

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ПАВОДКОВОГО ПОДТОПЛЕНИЯ ПО ДАННЫМ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СЪЕМКИ СО СПУТНИКА SENTINEL-1

Айталина Георгиевна Винокурова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (965)994-57-20, e-mail: ajtusha@mail.ru

Александр Юрьевич Чермошентцев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-08-66, e-mail: fdz2004@bk.ru

В работе описаны исследования по определению паводковых зон по спутниковым данным радиолокационной съемки. Выполнены экспериментальные исследования по разработанной технологической схеме на территории Республики Малави. Полученные результаты показали возможность применения данного метода для определения зон паводковых подтоплений по данным радиолокационной съемки со спутника Sentinel-1.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, подтопление, наводнение, радиолокационные данные, Sentinel -1, SNAP.

DETERMINATION OF FLOODED ZONES BY SENTINEL-1 RADAR DATA

Aitalina G. Vinokurova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Graduate, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, phone: (965)994-57-20, e-mail: ajtusha@mail.ru

Alexander Yu. Chermoshentsev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, phone: (383)361-08-66, e-mail: fdz2004@bk.ru

The article describes studies on identification of flood zones from satellite-based radar data. Experimental studies were carried out according to the developed technological scheme in the Republic of Malawi. The results showed the possibility of using this method to determine flood zones according to radar data from the Sentinel-1 satellite.

Key words: remote sensing, flooding, flood, radar data, Sentinel-1, SNAP.

Введение

Одной из наиболее важных задач при осуществлении информационной поддержки мониторинга паводковой ситуации является оперативное определение зон фактического затопления местности при разливах рек [1]. Для этих целей успешно применяются данные дистанционного зондирования Земли из космоса,

особенно космические радиолокационные снимки, на качество которых облачность, сопровождающая паводок, оказывает минимальное влияние [2–5].

Методы и материалы

В данной работе используются данные со спутника Sentinel-1, полученные в С-диапазоне в режиме Interferometric Wide Swath (IW) с поляризацией VV и пространственным разрешением 5×20 м. Снимки получены 29.12.2014, 22.01.2015, 27.02.2015 и 23.03.2015 в период подтопления.

Поиск данных осуществлялся с помощью веб-сервиса Copernicus Open Access Hub. Copernicus Open Access – это геопортал, который предоставляет полный, бесплатный и открытый доступ к пользовательским продуктам Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3 и Sentinel-5P.

На рис. 1 показано расположение исследуемой области на карте мира.

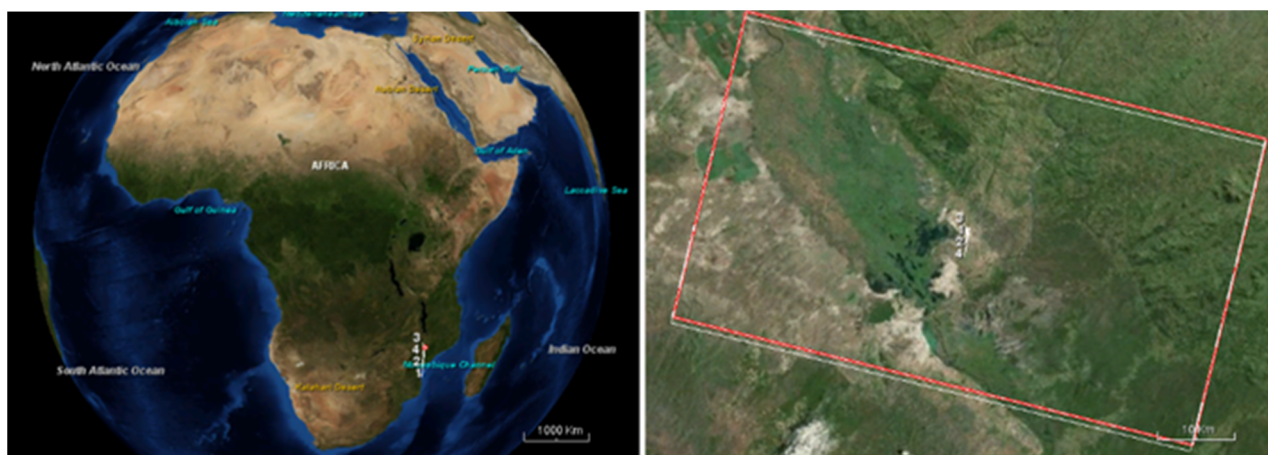


Рис. 1. Расположение области покрытия на карте мира

Территория относится к Республике Малави – государству, расположенному на юго-востоке Африки в одном из самых сейсмически активных районов.

Наводнение началось из-за проливных дождей, частично связанных с циклоном Vansi и тропическим штормом Chedza 14 декабря 2014 г.

Для обработки радарных снимков было использовано программное обеспечение с открытым исходным кодом SNAP, разработанное Европейским космическим агентством. SNAP включает панель Sentinel Toolbox, специально предназначенную для обработки данных со спутников серии Sentinel. Следует отметить, что алгоритмы геообработки Sentinel Toolbox доступны для использования посредством открытых библиотек GitHub, следовательно, могут быть достаточно легко интегрированы в сторонние приложения разработчиков по всему миру [6].

Технология обработки данных Sentinel-1 в программном продукте SNAP включала в себя следующие шаги:

- выделение области интереса;
- загрузка точных эфемерид;

- удаление тепловых шумов;
- радиометрическая калибровка;
- фильтрация спекл-шума;
- геометрическая коррекция.

На рис. 2. Показана технологическая схема, реализованная в программе SNAP с помощью Graph Builder.

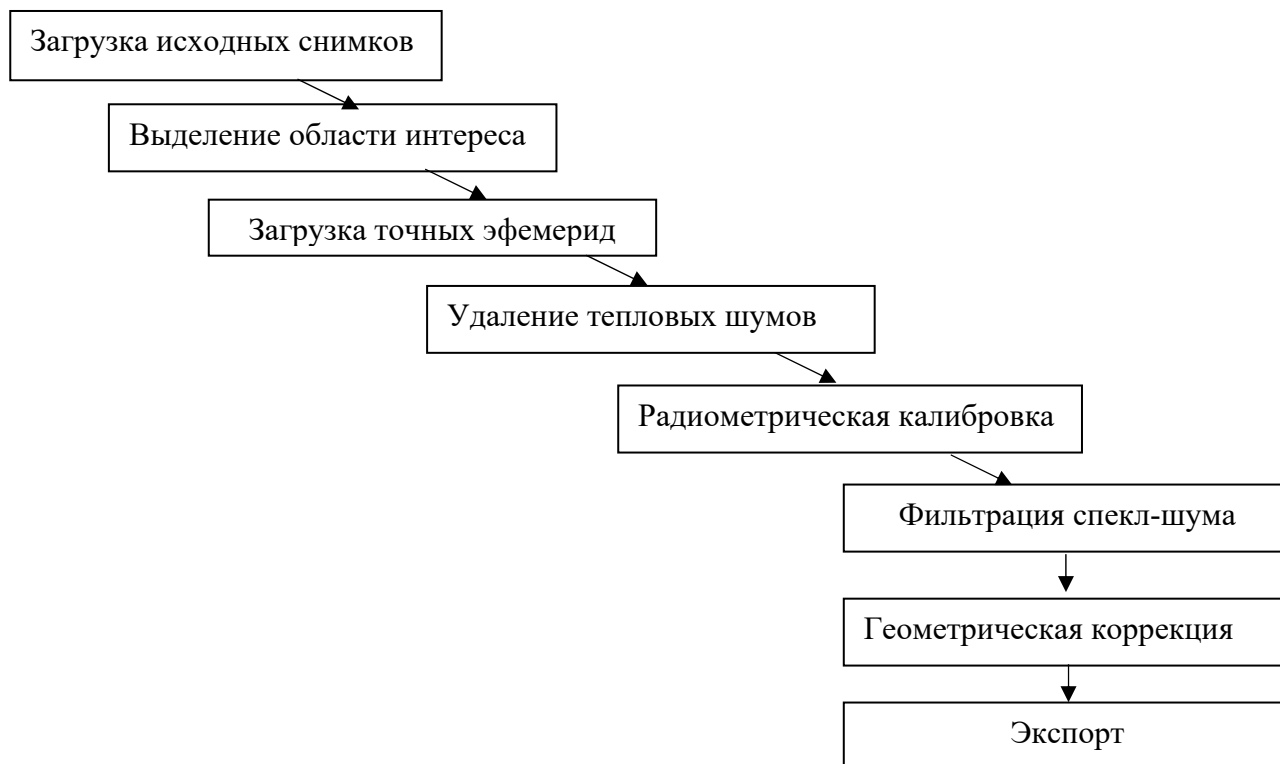


Рис. 2. Предварительная обработка снимков

В результате применения данной схемы ко всем четырем снимкам устраняются радиометрические и геометрические искажения, присущие радиолокационным изображениям, и они приводятся к виду, пригодному для дальнейшего анализа. Таким образом был получен набор растровых изображений водной поверхности Малави на разные даты (рис. 3).

Далее необходимо идентифицировать затопленные районы. Для этого создается маска водных объектов, соответствующая зонам затопления, т.е. растровый файл, имеющий размеры текущего изображения, в котором зоны затопления имеют значения 1, а остальные пиксели равны 0 (рис. 4).

Для визуального отображения зон затопления данные были преобразованы в формат GeoTiff и обработаны в QGIS. QGIS – это географическая информационная система с открытым кодом, распространяющаяся под лицензией General Public License. QGIS является проектом Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Она работает на Linux, Unix, Mac OSX, Windows и Android, поддерживает множество векторных и растровых форматов, баз данных и обладает широкими возможностями [7].

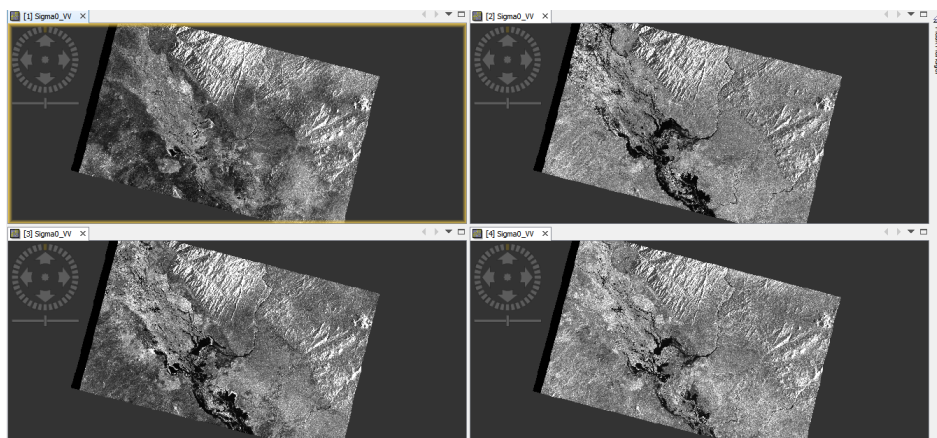


Рис. 3. Результат предварительной обработки в ПО SNAP

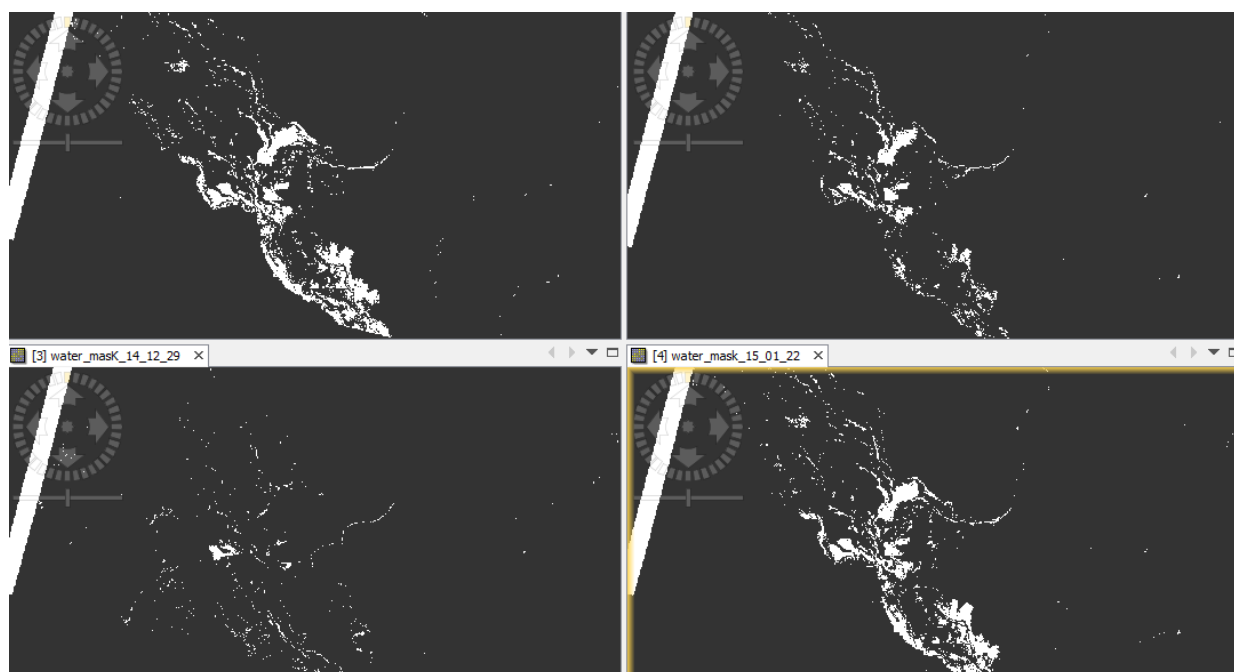


Рис. 4. Маска зон затопления

Растровые снимки в формате GeoTiff были загружены в геоинформационную систему QGIS, преобразованы в векторные слои, после чего вычислены площади затопленных территорий.

Результаты

Интегральные показатели площади затопления Республики Малави за 2014–2015 гг., полученные при помощи снимков Sentinel-1, представлены в табл. 1. Как следует из таблицы, территория затопления в январе 2015 намного больше, чем в декабре 2014 г. При этом в феврале 2015 г. наблюдался пик наводнения, а в марте площадь наводнения уменьшилась по сравнению с предыдущим месяцем.

Интегральные показания затоплений на территории Малави

№	Дата	Площадь затопления, га
1	29.12.2014	1533,1819
2	22.01.2015	8142,794
3	27.02.2015	9488,8207
4	23.03.2015	4111,3745

На рис. 5 показано распределение зон затопления по временным периодам.

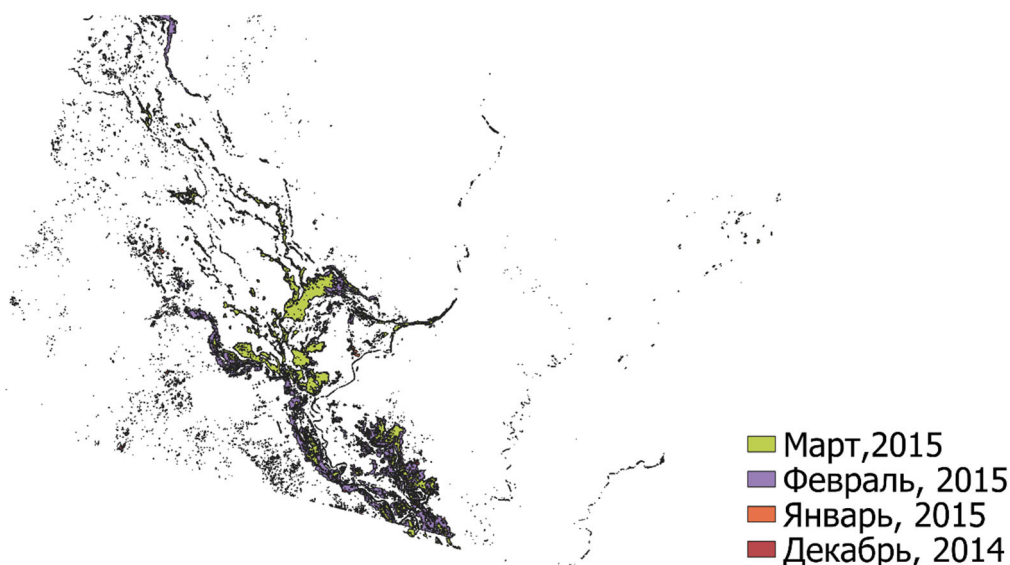


Рис. 5. Карта затоплений 2014–2015 гг.

Заключение

Таким образом, по данным радиолокационной съемки со спутника Sentinel-1 можно определить зоны паводкового подтопления территорий с помощью пороговой обработки калиброванных амплитудных изображений. На примере наводнения, случившегося в Республике Малави в 2015 году дана оценка площадей затопления. При наличии нескольких одновременных изображений на период паводка можно определить тренд развития паводковой ситуации [8–10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Никольский Д. Б. Сравнительный обзор современных радиолокационных систем // Геоматика. – 2008. – №1. – С. 11-17.
2. Copernicus Emergency Management Service [Electronic resource]. – Mode of access: <http://emergency.copernicus.eu/> (дата обращения: 15.03.2020).
3. Sentinel-1. ESA Sentinel online [Electronic resource]. – Mode of access: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/> (дата обращения: 15.03.2020).

4. Родионова Н.В. Анализ изображений Sentinel 1 для зоны подтопления в Алтайском крае в апреле 2015 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т.14. – №1. – С. 136-146.
5. Мышляков С. Г. Возможности радарных снимков Sentinel – 1 для решения задач сельского хозяйства // Геоматика. – 2016. – №2. – С. 16-24.
6. Science toolbox exploitation platform [Electronic resource]. – Mode of access: <https://step.esa.int/main/toolboxes/snap/> (дата обращения: 20.03.2020).
7. Свободная географическая информационная система с открытым кодом [Electronic resource]. – Mode of access: <https://qgis.org/ru/site/> (дата обращения: 20.03.2020).
8. Винокурова, А.Г., Чермошенцев А. Ю. Анализ возможности применения радиолокационных данных дистанционного зондирования для оперативного определения зон паводкового подтопления // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 39–45.
9. Алабян, А. М., В. А. Зеленцов, Крыленко И. Н., Потрясаев С. А., Соколов Б.В., Юсупов Р. М. Оперативное прогнозирование наводнений на основе комплексного упреждающего моделирования и интеграции разнородных данных // Труды СПИИРАН. – 2015. – С. 3–33.
10. Преснякова, А. Н., Писарев А. В., Храпов С. С. Исследование динамики затопления территорий Волго-Ахтубинской поймы по данным космического мониторинга // Вестник Волгоградского государственного университета. – 2017. – №1. – С. 66-74

© А. Г. Винокурова, А. Ю. Чермошенцев, 2020