УДК 528
DOI: 10.33764/2618-981X-2021-6-248-255

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Наталья Сергеевна Решетило
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (999)463-26-85, e-mail: natalya.reshetilo@mail.ru

Елена Павловна Хлебникова
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (913)901-94-58, e-mail: e.p.hlebnikova@sgugit.ru

В статье рассмотрено использование методов дистанционного зондирования Земли. Выполнен анализ и картирование изменения границ реки Ия города Тулун Иркутской области с применением программного комплекса Erdas Imagine 2015.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, мониторинг водных объектов, индексное изображение, классификация, перекодировка изображения, NDWI, Erdas Imagine

POSSIBILITY OF USING REMOTE SENSING DATA FOR MONITORING WATER OBJECTS

Natalya S. Reshetilo
Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, phone: (999)463-26-85, e-mail: natalya.reshetilo@mail.ru

Elena P. Khlebnikova
Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Associate Professor, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, phone: (913)901-94-58, e-mail: e.p.hlebnikova@sgugit.ru

The article discusses the use of Earth remote sensing methods. The analysis and mapping of changes in the boundaries of the Iyariver in the city of Tulun, Irkutsk region, was carried out using the Erdas Imagine 2015 software package.

Keywords: remote sensing, water body monitoring, index image, classification, image recoding, NDWI, Erdas Imagine

Введение

В настоящее время космические снимки активно используются в различных сферах деятельности и науки, которые могут выступать в качестве источника, с помощью которого можно проанализировать немалые территории, такие как водные объекты. На предшествующих этапах работы рассматривались особенности мониторинга водных объектов, были проанализированы шесть

снимков с разным пространственным разрешением, получены маски зон увеличения русла реки [1–3].

В статье оцениваются возможности использования данных дистанционного зондирования при мониторинге водных объектов.

Объект исследования – Иркутская область, г. Тулун.

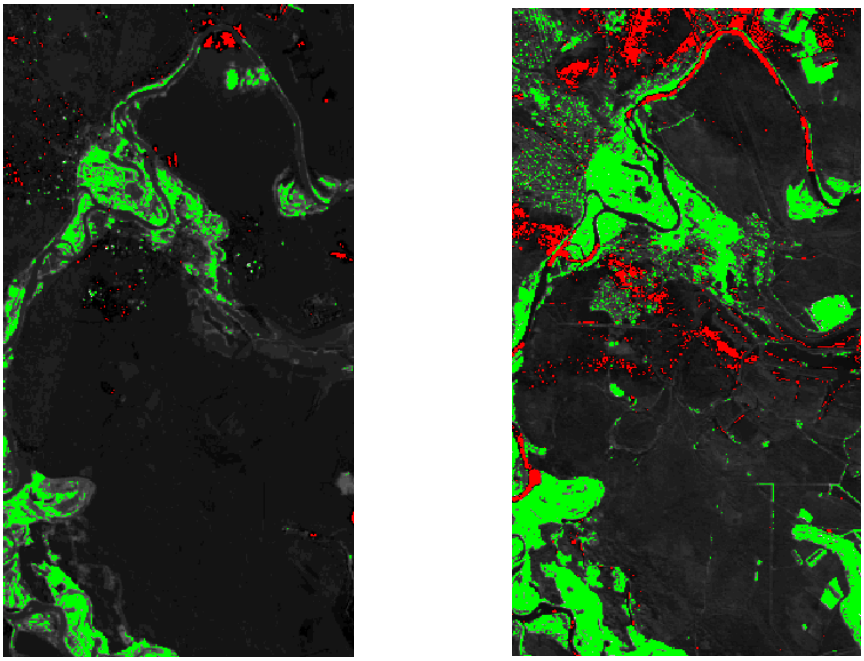
Методы и материалы

Все работы были выполнены в программе Erdas Imagine 2015. Ниже приведена последовательность действий выполненных работ:

1) расчет водного индекса NDWI;
2) анализ гистограммы русла реки до и после наводнения в Meta Date;
3) Change Detection;
4) классификация без обучения;
5) перекодировка изображений;
6) анализ площади русла реки до и после наводнения;
7) создание тематических карт.

Расчет водного индекса NDWI.

Проведенные исследования изменений яркостей непосредственно снимков не дают достоверного результата, что показано на рис. 1.



а) *б*)

Рис. 1. Маска зон подтопления:

а) на 01 июля и 04 июля; *б*) 31 июля и 05 августа

При мониторинге водных объектов используется водный индекс, с помощью которого можно измерить степень покрытия территории поверхностными водами. Индекс вычисляется по следующей формуле:

$$\mathrm{NDWI} = \frac{(\mathrm{NIR}-\mathrm{GREEN})}{(\mathrm{NIR}+\mathrm{GREEN})};$$

где NIR – ближний инфракрасный канал (0,78–1 мкм);

GREEN – зеленый диапазон (0,510–0,600 мкм) [4–6, 16,18].

Водный индекс был рассчитан для всех снимков.

Анализ гистограммы русла реки до и после наводнения в Meta Date.

С помощью функции Meta Date в Erdas Imagine проанализируем значения яркостей для различных объектов на гистограммах, представленных на рис. 2.

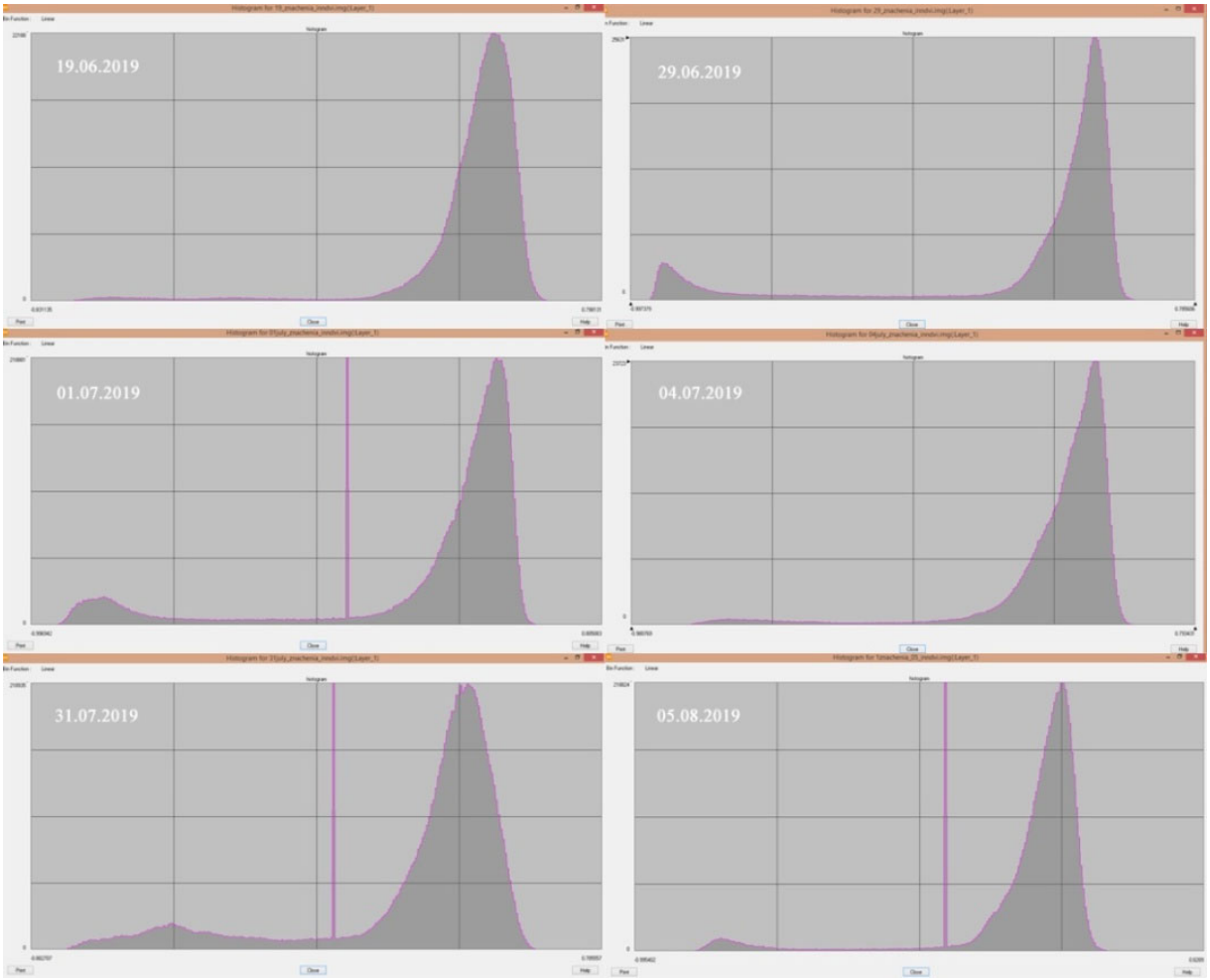
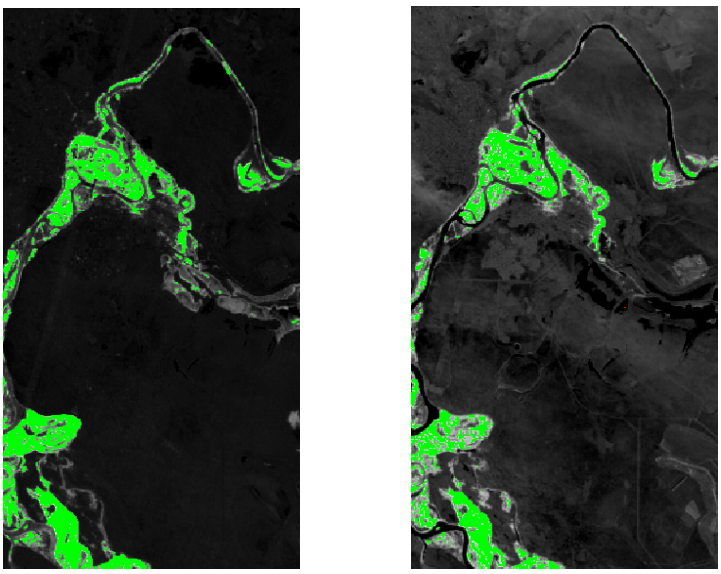


Рис. 2. Гистограммы со значениями яркостей для различных объектов

Исходя из рис. 2, значения яркостей на всех гистограммах составляют приблизительно от -0,7 до -0,1.

Change Detection.

Зная значения яркостей всех снимков, выполняется алгоритм выявления изменений. Результат представлен на рис. 3.



а) *б*)

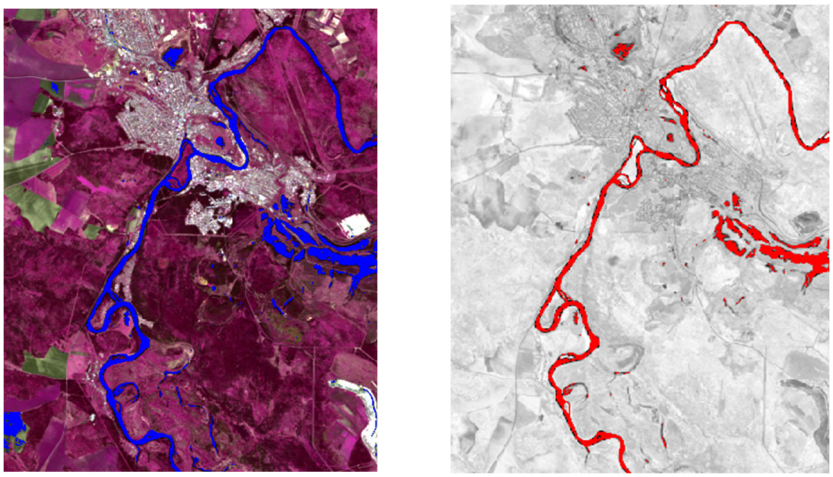
Рис. 3. Маска зон понижения уровня воды индексных изображений:
а) 01 и 04 июля; *б*) 31 июля и 05 августа

Как видно на рис. 3, маска с зеленым цветом – это зона понижения уровня воды. Качество изображения корректно, учитывая предыдущий результат сформированных масок.

Классификация без обучения.

В процессе работы была проведена классификация без обучения, с помощью которой в многоканальных снимках определили спектральные классы (кластеры) [7–9, 14, 15, 17].

Классификация без обучения выполняется по исходным и индексным изображениям, чтобы определить, какой из вариантов достовернее. Результат классификации изображений без обучения на 19 июня представлен на рис. 4.



а) б)

Рис.4. Результаты классификации:
а) исходного изображения; б) индексного изображения

Анализ полученных результатов показал, что классифицированное изображение более достоверно. Таким образом, были обработаны все снимки.

Для дальнейшего исследования необходимо объединить классы в более общие категории, назначить цвета для отображения и присвоить имена полученным классам, а именно, выполнить перекодировку изображений.

Перекодировка изображений.

При мониторинге водных объектов все классы были перекодированы в две категории, где 1 категория – это Water (русло реки), а 0 категория – это Other (остальное). Были назначены цвета для Water – красный, для Other – черный. А также добавим в атрибуты дополнительную колонку Area (площадь). Результат представлен на рис. 5.

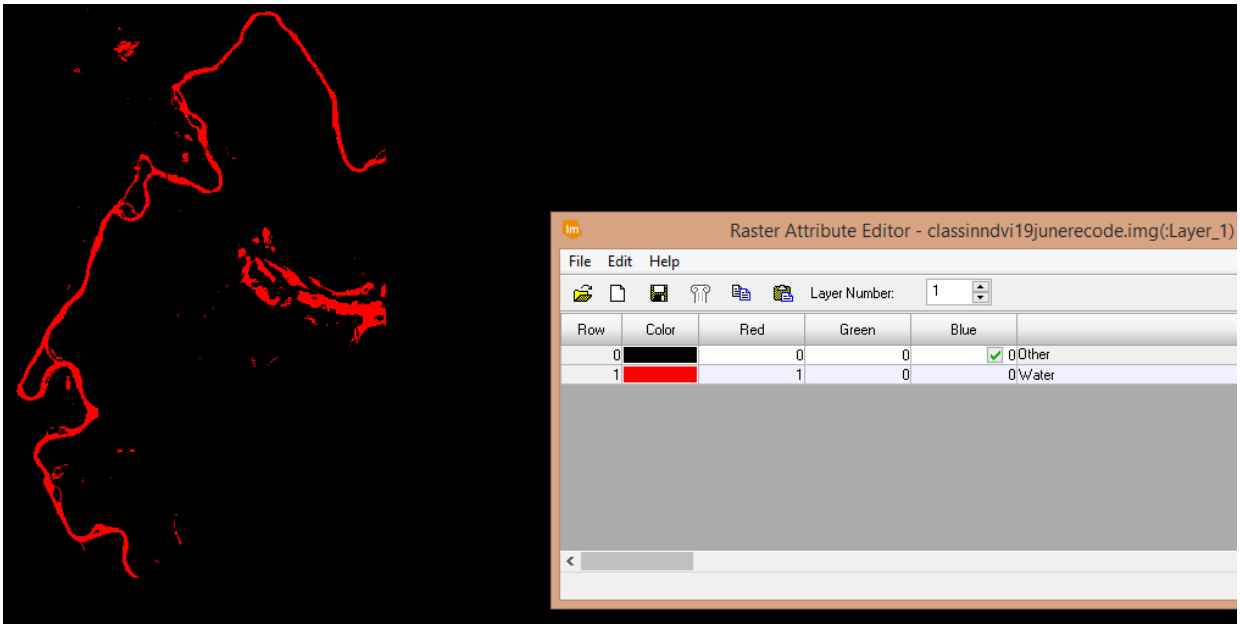


Рис. 5. Перекодированное изображение на 19 июня

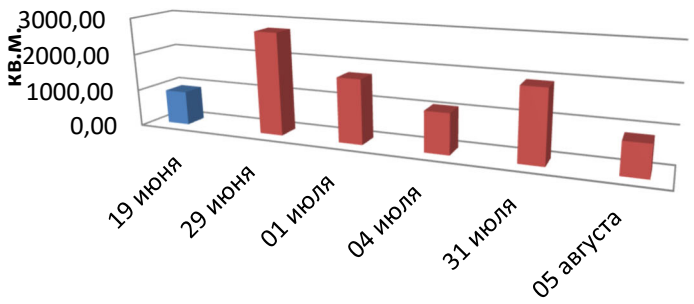
Анализ площади русла реки до и после наводнения.

После классификации растрового изображения, было проанализировано изменение площади русла реки в районе исследования. Результаты представлены в таблице.

Изменение площади русла реки до и после наводнения

Дата	Площадь русла реки до наводнения, кв.м.	Площадь русла реки после наводнения, кв.м.	Изменение площади русла реки, кв.м.	Темп роста (уменьшения) площади русла реки, %
19.06.2019	925,84	-	-	-
29.06.2019	-	2768,68	1842,84	199
01.07.2019	-	1727,24	1041,44	38 (уменьшение)
04.07.2019	-	1079,6	647,64	37 (уменьшение)
31.07.2019	-	1917, 96	838,36	78
05.08.2019	-	842,88	1075,08	56 (уменьшение)

Изменение площади русла реки до и после наводнения представлено на рис. 6.



	19 июня	29 июня	01 июля	04 июля	31 июля	05 августа
Площадь русла реки до наводнения	925,84					
Площадь русла реки после наводнения		2768,68	1727,24	1079,60	1917,96	842,88

Рис. 6. График изменения площади русла реки до и после наводнения

Создание тематических карт.

Воспользовавшись инструментом Map Composer, в программе Erdas Imagine 2015, созданы композиции карт, на которых отображены:

– логотип фирмы ERDAS;

– легенда для векторного покрытия, вместе с площадью водных объектов;

– масштабная линейка;

– стрелка, указывающая направление на север;

– заголовок композиции карты [10–13, 19, 20].

Итоговый результат, созданных тематических карт представлен на рис. 7.

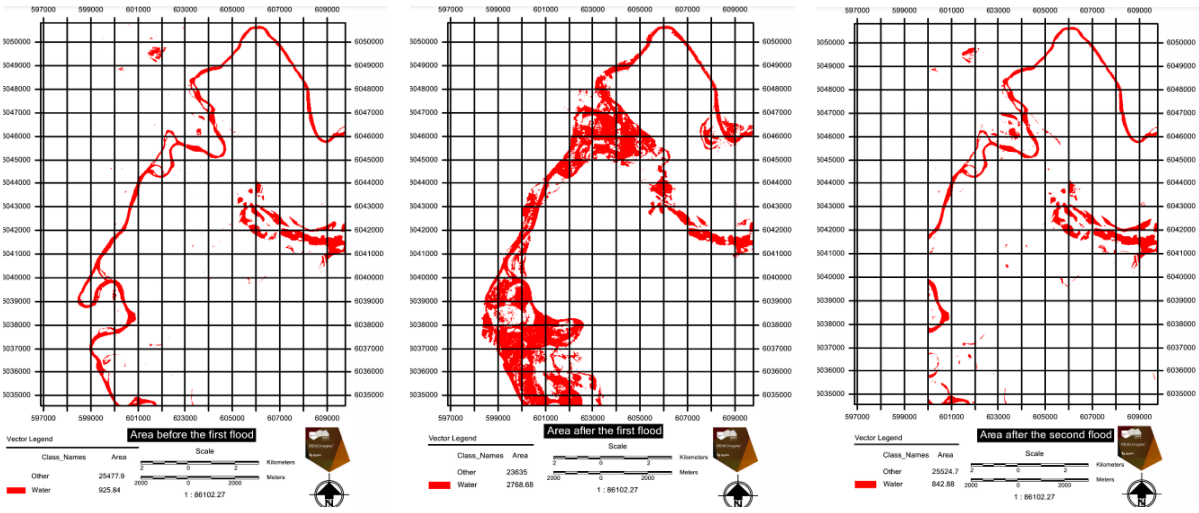


Рис. 7. Тематические карты водных объектов до наводнения и после первой и второй волны затопления

Как видно на рис. 7, водные объекты значительно изменялись – увеличивались после наводнения, а также уменьшались. Состояние водных объектов на 05 августа – уменьшилось по площади больше, чем было 19 июня до первой и второй волны наводнения.

Результаты

По результатам исследования получены точные данные о площади изменения водных объектов, как наглядно, так и в цифровом формате. Так на 19 июня площадь водных объектов составляла 925,84 кв.м., 29 июня произошло увеличение границ водных объектов – 2768,68 кв.м., сокращение границ водных объектов произошло 01 июля – 1727,24 кв.м. и 04 июля – 1079,6 кв.м., еще одно увеличение границ водных объектов произошло 31 июля – 1917, 96 кв.м., сокращение границ более ощутимо произошло 05 августа – 842,88 кв.м. В процентном соотношении 19 июня и 05 августа площадь водных объектов уменьшилась на 9 %.

Заключение

Анализ результатов показывает, что возможность использования данных дистанционного зондирования при мониторинге водных объектов позволяет эффективно выявлять и оценивать неблагоприятные события, которые напрямую отражаются на безопасной жизнедеятельности человека.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙСПИСОК

1. Возможность использования данных дистанционного зондирования при мониторинге водных объектов [Электронный ресурс] : – Режим доступа :http://nir.sgugit.ru/wp-content/uploads/2020/11/Reshetilo-Hlebnikova-VOZMOZHNOST-ISPOLZOVANIYA-DANNYH-DISTANTSIONNOGO-ZONDIROVANIYA.pdf.

2. Киселев М. И., Клюшин Е. Б., Михелев Д. Ш., Фельдман В. Д. под ред. Михелева Д. Ш. Инженерная геодезия: Учебник для вузов. – 4-е, 7-е и 10-е изд. – М. : Академия, 2004 – 2010. – 496 с.

3. Лупян Е. А., Балашов И. В., Бурцев М. А., Ефремов, Крашенинникова Ю. С., Мазуров А. А., Матвеев А. М., Назиров Р. Р., Прошин А. А., Толпин В. А., Уваров И. А., Флитман Е. В. Создание технологий построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2015. Т.12. № 5. С. 53–75.

4. Лупян Е. А., Балашов И. В., Бурцев М. А., Кашницкий А. В., Крашенинникова Ю. С., Толпин В. А., Уваров И. А. Современные возможности организации распределенной обработки данных дистанционного зондирования // Материалы Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве». Санкт-Петербург. 16-17 сентября 2015. СПб.: ФГБНУ АФИ,, 2015. – С. 89–94.

5. Лупян Е. А., Мазуров А. А., Назиров Р. Р., Прошин А. А., Флитман Е. В., Крашенинникова Ю. С. Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 1. С. 26–43.

6. Лурье, И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков : учебник / И. К. Лурье.– 2-е изд., испр.– М.: КДУ, 2010.– 424 с.

7. Подшивалов В. П., Нестеренок М. С. Инженерная геодезия – Минск: Вышэйшая школа, 2011.– 464 с.

8. Поклад, Г. Г. Практикум по геодезии: учеб. пособие для вузов / под ред. Г. Г. Поклад. – М.: Академический проект, 2011.

9. Тихонова, И. О. Экологический мониторинг водных объектов: Учебное пособие / И. О. Тихонова, Н. Е. Кручинина, А. В. Десятов. – М.: Форум, НИЦ Инфра-М, 2012. – 152 с.

10. Токарева, О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учеб.пособие / О. С. Токарева. – Томск: Изд-во Томс. политехн. ун-та, 2010. – 148 с.

11. Чандра А. М., Гош С. К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы: учебник для вузов / А. М. Чандра, С. К. Гош. – М. :Техносфера, 2008. – 312 с.

12. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р. А. Шовенгердт. – М. : Техносфера, 2010. – 560.

13. Aylmer JohnsonPlane and Geodetic Surveying / Aylmer Johnson. – CRC Press. – 208 p.

14. Erdas Imagine – обработка данных ДЗЗ [Электронный ресурс] : Иннотер. – Режим доступа : https://innoter.com/software/832.

15. Erdas Imagine – описание программы [Электронный ресурс] : – Режим доступа : http://chem-otkrit.ru/soft/Erdas_Imagine.

16. Erdas Imagine 2015 : инструкция к программе / Erdas Imagine, 2015. – 532 с.

17. James B. Campbell, Randolph H. WynneIntroduction to Remote Sensing, Fifth Edition 5th Edition / James B. Campbell, Randolph H. Wynne. – The Guilford Press; 5th edition. – 2011. – 667 p.

18. Mansfield Merriman The Introduction to Geodetic Surveying / Mansfield Merriman. – 176 p.

19. Stacy A.C. Nelson, SiamakKhorramImage Processing and Data Analysis with ERDAS IMAGINE® 1st Edition / Stacy A.C. Nelson, SiamakKhorram. – CRC Press; 1st edition. 2018. – 350 p.

20. Thomas Lillesand, Ralph W. Kiefer, Jonathan ChipmanRemote Sensing and Image Interpretation 7th Edition / Thomas Lillesand, Ralph W. Kiefer, Jonathan Chipman. – Wiley; 7th edition. – 2015. – 736 p.

© Н. С. Решетило, Е. П. Хлебникова, 2021