

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЗЗ ОТКРЫТОГО ДОСТУПА ДЛЯ АНАЛИЗА МЕСТООБИТАНИЙ Г. ИРКУТСКА

Для создания наиболее благоприятных условий городской среды с минимальными финансовыми расходами необходимо провести исследование о влиянии факторов и условий конкретного ландшафта и общей среды на распространение различных растительных сообществ.

Анализ факторов распространения определенных типов растительных сообществ позволяет делать прогноз изменений в структуре растительности на однородных по ряду признаков участках территории (местообитаний) на основании знаний о восстановительной сукцессии сообществ.

Метод получения данных об объектах на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в настоящее время считается самым перспективным и экономически целесообразным способом анализа пространственных данных на обширные территории. Достоинство метода ДЗЗ заключается в: актуальности данных на момент съемки, высокой оперативности получения данных, высокой информативности и точности обработки данных. Обработка данных ДЗЗ, представляемых в виде растровых изображений, включает в себя широкий ряд задач, одной из которых является классификация. Для классификации данных ДЗЗ чаще всего используются различные методы, использующие в качестве признаков спектральные характеристики пикселей в разных диапазонах электромагнитного спектра.

**Практическое применение:** результаты исследования могут быть использованы для обоснования проектов озеленения городских территорий и в комплексных проектах планировки и градостроительного зонирования (генплан).

**Цель данного проекта** – провести автоматизированное выделение типов поверхностного покрытия для территории г. Иркутска

### **Задачи:**

1. Выбрать и скачать данные дистанционного зондирования открытого доступа для анализа и картографирования в масштабе 1:50 000
2. Выделить ключевые участки для классификации с обучением
3. Провести классификацию с обучением по двум снимкам различными методами
4. Определить точность полученных автоматических классификаций
5. Выбрать результат для дальнейшего анализа

Для классификации типов местообитаний и проверки ее точности были взяты два типа космических снимков открытого доступа: ASTER (дата съемки 20.08.2016) и Landsat 8 (дата съемки 19.08.2015).

Носителем системы космического ДЗЗ ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer – усовершенствованный термально-оптический радиометр космического базирования) является космический аппарат Terra (EOS-AM1), который был запущен в 1999 году по совместному проекту NASA, Японского министерства экономики, торговли и промышленности (METI) и Японского Центра анализа данных ДЗЗ (Earth Remote Sensing Data Analysis Center). Система ASTER состоит из трех подсистем: VNIR (видимый диапазон и ближний ИК), позволяет получать данные с пространственным разрешением до 15 м, SWIR (коротковолновый ИК диапазон) с пространственным разрешением 30 м и TIR (тепловой ИК диапазон) с пространственным разрешением 90 м [1].

Landsat 8 (проект LDCM – Landsat Data Continuity Mission) – новый космический аппарат, запущенный в 2013 году и продолжающий выполнение программы Landsat, поставляя данные для использования в различных отраслях экономики, а также в образовании, бизнесе, государственном управлении. На Landsat 8 установлены два сенсора: оптико-электронный OLI (Operational Land Imager) и тепловой TIRS (Thermal InfraRed Sensor) [1].

Космические снимки обрабатывались в программном продукте ENVI 4.7. К снимкам Landsat 8 применялась операция Pan-Sharpning, которая позволяет повысить их разрешение с 30 м до 15 м наложением восьмого спектрального (15 м) канала на комбинацию трех каналов естественных цветов (30 м).

Территорию исследования (г. Иркутск) в комбинации естественных цветов для обоих космических снимков можно увидеть ниже на рис. 1.

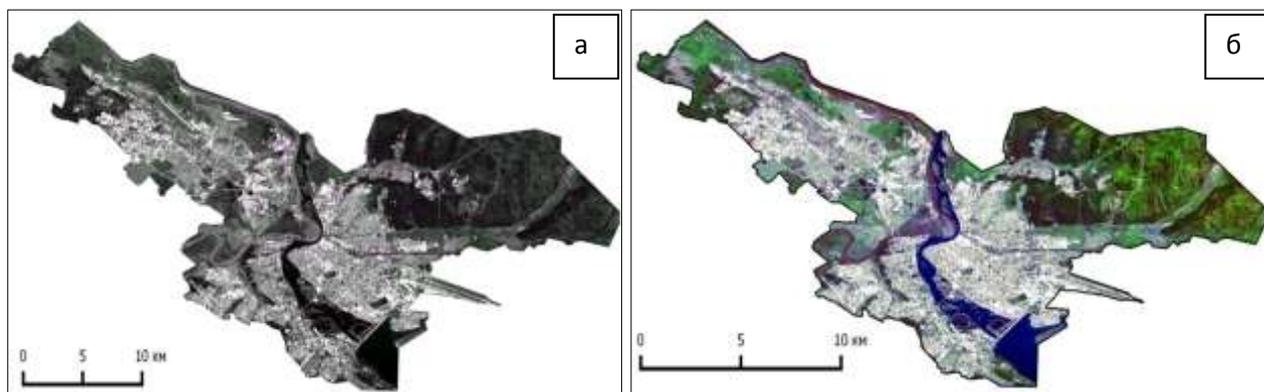


Рисунок 1 – г. Иркутск на а) ASTER, синтез каналов 211; б) Landsat 8, синтез каналов 432.

Процесс классификации изображения – процесс количественного отбора данных из изображения и группирования точек или частей изображения в классы, предназначенные для представления различных физических объектов или типов [2]. Результатом выполнения процесса классификации изображения будут являться карты классификации. Автоматическая классификация изображения подразделяется на два типа: классификация с обучением (контролируемая классификация); классификация без обучения (неконтролируемая классификация).

При обработке космических снимков в программном продукте ENVI 4.7 применялась операция классификации с обучением, когда на территории исследования выделяются репрезентативные участки или регионы интересов (Region of Interest). Регион интереса – это выбранный участок на растровом изображении, который определяется для различных целей (например, для извлечения статистических данных или для классификации).

Затем с выбранными регионами интереса были получены карты классификации типов земной поверхности методом максимального правдоподобия и методом минимального расстояния. Классификация, полученная методом максимального правдоподобия (рис. 2 и 3 для снимков ASTER и Landsat 8 соответственно), точнее соответствовала исследуемой территории.

При применении метода максимального правдоподобия данные для каждого класса в каждом канале ранжированы по нормальному распределению. Каждый пиксель причисляется к классу с наивысшей вероятностью. Если наивысшая вероятность меньше определенного порога, пиксель остается неклассифицированным [3].

В методе минимального расстояния считается евклидово расстояние в выделенном пространстве признаков от каждого пикселя изображения до среднего вектора каждого класса. По итогам деления пиксели причисляются к тому классу, расстояние до которого наименьшее [3].

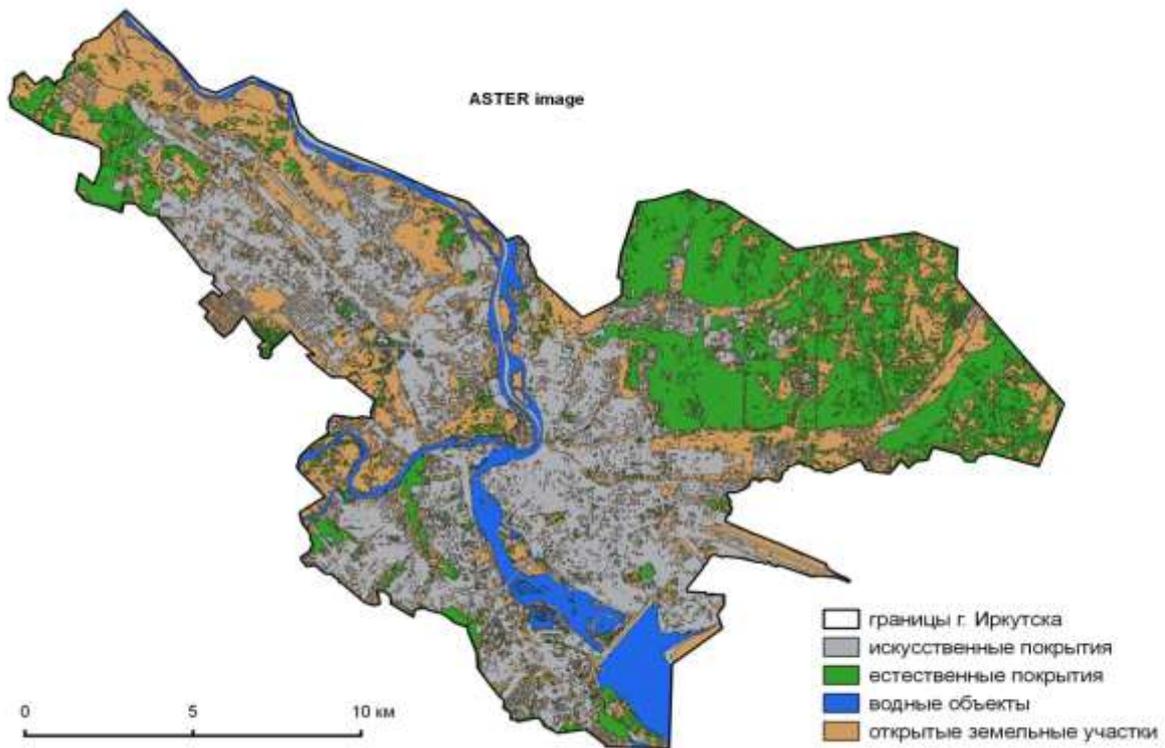


Рисунок 2 – Классификация методом максимального правдоподобия по снимку ASTER

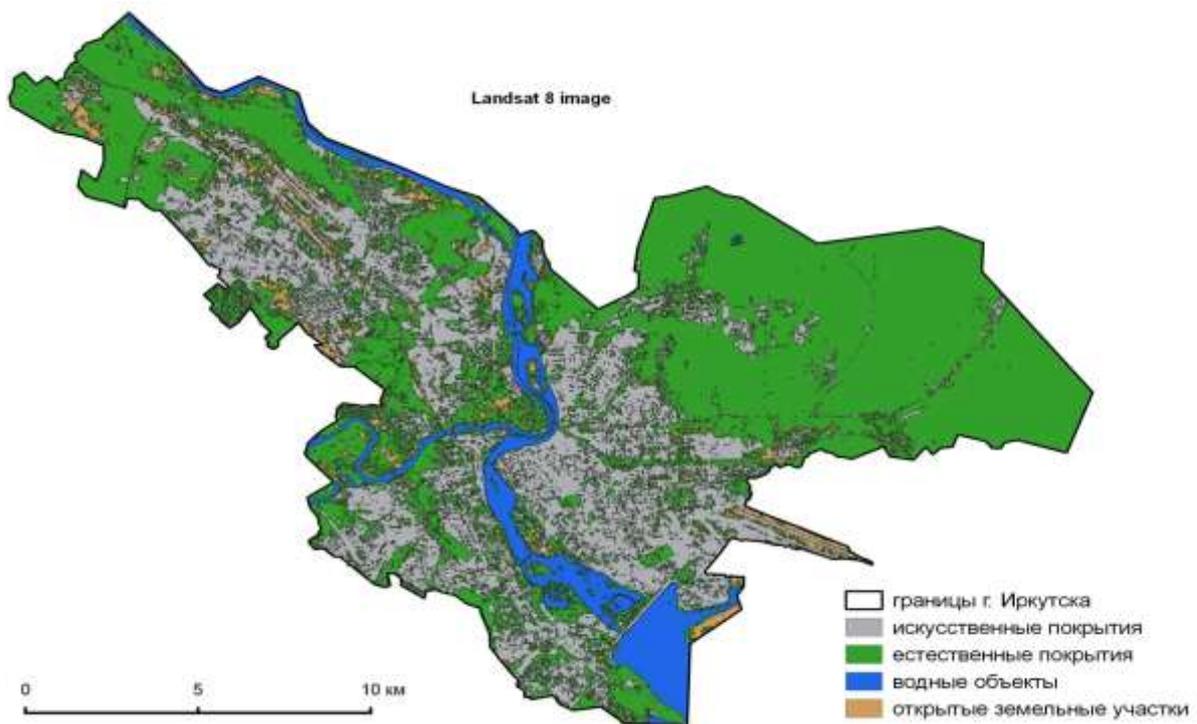


Рисунок 3 - Классификация методом максимального правдоподобия по снимку Landsat 8

Анализ точности полученных классификаций проводился в программном обеспечении Quantum GIS 2.18.2. Для обеих классификационных карт была создана регулярная сетка точек с расстоянием 1000 м (общее число точек в границах г. Иркутска составило 289), после чего проводился визуальный анализ соответствия идентифицированных классов с космическими снимками ASTER, Landsat 8, а также с картографическим сервером Google Maps по данным географических координат (рис. 4).

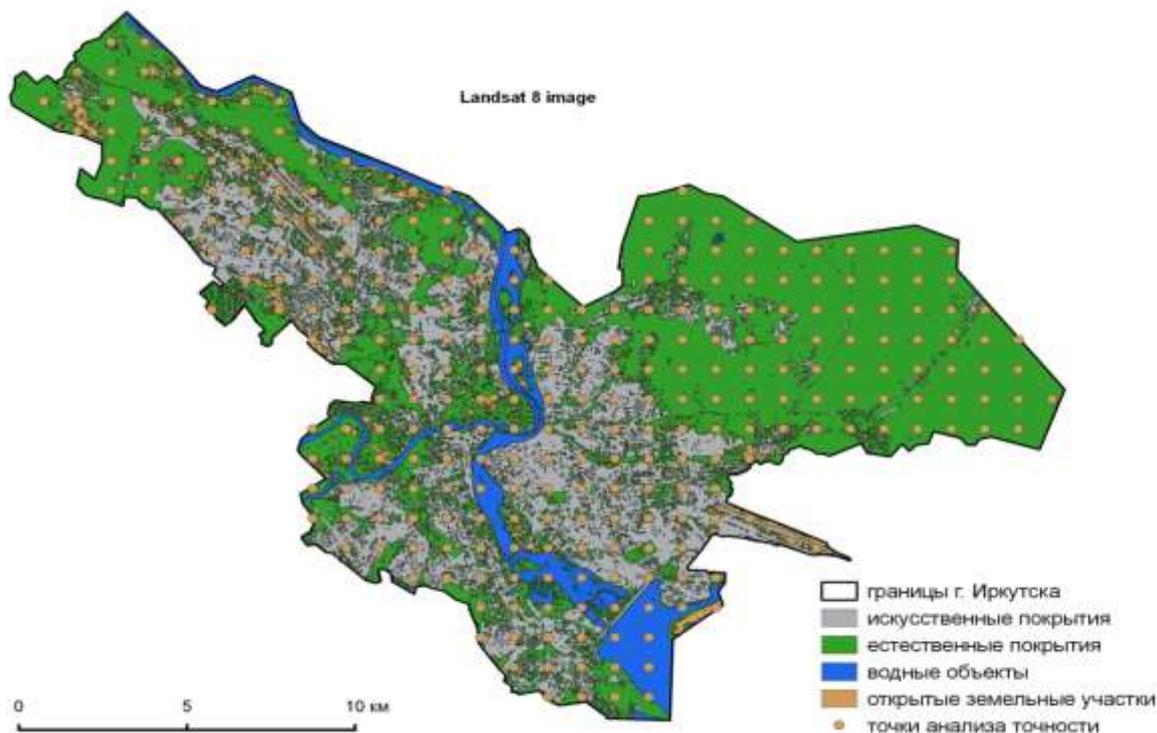


Рисунок 4 – Карта наложения точек анализа точности на снимок Landsat 8

Результаты точности были высчитаны в процентах как для совокупности всех классов, так и для отдельных классов и представлены в виде таблицы.

Таблица – Анализ точности классификации по космическим снимкам

Класс	Процент точности для ASTER, %	Процент точности для Landsat 8, %
Бетон	94	97
Водные объекты	94	94
Растительность	98	90
Открытые земельные участки	85	70
<b>Полученная классификация</b>	<b>92</b>	<b>88</b>

Таким образом, при проведении анализа точности полученных классификаций процент достоверности (соответствия) выделенных классов и существующего земного покрытия для снимка ASTER оказался более точным (более 90 %) и приемлемым для дальнейшего исследования, чем снимок Landsat 8.

#### Выводы:

1. Для работы с территорией исследования были скачаны два летних (августовских) космических снимка открытого доступа: ASTER и Landsat 8 с максимальным пространственным разрешением 15 м и 30 м соответственно.

2. В пакете ENVI 4.7 данные ДЗЗ были синтезированы в комбинации каналов естественных цветов. Для последующего применения классификации с обучением (контролируемой классификации) было выделено четыре типа (класса) земельного покрытия:

- водные объекты;
- открытые земельные участки (пашни и участки без растительности или с низким проективным покрытием);
- естественные покрытия (древесная и травяная растительность);
- искусственные покрытия (мощение, застройка, железнодорожные пути, автодороги).

3. На космическом снимке с помощью инструмента Region of Interests выбирались репрезентативные участки выделенных ранее классов земельного покрытия для применения автоматической классификации с обучением (контролируемой классификации). Контролируемая классификация для выявления более точного результата проводилась двумя методами: методом максималь-

ного правдоподобия и минимального расстояния. Классификация, полученная методом максимального правдоподобия, визуально точнее соответствовала исследуемой территории.

4. Для определения точности полученной классификации в программном продукте Quantum GIS 2.18.2 была создана регулярная сетка с шагом 1000 м из 289 точек, где в таблице атрибутов были выведены номер точки и индекс точности ("1" – полученный класс соответствует реальному состоянию земельного покрова, "0" – класс не соответствует). После чего проводился визуальный анализ соответствия идентифицированных классов с космическими снимками ASTER, Landsat 8, а также с картографическим сервером Google Maps по данным географических координат.

5. Полученные результаты точности автоматической классификации с обучением оказались достаточно высокими (92 % для ASTER и 88 % для Landsat 8).

Несмотря на то, что интерпретированные в программном продукте ENVI 4.7 многоканальные снимки дали хороший результат анализа ландшафта, к сожалению, они не подходят для достижения основной цели исследования (выделение и классификация местообитаний), так как их пространственное разрешение недостаточно высокое. Однако они являются хорошим вспомогательным материалом. Полученные данные являются материалом для автоматического определения параметров замощения, озелененности и застроенности однородных выделов на карте местообитаний.

#### **Список использованной литературы:**

1. Космическая съемка Земли высокого и сверхвысокого разрешения [Электронный ресурс] // Сайт компании «Совзонд». URL: <http://sovzond.ru/products/spatial-data/satellites/> (дата обращения: 10.01.2017).

2. Волков С.Н., Казанцев С.Г. Классификация данных аэрокосмического зондирования Земли при различном уровне априорной информации. Синтезируемый метод вероятностных характеристик Байесовского решения // Вопросы электромеханики. – 2011. – Т. 122. – С. 17-20.

3. Потатуркин А.О. Исследование эффективности пространственных признаков при ландшафтной классификации по многоспектральным космическим изображениям: дис. магистра. / А.О. Потатуркин. – Новосибирск, 2013. – 36 с.