

УДК 528.8.04-022.322:528.931.3
AGRIS F40

https://doi.org/10.33619/2414-2948/87/07

УЛУЧШЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА МЕТОДОМ СЛИЯНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ

©*Каримов Б. Т.*, канд. техн. наук, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан, karimov_bt@mail.ru

©*Каримова Г. Т.*, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан, k.gulpeace@kstu.kg

©*Аманкулова Н. А.*, канд. физ.-мат. наук, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан, a_nur4@mail.ru

LAND COVER CLASSIFICATION IMPROVEMENTS BY REMOTE SENSING DATA FUSION

©*Karimov B.*, Ph.D., Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, karimov_bt@mail.ru

©*Karimova G.*, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, k.gulpeace@kstu.kg

©*Amankulova N.*, Ph.D., Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, a_nur4@mail.ru

Аннотация. Компьютерная обработка и анализ спутниковых данных является актуальной задачей науки дистанционного зондирования земли. Такая обработка может варьировать от настройки контрастности и яркости снимков фотографа-любителя до группы ученых, использующих нейросетевую классификацию для определения типов минералов на гиперспектральном спутниковом снимке. В этой статье реализован метод слияния спутниковых данных, который улучшает дешифрование цифровых изображений и повышает качество изображения для дальнейшего визуального анализа. Для синтеза взяты мультиспектральный снимок с разрешительной способностью в 30 м Landsat 5 с 6 каналами, из которых использованы три более существенных и информативных по своему составу, а также панхроматический (монохромный) снимок с разрешением 15 м. Для оценки разрешения снимков и полученного результирующего снимка до и после проведения алгоритма синтеза представлены срезы изображений вдоль прямой и пересекающей зданий, зеленой массы, дорог и промышленных зон. Для тестирования использованы тестовые территории, взятые с Google Earth и результаты полевых работ.

Abstract. Computer processing and analysis of satellite data is an urgent task of the science of remote sensing of the earth. Such processing can range from adjusting the contrast and brightness of the images of an amateur photographer to a group of scientists using neural network classification to determine the types of minerals in a hyperspectral satellite image. This article implements a method of satellite data fusion, which improves the digital image interpretation and image quality for further analysis. For fusion, a multispectral image with a resolution of 30 m Landsat 5 with 6 channels was taken, with three more significant and informative in their composition were used, as well as a panchromatic (monochrome) image with a resolution of 15 m. To evaluate the resolution of the images and the resulting images before and after the image fusion algorithm, image slices along a straight line and intersecting buildings, green mass, roads and industrial areas presented. For testing, test territories taken from Google Earth and the field work results.

Ключевые слова: получение изображений со спутника, дистанционное зондирование, использование земель, земной покров, пространственные данные, слияние данных.

Keywords: satellite imagery, remote sensing, land use, land cover, spatial data, data fusion.

Компьютерная обработка и анализ спутниковых данных является актуальной задачей науки дистанционного зондирования земли [1-6]. Такая обработка может варьироваться от настройки контрастности и яркости снимков фотографа-любителя до группы ученых, использующих нейросетевую классификацию для определения типов минералов на гиперспектральном спутниковом снимке (<https://clck.ru/33R8Kw>).

Улучшение, обработка и анализ цифровых изображений представляют собой чрезвычайно обширную тему, часто включающую процедуры, которые могут быть математически сложными. Основная идея, лежащая в основе обработки цифровых изображений, довольно проста. Одно или несколько изображений загружается в компьютер. Компьютер программируется для выполнения вычислений с помощью уравнения или серии уравнений, которые берут значения пикселей из исходного изображения.

В большинстве случаев на выходе получается новое цифровое изображение, значения пикселей которого являются результатом вычислений. Это выходное изображение может отображаться или записываться в графическом формате или может быть подвергнуто дальнейшей обработке с помощью дополнительного программного обеспечения. Возможные формы манипулирования цифровыми изображениями кажутся бесконечными. Однако практически все эти процедуры могут быть отнесены к одной (или нескольким) из следующих семи широких процессов, показанных на Рисунке 1.

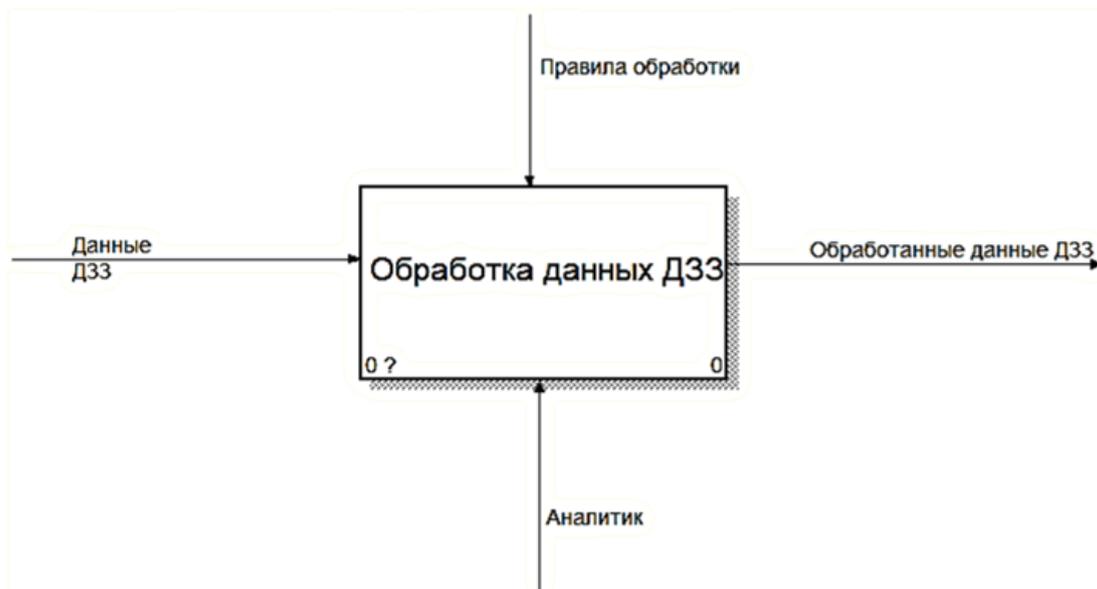


Рисунок 1. Контекстная диаграмма процесса «Обработка данных Д33»

Однако практически все эти процедуры можно отнести к одному (или нескольким) из следующих семи основных типов операций с помощью компьютера.

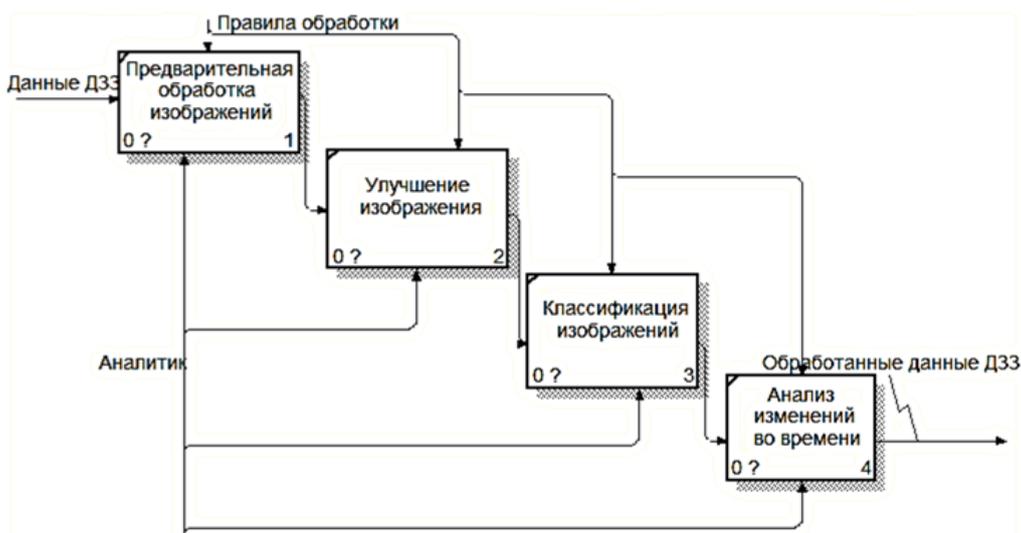


Рисунок 2. Процедуры процесса «Обработка данных ДЗЗ»

Материалы и методы исследования

Как уже говорилось ранее, основной целью улучшения изображения является улучшение визуальной интерпретируемости изображения путем увеличения видимого различия между элементами сцены. «Сырые» данные скаченные с хранилища Landsat Series — Earth Online (esa.int) имеют следующий вид (Рисунок 3).



Рисунок 3. Снимок Landsat 5 2006 г.

Диапазон возможных вариантов улучшения изображения и доступных аналитику изображений, практически безграничен. Большинство методов улучшения можно отнести к точечным или соседним операциям. Точечные операции изменяют значение яркости каждого

пикселя в наборе данных независимо от изображения. Соседние операции изменяют значение каждого пикселя на основе соседних значений яркости.

Любая из этих форм улучшения может быть выполнена на однополосном (монохромном) изображении (Рисунок 4) или отдельных композитных изображений.



Рисунок 4. Монохромный канал Pan 15 м. Landsat 5

Полученные изображения могут быть записаны или отображены в черно-белом или цветном варианте. Выбор подходящего метода улучшения для любого конкретного приложения — это искусство и часто вопрос личных предпочтений. Операции по улучшению обычно применяются к данным изображения после выполнения соответствующих шагов предварительной обработки, показанных на Рисунках 2.

Удаление шумов является важным методом и наиболее применим для улучшения снимка. Рассмотрим также наиболее часто применяемые техники цифрового улучшения. Эти методы можно разделить на работу с контрастом, пространственными характеристиками нескольких изображений:

1. Работа с контрастом. Пороговый уровень серого, разделение на уровни и растяжение контраста.

2. Работа с пространственными характеристиками. Пространственная фильтрация, усиление краев, и анализ Фурье.

3. Работа с несколькими изображениями. Соотношение и разность полос мультиспектральных изображений, вегетационные и другие индексы, главные компоненты, канонические компоненты, вегетационные компоненты, интенсивность-цвет-насыщенность (IHS) и другие преобразования цветового пространства и растяжение декорреляции.

В результате синтеза двух снимков, получен результирующий снимок, который после применения методов улучшения, описанных выше выглядит следующим образом (Рисунок 5).



Рисунок 5. Синтезированный снимок, готовый к классификации

Проекция цветных каналов RGB на плоскость, которая перпендикулярна к серой линии и касательной к кубу в самом дальнем от начала координат углу. Проецировав цветные каналы RGB к плоскости, получен шестиугольник с яркостью серого. Если плоскость проекции перемещается от белого цвета к черному вдоль серой линии, то проецируются последовательно меньшие цветные подкубы и получается ряд шестиугольников уменьшающегося размера. Шестиугольник в белом цвете является самым большим, а шестиугольник в черном цвете вырождается в точку. Серия шестиугольников, построенная таким образом, определяет твердое тело, называемое шестиугольником. В модели гексагона интенсивность определяется расстоянием вдоль серой линии от черного до любой данной гексагональной проекции (Рисунок 6).

Оттенок выражается углом вокруг шестиугольника, а насыщенность определяется расстоянием от серой точки в центре шестиугольника. Чем дальше точка находится от серой точки, тем насыщеннее цвет. (На рисунке 6 линейные расстояния используются для определения оттенка и насыщенности, что позволяет избежать вычислений с использованием тригонометрических функций).

На данном этапе мы создали основу, на которой любой пиксель в цветовом пространстве RGB может быть преобразован в его аналог IHS. Такие преобразования часто полезны в качестве промежуточного шага в улучшении изображения. Это показано на Рисунке 7.

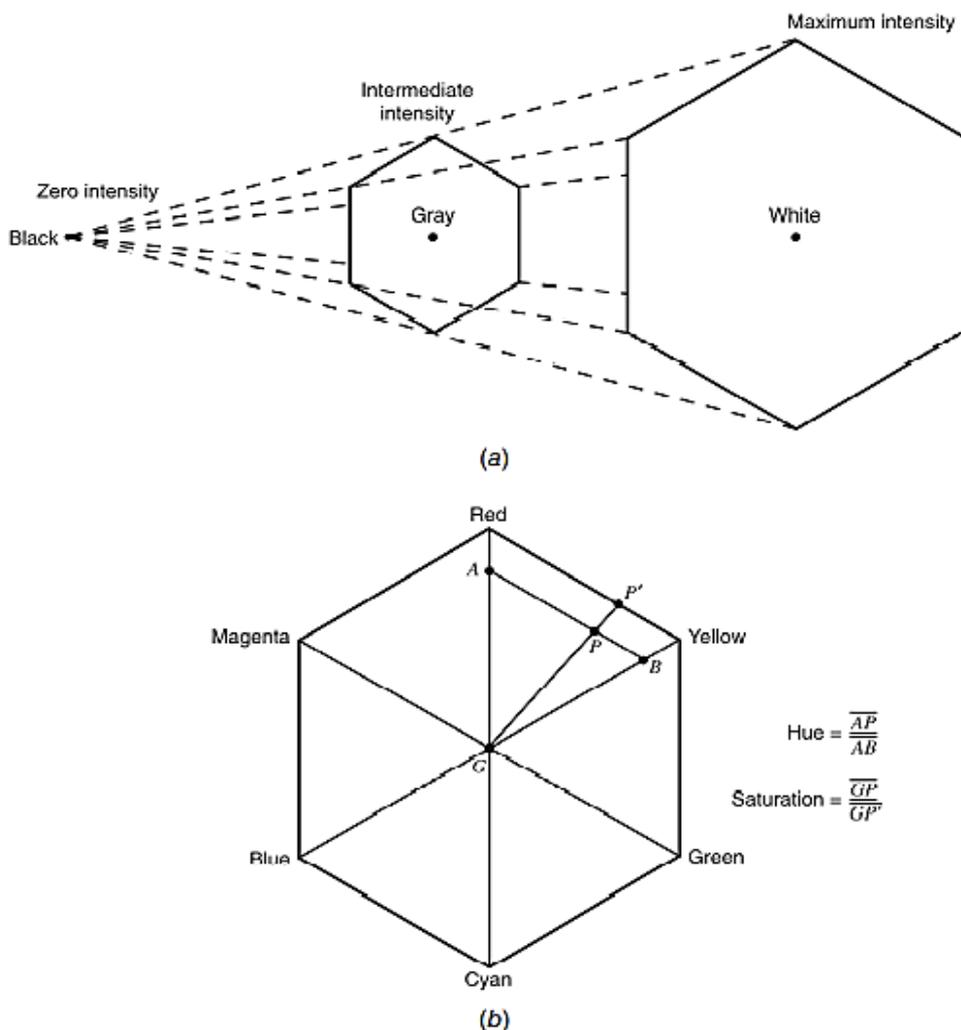


Рисунок 6. Генерация гексогена заданной интенсивности

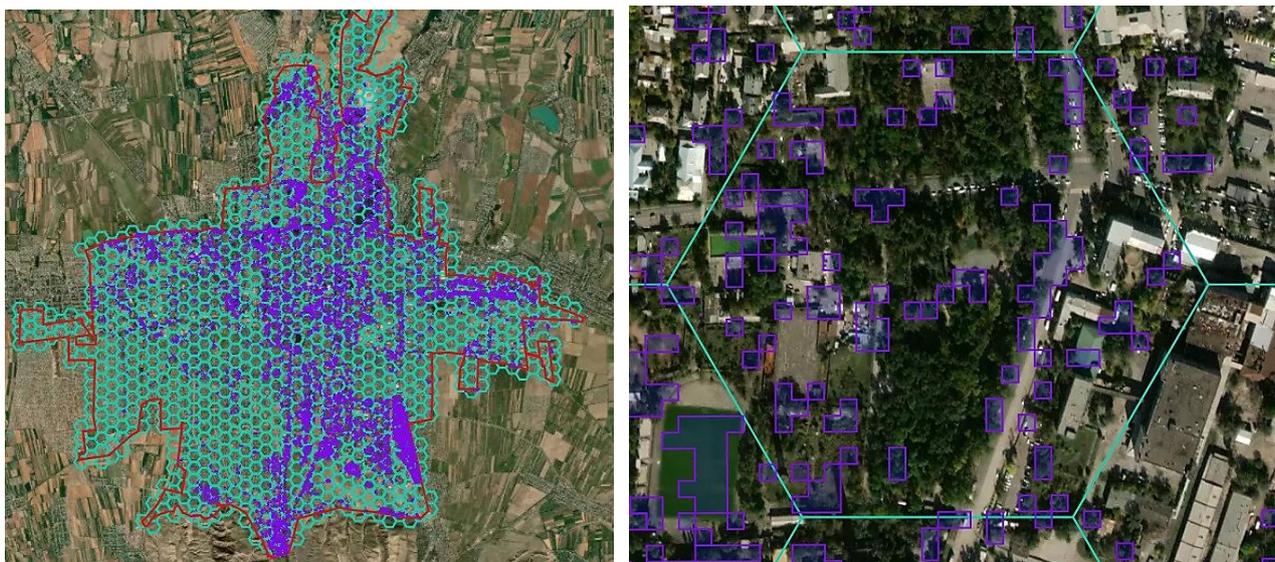


Рисунок 7. Снимок покрытый гексогеном

На Рисунке 7 показаны исходные компоненты RGB, преобразованные сначала в соответствующие им компоненты IHS. Компоненты IHS затем улучшают желаемые характеристики изображения.

Наконец, эти модифицированные компоненты IHS преобразуются обратно в систему RGB для окончательного отображения. Также к компоненту интенсивности изображения применена контрастная растяжение, а к компоненту оттенка насыщенность пикселя. Так данные высокого разрешения монохромного канала, которые отображают интенсивность синтезированы с мультиспектральными каналами среднего разрешения в виде компонентов оттенков. В результате получается составное изображение, имеющее более высокое пространственное разрешение и цветовые характеристики среднего разрешения.

При использовании преобразований IHS для слияния данных с различным разрешением следует обратить внимание на то, что прямая замена панхроматических данных на компоненты интенсивности не всегда дает наилучший конечный продукт.

В таких случаях альтернативные алгоритмы слияния спектральных данных могут быть использованы (Рисунок 8).

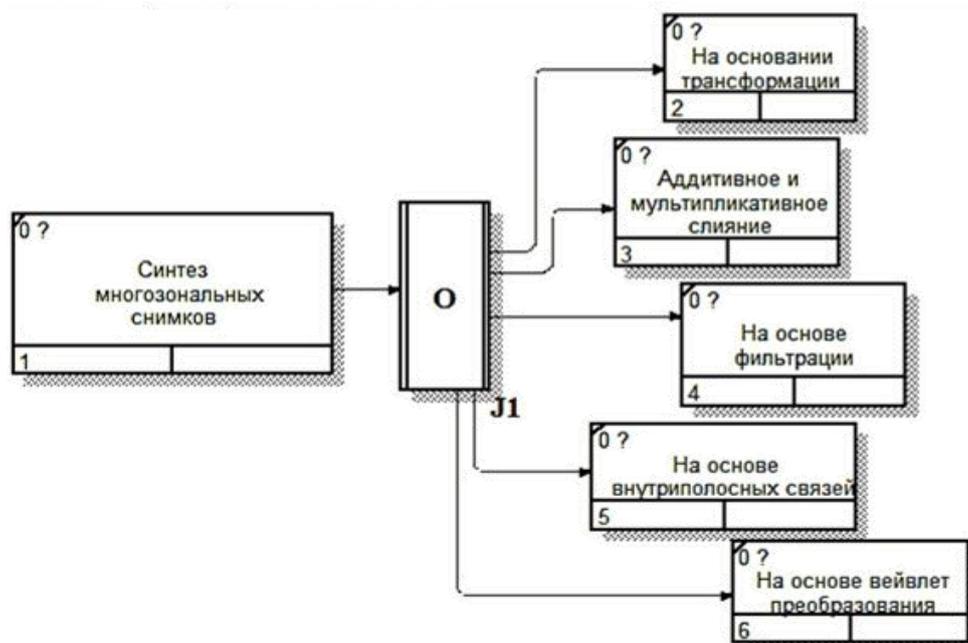


Рисунок 8. Схема классификации методов слияния изображений

Результаты и обсуждение

Анализ полученных результатов методов синтеза снимка показал, что коэффициент корреляции между результирующими многозональными и монохромными изображениями оказывается меньше, чем коэффициент исходного изображения. Данное значение изменяется вследствие введения в многозональный снимок информации монохромного изображения, но не приводит к частичной потере цветовой информации, которая так важна при классификации снимков и создании тематических карт. Разностный корреляционный коэффициент меньше единицы при использовании разницы между масштабами исходных, синтезируемых снимков среднего разрешения, но улучшает интерпретируемость (<https://clck.ru/33R8Mi>).

Мощность, вносимая монохромным изображением, напрямую зависит от масштаба мультиспектрального изображения и не приводит к росту корреляционного коэффициента. Таким образом обнаружено, что метод синтеза работает лучше при использовании исходных многозональных снимков среднего разрешения с монохромными изображениями, разрешение которых не более 15 м (Рисунок 9).



Рисунок 9. Результаты валидации

Список литературы:

1. Каримова Г. Т. Анализ спутниковых данных города Бишкек для инфраструктуры пространственных данных // Проблемы автоматизации и управления. 2022. №2(44). С. 22-23.
2. Каримов Б. Т., Каримова Г. Т. Исследование практического применения метода быстрого анализа независимых компонент в классификации мультиспектральных данных дистанционного зондирования земли // Известия Киргизского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2018. №4(48). С. 88-95.
3. Кашкин В. Б. Цифровая обработка аэрокосмических изображений. Презентационные материалы. Версия 1.0. Красноярск: СФУ, 2008.
4. Колтунов И. А. Применение смесевых моделей вероятностных распределений для обработки изображений и распознавания образов. Белгород: Изд-во БелГУ, 2004. 122 с.
5. Шульдешов Ю. Л., Ларионов Д. Ю. Методы обработки пространственных данных с использованием экспертной системы // Информатика и автоматизация. 2011. №17. С. 219-233. <https://doi.org/10.15622/sp.17.11>
6. Simone G., Farina A., Morabito F. C., Serpico S. B., Bruzzone L. Image fusion techniques for remote sensing applications // Information fusion. 2002. V. 3. №1. P. 3-15. [https://doi.org/10.1016/S1566-2535\(01\)00056-2](https://doi.org/10.1016/S1566-2535(01)00056-2)
7. Zhang Y. Understanding image fusion // Photogramm. Eng. Remote Sens. 2004. V. 70. №6. P. 657-661.

References:

1. Karimova, G. T. (2022). Analiz sputnikovykh dannykh goroda Bishkek dlya infrastruktury prostranstvennykh dannykh. *Problemy avtomatiki i upravleniya*, (2(44)), 22-23. (in Russian).
2. Karimov, B. T., & Karimova, G. T. (2018). Issledovanie prakticheskogo primeneniya metoda bystrogo analiza nezavisimykh komponent v klassifikatsii mul'tispektral'nykh dannykh

distantionnogo zondirovaniya zemli. *Izvestiya Kirgizskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I. Razzakova*, (4(48)), 88-95. (in Russian).

3. Kashkin, V. B. (2008). Tsifrovaya obrabotka aerokosmicheskikh izobrazhenii. Prezentatsionnye materialy. Versiya 1.0. Krasnoyarsk. (in Russian).

4. Koltunov, I. A. (2004). Primenenie smesevykh modelei veroyatnostnykh raspredelenii dlya obrabotki izobrazhenii i raspoznavaniya obrazov. Belgorod. (in Russian).

5. Shul'deshov, Yu. L., & Larionov, D. Yu. (2011). Metody obrabotki prostranstvennykh dannykh s ispol'zovaniem ekspertnoi sistemy. *Informatika i avtomatizatsiya*, (17), 219-233. (in Russian). <https://doi.org/10.15622/sp.17.11>

6. Simone, G., Farina, A., Morabito, F. C., Serpico, S. B., & Bruzzone, L. (2002). Image fusion techniques for remote sensing applications. *Information fusion*, 3(1), 3-15. [https://doi.org/10.1016/S1566-2535\(01\)00056-2](https://doi.org/10.1016/S1566-2535(01)00056-2)

7. Zhang, Y. (2004). Understanding image fusion. *Photogramm. Eng. Remote Sens*, 70(6), 657-661.

Работа поступила
в редакцию 18.01.2023 г.

Принята к публикации
24.01.2023 г.

Ссылка для цитирования:

Каримов Б. Т., Каримова Г. Т., Аманкулова Н. А. Улучшение классификации почвенно-растительного покрова методом слияния данных ДЗЗ // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №2. С. 66-74. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/87/07>

Cite as (APA):

Karimov, B., Karimova, G., & Amankulova, N. (2023). Land Cover Classification Improvements by Remote Sensing Data Fusion. *Bulletin of Science and Practice*, 9(2), 66-74. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/87/07>