

**БАТЫРКАНОВ Ж. И., КУДАКЕЕВА Г. М.**  
**ПРОБЛЕМЫ И ПОДХОДЫ К РАСПОЗНАВАНИЮ ОБЪЕКТОВ**  
**В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

**Аннотация.** Стремительное развитие новых аэрокосмических технологий открыло новые возможности оперативного получения различной пространственно-временной информации методами дистанционного зондирования Земли с космических и воздушных летательных аппаратов. Это обстоятельство обуславливает интенсификацию использования данных дистанционного зондирования Земли для проведения ландшафтного мониторинга и оценки характеристик земной поверхности при решении задач управления сельским и лесным хозяйством, водными ресурсами, рационального природопользования, оценки экологического состояния территорий и др. В работе рассмотрены проблемы и подходы к решению задачи распознавания образов.

**Ключевые слова:** образ, объект, космические снимки, космический аппарат, алгоритм, спектральный канал, диапазон, зондирование.

**BATYRKANOV ZH. I., KUDAKEEVA G. M.**  
**PROBLEMS AND APPROACHES TO OBJECT RECOGNITION**  
**IN TASKS OF AEROSPACE IMAGE PROCESSING**

**Abstract.** The rapid development of new aerospace technologies has opened up new opportunities for the rapid acquisition of various space-time information by remote sensing of the Earth from space and airborne vehicles. This fact stipulates the intensification of the use of remote sensing data for landscape monitoring and assessment of the Earth surface for managing agriculture, forestry and water resources, smart use of natural resources, assessing ecological status of territories. The article considers the problems and the current approaches to object recognition.

**Keywords:** image, object, space images, spacecraft, algorithm, spectral channel, range, sensing.

При наблюдении Земли из космоса используют дистанционные методы, с помощью которых исследователь получает возможность на расстоянии (дистанционно) получать информацию об изучаемом объекте. Дистанционные методы, как правило, являются косвенными, т. е. измеряются не интересующие параметры объектов, а некоторые связанные с ними величины. Например, нас может интересовать состояние сельхозпосевов. Но аппаратура спутника регистрирует лишь интенсивность светового потока от этих объектов в нескольких участках оптического диапазона. Для того чтобы расшифровать

такие данные, требуются предварительные исследования, включающие в себя различные подспутниковые эксперименты: по изучению состояния растений контактными методами; по изучению отражательной способности листьев в различных участках спектра и при различном взаимном расположении источника света (Солнца), листьев и измерительного прибора.

К числу особенностей дистанционных методов относится влияние среды (атмосферы), через которую спутник наблюдает Землю. Самый простой пример такого влияния – наличие облачности, делающей невозможным наблюдения в оптическом диапазоне. Однако и при отсутствии облачности атмосфера ослабляет восходящее излучение от объекта, особенно в полосах поглощения составляющих ее газов. Поэтому приходится работать в так называемых окнах прозрачности, учитывая, что и в них есть поглощение и рассеяние излучения газами и аэрозолями. В радиодиапазоне возможно наблюдение Земли сквозь облачность.

В настоящее время в мире созданы и успешно эксплуатируются крупные национальные и межгосударственные космические системы исследования Земли, такие как NOAA, Landsat (США), Spot (Франция), «Ресурс-01», «Метеор-3М» (Россия) и др. Они позволяют выполнить съемку территорий в видимом, инфракрасном и радиолокационном диапазонах спектра с пространственным разрешением от 1 км до 10–30 м.

При дистанционном зондировании Земли из космоса используется оптический диапазон электромагнитных волн и микроволновый участок радиодиапазона. На рисунке 1 представлен оптический диапазон, включающий в себя ультрафиолетовый (УФ) участок спектра, видимый участок – синяя полоса (В), зеленая (G), красная (R); инфракрасный участок (ИК) – ближний ИК (БИК), средний ИК и тепловой ИК, а также его место в спектре электромагнитных волн.



Рис. 1. Оптический диапазон электромагнитных волн.

Задача распознавания чрезвычайных ситуаций с использованием спутниковых снимков земной поверхности в общих чертах заключается в разбиении снимка на участки и выявлении на каждом из них условий, соответствующих наличию катаклизма на

обрабатываемом участке. Для разных катаклизмов должны проходить проверку разные признаки. Например, для выявления очагов пожаров признаками для проверки являются наличие шлейфа от дыма, изменение яркости на снимке и др.

На качество аэрокосмических снимков большое вредное влияние оказывает загрязненность атмосферного слоя, наличие облачности, различных аэрозолей, а также влияние озонового слоя. Для устранения вышеназванных вредных влияний аэрофотосъемка производится в различных спектральных диапазонах.

Космические снимки – собирательное название данных, получаемых посредством космических аппаратов в различных диапазонах электромагнитного спектра, визуализируемых затем по определенному алгоритму.

Спутник Landsat 8 получает данные, используя два набора инструментов: Operational Land Imager (OLI) и Thermal InfraRed Sensor (TIRS). Первый набор получает изображения в девяти диапазонах видимого света и ближнего инфракрасного излучения (ИК), второй набор – в двух диапазонах дальнего (теплого) ИК (таблица 1).

Диапазон 1 чувствителен к темно-синим и фиолетовым цветам. Синий цвет трудно различать из космоса, так как он хорошо рассеивается на пыли и частичках воды в воздухе, а также на самих молекулах воздуха.

Диапазоны 2, 3 и 4 представляют собой видимые синий, зеленый и красный спектры.

Диапазон 5 измеряет ближний инфракрасный спектр. Эта часть спектра особенно важна для экологов, поскольку вода в листьях здоровых растений отражает ее. Сравнивая с изображениями других диапазонов, получают индексы вроде NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – нормализованный относительный индекс растительности – простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы), которые позволяют точно измерять степень здоровья растений.

Диапазоны 6 и 7 покрывают разные участки коротковолнового ИК. Они позволяют отличать сухую землю от влажной, а также скалы и почвы, которые выглядят похоже в других диапазонах, но отличаются в ИК.

Диапазон 8 – панхроматический. Он воспринимает больше света и дает самую четкую картинку среди всех диапазонов. Его разрешение составляет 15 метров.

Диапазон 9 – это одна из самых интересных особенностей Landsat 8. Он покрывает очень узкую полосу длин волн –  $1370 \pm 10$  нанометров. Немногие из космических инструментов регистрируют эту область спектра, поскольку она почти полностью поглощается атмосферой. Landsat 8 использует это как преимущество. Поскольку Земля в этом диапазоне едва различима, значит все, что в нем ярко видно, либо отражается очень хорошо, либо находится вне атмосферы. В Диапазоне 9 видны только облака, которые

представляют реальную проблему для спутниковых снимков, так как из-за размытых краев плохо различимы в обычных диапазонах, а снимки, сделанные сквозь них, могут иметь расхождения с другими. С помощью Диапазона 9 это легко отследить.

Диапазоны 10 и 11 – это тепловое ИК. Вместо измерения температуры воздуха, как это делают погодные станции, они измеряют температуру поверхности.

Таблица 1

### Характеристика спектральных диапазонов спутника Landsat 8

Спектральный канал	Длины волн	Разрешение (размер 1 пикселя)
Диапазоны OLI		
Канал 1 – Побережья и аэрозоли	0,433–0,453 мкм	30 м
Канал 2 – Синий	0,450–0,515 мкм	30 м
Канал 3 – Зеленый	0,525–0,600 мкм	30 м
Канал 4 – Красный	0,630–0,680 мкм	30 м
Канал 5 – Ближний ИК	0,845–0,885 мкм	30 м
Канал 6 – Ближний ИК	1,560–1,660 мкм	30 м
Канал 7 – Ближний ИК	2,100–2,300 мкм	30 м
Канал 8 – Панхроматический	0,500–0,680 мкм	15 м
Канал 9 – Перистые облака	1,360–1,390 мкм	30 м
Диапазоны TIRS		
Канал 10 – Дальний ИК	10,30–11,30 мкм	100 м
Канал 11 – Дальний ИК	11,50–12,50 мкм	100 м

Ниже приводятся примеры использования комбинаций данных каналов Landsat (LDCM) и работа в программе для наложения спектральных снимков.

Комбинация 3, 2, 1 (в Landsat – 5, 7) и комбинация 4, 3, 2 (в Landsat – 8) – комбинация «естественные цвета». В этой комбинации используются каналы видимого диапазона, поэтому объекты земной поверхности выглядят похожими на то, как они воспринимаются человеческим глазом. Здоровая растительность выглядит зеленой,

убранные поля – светлыми, нездоровая растительность – коричневой и желтой, дороги – серыми, береговые линии – белесыми. Эта комбинация каналов дает возможность анализировать состояние водных объектов и процессы седиментации, оценивать глубины. Также используется для изучения антропогенных объектов. Вырубки и разреженная растительность детектируются плохо, в отличие от комбинации 4, 5, 1 или 4, 3, 2. Облака и снег выглядят одинаково белыми и трудноразличимы. Кроме того, трудно отделить один тип растительности от другого. Эта комбинация не позволяет отличить мелководье от почв, в отличие от комбинации 7, 5, 3.

Нами предлагается программа наложения снимков по комбинации 3, 2, 1 (в Landsat – 5, 7) и по комбинации 4, 3, 2 (в Landsat – 8). На рисунке 2 представлено меню программы наложения снимков и результат (состояние после завершения работы с комбинацией 5, 7, 4).

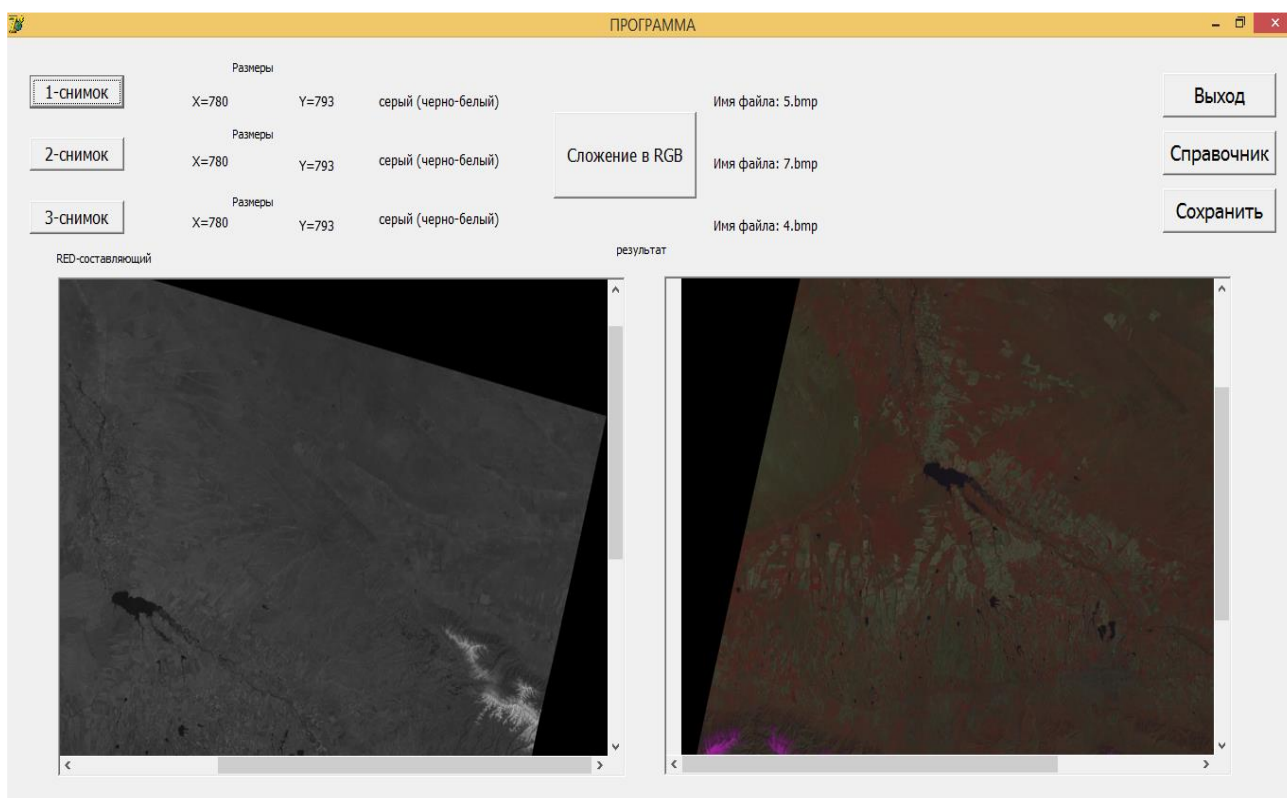


Рис. 2. Наложение снимков.

На рисунке 3 в качестве примера представлены снимки города Бишкек в естественных цветах с комбинацией 4, 3, 2.

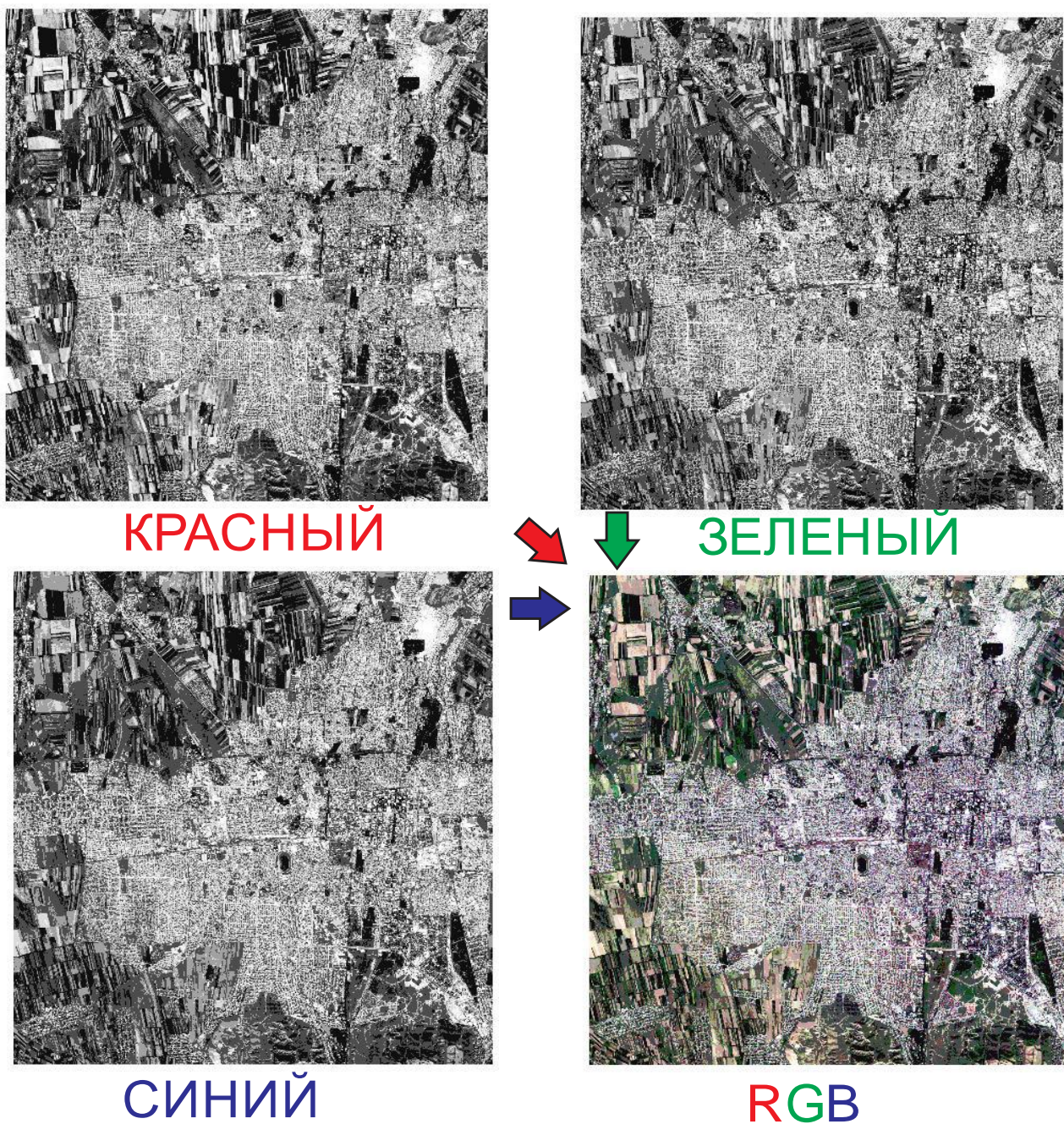


Рис. 3. Результат наложения снимков г. Бишкек.

Результаты исследований будут применяться МЧС и Минсельхозом Кыргызстана, где начинаются работы по применению аэрофотоснимков для мониторинга возникновения природных и техногенных катастрофических явлений и состояния растительной поверхности территорий республики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли / пер. с нем. – М.: Мир, 1988. – 343 с.
2. Алексеев А. С., Пяткин В. П., Дементьев В. Н. и др. Автоматизированная обработка изображений природных комплексов Сибири. – Новосибирск: Наука, 1988. – 222 с.
3. Atlas of Remote Sensing for World Heritage / ed. Guo Huadong. – Beijing: Springer, 2012. – 330 p.
4. Chandra A. M., Goush S. K. Remote Sensing and Geographical Information System. – New Delhi: Narosa Publishing House, 2006. – 308 p.
5. Злобин В. К., Еремеев В. В. Обработка аэрокосмических изображений. – М.: Наука, 2006. – 304 с.
6. Кашенко Н. А., Попов Е. В., Чечин А. В. Геоинформационные системы: учебное пособие для вузов. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – 130 с.
7. Ципилева Т. А. Геоинформационные системы. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2010. – 120 с.
8. Шевченко О. Ю., Гейдор В. С. Геоинформационные системы: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: РСГУ, 2013. – 196 с.
9. Саак А. Э., Пахомов Е. В., Тюшняков В. Н. Информационные технологии управления: учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2012. – 320 с.
10. Ананьев Ю. С. Геоинформационные системы: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 70 с.
11. Злобин В. К., Еремеев В. В., Кузнецов А. Е. Обработка изображений в геоинформационных системах. – Рязань: Изд-во РГРТУ, 2008. – 264 с.