

УДК 556.5.04

А. А. ВОЛЧЕК¹, Н. Н. ШЕШКО², М. Ф. КУХАРЕВИЧ³

Брест, БрГТУ, ¹доктор геогр. наук, профессор, ²кандидат техн. наук, доцент, ³магистр техн. наук

МЕТОДИКА ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОГО УТОЧНЕНИЯ ГРАНИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫМИ ИНДЕКСАМИ

Аннотация. В статье представлены методика полуавтоматического уточнения граничных значений определения природных ландшафтов мультиспектральными индексами на примере индекса NDWI, а также результаты распознавания водной поверхности р. Припяти по уточненному граничному значению ее водной поверхности. Установлено, что для отдельных растров уточненное граничное значение обеспечивает улучшение распознавания водной поверхности, чем часто принимаемое граничное значение «0».

Ключевые слова: Припять, ДДЗ, Sentinel-2, NDWI, мультиспектральные снимки.

Введение. В настоящее время большое распространение получают исследования состояния Земли, осуществляемые с помощью мультиспектральных данных дистанционного зондирования (далее – ДДЗ) в связи с их низкими временно-денежными затратами, а также в ысоким пространственно-временным охватом. Данные исследования предусматривают использование специализированных индексов в совокупности с перечнем граничных значений для отдельных объектов. Однако используемые граничные значения не всегда обеспечивают относительно высокую степень детектирования.

Целью исследования является разработка методики уточнения граничного значения мультиспектральных индексов на примере NDWI.

Материалы и методы исследования. В исследовании использовались мультиспектральные ДДЗ системы спутников Sentinel, используемых для наблюдения за Землей, в частности за ее глобальной динамикой (изучение облачности, радиационного баланса и биоклиматических параметров атмосферы, поверхности суши и океанов) [1].

Непосредственно в исследовании использовались данные Sentinel-2 уровня обработки 2A – это снимки излучения нижней части атмосферы с пространственным разрешением 10–60 м по 13 спектральным каналам. Уровень 2A говорит о прохождении снимками атмосферной и геометрической коррекции для уменьшения влияния атмосферных явлений.

Объект исследования – р. Припять. Это одна из крупнейших рек Беларуси с шириной русла от 4–15 м до 100–250 м, что позволяет ее использовать при работе с мультиспектральными ДДЗ [2].

Предмет исследования – индекс NDWI, используемый для определения водной поверхности по видимому зеленёному и ближнему инфракрасному спектрах (соответственно 3-й и 8-й каналы Sentinel-2) [3; 4].

Алгоритм подбора граничного значения NDWI следующий:

- *Создание чернового усредненного русла.* Первоначально из данных дистанционного зондирования выбираются растры с руслом реки наименьшей ширины. Из этого же перечня растров с помощью NDWI, принимая, что водной поверхности соответствует положительное значение индекса (граничное значение «0»), отбирается растр с лучшим распознаванием водной поверхности. На основе этого растра создается полигон русла реки, который затем усредняется вручную с учетом всего перечня используемых растров.

- *Создание растра значений NDWI.* На этом этапе используется растр, для которого необходимо уточнить граничное значение NDWI. Используя растровую алгебру ArcGIS, на основании анализируемого растра создаем растр значений NDWI, который обрезается по усредненному полигону русла. В результате получаем растровое изображение водной поверхности в пределах усредненного русла. В этом растре могут присутствовать пиксели, соответствующие поверхности суши (аномальные пиксели), которые необходимо удалить для повышения точности определения водной поверхности.

- *Удаление аномальных пикселей.* Доля аномальных пикселей из всего объема пикселей растра зачастую незначительна, поэтому для их поиска используется метод 1.5 IQR [5]. В основе этого метода лежит предположение, что аномалии находятся за пределами 1.5 межквартильного диапазона:

$$(q_{25} - 1.5 * (q_{75} - q_{25})) \leq X \leq (q_{75} + 1.5 * (q_{75} - q_{25})),$$

где q_{25} и q_{75} – 1 и 3 квартиль; X – пиксели водной поверхности.

Метод 1.5 IQR-метод использует для поиска аномалий медиану, так как она менее подвержена их воздействиям, чем среднее значение.

• *Определение граничного значения NDWI.* По очищенному от аномалий растру с помощью инструмента Zonal statistic программной среды ArcGIS определяется минимальное значение пикселей растра, что и принимается как уточненное граничное значение анализируемого растра.

Результаты. Для отдельных растров использование уточненного граничного значения NDWI дало степень распознавания более 90 % водной поверхности (рисунок 1). При этом для этих растров использование стандартного граничного значение «0» оказалось весьма неэффективным даже в сравнении с использованием осредненного полигона русла (рисунок 1).

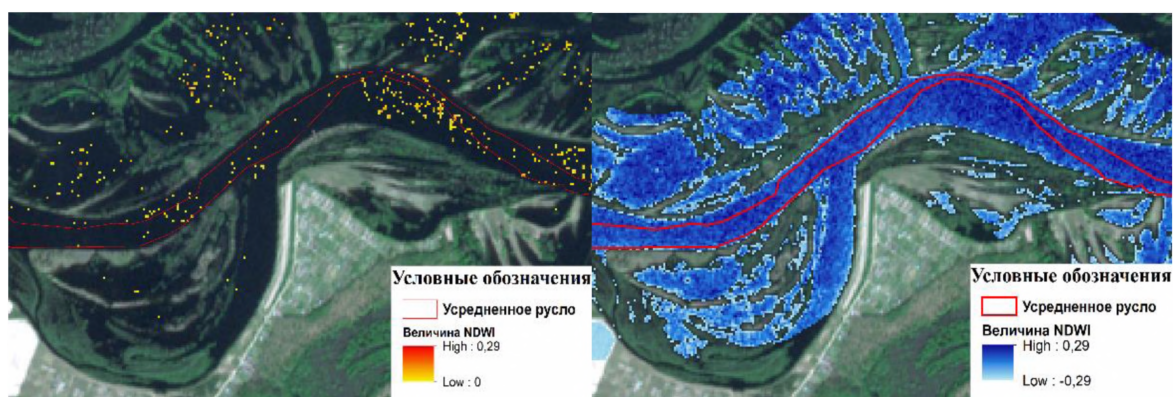


Рисунок 1 – Распознавание стандартным и уточненным граничным значением

В то же время для отдельных растров использование уточненного граничного значения NDWI показывает незначительный прирост распознанной водной поверхности (рисунок 2) в сравнении с использованием стандартного граничного значения «0», но все также более значительный прирост распознавания в сравнении с использованием осредненного полигона русла реки.



Рисунок 2 – Распознавание стандартное и уточненным граничным значением

Список использованной литературы

1. Sentinel online [Электронный ресурс] // Sentinel Overview. – Режим доступа: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions>. – Дата доступа: 05.04.2023.

2. Волчек, А. А. Оценка степени эвтрофирования водотоков с использованием спутниковой информации (на примере реки Припять) / А. А. Волчек, Н. Н. Шешко, М. Ф. Кухаревич // Природопользование. – 2022. – № 2. – С. 99–101.

3. EOS Data Analytics [Электронный ресурс] // NDWI: Нормализованный разностный водный индекс. – Режим доступа: <https://eos.com/ru/make-an-analysis/ndwi/>. – Дата доступа: 05.04.2023.

4. Морозова, В. А. Расчет индексов для выявления и анализа характеристик водных объектов с помощью данных дистанционного зондирования [Электронный ресурс] / В. А. Морозова // Современ. проблемы территориал. развития : электрон. журн. – 2019. – № 2.

5. Tukey, J. W. Exploratory Data Analysis / J. W. Tukey. – Addison Wesley Publishing Company, 1977. – 711 p.