

УДК 528.88

Зайцева А. П., Топаз А. А., Шестаков Н. А.

## **МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАТОПЛЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

В работе рассмотрены методы выявления зон затоплений на основе использования космических снимков для мониторинга таких чрезвычайных ситуаций, как затопления территории. По данным Белорусского космического аппарата исследовано обнаружение изменений на затопляемой территории в период половодья.

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в настоящее время являются неотъемлемой составляющей исходной информации прогнозного мониторинга чрезвычайных ситуаций. Одним из направлений такого мониторинга является выявление и картографирование зон затоплений по материалам ДЗЗ.

Цель исследования заключалась в выявлении зон затоплений в период половодья и обнаружении изменений на данных территориях на основе использования спутниковых данных Белорусского космического аппарата (БКА).

В качестве изучаемой территории был выбран участок долины реки Припять вблизи г. Петриков (Гомельская область, Петриковский район). Стоит отметить, что половодье на Припяти ежегодно формируется весной в результате снеготаяния и выпадения дождей при снеготаянии.

Как известно, водные объекты сравнительно легко дешифрируются по снимкам оптического диапазона, поскольку водная поверхность имеет уникальные спектральные свойства, позволяющие легко отличить ее от других видов поверхностей. В ближнем и в среднем инфракрасных диапазонах спектра вода поглощает свыше 90% солнечного излучения, поэтому на снимках в соответствующих каналах водные объекты являются наиболее темными. Также водная поверхность является одним из немногих объектов, имеющих устойчиво отрицательные значения нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI. Речная сеть (крупные и средние реки) легко дешифрируется на снимках в синтезе SWIR-NIR-RED на основе вышеописанных свойств воды.

По данным двух разновременных снимков БКА (до и во время половодья) необходимо было определить масштабы затопления прилегающей к Припяти территории. Космические снимки датированы 22 марта и 25 апреля 2014 года.

Первым способом, который был использован для отображения водной поверхности на данных снимках, был нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI. Индекс определяет значения от -1,0 до 1,0. Благодаря особенности отражения в красной и ближней ИК-областях спектра, классы поверхности Земли, не связанные с растительностью, имеют фиксированное значение индекса, что позволяет использовать этот индекс для их идентификации. Облачность, снежный покров и водная поверхность имеют отрицательные значения индекса, а обнаженная почва без растительности и различные горные породы – значения, близкие к нулю.

В качестве следующего способа выявления водной поверхности на снимках был выбран Модуль SPEAR Lines of Communication (LOC) – Water, который используется для получения векторного представления водных каналов, которые могут быть частично скрыты, например, густой растительностью. Нормализованный разностный индекс воды NDWI рассчитывается с использованием комбинации GREEN-NIR (видимый зеленый и ближний инфракрасный), что позволяет выявлять незначительные изменения содержания воды в водоемах.

В третьем способе по результатам автономной классификации с помощью алгоритма ISODATA было определено количество классов, соответствующих водной поверхности. После процедуры классификации эти классы были объединены, а классы, не соответствующие водной поверхности, были удалены.

Аналогичный результат можно получить посредством инструмента «классификация с обучением». Для этого в качестве обучающей выборки необходимо нанести области интереса (ROI) на область водной поверхности (русло или затопленные территории). Далее с помощью инструмента Классификация параллелепипеда (Parallelepiped Classification) производится обработка данных.

Для сравнения полученных результатов был применен инструмент *обнаружения изменений*, позволяющий картографировать места затоплений. Для этого были выбрано количество классов – 3, что означает наличие положительных и отрицательных изменений (в данном случае наступление и отступление воды), а также территорий, не подвергшихся изменениям (рисунок 1).

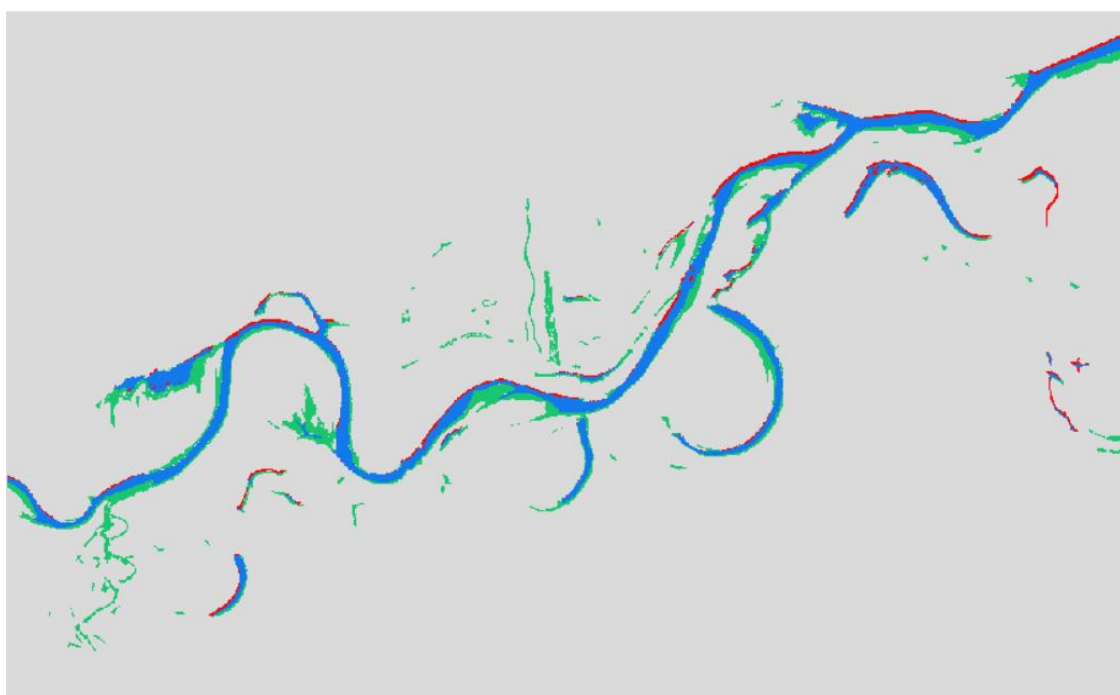


Рисунок 1 – Результат применения инструмента обнаружения изменений  
Серый цвет – территория без изменений; красный цвет – территория, где вода отступила;  
зеленый цвет – территория, где вода появилась

Таким образом, в ходе выполнения исследования были опробованы способы отображения водной поверхности, а также обнаружения изменений на затопляемой в период половодья территории посредством обработки разновременных космических снимков в программном комплексе ENVI. Способ обнаружения изменений в данном случае можно отнести к промежуточным результатам цифровой обработки, на основе которой может быть получена карта-схема зон затоплений исследуемой территории.

#### Список литературы

1. ENVI 5.1. Руководство пользователя. – Москва: Компания «Совзонд». – 2014. – 242 с.
2. Топаз, А. А. Цифровая обработка космических снимков в программном комплексе ENVI: учеб.-метод. пособие / А. А. Топаз, Е. В. Казяк. – Минск: БГУ, 2018. – 79 с.