

УДК 528.88(83)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ

И. В. ХОДЬКО

(Представлено: М. В. МАКАРОВА)

Большинство водных объектов имеет пространственную привязку, поэтому использование спутниковых снимков для целей учета и мониторинга позволяет с высокой долей вероятности их дешифровать. Космические снимки способствуют картографированию и наблюдению за динамикой водных ресурсов.

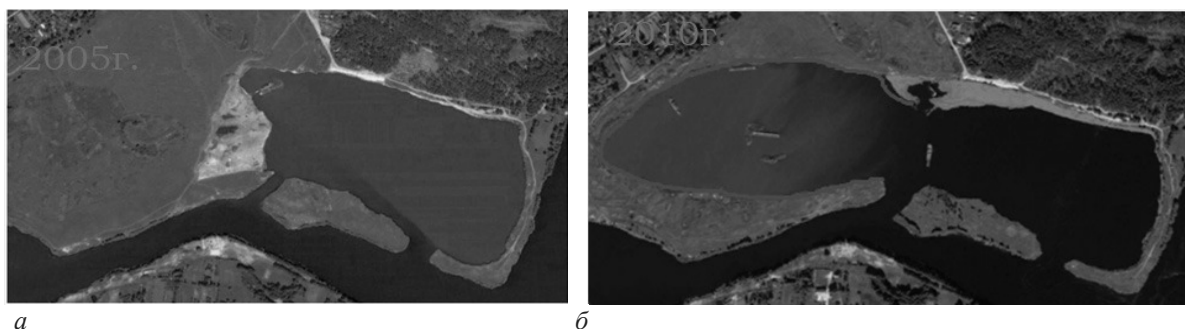
Эффективное управление водными ресурсами — одна из важных глобальных задач, стоящих перед человечеством. Проблемы рационального водопользования и оценки качества воды являются приоритетными задачами многих международных проектов.

По результатам проведенного исследования автором была подготовлена таблица по открытым данным дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ), которые, по мнению автора, могут применяться для гидрологических исследований.

Таблица. – Источники ДДЗЗ, применяемые для гидрологических исследований [1]

Спутник	Ссылка на ресурс	Разрешение пространственное	Разрешение спектральное	Область применения
БКА	https://gis.by/ru/tech/bka	2(м)	0,52 - 0,86(мкм)	Мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, в т. ч. стихийных гидрометеорологических явлений: пожаров, паводков и наводнений
IRS-pan	http://www.geogr.msu.ru/science/projects/geoportal/data/satellites/irs_p5.php	PAN - 5,8(м)	0,5-0,75(мкм)	Сбор данных для мониторинга состояния земельных, водных и сельскохозяйственных ресурсов
CARTOSA T-1	https://sovzond.ru/products/spatial-data/satellites/#sat-317	PAN-F — 2,452 (м)	0,500-0,850 (мкм)	Можно использовать для картографирования водных объектов
SPOT	https://wiki.gis-lab.info/w/	PAN-10(м)	0,61-0,68(мкм)	Чтобы определить границы интересующих нас водных объектов с целью обнаружения возможных загрязнений, определения их типов и очагов локализации, применяются алгоритмы классификации с обучением, а также анализ спектральной отражательной способности объектов
RapidEye	http://www.rapideye-satellite.ru/satellites	6,5 (м)	0,76–0,88 (ближний ИК)	Использование спутников RapidEye особенно перспективно для задач мониторинга в разных отраслях, включая водное хозяйство
Landsat(8)	http://www.geogr.msu.ru/science/projects/geoportal/data/satellites/landsat.php	30(м)	0,433-1,390(мкм)	Снимки, полученные со спутников Landsat, являются уникальным ресурсом для проведения множества научных исследований в области земельных и водных ресурсов картографии, геологии, разведки. Основным преимуществом является наличие канала 1 (темно-синий и фиолетовый) для изучения прибрежных вод и аэрозолей

В рамках исследования автором была проведена работа по поиску изменений различных характеристик водных объектов на разновременных спутниковых снимках, находящихся в открытом доступе. В результате анализа разновременных ДДЗЗ были найдены космические снимки, где произошли заметные изменения площади зеркал водоёмов, а также изменения русла рек. Исследование изменения площади зеркала водоёма вблизи реки Муховец представлено на рисунке 1.



a – снимок 2005 года; *б* – снимок 2010 года

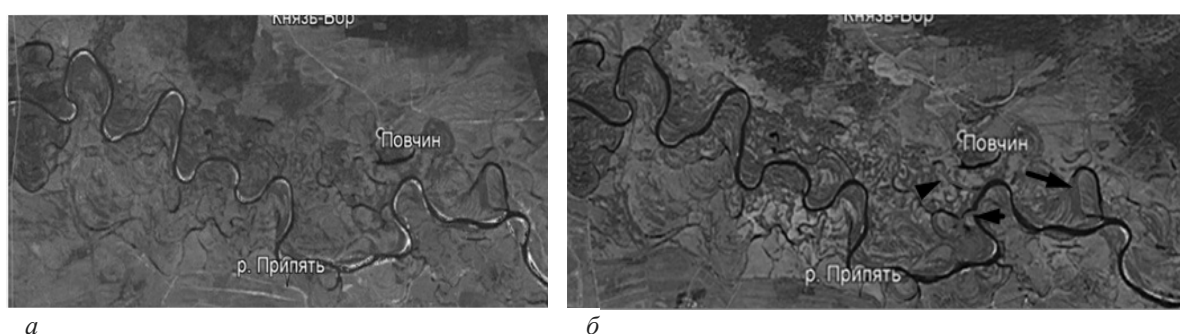
Рисунок 1. – Исследование изменения площади зеркала водоёма
вблизи реки Муховец, Брестская область

Анализ проводился методом визуального сличения, однако программные комплексы для обработки ДДЗЗ (ПК ENVI, ERDASIMAGINE и др.) позволяют провести автоматическое выделение контуров водных объектов в результате использования различных методов классификации.

Из алгоритмов классификации без обучения в программном комплексе ENVI реализованы алгоритмы IsoData и K-Means. Эти алгоритмы относятся к группе так называемых процедур кластеризации спектральнональных изображений. Из алгоритмов классификации с обучением в программном комплексе ENVI реализованы алгоритмы, основанные на методах параллелепипедов, минимальных расстояний, Махаланобисова расстояния, максимального правдоподобия, спектрального угла, двоичного кодирования [2].

Таким образом, на основе результатов визуального дешифрирования снимков, можно заключить, что за 15 лет площадь зеркала водоёма увеличилась более чем в 2,5 раза.

Следующим этапом в работе стало исследование изменения русел водотоков (рисунок 2). Для анализа было решено выбрать реку Припять, которая расположена в Гомельской области и является главным источником выноса радионуклидов, впадая в Киевское водохранилище. Припять – крупнейший по площади бассейна, длине и водности правый приток Днепра.



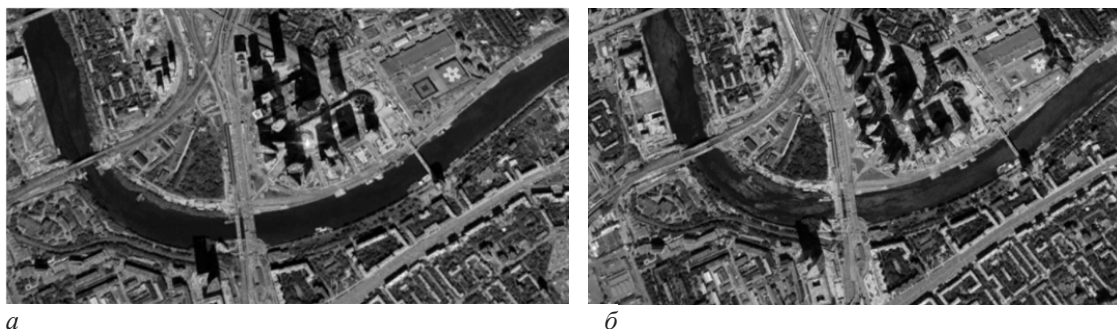
a – снимок 1984 года; *б* – снимок 2004 года

Рисунок 1. – Исследование изменения устья
реки Припять, Гомельская область

На основе визуального дешифрирования снимков, можно сделать вывод о том, что за 20 лет устья реки расширились.

Следующим этапом исследования стал анализ информативности космических снимков на предмет распознавания загрязнения нефтепродуктами и другими веществами, оказывающими негативное влияние на экосистемы водоёмов и водотоков. Исходя из анализа информации, можно заключить, что использование спутниковых снимков различного спектрального и высоко пространственного разрешения способствует получению информации о площади загрязнения, интенсивности и скорости распространения, продолжительности нахождения загрязнителя в верхних слоях воды, прогнозирования экологических мероприятий и т.д.

По мнению автора, применение ДДЗЗ с целью обнаружения области распространения топлива является эффективным инструментом для экологических мероприятий и прогнозу дальнейшего состояния водных объектов.



а – снимок 2019 года; *б* – снимок 2020 года

Рисунок 1. – Исследование загрязнения реки Амбарная нефтепродуктами, Норильск [2]

Можно отметить, что на снимке 2020 года (после аварии в Норильске) отчётливо видны нефтепродукты в реке. Площадь загрязнения оценивается в 180 тыс. квадратных метров.

Рассмотренные выше ДДЗ различного пространственного, спектрального разрешения, способствуют не только оперативному наблюдению за динамикой состояния водных объектов, но и позволяют достаточно достоверно определять различные количественные и качественные гидрологические характеристики, что способствует более эффективному проведению мониторинга состояния водных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данные о спутниках[Электронный ресурс]: Геопрограммное агентство «Иннотер». – Режим доступа: <https://innoter.com/sputniki/> – Дата доступа: 19.09.2020.
2. Зраенко С. М. Алгоритмы классификации изображений в пакете прикладных программ ENVI / С. М. Зраенко, А. Ю. Емельянов // Новые образовательные технологии в вузе: Шестая международная научно-методическая конференция, 2-5 февраля 2009 года : сборник тезисов докладов : Часть 2. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2009. — С. 131-134.
3. Авария на ТЭЦ в Норильске[Электронный ресурс]: "Интерфакс" - крупнейшая в СНГ частная диверсифицированная информационная группа, признанный лидер российского информационного рынка в сегменте В2В.. Режим доступа: <https://www.interfax.ru/chronicle/avariya-na-tecz-v-norilске.html> – Дата доступа: 19.09.2020.