**Федеральное Агентство по образованию РФ.**

**Уральский Государственный Лесотехнический Университет.**

**Кафедра лесной таксации и лесоустройства.**

**РЕФЕРАТ на тему:**

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

Выполнила:

студентка **ЛХФ-39**

**Семенова Яна**

Проверил: **Григорьев В.В.**

**Екатеринбург 2010**

**Содержание**

Введение

1. Особенности лесотаксационного дешифрирования космических снимков
2. Дешифровочные признаки и методология

Список литературы

**Введение**

Дешифрирование космических снимков - чтение, расшифровка, интерпретация фотографических и телевизионных снимков, выполненных в различных интервалах видимой зоны спектра и инфракрасных (ИК) снимков в диапазоне 1 ,8-14 ммк. Съемка из космоса производится с пилотируемых космических кораблей и автоматических станций на высотах от 150 до 1000 км с околоземных орбит и на значительно более удаленных расстояниях с космических кораблей и аппаратов, предназначенных для изучения других планет, например "Зонд", "Аполлон" и др. Разрешение на местности для фотографических снимков колеблется от 40 до 300 м и более, при разрешающей способности снимков для объектов среднего контраста от 20 до 30 мм. Разрешение на местности телевизионных снимков значительно ниже, оно составляет в среднем 1-3 км. Пространственное разрешение ИК снимков составляет 10-15 км при чувствительности к температурным перепадам от ± 1 до ± 10°.

Вследствие разнообразия информации, которую содержат космические снимки, применяется специализированное дешифрирование космических снимков: геологическое, океанографическое, гидрологическое, географическое и др. Масштабы снимков, используемых для геологического дешифрирования, различны: от 10-6 до 10-8. В зависимости от масштаба съемки, площадь местности, охватываемая одним кадром, изменяется от нескольких тысяч км 2 до целых континентов. Дешифрирование космических снимков производится визуально по контактным и увеличенным снимкам и инструментальным способом. В последнем случае используются как простые стереоскопы, так и универсальные стереофотограмметрические приборы. Признаки, используемые при дешифрировании космических снимков, в основном те же, что и при дешифрировании аэрофотоснимков. Различия заключаются в том, что на космических снимках происходит генерализация и уменьшение детальности изображения объектов, интеграция отдельных черт строения в крупные системы, видимые на космических снимках, но не улавливаемые на аэрофотоснимках.

Уникальной особенностью космических снимков является возможность охвата всего явления в целом, что позволяет производить обобщение данных на объективной основе.

**1. Особенности лесотаксационного дешифрирования космических** **снимков**

Для применения в практике лесного хозяйства в настоящее время доступны космические фото и сканерные снимки высокого (1-2, 5-10; 15-40м), среднего (150м) и низкого (1км) пространственного разрешения, получаемые в различных спектральных зонах. Для лесотаксационного дешифрирования используют снимки высокого разрешения. Снимки низкого и среднего разрешения применяют в охране лесов от пожаров, а также для обобщенного мелкомасштабного картографирования. По их данным дешифрируют границы ландшафтов и местностей, их основные элементы, выделяют площади с растительностью, не покрытые лесом и нелесные земли.

На космических снимках (КС), как и на АФС, прямыми признаками дешифрирования являются цвет (тон), структура и текстура изображения, а основными косвенными - ландшафтные, основанные на приуроченности лесов и их отдельных типов к определенным формам рельефа, положенные в основу ландшафтного метода дешифрирования.

**Ландшафтный** метод предусматривает обязательное изучение и установление пространственных взаимосвязей между природно-территориальными комплексами, расположенными в непосредственном соседстве. Такие взаимосвязи, отраженные в текстуре изображения, дают возможность с достаточной полнотой охарактеризовать всю территорию.

Для выявления и установления внутри - и межландшафтных связей и индикаторов тех или иных компонентов, явлений и процессов разработаны специальные методики ландшафтно-индикационных исследований. При отсутствии выявленных индикаторов на подготовительном этапе к дешифрированию проводится анализ литературных и картографических материалов для установления взаимосвязей между трудно наблюдаемыми компонентами ландшафта. Для целей картографирования лесов представляют интерес следующие сопряженные карты:

-изученности лесов (лесоустроительные);

-топографические;

-геологические - для выявления связи структурных форм слитогенной основой, структурной предопределенностью ландшафтов;

-структурно- геоморфологические - отражающие взаимосвязи форм рельефа с структурным планом строения территории;

-карты четвертичных отложений - для выявления литогенной основы ландшафта;

-почвенные - для выяснения типов почв, материнских пород и их взаимосвязей с другими компонентами;

-растительности - для выявления зависимостей распределения растительного покрова от рельефа, почвенно-грунтовых и гидрологических условий, а также для установления влияния растительности на почвы, подземные воды, формирование микроформ рельефа;

-использования земель - для установления антропогенного воздействия на природные комплексы.

**Картографирование и изучение ландшафтов** осуществляется путем выделения на космических снимках картографируемых ландшафтных единиц (группа ландшафтов, ландшафт, местность, урочище, фация) по принципу от общего к частному. На основе анализа цвета (тона), структуры и текстуры изображения выделяются первоначально наиболее крупные природно-территориальные комплексы, возможные для выделения на снимке данного масштаба (пространственного разрешения). Внутри выделенных единиц проводится более дробное деление. При дешифрировании выделенных контуров большое значение имеет анализ их пространственного размещения и сопряженность друг с другом.

Основным принципом ландшафтного картографирования на основе дешифрирования космических изображений является морфоструктурный, учитывающий связи морфологических элементов рельефа с геолого-структурным характером местности.

Изучение и картографирование ландшафтов больших территорий на основе дешифрирования космических снимков проводится в определенной последовательности. Вначале на снимках поднимается гидрографическая сеть и все водные объекты. Затем проводятся границы между наиболее крупными ландшафтными единицами, особенно четко проявляющиеся на мелкомасштабных космических снимках. Выделение их контролируется по имеющимся топографическим и тематическим картам. При работе на небольших участках, охватываемых отдельным снимком, ранг ландшафтных единиц предварительного разделения территории соответственно будет ниже. Дальнейшее, более детальное, выделение тематических контуров проводится уже с учетом предварительного ландшафтного разделения изучаемой территории.

**Гидрографические объекты** опознаются по прямым признакам, в основном, по цвету (тону) водных поверхностей водоемов и рек и характерному рисунку гидрографической сети. Искусственные водоемы часто опознаются по гидротехническим сооружениям (плотинам, дамбам),

которые определяются по прямолинейному рисунку границ водоема в его расширенной (нижней) части. Отделение мелководной поверхности водоема от суши или зарослей гидрофильной растительности наиболее достоверно осуществляется при наличии съемки в ближней инфракрасной зоне электромагнитного спектра (0,7 - 0,8 мкм), изображение открытой водной поверхности в которой имеет наиболее интенсивный темный тон (цвет).

**Рельеф** и его формы опознаются, как правило, по прямым дешифровочным признакам. При дешифрировании в первую очередь выявляются крупные морфоструктурные формы мега- и макрорельефа. Далее осуществляется детальное изучение внутреннего строения выделенных крупных морфоструктурных элементов, обособляются элементы морфоструктур более низкого порядка, выявляются выраженные в рельефе элементы разломной тектоники, фиксируются отдельные формы рельефа, с учетом тектонического строения территории, физико-географических условий и истории развития рельефа района. Для стереоскопического (при наличии стереоскопической съемки) изучения гор и сильно пересеченной местности по КС с помощью стереоприборов получают стереоскопическую модель местности (преимущественно форм рельефа с амплитудами колебания не менее нескольких десятков метров). Равнинные формы рельефа стереоскопически не воспринимаются, но хорошо выделяются на снимках по косвенным признакам (гидрографической сети, растительности, почвенному покрову и другим компонентам ландшафта). Дешифрирование форм рельефа равнинных территорий проводят с использованием топографических карт и выборочной аэрофотосъемки.

Минимальные значения разности высот на местности, оцениваемые дешифровщиком при стереоскопическом наблюдении космических фотоснимков размером 30x30 см с 60 % продольным перекрытием, находятся в пределах 50-150 м при наблюдении снимков без увеличения и 14-43 м при увеличении изображений в 3.5 х.

**Почвенный покров** при дешифрировании космических снимков определяется на основе использования прямых и косвенных признаков.

На территориях, покрытых древесно-кустарниковой растительностью, характер почвенного покрова может быть установлен на основе косвенных признаков - по взаимосвязи его с характером растительного покрова (видовой состав, тип лесорастительных условий, класс бонитета) и приуроченностью к определенным формам рельефа.

По тону и рисунку изображения при отсутствии древесно-кустарниковой растительности (преимущественно земли сельскохозяйственного назначения, госземзапаса, пустынные и полупустынные территории и пр.) выделяются на снимках контуры комплексов или сочетаний почв, имеющих четко выраженные границы (сочетания гидроморфных почв с различным засолением или сочетания различно эродированных почв и др.). Установление зональных типов почв, их сочетаний и комплексов осуществляется по косвенным дешифровочным признакам. Выявленные взаимосвязи почвенного покрова с фотофизиономичными компонентами ландшафта и закономерности распределения самих почв и почвообразующих факторов позволяют раскрыть генетическую сущность почвенного покрова и его структуру. Использование косвенных дешифровочных признаков позволяет в пределах ландшафтов выделять почвенный покров включительно до разновидностей.

По дешифровочным признакам возможно выявление отдельных характеристик (свойств) почвенного покрова: его механический состав, засоление, режим увлажнения и др. Наиболее четко выделяются почвы с экстремальными свойствами: очень легкого механического состава (пески), очень сильного засоления (солончаки), очень сильного переувлажнения, гидроморфные (луговые, болотные и заболачивающиеся).

**Растительный покров.** Древесная растительность опознается на космических снимках всех масштабов по прямым дешифровочным признакам, кустарниково-травянистая - почти исключительно по косвенным признакам. Отграничение участков, занятых древесной растительностью, от не заселенных территорий проводится по тону (цвету) и рисунку. Более детальное разделение территории на страты или таксационные выделы по преобладающим породам или группам пород производится на спектрозональных или многоспектральных изображениях. На снимках высокого разрешения (10м и лучше) древесная растительность подразделяется по преобладающим породам или их группам (сосна, лиственница, темнохвойные, мягколиственные), укрупненным группам типов лесорастительных условий, группам возраста, полноты и запаса.

Преобладающие породы или их группы и группы состава насаждений дешифрируют в основном по цвету, микроструктуре и приуроченности к определенным типам лесорастительных условий. Полноту и группы возраста определяют (по снимкам высокого разрешения) на основе микроструктуры полога насаждений и их статистических характеристик; остальные таксационные показатели - расчетным путем на основе их взаимосвязей.

По космическим снимкам с разрешением на местности 10 м и лучше после определения преобладающей и составляющих пород, типа леса или группы типов леса и класса бонитета, дешифрируют группу или класс возраста преобладающей породы. Для их определения используют главным образом морфологические признаки дешифрирования: контурную структуру и текстуру изображения, просматриваемость полога в глубину и др. При этом класс бонитета устанавливают по установленному типу леса или группе типов леса. Завершающим дешифрируемым показателем является относительная полнота, которую определяют или визуально стереоскопическим способом на основе приобретенного во время дешифровочных тренировок опыта, или инструментально путем измерения сомкнутости непосредственно по сильно увеличенному снимку или его изображению на экране компьютера. При ее определении учитывают, что сомкнутость полога на космических снимках чаще всего совпадает с полнотой. При тренировке и дешифрировании относительной полноты основными признаками ее являются: просматриваемость полога в глубину, величина промежутков между кронами, общая сомкнутость полога. Кроме того, при ее определении учитывают преобладающую и сопутствующие породы, тип леса, группу возраста, рельеф местности.

Остальные таксационные признаки при дешифрировании космических снимков определяют на основании различных взаимосвязей: средняя высота - по классу (группе) возраста, классу бонитета и преобладающей породе, средний диаметр - по средней высоте, с учетом возраста и полноты, запас на 1 га - по средней высоте и относительной полноте.

На космических снимках высокого разрешения (1-2м) высота насаждения может быть определена путем измерения длины теней деревьев (особенно при съемке в утренние и вечерние часы). По измеренным диаметрам проекций крон (площадям проекций крон) может быть определен средний диаметр деревьев в насаждениях на высоте 1,3м, а также высота и сомкнутость полога насаждения. Данные снимки позволяют использовать морфологические признаки при дешифрировании состава насаждений, условий местопроизрастания, с большей точностью производить измерения и определять таксационные характеристики насаждений.

**Не покрытые лесом и нелесные земли.** На спектрозональных и многозональных снимках высокого разрешения (или изображениях на экране компьютеров) отчетливо дешифрируют контуры не покрытых лесом и нелесных земель: вырубок, гарей, болот, сельскохозяйственных угодий, рек, озер, каменистых россыпей, песков некоторых других категорий. Дешифрируются они на основе фотометрических, морфологических и ландшафтных признаков. При этом основными чаще всего являются морфологические признаки дешифрирования, характеризующие контурную структуру и текстуру изображения. Важное место при дешифрировании этих категорий земель имеет априорная информация о них, т.е. данные о характерной форме и контурах участков, их положении и приуроченности к определенным природно-территориальным комплексам и антропогенным объектам.

**Вырубки** дешифрируют по светлому тону (цвету) и четким прямоугольным границам, приуроченности к формам рельефа, лесовозным дорогам (в таежных районах), иногда по недорубам - темным пятнам и зернам на общем светлом фоне изображения или крупномерному подросту. Цветные синтезированные снимки усиливают контраст между вырубками и примыкающими стенами леса. На них более надежно распознают куртины недорубов и некоторые другие особенности вырубок. По цвету можно выделить их части, различающиеся условиями местопроизрастания или находящиеся в различной стадии (по возрасту и преобладающей породе) лесовозобновления.

**Гари** на черно-белых КС более светлого тона, чем насаждения, обычно они имеют вытянутую в направлении ветров, господствующих в летний период, форму. В освоенных районах гари часто приурочены к дорогам. На цветных спектрозональных КС свежие гари от верховых пожаров имеют темный цвет, а невозобновившиеся гари прошлых лет, как и на черно-белых снимках, изображаются более светлым тоном. Возобновившиеся гари имеют тон (цвет) преобладающей древесной породы.

**Болота** дешифрируются по прямым признакам - по тону (цвету) и рисунку изображения. По космическим снимкам могут быть определены: конфигурация болот, степень слитности или изолированности отдельных элементов, составляющих болотную систему, закономерности распределения болот по территории. На равнинных территориях, где болота имеют значительное распространение, по комплексу прямых и косвенных признаков выделяются основные типы болот по характеру водного питания (верховые, низинные, переходные). Среди верховых болот различают группы комплексов озерково-мочажинного, грядово-мочажинного и другие участки открытых и залесенных массивов.

**Каменистые россыпи, дороги и другие нелесные земли** при достаточной их величине распознают по специфическим для них признакам, в основном по цвету и рисунку изображения.

Крупные населенные пункты опознают уверенно практически на всех снимках с разрешением 100м и лучше, а мелкие - по комплексу косвенных признаков (дорожная сеть, улицы с рядовой застройкой, приусадебные участки и др.). При многорядовой застройке они дешифрируются легче, чем при беспорядочной разреженной или рядовой вдоль дороги. Отдельно стоящие сельские дома на КС с разрешением 20м и хуже не опознаются.

**Колонные, поле- и почвозащитные леса** на КС, особенно увеличенных, дешифрируют по более темному тону (цвету), чем у окружающих нелесных земель. По оврагам, балкам и в долинах рек леса имеют вытянутую неправильную форму. На черно-белых КС по тону, они близки к луговой растительности и водоемам, особенно в днищах балок, но при разрешающей способности КС = 10-20м и контрастности съемочных и особенно многозональных материалов такие леса выделяются достаточно надежно. Полезащитные лесные полосы имеют разную ширину и прямолинейную форму. В некоторых случаях лесные полосы, особенно небольшой ширины, в молодом возрасте сливаются с луговыми или сельскохозяйственными землями.

Дешифрированию космических снимков, так же как и аэрофотоснимков, предшествует изучение признаков дешифрирования конкретных, используемых при выполнении данной работы, съемочных материалов и таксационно-дешифровочная тренировка, которые проводятся на основе типичных выделов - эталонов (пробных площадей) с проведенной измерительно-перечислительной таксацией и материалов прежнего лесоустройства (планы лесонасаждений и таксационные описания). Для анализа признаков дешифрирования на каждую древесную породу и основные категории земель отбирают в среднем по 5 и для тренировки - по 10 выделов.

Ландшафтные признаки дешифрирования изучают по данным натурных исследований, фондовых материалов, анализа АФС и КС. Составляют рабочую таблицу признаков дешифрирования. В ней приводятся: встречаемость групп типов лесорастительных условий и лесообразующих пород, а в каждой из этих групп - приуроченность их к высоте над уровнем моря, рельефу, экспозиции, крутизне склонов; производительность лесообразующих пород в пределах групп типов условий местопроизрастания.

Фотометрические и структурные признаки дешифрирования изучают в выделах, отграниченных на АФС и КС, имеющих данные наземной перечислительной или измерительной таксации. На основе стереоскопического анализа и сравнения фотоизображения с соответствующей шкалой (шкала цветов, эталоны рисунка изображения и др.) для каждого выдела дается оценка цвета, структуры и текстуры изображения, формы и размеров крон или их групп и промежутков между ними и т. д. Результаты анализа признаков дешифрирования заносят в таблицу по преобладающим породам, группам возраста, категориям земель.

Затем проводится тренировка исполнителей, которая заключается в изучении признаков дешифрирования и приобретении навыков распознавания по космическим снимкам основных категорий земель, состава насаждений, групп возраста, типов леса, полноты (сомкнутости полога).

Дешифрированию космических снимков предшествует их подготовка, заключающаяся в отграничении рабочих площадей, опознавании главных точек, нанесении на снимки линий начальных направлений, границ лесхозов, лесничеств, кварталов, вычислении масштаба по прямым отрезкам между опознанными на снимке и топографической карте (лесоустроительном планшете).

Лесотаксационное (лесохозяйственное) дешифрирование проводят, как правило, по максимально увеличенным твердым копиям или изображениям на экране компьютера. При работе с космическими фотоснимками дешифрирование проводят с использованием сканирующих стереоприборов, имеющих 3-5х оптическое увеличение. Оно проводится в несколько этапов. На первом этапе на основе стереоскопического (или на экране компьютера при интерактивном дешифрировании) анализа цветовых (тоновых), морфологических (текстурных), ландшафтных и других признаков дешифрирования отграничивают покрытые лесом земли от не покрытых лесом и нелесных. На последующем этапе производится разграничение выделенных укрупненных участков на таксационные выделы (страты) в соответствии с принятой методикой (инструкцией) легендой. При этом необходимо использовать все имеющиеся фондовые и нормативные материалы: топографические, почвенные, геологические и другие картографические произведения, материалы лесоустройства (планшеты, планы лесонасаждений, таксационные описания, материалы различных обследований, дешифровочные таблицы, уравнения, таблицы зависимостей между таксационными и дешифровочными показателями и т.п.).

Однако, как показывает опыт, для более широкого применения материалов космических съемок в лесное хозяйство и повышения эффективности от их применения, необходимо, наряду со снимками с разрешением 10-30-50-150м, иметь снимки с повышенным пространственным разрешением до уровня, которое имеют применяемые в лесном хозяйстве аэрофотоснимки (1-2м). При этом съемка должна быть многозональной и обеспечивать получение стереоскопических изображений, так как важнейшими показателями леса являются его высота и условия местопроизрастания, которые тесно связаны с рельефом местности. Стоимость космической съемки должна быть ниже стоимости аэрофотосъемки.

В настоящее время мировая практика свидетельствует, что космические системы гражданского назначения нового поколения обеспечивают получение изображений с разрешением 1 -2-5м, правда, преимущественно без соответствующих продольных перекрытий, которые позволяли бы получать стереоизображения. В России также ведутся работы по созданию космических съемочных систем высокого разрешения, как в оптическом, так и в радиодиапазонах. Поэтому можно полагать, что в перспективе космическая съемка будет позволять получать значительно больший объем достоверной информации о лесных экосистемах и протекающих в них процессах.

**2. Дешифровочные признаки и методология дешифрирования по космическим снимкам лесопожарной обстановки**

Для планирования работ по охране лесов от пожаров органы управления лесным хозяйством и подразделения авиационной охраны лесов от пожаров должны знать метеорологическую и лесопожарную обстановку как в районе нахождения лесных пожаров, так и на всей охраняемой территории. Оперативное получение такой информации обеспечивают космические съемки с метеорологических и ресурсных ИСЗ, с помощью которых снимают одну и ту же территорию несколько раз в течение суток. Практические рекомендации по применению спутниковой информации в охране лесов от пожаров были разработаны в 70-х года специалистами ЛенНИИЛХ. В 90-х гг. они развиты Международным институтом леса и ФГУ «Авиалесоохрана» на основе применения ГИС-технологий и автоматизированных методов анализа и обработки информации.

Рисунок космического изображения передает морфологию географических, лесопирологических (лесные пожары) и метеорологических комплексов. В рисунке изображения отражаются внутренние связи между данными природными комплексами и процессами, происходящими в них, а также пространственное размещение элементов изображения, характеризующихся специфической структурой и текстурой рисунка.

Ровная матовая текстура свойственна открытым участкам водной поверхности, слоистой облачности, туману, шлейфам дыма, задымленным участкам атмосферы, участкам суши с достаточным увлажнением. Зернистая текстура (скопление пятен или зерен светлого или темного тона) характерна для изображения кучевой облачности, но иногда размеры зерен настолько малы, что детали формы отдельных облаков полностью скрадываются. Разновидностью этой текстуры является куполообразная - крупные пятна округлой формы. Куполообразная текстура соответствует изображению мощных кучевых и кучево-дождевых облаков. Волокнистая текстура - волокна, нити, полосы - характерна для перистых облаков и дымовых шлейфов лесных низовых пожаров. Особый тип текстуры -дендритовая - свойствен изображению рельефа суши и наиболее характерен для гор, покрытых снегом или лесом. Объекты лесного ландшафта, дымовые шлейфы, подстилающая поверхность, облачность и др. имеют целый ряд особенностей и требуют определенного навыка в их дешифрировании.

При дешифрировании синоптической и лесопожарной обстановки важное значение имеют тени и тон изображения. Тени иногда очень хорошо передают форму изображенных объектов.

Тон изображения - не что иное, как яркость объекта. В практике при дешифрировании изображения пользуются не абсолютными яркостями, а их соотношениями. Это позволяет различать на снимках большее количество градаций яркости. Однако при дешифрировании изображений, особенно визуальном, необходимо учитывать то обстоятельство, что тоновая и полутоновая гамма яркостей зависит не только от перечисленных факторов, но и от качества изображения на бумажном носителе или на экране компьютера. Согласно методике, которая применяется в системе метеослужбы, при дешифрировании изображения на космических снимках различают несколько градаций относительной яркости:

**а)** наиболее светлые участки - соответствуют облакам большой вертикальной мощности и плотности, а также свежевыпавшему снегу и ледовым полям;

**б)** светло-серые участки - районы с неплотной облачностью нижнего или среднего ярусов, а также с тонкой перистой облачностью. Сюда же могут быть отнесены и дымовые шлейфы лесных низовых пожаров, пустыни, снег и лед;

**в)** темно-серые участки - районы суши, покрытые лесом и другой растительностью;

**г)** темные участки - моря, океаны, озера, реки, а также свежие гари.

Тон инфракрасных изображений менее изменчив, так как он несет информацию главным образом о различном тепловом состоянии подстилающей поверхности. На цветных синтезированных снимках к тоновым особенностям изображения различных объектов добавляются цветовые, которые характеризуют присущие им особенности.

При дешифрировании синоптической и лесопожарной ситуации по космическим снимкам низкого разрешения полезно пользоваться набором эталонов на изображениях, полученных при тех же атмосферно-оптических и фенологических условиях с дешифрируемыми материалами космических съемок.

**Дешифрирование лесных пожаров.** Современные спутниковые системы (>ЮАА, МосНз, Метеор) позволяют получать информацию о пожарах с периодичностью 8-12 часов при их размерах в несколько га и более.

Основным дешифровочным признаком пожаров на космических снимках являются дымовые шлейфы, характеризующиеся соответственной формой, яркостью и структурой

При низовых пожарах слабой интенсивности изображения дымовых шлейфов напоминают перистую облачность, однако они легко отличаются от нее характерной конусовидной формой шлейфа, вытянутой по направлению ветра. Яркость шлейфа, максимальная в тыловой части, постепенно убывает к фронту и флангам.

Шлейф крупного низового пожара высокой интенсивности на космических снимках напоминает слоистую облачность, однородную по структуре и яркости. Отличительным признаком такого шлейфа дыма является наличие в тыловой части пожара характерных «языков» или «выступов», связанных с неравномерным его распространением по лесной территории.

Верховые пожары при ветре характеризуются наличием конвекционной колонки, часто на общем фоне шлейфа дыма. Дешифровочным признаком верхового пожара на космическом снимке является наличие светлого пятна, соответствующего положению кучевого облака, венчающего, как правило, конвекционную колонку верхового пожара. Изображение конвекционной колонки аналогично изображению кучево-дождевого облака, поэтому ее дешифрирование требует определенного навыка. В штилевую погоду верхняя часть конвективной колонки очень напоминает изображение мощного кучевого облака, однако, даже при небольшом наклоне легко отличается от него конусовидным основанием, соответствующим положению тыловой части пожара.

Дымовой шлейф торфяного пожара можно отличить от дымового шлейфа низового пожара, если рассматривать снимки, полученные в разное время суток, например, рано утром и днем. Интенсивность горения торфяного пожара мало зависит от времени суток и поэтому даже в ранние утренние часы дымовой шлейф от торфяного пожара на космических снимках хорошо просматривается, в отличие от шлейфа низового пожара, проявляющегося на снимках в основном после 10-12 часов местного времени.

Шлейф дыма от лесного пожара площадью около 100 га на снимке с разрешением 1 км в масштабе около 1:10000000 имеет вид очень тонкого (0,2-0,Змм) конусообразного образования общей длиной 1,0-2,0 см, что соответствует в натуре протяженности шлейфа 100-200км. Пожары большей площади имеют изображения дымовых шлейфов больших размеров, при условии, что в приземном слое атмосферы имеет место ветер, устойчивый по силе и направлению. Дымы небольших лесных пожаров могут быть обнаружены только на космических снимках более высокого разрешения и более крупных масштабов.

Дешифрирование лесных пожаров по дымовым шлейфам значительно облегчается, если сопоставлять снимки данного района, полученные в течение последних нескольких суток и в разных зонах спектра. Анализ снимков в первом случае позволяет проследить динамику развития лесных пожаров, а также дает возможность оценить масштабы и направление распространения задымленной атмосферы, создающей определенные трудности в оперативной работе лесопожарных служб.

Во втором случае, сопоставляя снимки, полученные в видимой и в ближней инфракрасной зонах, можно более уверенно отличать дымовые шлейфы пожаров от перистых облаков. В силу различия в спектральной яркости дымовые шлейфы, хорошо различимые в видимой зоне, почти исчезают на ИК - снимках, тогда как атмосферные облака одинаково хорошо просматриваются как на тех, так и на других снимках.

Лесной пожар является источником излучения, максимум которого приходится на диапазон 2,5-3,5 мкм. Этот диапазон рекомендуется использовать в вечернее (при высоте Солнца менее 5°) или в ночное время. При комбинированном использовании каналов 3,5-5,5 мкм (для регистрации высокотемпературных объектов) и 8-14 мкм (для регистрации сигнала фона), получают сигнал от лесного пожара. В СВЧ диапазоне возможно проведение наблюдений в любое время суток и практически при любых метеорологических условиях, но материалы съемок при этом обладают худшей разрешающей способностью. Интенсивность СВЧ излучения измеряется в градусах радиояркостной температуры. Величина радио яркости пожара зависит в первую очередь от вида пожара, при беглом низовом пожаре превышение радиояркостей над общим фоном невелико, эти температурные яркости наиболее контрастны при пожарах торфяников и захламленных участков леса.

**Определение зон задымления от лесных пожаров.** В результате лесных пожаров атмосфера может иметь различную степень задымления.

Сильная задымленность создает определенные трудности в оперативной работе авиационных подразделений, а также работе других ведомств. Поэтому при планировании работ по тушению лесных пожаров необходимо знать о степени задымления территории.

Степень задымленности территории оценивается по 5- балльной шкале с указанием плотности дыма по трем градациям: слабая, средняя и сильная.

Анализ снимков, полученных в разных зонах электромагнитного спектра, позволяет отличать дымовые шлейфы пожаров от перистых и кучевых облаков. Дымовые шлейфы, хорошо распознаваемые в видимой зоне, почти исчезают в инфракрасной зоне, в то время как атмосферные облака одинаково хорошо просматриваются на изображениях, полученных в той и другой зонах. Данная задача может решаться одновременно с задачами по обнаружению лесных пожаров и контролю за их динамикой.

**Выявление грозовой и ресурсной облачности.** Целью выявления синоптической обстановки является прогнозирование процессов возникновения массовых вспышек лесных пожаров от молний на основе космической съемки и данных от радиотехнических средств регистрации молниевых разрядов, а также оперативное определение ресурсной облачности в районах действия крупных лесных пожаров для вызывания искусственных осадков. Индикатором развития гроз является кучево-дождевая облачность, которая имеет большую вертикальную мощность и значительные поперечные размеры (до несколько км). Наиболее часто массовые вспышки лесных пожаров возникают после прохождения «сухих» гроз, развивающихся на верхних и вторичных атмосферных фронтах и при внутри-массовых грозах, которые наблюдаются в антициклоне, в размытом барическом поле и реже в теплом секторе циклона.

С помощью космической съемки определяют степень покрытия облаками лесной территории, проводят классификацию облачных систем, связанных с атмосферными фронтами и циклонами, анализируют форму облачных элементов, а также структурные характеристики облачных полей. Основные метеорологические явления и их влияние на степень пожарной опасности в лесах оценивается, как правило, с помощью косвенных параметров. Холодный фронт циклонов вызывает усиление пожаров перед фронтом за счет усиления ветра. Его можно опознать на космических снимках по яркому изображению циклонически изогнутой полосы облачности. Ширина этой полосы обычно составляет 200-300 км, длина - более 1000 км. Можно наблюдать также в полосе вкрапления кучевообразной и кучево-дождевой форм облачности.

Вторичные фронты циклонов создают условия для массовой вспышки лесных пожаров от «сухих» гроз Признаками вторичных фронтов циклонов служат изображения прерывистых облачных систем, шириной от 50 до 200 км, сформированных из кучевых и кучево-дождевых форм облачности. Внутримассовые облачные системы влияют на усиление пожарной опасности из-за неустойчивого состояния атмосферы. На космических изображениях эти облачные системы опознают по конвективным ячейкам со слоисто-кучевообразным или кучево-дождевыми формами облачности, а также по вытянутым облачным полосам в виде гряд, которые образуются в тылу циклонов за пределами или внутри холодных фронтов. Для космических съемок грозовой облачности перспективны видимая (0,4-0,7 мкм) и ближняя инфракрасная (0,7-1,2 мкм) зоны спектра. Повышение точности определения грозовой облачности достигается при комплексном использовании спутниковой информации, наземных метеорологических и радиолокационных измерений, а также данных системы регистрации молниевых разрядов.

Выявление по материалам космических съемок ресурсной облачности, перспективной для вызывания искусственных осадков, связано с распознаванием мощных конвективных кучевых облаков высотой не менее 2 км.

Для распознавания грозовой и ресурсной облачности используют телевизионные, радиометрические и сканерные космические изображения. Количество облачности характеризуется степенью покрытия облаками того или иного участка земной поверхности и определяется отношением (в процентах) площади, занятой облачными элементами внутри контура, ко всей площади, ограничен ной контуром**.**

На космических снимках, полученных в разное время дня, можно видеть районы с развитой грозовой и ресурсной облачностью на больших территориях и, сопоставляя их, определять направление ее смещения. Это позволит достаточно оперативно и более экономично планировать работу по выявлению лесных пожаров и искусственному вызыванию осадков в зоне их возникновения, что в свою очередь дает возможность тушить их с меньшими затратами сил и средств.

**Дешифрирование снежного покрова**

Целью определения границ снежного покрова является установление сроков наступления (окончания) пожароопасного сезона.

Таяние снежного покрова в лесу имеет свои характерные особенности, зависящие не только от условий погоды, но и от экспозиции склонов, состава лесонасаждений, полноты, строения полога, возраста, сомкнутости крон и некоторых других факторов.

Дистанционные методы наблюдения за снежным покровом основаны на взаимосвязях электромагнитного излучения в широком диапазоне волн с изменчивыми физическими характеристиками снега (плотность, теплопроводность, влажность и др.). Свежевыпавший снег отражает около 95 % солнечной радиации в области длин волн 0,3-0,9 мкм.

Различная степень метаморфизма снежного покрова способствует изменению уровня отражательной способности: минимум отражения соответствует длине волны 1,45 мкм; у свежего и мелкозернистого снега наблюдаются локальные пики отражения, соответствующие длинам волн 1,8 и 2,25 мкм. Интенсивность собственного излучения снежного покрова, регистрируемая СВЧ - радиометрами, зависит от его яркостной температуры. Элементы изображения земной поверхности обычно относят к классу заснеженных или незаснеженных (обычно к заснеженным относят участки с преобладанием снежного покрова на площади более 50 %). К одному из показателей точности относят регистрацию факта «присутствие/отсутствие» снежного покрова. Точность выделения границ снежного покрова определяется размерами элемента изображения, т.е. пространственным разрешением космической системы и точностью географической привязки изображения.

Картина залегания снежного покрова хорошо прослеживается на космических снимках. При этом тон изображения заснеженных объектов может меняться в довольно широких пределах - от белого до темно-серого, в зависимости от мощности и состояния снежного покрова (сухой, талый), рельефа местности, наличия и видового состава растительности, условий съемки. Тон изображения снежного покрова, залегающего под пологом леса, будет претерпевать изменения в зависимости от степени сомкнутости и видового состава лесных насаждений.

Наибольшую трудность при дешифрировании снежного покрова представляет облачность, поскольку отражательные свойства этих объектов примерно одинаковы. Однако вид изображения облачной картины, в отличие от снежного покрова, на снимках быстро меняется.

Кроме того, границы залегания снежного покрова на снимках просматриваются в виде непрерывной линии, тогда как границы облачности, как правило, разорваны. При картографировании границ снеготаяния по космическим снимкам для начальной привязки можно использовать карты высот снежного покрова и его границ, которые приводятся в приложениях к ежедневному гидрометеорологическому бюллетеню метеослужбы.

Применение методов картографирования снежного покрова с использованием данных спутникового зондирования иногда осложняется из-за нечетких различий изображения снега и облачности, а также при оценке заснеженности под пологом леса. В перепеките целесообразно в дополнение к ранее названным диапазонам использование при съемке спектрального канала 1,55 -1,75 мкм для более надежного различия снега и облаков при построении средних декадных карт снежного покрова, а также применение СВЧ и ИК датчиков для оценки толщины снежного покрова с учетом влияния топографии местности. Пространственное разрешение космических систем должно быть 0,2-1,0 км при решении задачи на федеральном уровне, 30-50 м - при ее решении на региональном уровне.

Определение степени увлажнения лесных горючих материалов. Целью определения текущего влагосодержания лесных горючих материалов является корректирование краткосрочных прогнозов пожарной опасности и диагностика фактической пожарной обстановки на территории лесного фонда, а также уточнение в связи с этим управленческих решений в системе охраны леса. Для определения текущего влагосодержания лесных горючих материалов применимы данные съемок, полученные в инфракрасной (1,0-2,5; 3-5; 8-14 мкм), микроволновой (0,3-3 см) и ультракоротковолновой (1-5 дм) областях электромагнитного спектра. Методика обработки данных заключается в пространственном совмещении космических изображений, вычислении радиационной и радиояркостной температур для пикселей изображений, разностей каждой из этих температур между смежными циклами съемки и последующих вычислений па основе экспериментальных моделей влагосодержания лесных горючих материалов. Расчетные модели учитывают связи между спектральными коэффициентами яркости растительности, входящей в состав основных проводников горения, тепловой инерцией и влагосодержанием лесных горючих материалов.

Для решения задачи необходимо измерение радиационной и радиояркостной температур подстилающей поверхности в различных спектральных интервалах с точностью 2-3 %. Периодичность наблюдения должна быть 3-5 суток.

**Список литературы**

1. Исаев А.С. Аэрокосмический мониторинг лесов – М., Наука, 1991

2 Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном х-ве – МарГТУ, 2005

3. Сухих В.И., Гусев Н.Н., Аэрометоды в лесоустройстве – М., Лесн. Пром.