

Лекция 4

Обзор применения мультиспектральных данных ДЗЗ

и их комбинаций при цифровой обработке

По материалам ГКНПЦ им. М.В. Хруничева

Основные спектральные каналы оптико-электронной аппаратуры КА ДЗЗ и возможное применение полученной в них информации

Наименование спектрального канала (русский / английский)

Обозначение спектрального канала в документации Длины волн спектрального канала, мкм (μm)

Видимый синий / **Blue (violet) band 0, B0 0,42-0,55**

Получаемые данные используются для океанографических приложений и проведения атмосферных коррекций данных ДЗЗ, в частности, при вычислении некоторых индексов озелененности

Видимый синий / **Blue band1, B1 0,45-0,52**

Зона предназначена для отображения побережий, батиметрии, наносов; дифференциации грунта от растительности и лиственной от хвойной флоры, картографирования типов леса,

обнаружения искусственных сооружений. Она менее подходит для оценок вегетации и изучения

хвойных лесов. В ней вполне хорошо фрагментируются структурные горные породы (например,

сланцы, фосфаты, эвопориты, эвопораты), сильно рассеивающие синий свет в этой зоне и

иногда – в зоне 2, т. е. в видимом зеленом.

Атмосферные эффекты основной вклад вносят в видимой части спектра – более 70% рассеянного излучения приходится именно на зону спектра band1

Основные спектральные каналы оптико-электронной аппаратуры КА ДЗЗ и возможное применение полученной в них информации

Видимый зеленый / **Green band2, B2 0,52-0,60**

Зона соответствует максимальному коэффициенту отражения зеленой (здоровой)

растительности и используется для таксации леса. Также используется для идентиф-икации искусственных объектов местности и составления карт концентрации наносов и осадков в мутных водах. Она лучше подходит для выявления горных пород богатых 2-х валентным (закисным) железом по сравнению с 3-х валентным.

Видимый красный / **Red band3, B3 0,63-0,69**

Зона нужна для того, чтобы различать множество разновидностей растений, так как содержит полосу поглощения хлорофилла. Смещение этой полосы по спектру может применяться для определения видового состава растений. Также, она используется для определения границ почв и геологического оконтуривания (залежей, рудного тела, нефтяных полей), искусственных объектов. Она более предпочтительна для горных пород и почв, богатых железом, особенно 3-х валентным

Основные спектральные каналы оптико-электронной аппаратуры КА ДЗЗ и возможное применение полученной в них информации

Ближний инфракрасный / Near InfraRed band4, B4, NIR 0,76-0,90

Зона особенно чувствительна к количеству вегетационной биомассы, представленной снятой сцене. Это полезно для идентификации сельскохозяйственных почв / культур, оценки урожайности, а также для определения береговых линий водных объектов на местности (по

контрасту воды / грунта). Максимум интенсивности излучения хлорофилла от здоровой растительности получается в характеристике «красной границы» по разнице между сигналами в 3 и 4 зонах спектра.

Растительность, загрязненная нефтепродуктами, может также показать измеримое смещение на «красной границе». В отсутствие растительности соотношение сигналов в диапазоне с 1 по 5 каналы показывает отношение содержания в горных породах и минералах 2-х валентного железа к 3-х валентному

Основные спектральные каналы оптико-электронной аппаратуры КА ДЗЗ и возможное применение полученной в них информации

Коротковолновый инфракрасный/Short Wave Infrared (Middle

InfraRed) band5, B5, SW IR, MIR 1,55-1,75

Зона чувствительна к содержанию воды в растительности и почвах, оценка которого является полезной в стадии плодоношения изучения засухи и исследований здоровья растений. Вещество, содержащее воду, дает сигнал ниже, чем сухой материал.

На участках свободных от растительности в данном диапазоне спектра дифференцируются соответствующие различные оксиды железа, содержащиеся в породах и почвах, и обычно в ней отлично отображаются выветренные горные породы.

Эта зона – одна из немногих, в которой можно дифференцировать облака от снега и льда (низкий сигнал – от снега, интенсивный – от облаков)

Основные спектральные каналы оптико-электронной аппаратуры КА ДЗЗ и возможное применение полученной в них информации

Тепловой инфракрасный band 6, B6 TIR 10,40-12,50

Тепловой ИК участок, используемый для определения температуры подстилающей поверхности, интенсивности теплоты объектов. Эта зона предназначена для оценок урожая «на корню» обнаружения и анализа нагрузок на растительность, применения инсектицидов, и для определения теплового загрязнения.

Может также использоваться, чтобы обнаруживать геотермальную активность.

Предпочтительнее для отображения темных породообразующих минералов с высокой плотностью

Основные спектральные каналы оптико-электронной аппаратуры КА ДЗЗ и возможное применение полученной в них информации

Коротковолновый инфракрасный / Middle InfraRed

band 7, B7, MIR 2,08-2,35

Зона важна для выделения типов геологических пород. Она была отобрана из-за наличия потенциала для того, чтобы различать горные породы, измененные гидротермальные зоны и для других исследований в целях геологоразведки.

В данной зоне спектра богатые кремнием материалы, пыль в воздухе и оголенные почвы часто дают относительно высокий сигнал.

Зона важна для выделения границ почв. а

Примечание.

Спектральные каналы (зоны) для оптикоэлектронной аппаратуры TM, MSS Landsat, XS Spot, AVHRR NOAA и некоторые другие имеют иные обозначения и нумерацию.

Отдельные таблицы соответствия каналов имеются, например,

в [1] и [5].

Отображение и основное применение данных ДЗЗ, обработанных с применением данной комбинации информации спектральных каналов аппаратуры

3-2-1 Видимые красный / red, band 3 – зеленый / green, band 2 – синий / blue, band 1

Это композиция «натуральных» цветов подобная цветной фотографии. Поскольку в ней используются полосы видимой части спектра, то объекты местности после такой обработки выглядят почти естественно для человеческого зрения.

При этом здоровая растительность визуализируется зеленым, недавно убранные поля – очень светлые, нездоровая растительность – от желтой до коричневой, дороги – серые, береговые линии – белесые. Облачность и снег – белые и практически не дифференцируются.

Данная комбинация хорошо отображает распространение воды и применяется для батиметрического картографирования мелководий, локализации наносов осадочных пород, седиментационного анализа, изучения городских территорий и других

антропогенных объектов. Вырубки лесов и территории со скудной (редкой) растительностью не так хорошо обнаруживаются как при комбинациях каналов 4-5-1 или 4-3-2. Также замечено, что при комбинации 3-2-1 виды растительности дифференцируются хуже, чем при комбинации 4-5-1, а мелководье и почвы, грунты – хуже чем при комбинации 7-5-3.

Кроме прочего, данная комбинация используется для первичного просмотра материалов съемки, показа неспециалистам в спутниковых данных и визуального дешифрирования.

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND COMBINATIONS)

3-2-1 Видимые красный / red, band 3 – зеленый / green, band 2 – синий / blue, band 1

Это композиция «натуральных» цветов подобная цветной фотографии.

Поскольку в ней используются полосы видимой части спектра, то объекты местности после такой обработки выглядят почти естественно для человеческого зрения. При этом здоровая растительность визуализируется зеленым, недавно убранные поля – очень светлые, нездоровая растительность – от желтой до коричневой, дороги – серые, береговые линии – белесые.

Облачность и снег – белые и практически не дифференцируются.

Данная комбинация хорошо отображает распространение воды и применяется для батиметрического картографирования мелководий, локализации наносов осадочных пород, седиментационного анализа, изучения городских территорий и других

антропогенных объектов. Вырубки лесов и территории со скудной (редкой) растительностью не так хорошо обнаруживаются как при комбинациях каналов 4-5-1 или 4-3-2. Также замечено, что при комбинации 3-2-1 виды растительности дифференцируются хуже, чем при комбинации 4-5-1, а мелководье и почвы, грунты – хуже чем при комбинации 7-5-3.

Кроме прочего, данная комбинация используется для первичного просмотра материалов съемки, показа неспециалистам в спутниковых данных и визуального дешиф-рования.

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND COMBINATIONS)

47372 **Ближний ИК / near infrared, band 4** **видимые** **красный / red, band 3** **зеленый / green, band 2**

Стандартная комбинация, при которой создается композиция «искусственные цвета» (false color), когда данные инфракрасного канала отображаются красной гаммой. При этом растительность отображается в оттенках красного цвета, городские районы – в синеголубых, а почвы (грунты) – варьируются от темно до светлокоричневого цвета. Лед, снег и облака проявляются тонами белого или светлоголубого цвета (лед и облака по краям). Данная композиция может использоваться для многих приложений. Она полезна для изучения растительности на разных стадиях созревания урожая с/х культур, увлажненности (дренажа) почв, грунта. Хвойные породы проявляются более темно красными и коричневыми тонами, чем породы деревьев с твердой древесиной. Как правило, насыщенные красные оттенки указывают на широкий лист и/или более здоровую растительность, в то время как, менее насыщенный красный означает наличие травы или скудной, в том числе, кустарниковой растительности. Плотно заполненные городские территории визуализируются синеголубыми оттенками. При этой комбинации спектральных каналов отображение местности аналогично традиционной инфракрасной аэрофотосъемке

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND COMBINATIONS)

**47573 Ближний ИК / near infrared, band 4 коротковолновый инфракрасный / NIR,
band 5 видимый красный / red, band 3**

Такая комбинация информации красного видимого с ближним и средним ИК спектральными каналами обычно используется для анализа состояния растительности и поверхностных горных пород.

Она дает возможности наилучшего распознавания различных видов растительности. Также она позволяет лучше определять границы земли и воды и показывает такую детальность, которую трудно получить в видимом диапазоне.

Точность определения внутренних водоемов и проток тем выше, чем больше используется инфракрасных каналов. Как правило, получается, что увлажненные почвы выглядят темнее, что обусловлено поглощением солнечного излучения водой в инфракрасной зоне спектра.

В данной композиции виды растительности и ее состояние видимы как вариации оттенков и тонов коричневого, зеленого и оранжевого цветов. Она показывает различия влажности и полезна для анализа растительности, почв и грунтов

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND COMBINATIONS)

**47571 Ближний ИК / near infrared, band 4 – инфракрасный / MIR,
band 5 видимый синий / blue, band 1**

Такая комбинация информации, в основном, служит для изучения здоровья растительности и водных объектов. Водные объекты при ее применении отображаются оттенками синегоголубой гаммы в зависимости от глубины, взвесей и т. п.

Здоровая растительность проявляется оттенками зеленого цвета и от оранжевого до коричневого. Яркоголубыми оттенками могут отображаться недавно вырубленные леса, а красноватыми – восстановившаяся или скудная растительность. При этом средний ИКканал повышает различимость стадий роста растений и их стрессов. Данная композиция не рекомендуется для изучения искусственных сооружений типа дорог и взлетнопосадочных полос и ее следует осторожно применять в интерпретациях, особенно, если съемка была произведена сразу после выпадения атмосферных осадков.

В частности, полезно сравнить подтопленные территории и области изображения красных тонов, соответствующие растительности, и сопоставить с тем, как они перекликаются с соответствующими оттенками в комбинации 321, чтобы гарантировать верную интерпретацию

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND COMBINATIONS)

57473 **Инфракрасный / MIR, band 5** ближний ИК / *near infrared*, **band 4** **видимый зеленый / green, band 3**

Подобно комбинации 451, эта комбинация снабжает пользователя большим количеством информации и цветового контраста.

Здоровая растительность проявляется яркозелеными оттенками, а почвы – розоватолиловыми, сиреневыми. В отличие

от сочетания 742, включающего 7 канал и позволяющего изучать геологические явления, эта композиция полезна для

изучения растительности, заражения сельскохозяйственными вредителями и широко используется в области управления

лесозаготовками и изучения лесных сообществ

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND COMBINATIONS)

- **57472 Инфракрасный / MIR, band 5 ближний ИК / near infrared, band 4 видимый зеленый / green, band 2**
- В данном случае создается композиция в псевдоцветах (pseudo color). Получаемые цвета изображения не соответствуют натуральным цветам объектов. В отдельных случаях дороги могут отображаться оттенками красного, вода – желтого, а растительность – синего. Данные после тематической обработки также формируются в псевдоцветах

**ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ,
ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND
COMBINATIONS)**

57471 Инфракрасный / MIR, band 5 ближний ИК / near infrared, band 4 видимый синий / blue, band 1

Комбинация похожа на 742, здоровая растительность выглядит яркозеленой, за исключением того, что она лучше для сельскохозяйственного анализа территорий

57371 Инфракрасный / MIR, band 5 видимый красный / red, band 3 видимый синий / blue, band 1

Данная комбинация показывает морфологию текстуры, в то время как по 731 можно выявить состав горных пород

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND COMBINATIONS)

77472 **Коротковолновый инфракрасный / MIR, band 7** ближний ИК / near infrared, band 4
видимый зеленый / green, band 2

При данной комбинации изображение визуализируется подобным естественному, несмотря на наличие частиц и смога в атмосфере. Здоровая растительность отобразится как яркозеленая и может «уйти в насыщение» в сезоны бурного роста (созревания). Луга (пастбища) показываются зелеными, области бедных почв – розовыми оттенками, а области с редкой растительностью – оранжевыми и коричневыми. Сухая растительность видна оранжевой, водные поверхности – голубыми, синими. Пески, почвы, грунты и минералы визуализируются большим множеством цветов. Эта комбинация употребляется для изучения сельскохозяйственных территорий, а также – заболоченных земель. Если на изображении окажутся зоны пожаров (огни), то они отобразятся красными тонами. Она используется и для анализа зарастания или не зарастания лесом пораженных огнем участков и при управлении хозяйством на выгоревшей местности. Городские районы проявляются оттенками пурпурного. Луга (пастбища) проявляются в светлозеленых тонах. Светлозеленые вкрапления внутри городов указывают на травяное покрытие земли (парки, кладбища и т. п.). От коричневозеленых к яркозеленым оттенкам визуализируются лесные территории с хвойным лесом, являющимся более темной зеленью, чем лиственный. Эта композиция используется и для геологических приложений. Она позволяет наилучшим образом распознавать типы горных пород. Вместо band 2 может использоваться band 1 при условии достаточно высокого качества информации.

Данную комбинацию лучше применять по результатам съемки засушливых (безводных) территорий и пустынь. На увлажненных подстилающих поверхностях цвета

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND COMBINATIONS)

77573 Коротковолновый инфракрасный / MIR, band 7 коротковолновый инфракрасный / MIR, band 5 видимый красный / red, band 3

Редко используемая комбинация. Применяется для получения псевдонатуральных цветов при некоторых условиях [6]. Согласно [4], при данной комбинации изображение визуализируется подобным естественному и позволяет анализировать атмосферную дымку, состояние взвесей в атмосфере, ее задымленность. Растительность проявляется в оттенках темно и светлозеленого цвета, урбанизированная местность может быть белой, серой или пурпурной; почвы, песок и минералы проявляются многообразием цветов. Благодаря практически полному поглощению излучения Солнца в среднем ИКдиапазоне водой, снегом и льдом, хорошо выделяются береговые линии и, соответственно, водные объекты. Подтопляемые территории видны очень темносиними и почти черными, по сравнению с композицией 321, где мелководные затопленные территории отображаются серым и трудно различимы. Поверхности с повышенной температурой, такие как лесные пожары и кальдеры вулканов выводят в насыщение изображение в средних ИКканалах и отображаются оттенками красного или желтого цвета. В сером оттенке

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND COMBINATIONS)

77574 Коротковолновый инфракрасный / MIR, band 7
коротковолновый инфракрасный / MIR, band 5
ближний ИК / near infrared, band 4

Данная комбинация не включает ни одного канала в видимой части спектра и обеспечивает лучшую проницаемость сквозь атмосферу. В связи с этим четче определяются береговые линии. Она может быть использована для анализа текстуры и влажности почв. Растительность проявляется в оттенках синего цвета. Эта комбинация может использоваться для геологического изучения территорий. Если пользователь предпочитает видеть растительность зеленой, то надо изменить композицию на 745

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМБИНАЦИЙ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЗЗ (SATELLITE BAND COMBINATIONS)

Примечания.

1. Аналогичную таблицу на русском языке с переводом материалов [4] можно найти на сайте www.gislab.ru.
2. Комбинация цветовых каналов оборудования (дисплея) при синтезе и обработке указанных комбинаций информации спектральных каналов должна быть – красный (red), зеленый (green), синий (blue).

Основные расчетные индексы (соотношения сигналов в каналах), которые могут быть вычислены и при обработке информации спектральных каналов спутниковой аппаратуры

ДЗЗ

Ближний ИК (near infrared, band 4), видимый красный (red, band 3)

Применяется для получения индексов в ПК ENVI и ERDAS IMAGINE:

- 1) простое отношение (Simple Ratio) $SR = IR/R$, его значение должно находиться в интервале от 0 до 30, общепринятые значения для зеленой растительности – в диапазоне 2-8 [5]; по [4] ТМ4/ТМ3 предназначен для различения растительности, водных объектов и пахотных земель, позволяет интенсивнее выделять леса и бедные (бесплодные) земли и однозначно определить распространение растительности;
- 2) SQRT (IR/R) имеется только в ERDAS IMAGINE, цели получения не указаны;
- 3) индекс озелененности (Vegetation Index = IR-R) имеется только в ERDAS IMAGINE;
- 4) нормализованный разностный индекс озелененности (Normalized Difference Vegetation Index) $NDVI = (IR-R)/(IR+R)$, его значение должно находиться в интервале от -1 до 1, общепринятые значения для зеленой растительности в диапазоне 0,2-0,8 [5];
- 5) трансформированный (Transformed) NDVI (TNDVI) = $SQRT [(IR-R)/(IR+R) + 0,5]$ имеется только в ERDAS IMAGINE;
- 6) ТМ3/ТМ4 – для однозначного различения бесплодных и урбанизированных земель, но он не пригоден для определения водных объектов, лесов и пахотных земель [4]

**Некоторые основные расчетные индексы, которые
визуализируются
в виде растров после обработки информации спектральных
каналов
спутниковой аппаратуры ДЗЗ**

Видимые красный (red, band 3), зеленый (green, band 2)

**Применяется для получения индекса $TM3/TM2$ [4], который
позволяет**

**различать леса и пашни; полезен для определения широких
классов**

**растительности и обратного $TM2/TM3$, который лучше для
более четкого**

**различения непродуктивных земель, но при его применении
распознавание**

урбанизированных территорий не улучшается

Видимые красный (red, band 3),

синий (blue, band 1)

**Применяется для получения индекса окислов железа (Iron Oxide
= $TM3/TM1$);**

указан только ERDAS IMAGINE

**Некоторые основные расчетные индексы, которые
визуализируются
в виде растров после обработки информации спектральных
каналов
спутниковой аппаратуры ДЗЗ**

**Ближний ИК (near infrared, band 4), видимый красный (red, band 3),
синий (blue, band 1)**

Применяется для получения (только ENVI):

1) расширенного индекса озелененности (Enhanced Vegetation Index) $EVI = 2,5 * [(ρNIR - ρRed) / ρNIR + 6 * ρRed - 7,5 * ρBlue + 1]$, его значение должно находиться в интервале от -1 до 1, общепринятые значения для зеленой растительности 0,2-0,8;

2) устойчивого к влиянию атмосферы индекса озелененности (Atmospherically Resistant Vegetation Index) $ARVI = [ρNIR - (2 * ρRed - ρBlue)] / [ρNIR + (2 * ρRed - ρBlue)]$, его значение должно находиться в интервале от -1 до 1, общепринятые значения для зеленой растительности 0,2-0,8

**Некоторые основные расчетные индексы, которые
визуализируются
в виде растров после обработки информации спектральных
каналов
спутниковой аппаратуры ДЗЗ**

Видимый красный (red, band 3), коротковолновый инфракрасный (MIR, band 5)

Применяется для получения индекса TM3/TM5 [4], который позволяет лучше распознавать непродуктивные земли, автострады, конфигурацию улиц на урбанизированных территориях, а также застраиваемые городские территории или забетонированных площади. Он улучшает распознавание замутненных вод,

а чистых – нет, и соответственно, применяется для наблюдения различий в загрязнении водных объектов

Коротковолновый инфракрасный (MIR, band 7), видимый зеленый (green, band 2)

Согласно [4] данное соотношение служит для отделения лесов от пахотных земель, но не пригодно для разделения лесов и водных объектов

**Некоторые основные расчетные индексы, которые
визуализируются
в виде растров после обработки информации спектральных
каналов
спутниковой аппаратуры ДЗЗ**

**Коротковолновый инфракрасный (MIR, band 7),
коротковолновый инфракрасный (MIR, band
5)**

Применяется для получения:

- 1) индекса глиноземных минералов Clay Minerals = $TM5/TM7$ (ERDAS IMAGINE);**
- 2) это же соотношение, согласно [4], позволяет отделять водные объекты от грунтов (почв), а также улучшает определение влаги на пахотных землях и в растительности и, соответственно, используется для изучения урожая «на корню» и мощности растительности**

**Некоторые основные расчетные индексы, которые
визуализируются
в виде растров после обработки информации спектральных
каналов
спутниковой аппаратуры ДЗЗ**

**Видимые синий (blue, band 1), красный (red, band 3), ближний
ИК (near infrared, band 4), коротковолновый инфракрасный
(MIR, band 5), коротковолновый инфракрасный (MIR, band 7)**

Применяется для получения индексов (ERDAS IMAGINE):

- 1) минерального композита Mineral Composite = TM5/TM7,
TM5/TM4, TM3/TM1;**
- 2) гидротермального композита Hydrothermal Composite =
TM5/TM7, TM3/TM1, TM4/TM3**

Примечание.

**TM – спектральный канал, соответствующий аппаратуре TM КА
Landsat**

Список литературы

1. ERDAS IMAGINE [Электронный ресурс]. URL: <http://gi.leicageosystems.com>.
2. SPOT Image [Электронный ресурс]. URL: <http://www.spotimage.com>.
3. InfoTerra [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infoterraglobal.com>.
4. James W. Quinn [Электронный ресурс]. URL: <http://web.pdx.edu>.
5. Help ENVI, ver. 4.4.
6. InfoTerra [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infoterra.co.uk>.

Спасибо за внимание к лекции