

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОН ПАВОДКОВОГО ПОДТОПЛЕНИЯ

Айталина Георгиевна Винокурова

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

Александр Юрьевич Чермошентцев

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

В работе рассмотрены возможности применения радиолокационных данных дистанционного зондирования для оперативного определения зон паводкового подтопления. В таких стихийных бедствиях как паводковые подтопления данные дистанционного зондирования позволяют органам исполнительной власти получить точную информацию для принятия решений и управления ресурсами. Радиолокационные данные дистанционного зондирования представляют новые возможности для оперативного определения зон паводкового подтопления в предоставлении информации.

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

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF REMOTE SENSING RADAR DATA FOR OPERATIVE DETERMINATION OF FLOOD FLOWS ZONES

Aitalina G. Vinokurova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, 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

In this paper, we consider the possibility of using remote sensing radar data for the rapid determination of flood zones. In natural disasters such as floodwaters using remote sensing data provides accurate information to executive authorities who make decisions to improve response, so that they can properly manage the resources they need to help people. Of remote sensing radar data for the rapid identification of flood zones will play a key role in providing information on this issue.

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

Введение

Паводок – резкий и кратковременный подъем уровня воды в реке, увеличение расхода воды, возникающее в результате обильных дождей, интенсивного таяния снега, ледников, залповых сбросов воды из водохранилищ. Продол-

жительность паводка от нескольких долей часа до нескольких суток. В отличие от половодья случается в любое время года и периодически не повторяется. Следующие один за другим паводки могут образовать половодье. Значительный паводок может вызвать наводнение – интенсивное затопление большой территории водой выше ежегодных уровней, одно из стихийных бедствий. Наиболее часто наводнения происходят в результате разлива рек при обильном выпадении осадков и интенсивном таянии снега.

В России каждый год наводнения происходят на юге Приморского края, в бассейне Средней и Верхней Оки, Верхнего Дона, на реках бассейнов Кубани и Терека, в бассейне Тобола, на притоках Среднего Енисея и Средней Лены. Мощные снеговые и дождевые паводки возникают на крупных российских реках почти ежегодно [1].

К паводкоопасным территориям относятся части территории бассейнов р. Амура, Енисея, о. Сахалина, Забайкалья, Среднего и Южного Урала, Нижней Волги, Северного Кавказа (рис. 1).



Рис. 1. Районирование территории России по генезису опасных паводков и половодий

По условиям формирования паводков все реки России можно объединить в четыре группы (см. рис. 1):

– реки с максимальным стоком, вызываемый таянием снега на равнинах (Балтийский, Баренцево-Беломорский, Двинско-Печерский, Днепровский, Донской, Верхневолжский, Окский, Камский, Нижневолжский, Уральский, Верх-

необский, Иртышский, Нижнеобский, Ангаро-Байкальский, Енисейский и Ленский бассейновые округа);

– реки, максимальный сток которых обусловлен таянием горных снегов и ледников (Кубанский и Западно-Каспийский бассейновые округа);

– реки, максимальный сток которых обусловлен выпадением интенсивных дождей (Амурский, Анадыро-Колымский бассейновые округа и частично Ленский);

– реки, максимальный сток которых обусловлен совместным влиянием снеготаяния и выпадения осадков (Балтийский и Баренцево-Беломорский бассейновые округа).

Общая площадь паводкоопасных территорий в России составляет порядка 400 тыс. км². Наводнениям с катастрофическими последствиями подвержена территория в 150 тыс. км², на которой расположено более 300 городов, десятки тысяч поселков и сел (поселений), более 7 млн га сельскохозяйственных угодий (рис. 2).

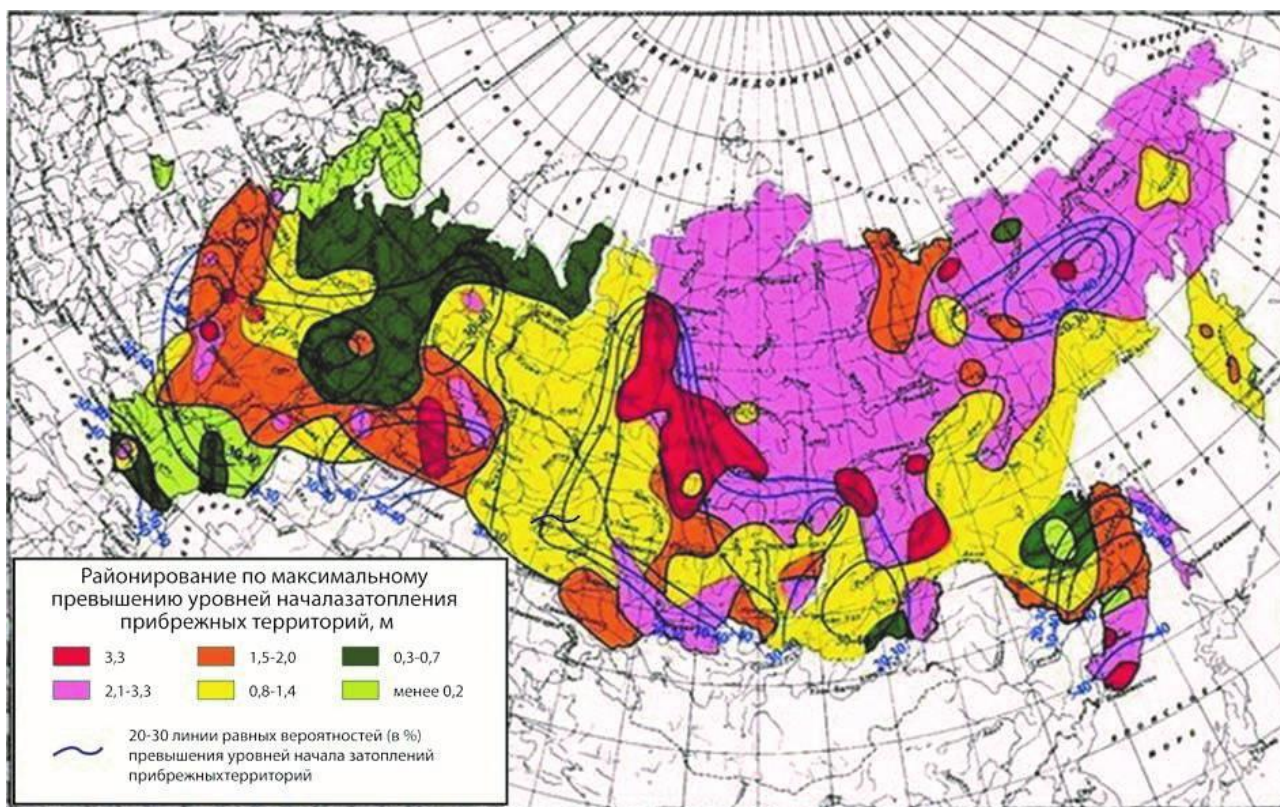


Рис. 2. Районирование территории России по степени опасности наводнений

Среднемноголетний общий (прямой и косвенный) ущерб от наводнения оценивается суммой свыше 40 млрд руб. в год (рис. 3), и величина ущерба имеет тенденцию к увеличению [2].



Рис. 3. Среднегодовой общий ущерб от наводнений по основным водным объектам России (по данным Росводресурсов), млрд руб.

Оперативное прогнозирование паводковых наводнений позволяет существенно снизить наносимый ими экономический ущерб и является необходимым условием обеспечения безопасности жизнедеятельности населения в потенциально опасных районах. Применение компьютерного моделирования для прогнозирования паводков на реках сокращает влияние субъективного фактора при оценке их возможных негативных последствий [3, 4]. Эффективное использование результатов моделирования требует наличия оперативной пространственной информации о территории затопления для своевременного выполнения калибровки и верификации используемых гидродинамических моделей. Используемые для решения этой задачи данные наземных методов гидрометеорологического мониторинга не всегда эффективны, так как измерения, производимые на наблюдательных станциях, позволяют оценить обстановку только на отдельных участках речной сети. В связи с этим в качестве источника необходимой информации все чаще используется дистанционное зондирование Земли из космоса, в частности, радиолокационная съемка [5].

Методы и материалы

Радиолокационная съемка дает возможность получать данные высокого пространственного разрешения в любое время суток и независимо от погодных условий, тем самым позволяя регулярно осуществлять оперативный мониторинг затопления территорий. Кроме того, на основе данных космического радиолокационного зондирования выполняется обновление крупномасштабной пространственной основы на территорию зоны затопления, включая получение актуальной информации об объектах инфраструктуры и построение цифровых моделей рельефа (ЦМР).

На сегодняшний день на базе космических радиолокационных данных функционируют сервисы оперативного мониторинга наводнений, среди которых можно выделить Copernicus Emergency Management Service, включающий модули Copernicus EMS – Mapping и European Flood Awareness System (EFAS), и Thematic Exploitation Platform – Hydrology (TEP Hydrology), включающий

сервис мониторинга наводнений Flood Monitoring Service [6]. Европейские и глобальные системы информирования о наводнениях (EFAS & GloFAS) предоставляют дополнительную информацию о прогнозе наводнений соответствующим заинтересованным сторонам, поддерживающим управление рисками наводнений на национальном, региональном и глобальном уровнях.

Дешифрирование водных объектов по радарным данным основано на том, что при взаимодействии с гладкими водными поверхностями отраженный радиосигнал распространяется в направлении от антенны, в результате чего водная гладь на радарном снимке представлена пикселями с низким значением интенсивности. Основным методом автоматического выделения водных поверхностей является классификация радарного изображения с использованием порогового значения интенсивности отраженного сигнала. Характер водной поверхности и параметры исходных данных (в частности, поляризация сигнала, при которой были получены снимки) во многом определяют эффективность классификации.

Результаты

Наиболее предпочтительной для картографирования наводнений является горизонтальная (HH) поляризация [7, 8]. Будучи наименее чувствительной к мелкомасштабной шероховатости водной поверхности по сравнению с вертикальной поляризацией (VV) и перекрестными поляризациями (HV, VH), она обеспечивает наибольший контраст между открытыми водными объектами и окружающей незатопленной территорией. Вертикальная поляризация применяется преимущественно для исследования гидрологических и атмосферных процессов, проявляющихся на водной поверхности. Перекрестные поляризации могут быть эффективны для изучения частично затопленных территорий. Классификация данных, представленных одновременно в нескольких поляризациях, также эффективна, так как позволяет выделить объекты местности по характеру обратного рассеяния (рис. 4).

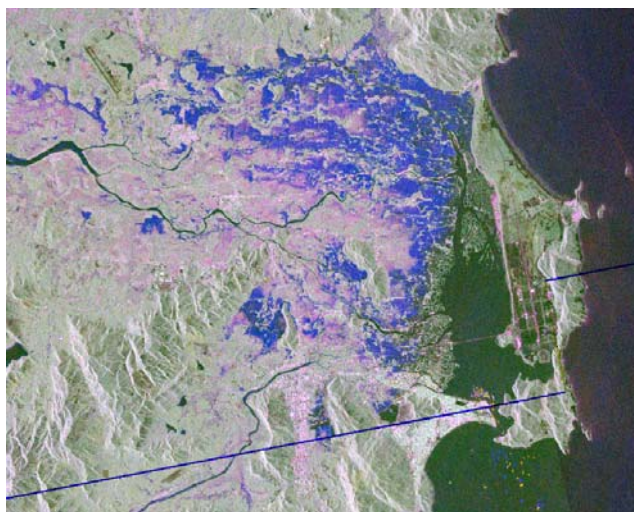


Рис. 4. Выявление зон подтопления с помощью радиолокационных снимков

Увеличение шероховатости за счет растительности, а также наличие объектов городской застройки усложняют процесс выявления водных объектов и зон затопления [9].

В этом случае зоны затопления можно выделить, проанализировав изменение отражательных характеристик подстилающей поверхности. Для этого используются различные методы, в том числе основанные на обработке интерферометрических данных: на основе пар снимков рассчитывается когерентность, характеризующая уровень фазового шума, одной из причин возникновения которого может быть изменение отражательных характеристик поверхности. Для большинства типов местности характерно, что участки, которые были затоплены в период между двумя циклами радарной съемки, имеют, как правило, низкие значения когерентности, даже если они не были покрыты водой на момент получения первого или второго снимков.

Заключение

Важными преимуществами методов радиолокационного дистанционного зондирования являются возможность регулярного отслеживания поверхности, большой угол обзора, высокая оперативность получения информации об интересующем районе, а также возможность интеграции в геоинформационные системы. Съемка в микроволновом диапазоне дает возможность получать информацию о наводнениях независимо от освещенности и облачности.

Все это заставляет уделять особое внимание совершенствованию технологий применения радиолокационных снимков Земли из космоса и в частности при мониторинге паводков и наводнений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – Электрон. дан. – 2016. – Режим доступа: <http://www.meteorf.ru/>. – Загл. с экрана.
2. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2016 году». – М. : НИА-Природа, 2017. – 300 с.
3. Оперативное прогнозирование наводнений на основе комплексного упреждающего моделирования и интеграции разнородных данных / А. М. Алабян, В. А. Зеленцов, И. Н. Крыленко, С. А. Потрясаев, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов // Труды СПИИРАН. – 2015. – 14 авг. – С. 3–33.
4. Интеграция подсистем и сервисов доступа к результатам космического мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций / Зеленцов В. А., Ковалев А. П., Кожанов А. Н., Пиманов И. Ю., Потрясаев С. А., Скобцов В. Ю. // XIV Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2014)». – Санкт-Петербург, 29–31 октября 2014 г. : Материалы конференции / СПОИСУ. – СПб., 2015.
5. Мониторинг и моделирование наводнений на базе системы с сервис-ориентированной архитектурой / Зеленцов В.А., Потрясаев С. А., Пиманов И. Ю., Семенов А. Ю. // ГеоРиск. – 2016. – № 1. – С. 12–15.
6. Copernicus Emergency Management Service [Electronic resource]. – Mode of access: <http://emergency.copernicus.eu/> (дата обращения: 15.03.2019).
7. Bolanos S., Stiff D., Pietroniro A. Operational Surface Water Detection and Monitoring Using Radarsat 2 // Remote Sens. – 2016.

8. Martinis S. A., Kersten J., Twele A. Fully automated TerraSAR-X based flood service // ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. – 2015. – № 104. – P. 203–212.
9. Refice A., Capolongo, Pasquariello G., D’Addabbo A., Bovenga F., Nutricato R., Lovergine F., Pietranera L. SAR and InSAR for flood monitoring: examples with COSMOSkyMed D. // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. – 2014. – P. 2711–2722.
10. Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос». – Электрон. дан. – 2016. – Режим доступа: <https://www.roscosmos.ru/>. – Загл. с экрана.
11. Научная электронная библиотека. – Электрон. дан. – 2019 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/> – Загл. с экрана.

© А. Г. Винокурова, А. Ю. Чермошенцев, 2019