Рис. Сопоставление площадей лесных пожаров дешифрированных в 2002 г. и сокращение уменьшений значений NDVI по снимкам 1991-2009 годов



Обозначения:

Левый верхний угол – схематическое расположение полигона на территории Республики Тува (черный прямоугольник)

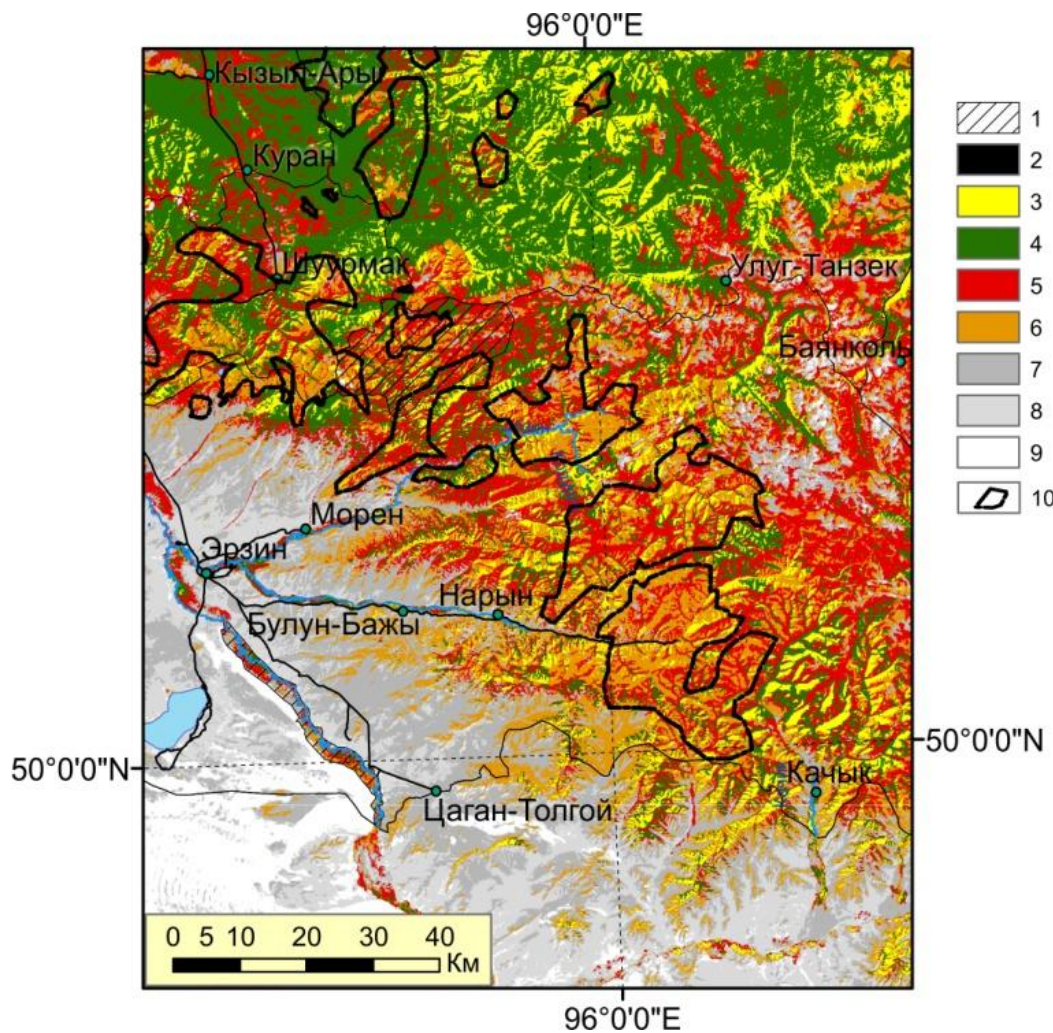
1 – площадь лесных пожаров дешифрированных в 2006 году

2 – пострадавшие территории вследствие лесных пожаров

Оценка изменения концентрации фитобиомассы растительности, с учетом нормализованного разностного индекса NDVI за 1991, 2002, 2009 годов.

Сопоставление разницы значений NDVI
Сокращение плотности растительности (на территории дешифрированных пожаров и на прилегающих территориях)

Применение алгоритма ISODATA



Обозначения:

1 – заповедные территории,
2-9 – классы ISODATA, из
них (2 – неклассифицированное
изображение,
3-4 – здоровая
растительность,
5-6 – редколесье и
открытые грунты,
7-9 – опустынивание,
10 – площади лесных
пожаров 2002 года)

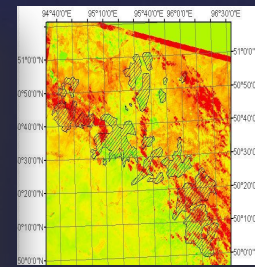
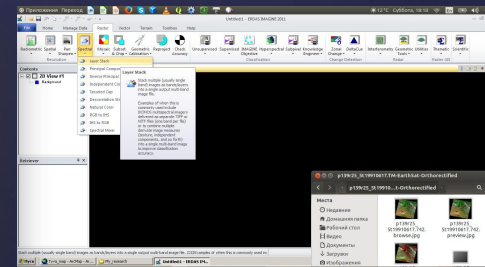
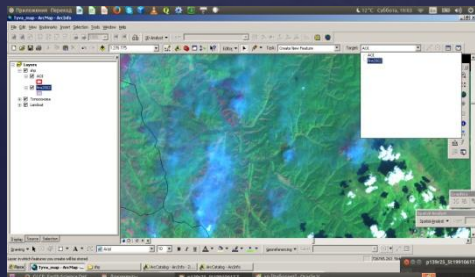
Алгоритм ISODATA

применяют для первоначальной
(предварительной)
классификации снимков с
большим или неопределенным
количеством классов.

Рисунок 2 – Результат применения алгоритма ISODATA
для классификации территории исследований

Результаты исследований с помощью спутниковых данных

- Установлено что лесными пожарами 2002 года было затронуто *1200 км² (34%)* от общей площади полигона *3500 км²* .
- Дешифрованы площади пожаров на территории полигона, которые составили около *400 км²*.
- Сопоставлены площади активных лесных пожаров по снимку Landsat 2002 года с разницей значений NDVI, рассчитанной между данными *1991 и 2009* годов продемонстрировало существенное *сокращение* плотности древесно-кустарниковой *растительности*, как на территории дешифрованных пожаров, так и на прилегающих площадях.
- Установлено, что *естественного восстановления* лесного фонда за *7 лет*, прошедших со времени пожаров 2002 года *не отмечается*
- *Зафиксировано что, сокращение* лесного фонда *сопровождается* параллельно идущими *процессами опустынивания* на границе с Монголией.



Расчет экономического эффекта применения космических данных для экологической оценки состояния лесного хозяйства

Затраты на мониторинг лесных пожаров с помощью космических данных

Капитальные затраты:

- программное обеспечение;
- оборудование

Затраты на приобретение программного обеспечения

Наименование программных продуктов	Стоимость, руб.
Приобретение лицензионного (бессрочного) программного геоинформационного продукта Erdas	396000
Приобретение Raid-массива НР для хранения космоданных	21600
Итого	417600

Затраты на оборудование

Перечень оборудования	Кол-во	Цена за ед., руб.	Общая стоимость, руб.
Компьютеры	2	35000	70000
Компьютерные столы	2	3200	6400
Компьютерные кресла	2	1600	3600
Итого		39800	80000

Расчет экономического эффекта применения космических данных для экологической оценки состояния лесного хозяйства

Текущие затраты на проведение мониторинга лесных пожаров включают:

- постоянные затраты (на оплату труда);
- переменные затраты (на оплату услуг за интернет, на техническое обслуживание, на иные форс-мажорные обстоятельства).

Затраты на оплату труда (около 60 дней в год)

Должность	Затраты на оплату труда за 1 день, руб.	Итого, руб. / сезон (12 дней)	Итого, руб. / год (48 дней)
Специалист по работе со спутниковыми данными	1400	16800	67200
Помощник специалиста по обработке данных	1100	13200	52800
Итого		30000	120000

Переменные затраты на мониторинг лесных пожаров с помощью космических данных

Наименование	Стоимость в месяц, руб.	Всего в год, руб. / 4 сезона
Оплата услуг за интернет	900	3600
Техническое обслуживание	1200	4800
Иные форс-мажорные обстоятельства	2500	10000
Итого		18400

Расходы на исследование экологической оценки лесного хозяйства составят 635000 руб.

Затраты на проведение полевых исследований лесных пожаров

Капитальные затраты на проведение полевых исследований лесных пожаров

Наименование	Стоимость, руб.
Геологическая палатка (1 шт.)	25400
Полевое снаряжение (5 ед.)	117000
Итого	142400

Затраты на оплату труда (с учетом выплат в обязательные гос. страховые фонды)

Должность	Кол-во	Затраты на оплату труда за 1 день, руб.	Итого, руб. / сезон (14 дней)	Итого, руб. / год (56 дней)
Руководитель маршрутной бригады	1 чел.	1800	25200	100800
Специалист по геологосъемочным и по поисковым работам	2 чел	3200	44800	179200
Радиометрист	1 чел.	1500	21000	84000
Техник	1 чел.	1500	21000	84000
Лаборант	1 чел.	1600	22400	89600
Итого	6 чел.	9600	134400	537600

Затраты на проведение полевых исследований лесных пожаров

Исходные данные для расчета топлива:

– расход топлива – 18 л на 100 км;

– стоимость 1 л топлива – 40,7 руб.

Затраты топлива на 100 км:

$$40,7 * 18 = 732,6 \text{ руб.}$$

Переменные расходы на проведение полевых исследований лесных пожаров

Наименование	Ед.	Затраты в сезон, руб.	Затраты за год, руб.
Расходы на топливо	700 км	5128	20513
Расходы на питание	5 чел.	9800	39200
Иные расходы (мешочки для проб, компасы, бруссоли и т.д.)	-	-	28200
Итого			87913

- И на затраты на форс-мажорные обстоятельства составят 11800 в сезон или 47200 в год.
- Таким образом, затраты за полевые исследования составят 767913 руб.

Сопоставление затрат на проведение исследований лесных пожаров

Снижение затрат на проведение исследований лесных пожаров, с помощью спутниковых данных (руб.)

Затраты	Проведение исследований с помощью спутниковых данных (руб)	Проведение полевых исследований (руб)	Изменение, +/-
Капитальные затраты	497600	142400	-355200
Переменные затраты	120000	625513	505513
Постоянные затраты	18400	47200	28800
Итого	636000	815113	179113



Таким образом, экономическая выгода внедрения спутникового мониторинга лесных пожаров за первый год составит 179113 руб.

Затраты исследований с помощью космических данных для экологической оценки лесных пожаров

Затраты со 2-5 годы будут включать:

- постоянные (затраты на оплату труда) – 120000 руб.;
- переменные затраты (на оплату услуг за интернет, на техническое обслуживание, на иные форс-мажорные обстоятельства) – 18400 руб .

Затраты полевых исследований для экологической оценки лесных пожаров

Частичное приобретение необходимого снаряжения 31200 руб. в год (на каждого специалиста 6240 руб. в год).

Затраты на оплату труда (с учетом выплат в обязательные государственные страховые фонды) - 537600 руб.

Переменные расходы на проведение полевых исследований лесных пожаров
расходы на топливо (20513 руб.),
расходы на питание (39200 руб.)

и на иные расходы необходимые для полевых исследований (28200 руб.).

$$31200+625513= 656713 \text{ руб.}$$

Экономическая выгода спутникового мониторинга за 1 год составит 179113 руб.

Со 2 по 5 год экономическая выгода ежегодно будет составлять 518313 руб.,

$$179113 + 2073252=2252365 \text{ руб.}$$

Результаты исследования

Проанализи
рована
проблемати
ки лесных
пожаров
Республики
Тува

Сделан
сравнитель
ный
анализ
методов
мониторин
га лесных
пожаров

Определены
качественные и
количественные
признаки для
оценки
экологического
состояния
лесного
хозяйства

Оценены
последствия
пройденных
огнем
площадей
исследуемой
территории;

Расчитан
экономическ
ий эффект
внедрения
спутникового
мониторинга
лесных
пожаров

Спасибо за внимание!

Комплекс мер для их предупреждения и своевременной ликвидации лесных пожаров в Республике Тува

- *организовать работу по разработке и усовершенствовани нормативно-правовых документов*, запрещающих выжигание сухой травянистой растительности (в том числе на землях сельскохозяйственного назначения), исключающих возможность перехода огня на лесные насаждения, объекты инфраструктуры и населенные пункты, с Правилами противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 года № 390.
- *провести агитационно-массовые мероприятия* по профилактике лесных пожаров (проведение лекций, подворовых обходов, распространение листовок, доведение через СМИ).
- *разработать и утвердить по районам оперативные планы* по тушению лесных пожаров и защите населенных пунктов, расположенных в лесных массивах и прилегающим к ним территориям;
- *провести противопожарное обустройство* населенных пунктов, объектов экономики, лагерей летнего отдыха для детей и подростков, расположенных в лесных массивах или на прилегающим к ним территориям

Комплекс мер для их предупреждения и своевременной ликвидации лесных пожаров в Республике Тува

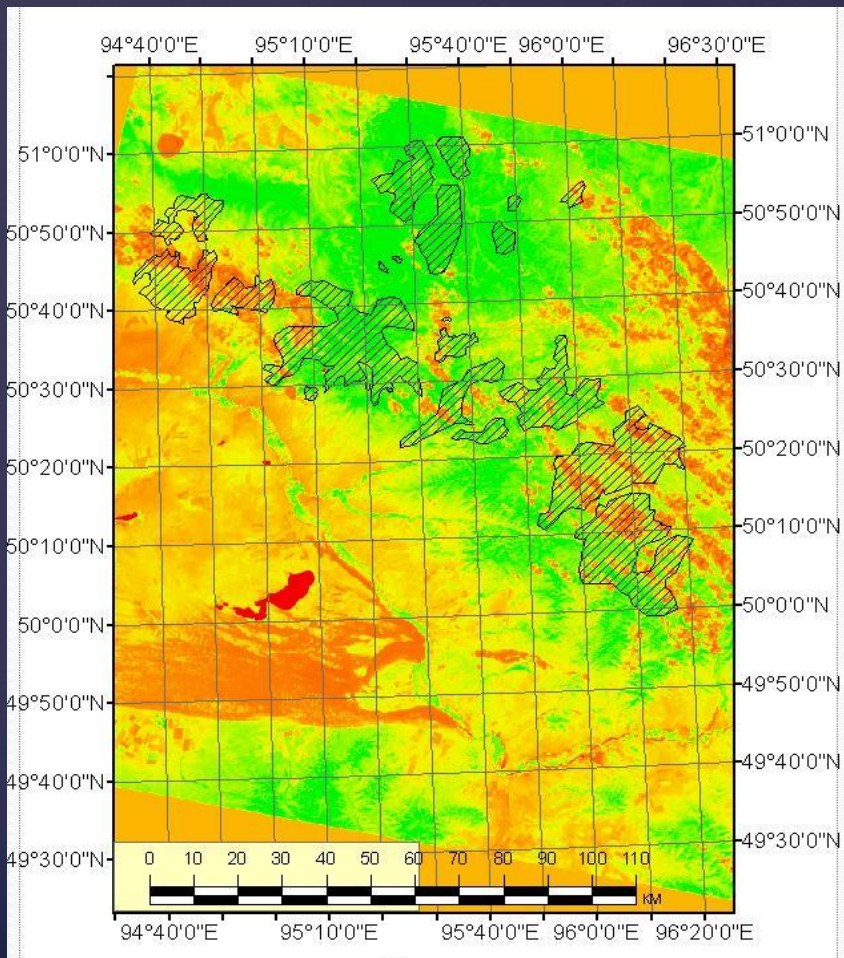
• *организовать работу по созданию защитных противопожарных минерализованных* полос вокруг всех населённых пунктов, а также удалению сухой растительности, предупреждающее распространение огня.

• *привести в исправное состояние пожарную технику и пожарно-техническое вооружение* муниципальных образований

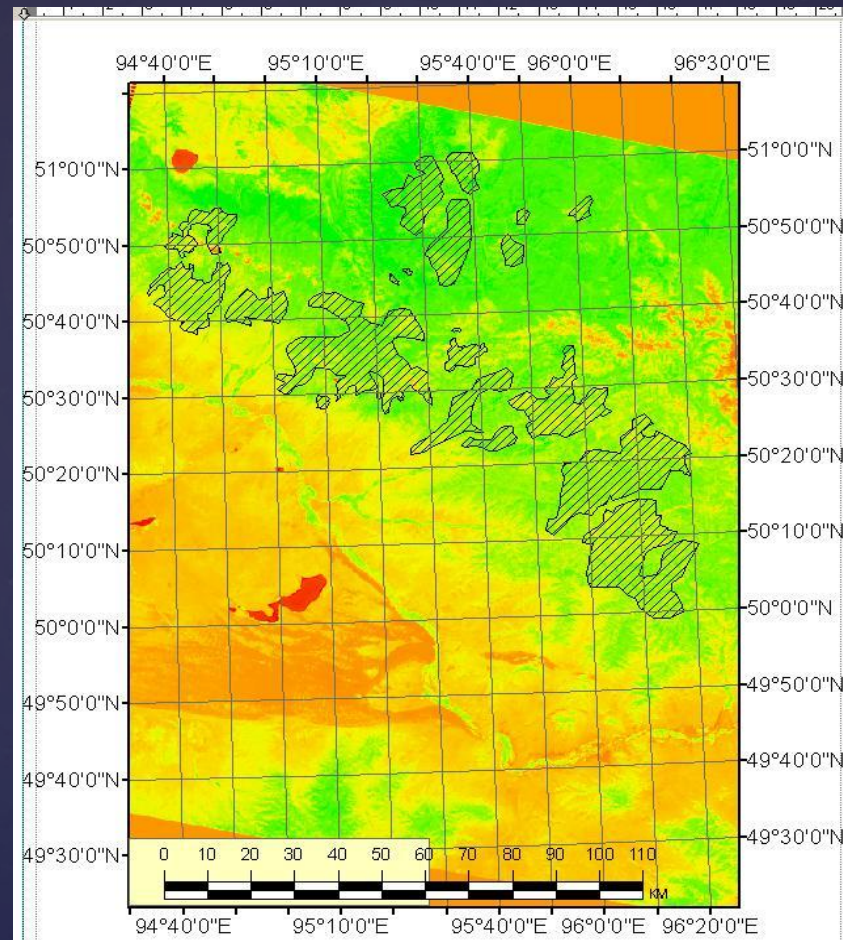
• *организовать контроль* за: созданием систем, средств предупреждения, защиты и тушения пожаров в населенных пунктах, расположенных в лесных массивах или непосредственной близости к ним;
• *организовать контроль* за опашкой летних и зимних чабанских стоянок.

• *Производить исследования лесных пожаров с помощью спутниковых данных*

Визуализация разновременных снимков Landsat 5 и Landsat 7 в синтезе каналов SWIR, NIR, GREEN (7-4-2)

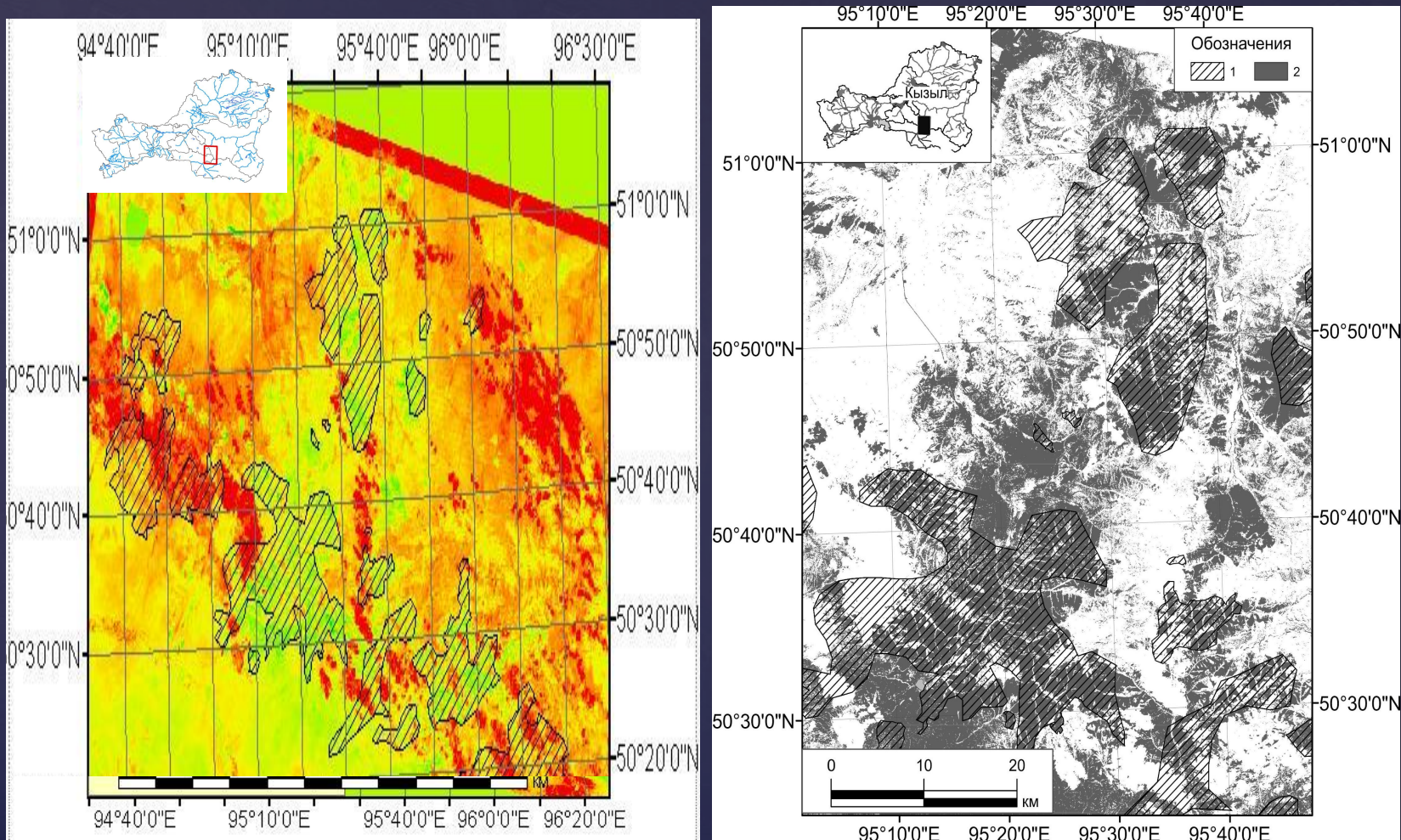


NDVI 1991



NDVI 2009

Рис. Сопоставление площадей лесных пожаров дешифрованных по КФС2002 года и сокращение уменьшений значений NDVI по снимкам 1991-2009 годов



Обозначения:

Левый верхний угол – схематическое расположение полигона на территории РТ

1 –

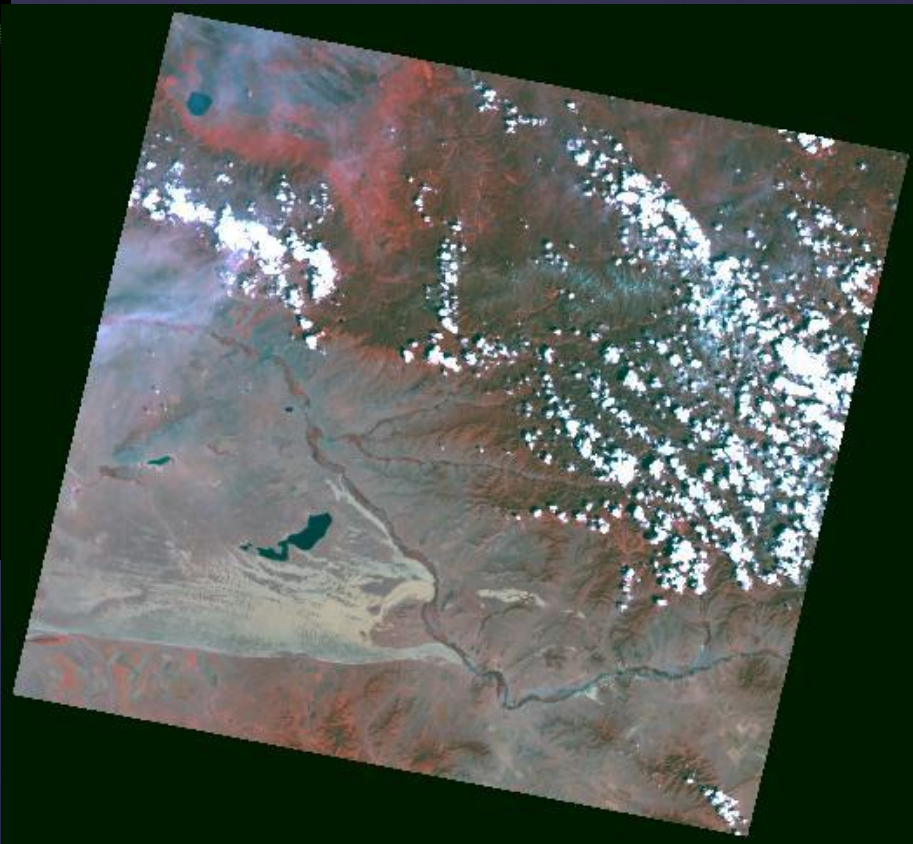
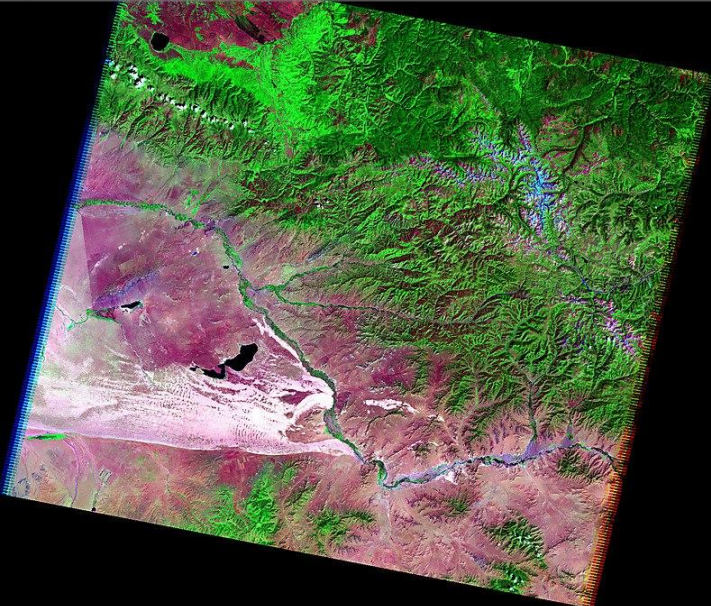
2 –

- ▣ **Спектральная характеристика** – это часть спектра белого света, которую излучает, пропускает или поглощает источник излучения, вещество или поверхность (тонкий слой)
- ▣ Расчет индекса базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках кривой спектральной отражательной способности растений.
- ▣ На красную зону спектра (0,62-0,75 мкм) приходится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом,
- ▣ а на ближнюю инфракрасную зону (0,75-1,3 мкм) — максимальное отражение энергии клеточной структурой листа.
- ▣ Таким образом, чем больше зеленая фитомасса, тем выше индекс.

▣ **Как интерпретировать цветосинтезированные снимки**

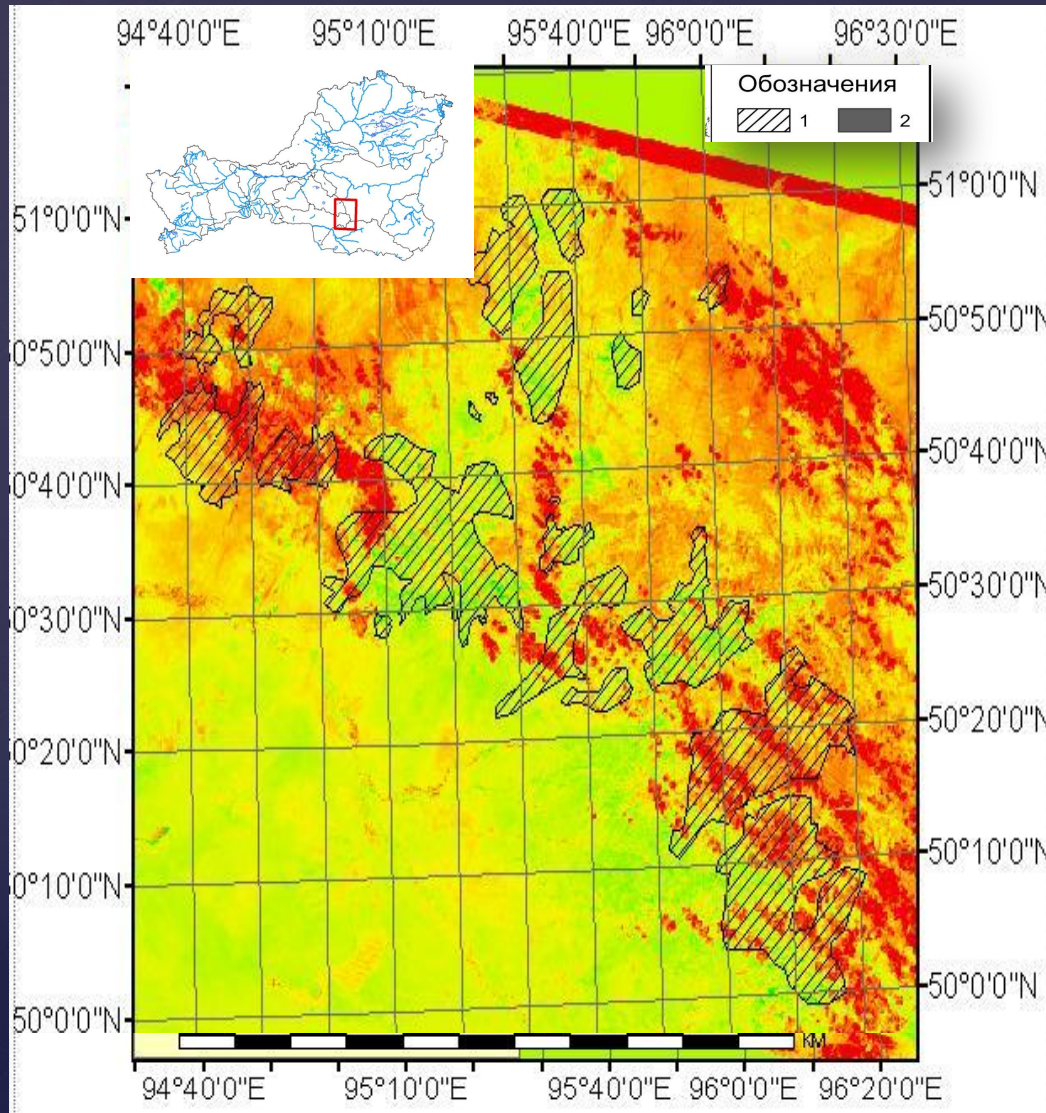
- ▣ *Наиболее распространенными комбинациями изображений в ложной цветопередаче являются:*
 - **БНК (красный), зеленый (голубой), красный (зеленый)**. Это традиционное сочетание полезно тем, что позволяют определять изменения состояния растений.
 - **Короткий ИК (красный), БНК (зеленый), зеленый (голубой)** часто используется, чтобы показать наводнения или гари.
 - **Синий (красный)** и два различных коротковолновых инфракрасных канала (зеленый и синий). Используется для того, чтобы различать снег, лед и облака.
 - **Тепловой инфракрасный** обычно отображается в оттенках серого, служит для отображения изменений температуры.

Global Land Cover Facility
<http://www.landcover.org>



$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{Red})}{(\text{NIR} + \text{Red})}$$

Рис. Сопоставление площадей лесных пожаров дешифрированных по КФС2002 года и сокращение уменьшений значений NDVI по снимкам 1991-2009 годов



Обозначения:

Левый верхний угол –
схематическое расположение
полигона на территории
Республики Тува (красный
прямоугольник)

1 –
2 –

Признаки для выделения пожаров
включают:
дымные шлейфы, свежие гари и
очаги возгорания.

Средства получения дистанционной информации

Космические снимки:

- MODIS
- LANDSAT NDVI
- Спутник Aqua



Спутник Aqua является частью комплексной программы NASA EOS (Earth Observing System), направленной на исследование Земли



CERES способен определять свойства облаков, включая высоту, толщину и размеры частиц в облаке.

AMSR-E Предназначен для измерения уровней ливневых осадков как на суше и в океане. Над океанами прибор с помощью микроволнового излучения может проводить зондирование облаков.



MODIS предназначен для получения спектральных изображений отражений с дневной части земной поверхности и дневного/ночного излучения в каждой точке поверхности Земли с периодом два дня.

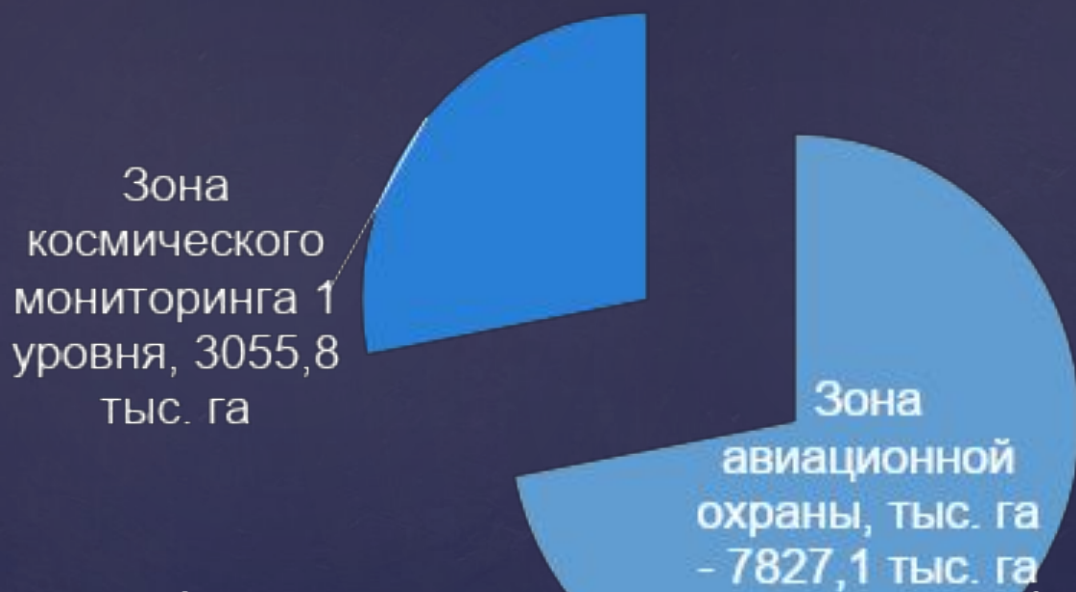
Разрешение пространственное/Разрешение
 спектральное/Разрешение радиометрическое

Название		ETM+ (Enhanced Thematic Mapper)	
Тип		многоспектральный оптико-механический сканирующий радиометр	
Номер канала	Разрешение, м	Начало, нм	Конец, нм
1	30	450	515
2	30	525	605
3	30	630	690
4	30	760	900
5	30	1550	1750
6	60	10400	12500
7	30	2080	2350
8	15	520	900

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



*Распределение площади фонда
Республики Тыва по зонам мониторинга*

Распределение лесных пожаров по кожуунам республики за

№	Кожуун	Кол-во пожаров	Площадь пожаров, га		
			общая	В том числе	
				лесная	нелесная
1.	Кызылский	21	1378,3	1175,7	202,6
2	Каа-Хемский	57	18560,4	18332,4	228
3	Дзун-Хемчикский	15	588	417,5	170,5
4	Тандинский	20	1945,74	1243,24	702,5
5	Чеди-Хольский	26	3849,5	3663	186,5
6	Барун-Хемчикский	3	109	18	91
7	Тоджинский	124	67050,90	65434,9	1616
8	Улуг-Хемский	27	1338,6	1194,6	144
9	Пий-Хемский	32	3840,5	2970,5	870
10	Чаа-Хольский	6	118	118	-
11	Сут-Хольский	3	163	133	30
12	Овюрский	4	88	88	-
13	Бай-Тайгинский	5	141	141	-
14	Тес-Хемский	7	4890,5	4530	360,5
15	Эрзинский	1	0,7	0,7	-
16	Тере-Хольский	2	136	136	-
17	Монгун-Тайгинский	1	11,8	11,8	-

К тушению лесных пожаров было привлечено 1172 человека, из них:

- работников авиалесопожарной службы Тувинской авиабазы 67 работников;
- 125 работников пожарно-химических станций;
- 62 сотрудника пожарных частей МЧС по Республике Тыва;
- 662 добровольных лесных пожарных,
- 256 работников ФБУ Авиалесоохрана (республики Хакасия, Марий Эл, г. Иркутск, г. Омск).



На работах по авиатруированию лесного фонда и доставке людей и снаряжения на тушение лесных пожаров были задействованы воздушные суда:

- самолет Ан-2 ГКП «Туваавиа»;
- три вертолета Ми-8 - Сибирского Регионального Центра МЧС РФ;
- 6 вертолетов Ми-8 Министерства обороны РФ;
- вертолет Роббинсон-44.

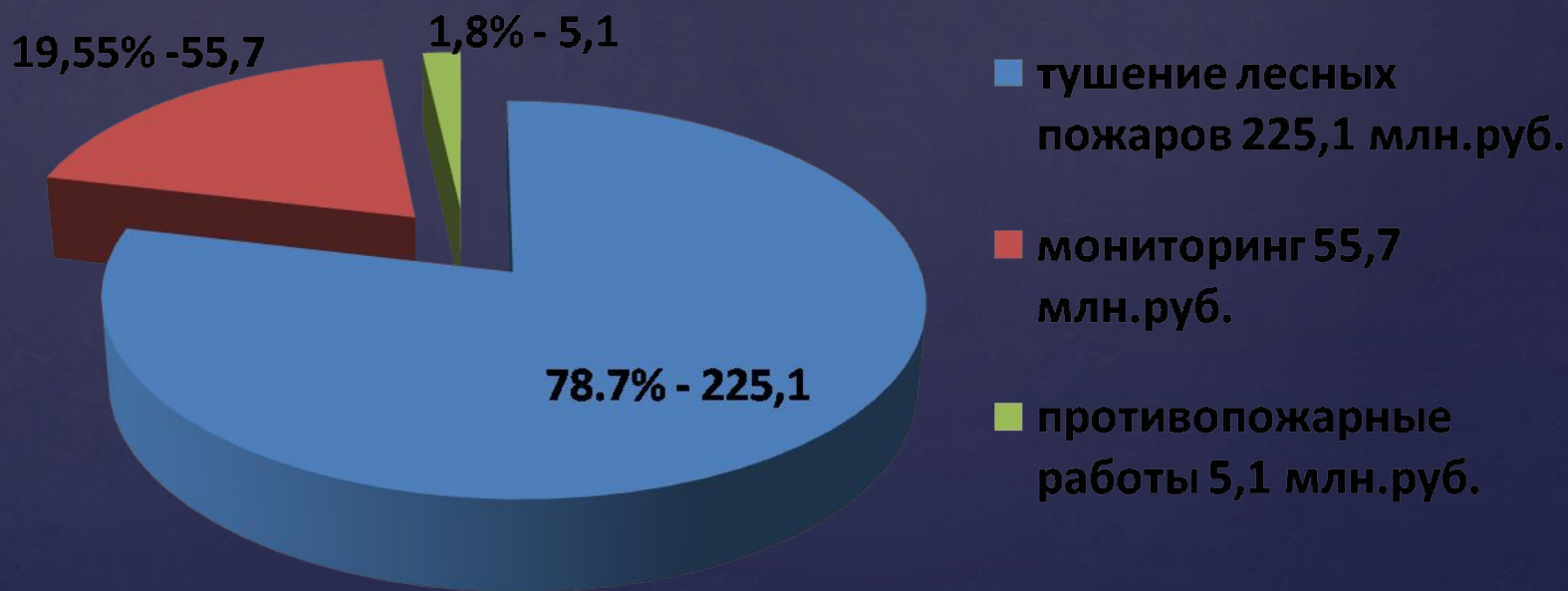
Средние показатели основных причин возникновения лесных пожаров



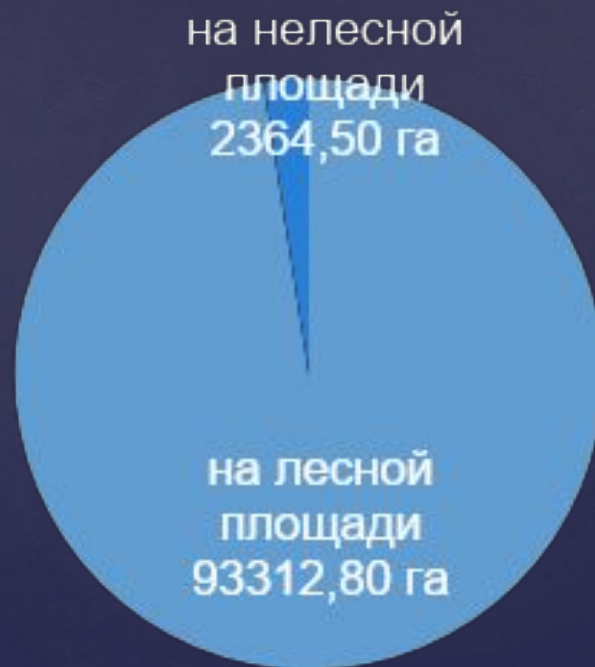
Преобладание солнечной погоды, сухость воздуха, малое количество осадков и сильные ветры благоприятствуют возникновению большого числа степных и лесных пожаров

Фактические затраты на охрану лесов от пожаров

в пожароопасный сезон 2015 года составили 285,9 млн.руб.



С начала введения режима ЧС с 24 июля по 10 октября возникло и ликвидировано 233 лесных пожаров на общей площади 94677,30 га



В период действия режима ЧС было задействовано 989 человек, из них:

- ▣ работников ПХС 3 типа-136 чел;
- ▣ работников Авиалесоохраны-63 человека;
- ▣ 38 работников лесничеств;
- ▣ 17 сотрудников пожарных частей;
- ▣ 226 привлеченных ДПО;
- ▣ 27 единиц техники
- ▣ 509 работников ФБУ «Авиалесоохрана»

Всего затраты на тушение лесных пожаров в пожароопасный сезон 2014 года составили 180,4 млн.руб., из них:



Работы по противопожарному обустройству лесов по Госзаданиям на 2014 год выполнены на 100 %:

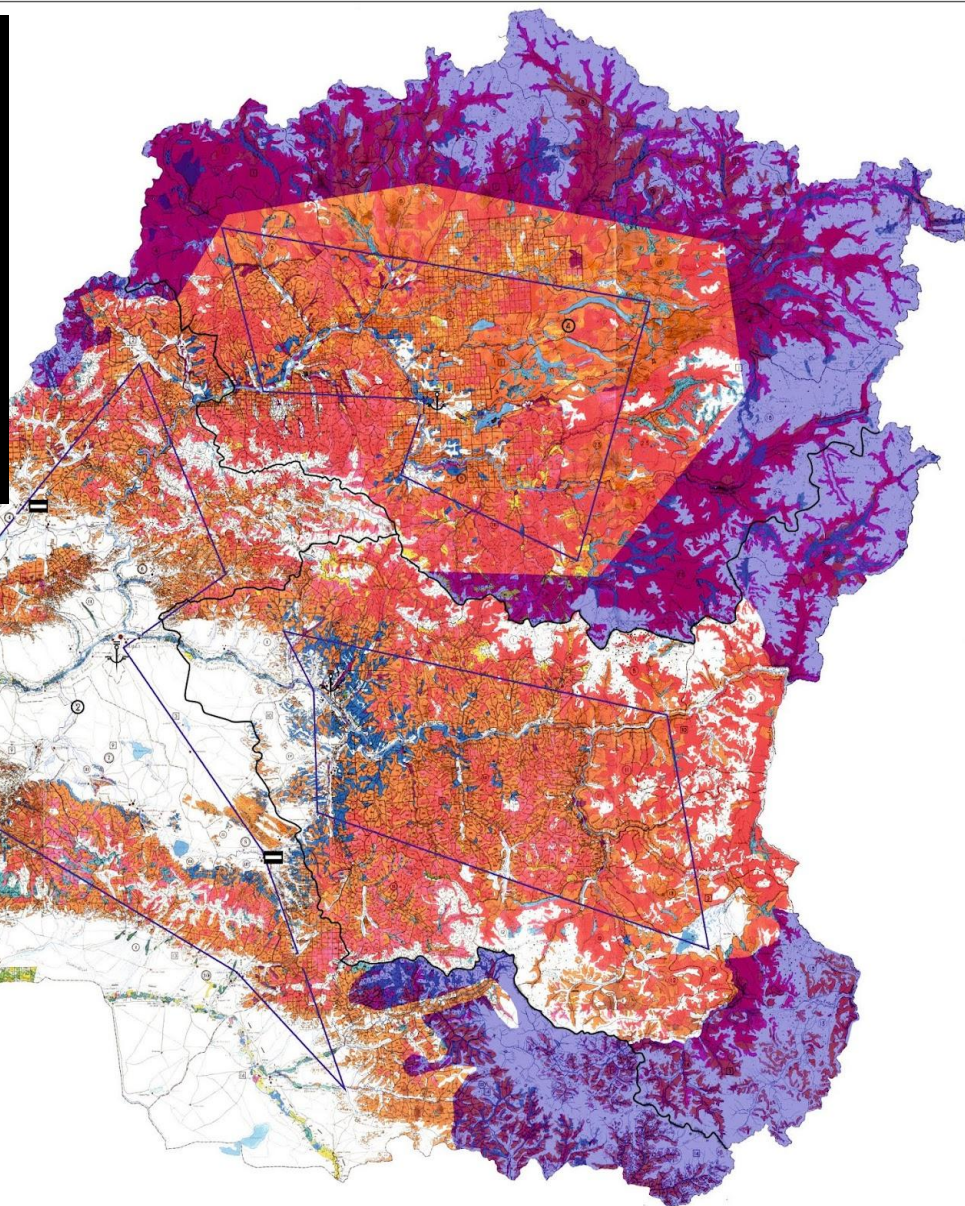
№№ п/ п	Наименование показателей	План	Факт	Процент выполнения
1	Создание лесных дорог, предназначенных для охраны лесов от пожаров	65	65	100 %
2	Проведение содержания существующих лесных дорог, предназначенных для охраны лесов от пожаров	270	270	100 %
3	Устройство 2100 км противопожарных минерализованных полос	2100	2100	100%
4	Обновление и прочистка противопожарных минерализованных полос	3000	3000	100%



Согласно Лесному плану Республики Тыва
лесной фонд республики составляет

10 882,9 тыс. га., состоящий из:

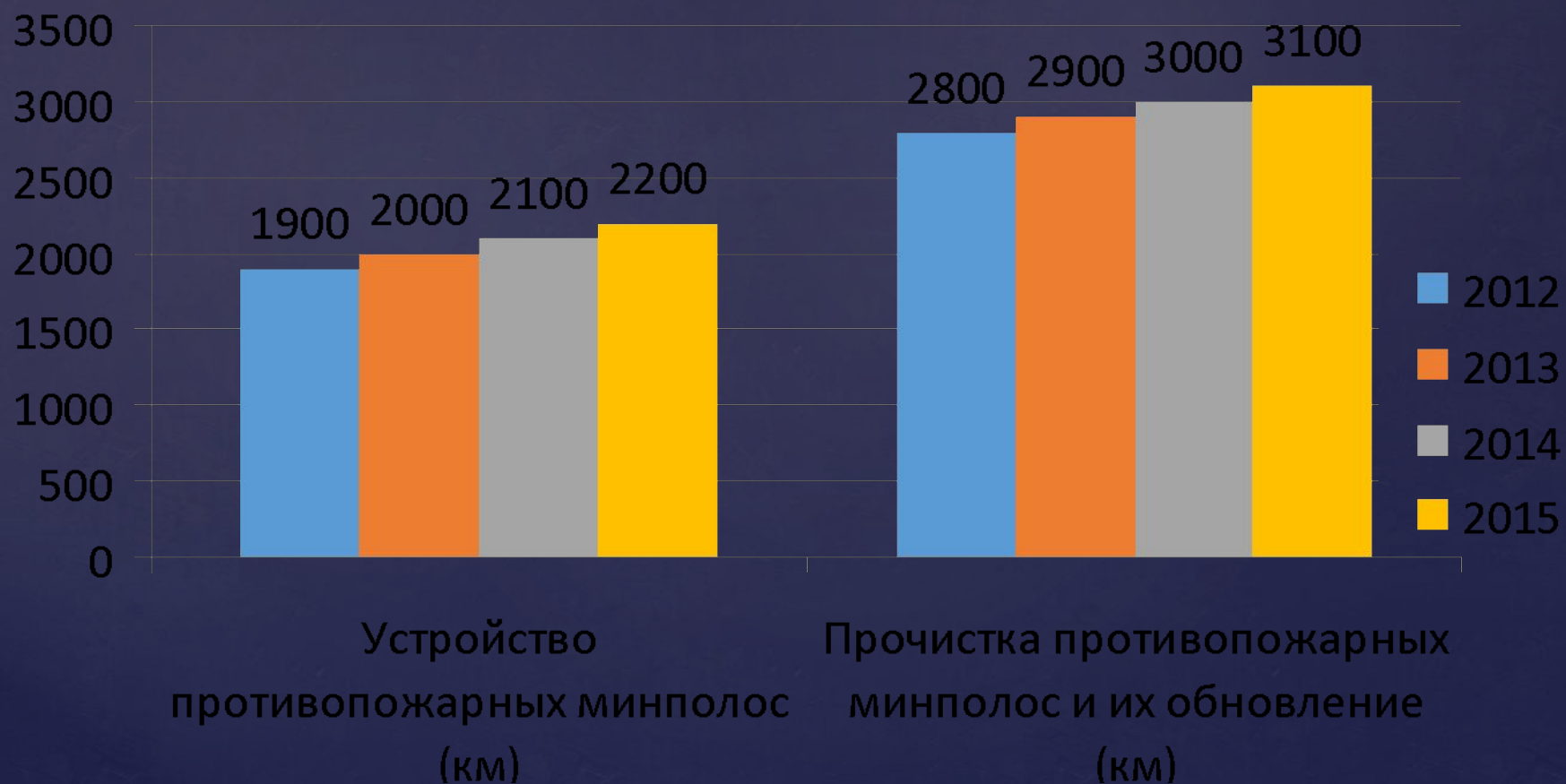
- зоны авиационной охраны 7 827,1 тыс. га ;
- зоны космического мониторинга 1 уровня -
3 055,8 тыс. га.



Мероприятия по охране лесов от пожаров (2012-2015 гг.)



Мероприятия по охране лесов от пожаров (2012-2015 гг.)



Особенности космических снимков

1. *Обзорность* (могут быть охвачены огромные площади)
2. *Независимость от пространственных показателей* (Данные о труднодоступных областях)
3. *Сравнимость* (возможность производить сопоставление по разным годам)
4. *Относительная доступность* для конечного потребителя (обширный охват)

Свойства снимков, определяющие их выбор и дальнейшее использование:

1. *Длина волн, в которых ведется съемка* (в видимом диапазоне хорошо видны частицы и водные пары, которые отфильтровываются в инфракрасном, рельеф местности хорошо виден на радаре)
2. *Пространственное разрешение* (соответствие элемента изображения предметам на местности)
3. *Радиометрическое разрешение* (количество яркостных градаций)



Также имеют значение комплектность, коррекция (топографическая, яркостная), наличие геопривязки



Структура системы спутникового мониторинга лесного хозяйства

Подсистема сбора спутниковых данных

Данные низкого разрешения Terra/Aqua-MODIS NOAA-AVHRR SPOT-VGT	Данные среднего разрешения Terra/Aqua-MODIS Envisat-MERIS Terra-MISR	Данные высокого разрешения Метеор-3 М/МСУ-Э Landsat-TM/ETM+ SPOT-HRVIR	Данные детального разрешения QuickBird SPOT-HRG IKONOS
---	---	---	--



Подсистема тематического анализа спутниковых данных

Картографирование лесных экосистем	Оценка динамики лесных экосистем	Оценка биофизических характеристик
Категории лесных и нелесных земель	Крупномасштабные изменения в лесах	Объем наземной биомассы
Породная и возрастная структура	Долговременные тренды состояния лесов	Характеристики продуктивности лесов
Структурные характеристики лесов	Фенологическая динамика лесов	Площадь листовой поверхности

Направления мониторинга	Наблюдаемые объекты и явления	Оцениваемые характеристики
Картографирование и оценка структуры лесов	<ul style="list-style-type: none"> - Растительный покров – Водно-болотные комплексы -Непокрытые растительностью земли 	<ul style="list-style-type: none"> - Тип вегетативных органов - Видовой состав растительности - Возрастная структура лесов
Оценка биофизических характеристик лесов	<ul style="list-style-type: none"> - Лесной покров 	<ul style="list-style-type: none"> - Надземная биомасса - Индекс листовой поверхности - Объем первичной продукции - Концентрация хлорофилла - 3D структура лесного покрова
Оценка возмущающих воздействий на леса	<ul style="list-style-type: none"> - Лесные пожары - Вырубки лесов - Факторы биотического и техногенного воздействия - Динамика восстановления лесов 	<ul style="list-style-type: none"> - Тип фактора воздействия - Площадь повреждений - Степень повреждений - Время события - Скорость восстановления растительности
Оценка фенологической динамики лесов	<ul style="list-style-type: none"> - Фенологическая динамика лесных экосистем 	<ul style="list-style-type: none"> - Продолжительность залегания снега - Продолжительность вегетационного сезона и сроки наступления фенологических фаз
Оценка многолетних трендов состояния лесов	<ul style="list-style-type: none"> - Структура лесного покрова - Биофизические характ-ки - Режимы землепользования - Возмущающие воздействия на леса 	<ul style="list-style-type: none"> - Наличие трендовой динамики - Направление трендовой динамики - Скорость трендовой динамики
Оценка физических характеристик	<ul style="list-style-type: none"> - Все типы наземных экосистем и фенологич. ритмы 	<ul style="list-style-type: none"> - Альbedo - Температура и влажность

Применение данных дистанционного ДЗЗ

Агрокультура, лесное хозяйство	Геология	Водные ресурсы	Океанография и морские ресурсы	Окружающая среда
Выделение вегетативных зон: посевные площади, пастбища, лесные участки	Поиск полезных ископаемых, включая нефть и газ	Определение границ и объемов поверхностных вод	Мониторинг органических морских ресурсов	Мониторинг горнодобывающей деятельности и утилизации отходов
Определение видов посевных площадей	Составление и обновление геологических карт	Определение зон наводнений и паводков	Анализ загрязнения и циркуляции вод	Картографирование и мониторинг загрязнения вод
Определение видов и объемов лесных участков	Описание региональных структур	Определение границ снежного покрова	Мониторинг береговой линии	Мониторинг загрязнения воздушной среды
Определение качества посевов и биомассы	Схемы линеаментов	Исследование ледниковой активности	Картографирование мелей и опасных участков	Анализ последствий природных катастроф
Определение областей угнетения растительности	Исследование вулканической деятельности	Анализ загрязнения водных ресурсов	Оперативное картографирование ледяного покрова (айсбергов)	Мониторинг воздействия человеческой деятельности на ОС
Определение состояния почв	Методы ДЗЗ имеют возможность на принципиально новом уровне подойти к решению задач выявления чрезвычайных ситуаций (ЧС) , явлений, приводящих к ЧС, а также оценки их последствий.			

	Наземный	авиационный	спутниковый
(+) <input checked="" type="checkbox"/>	Низкие затраты при использовании лесопожарных вышек.	<input checked="" type="checkbox"/> Мониторинг удалённых районов <input checked="" type="checkbox"/> Точные координаты пожаров.	<input checked="" type="checkbox"/> Низкие затраты. <input checked="" type="checkbox"/> Высокая надёжность. <input checked="" type="checkbox"/> Эффективный алгоритм исправления ошибок . <input checked="" type="checkbox"/> Мониторинг удалённых районов. <input checked="" type="checkbox"/> Обнаружение пожаров в режиме реального времени.
(-) <input type="checkbox"/>	Человеческий фактор – (трудно быть сконцентрированным в течение долгого времени). <input type="checkbox"/> Невозможность охвата больших территорий.	<input type="checkbox"/> Дорогой метод. <input type="checkbox"/> Не может использоваться непрерывно. <input type="checkbox"/> Подготовка пилотов.	<input type="checkbox"/> Редко обновляются данные (несколько раз в день). <input type="checkbox"/> Эффективен в безоблачную погоду.



Особенности спутникового мониторинга

- ❖ Проведение дистанционного мониторинга лесных пожаров с отслеживанием параметров, позволяют оценивать состояние и динамику лесного хозяйства на различных уровнях охвата, которые важны для устойчивого использования, сохранения и восстановления леса, с целью выработки наиболее эффективных методик реализации этих целей.

Возможности спутникового мониторинга лесных пожаров

- ❑ Динамика и оценка изменения растительности (состояние и степень повреждения лесных покровов, плотность);
- ❑ Оперативное детектирование очагов возгорания и пройденных огнем площадей;
- ❑ Оценка площади гари по данным высокого разрешения;
- ❑ Определение направления и интенсивности распределения огня и дыма;
- ❑ Возможность ликвидации пожара на площади, особенно в условиях высокой пожарной опасности;
- ❑ Прогноз карт наступления потери растительности;
- ❑ Предотвращение роста числа лесных пожаров за счет развития противопожарной профилактики
- ❑ Способствование для выработки необходимых противопожарных мер.

Сведения о возникновении лесных пожаров Республики Тува за 2012-2014 г.

№	Наименование показателей	2012	2013	2014 г
1	2	3	4	5
1	Возникло лесных пожаров, число случаев	224	122	355
2	Общая площадь пройденная лесными пожарами,га	26970,2	41807,9	104209,84
3	в том числе: лесная площадь, га	17036,7	32439,4	99608,24
4	Средняя площадь одного пожара, пройденная лесными пожарами,га	120,4	342,7	293,54
5	Оперативность реагирования, %	42,9	51	32
6	Доля крупных лесных пожаров в общем количестве пожаров,%	23,7	31	23,4

Цель и задачи исследования

Цель: Применение методологических подходов, алгоритмов и технологии обработки неблагоприятных природных процессов Республики Тува с помощью спутниковых данных

1

Дать основную характеристику по Республике Тува (РТ)

2

Проанализировать текущую проблему лесных пожаров в РТ

3

Проанализировать возможности использования данных спутниковых наблюдений

4

Обосновать необходимость применения и развития спутниковых данных в лесном хозяйстве

5

Применить методики и алгоритмы обработки поврежденных пожарами участков исследуемой территории по данным спутниковых наблюдений

6

и проанализировать полученные результаты