

Мониторинг чрезвычайных ситуаций на водных объектах с помощью дистанционного зондирования Земли

Д.А. Рыжова

Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

qwdarya1234@gmail.com

В.В. Давыдов

Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

ВНИИФ Российской академии наук

Московская область, Россия

davydov_vadim66@mail.ru

Аннотация—Обоснована необходимость контроля за состоянием водных объектов. Обоснована необходимость использования дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для экологического мониторинга состояния водных объектов при чрезвычайных ситуациях. Обработаны и проанализированы данные мониторинга экологической обстановки с использованием космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Оценена эффективность данного метода. Рассмотрены разные системы дистанционного зондирования. Предложены рекомендации для расширения возможностей дистанционного мониторинга для оценки экологической ситуации.

Ключевые слова— дистанционное зондирование Земли, мониторинг водных объектов, экологическая ситуация, оптические системы, спутник, беспилотный летательный аппарат, СВЧ сигнал.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время спутниковый мониторинг состояния водных объектов находит различное применение как в научной сфере, так и для решения важных задач в обычной жизни. Например, применение данных дистанционного зондирования Земли для экологического мониторинга состояния водных объектов и т.д.

Территории, затопленные водой, являются зонами повышенного риска. Неконтролируемое поступление воды может нанести большой ущерб инженерным сооружениям, магистральным трубопроводам, здоровью и имуществу людей. Методы дистанционного зондирования позволяют контролировать состояние рек, предотвращая возникновение опасных ситуаций.

Для удовлетворения различных потребностей было разработано множество систем дистанционного зондирования Земли, которые предлагают достаточно широкий спектр спектральных, пространственных и временных параметров [1]. Для своевременного реагирования на чрезвычайные ситуации создана система космического мониторинга ЧС, которая объединяет элементы наземной инфраструктуры и коммуникации. В основе данной системы лежат принципы открытой сетей централизованной архитектуры, основанной на универсальности, поэтапного увеличения возможностей, а также сетевых вычислениях, при которых функции системы являются динамическими и мигрирующими между серверами и клиентами.

2. МЕТОД

На сегодняшний день огромную часть данных дистанционного зондирования Земли получают из космоса с использованием оптических систем. Существует несколько оптических систем, каждая из которых различается своими техническими характеристиками и назначением. Для достижения высокого качества изображения применяется оптическая система с соотношением сигнал/шум, а также с высоким контрастом. Более того, в таких системах применяется технология временной задержки накопления сигнала на многолинейных ПЗС-структурах. В нашем случае применяется оптическая система OPS. Она предназначена для получения высокоинформативных изображений водной поверхности в различных рабочих диапазонах. Эти системы обладают рядом преимуществ. Одно из них возможность получения изображения с высоким разрешением при необходимости. Второе - большой одномоментный охват снимаемой территории поверхности Земли, который позволяет получать огромные объемы данных по интересующему объекту.

К недостаткам этих систем относятся сложности с получением изображения в плохую погоду, особенно при наличии облаков. Невозможность получения данных в полном объеме о состоянии поверхности Земли в ночное время. Ограничения по времени наблюдения за объектом, связанные с движением спутника по орбите.

Кроме того, могут возникнуть сбои в передаче информации на Землю, а также при обработке её в системах спутника. Последнее стараются исключить передачей информации на наземную станцию или её архивированием для передачи в момент связи с Землей.

В последнее время на ряде спутников используют активные оптические датчики (испускание импульсного лазерного излучения и прием отраженного сигнала). Использование таких датчиков позволяет получать спектральные характеристики при исследовании поверхности Земли [2]. В экологическом мониторинге водных объектов могут возникнуть сложности (например, волны на поверхности и отраженный сигнал очень слабый). Плохую погоду (облака, дождь, снег и т.д.) не рассматриваем. Кроме того, необходимо осуществлять координатную привязку регистрируемого отраженного сигнала от объектов (например, загрязнений) к координатам местности, особенно при быстром течении воды. времени, датчики тоже должны быть согласованы.

Стоит отметить, что спутники, на которых установлены эти системы, различаются в зависимости от типа их орбиты, полезности, наличия другого оборудования, которые определяет возможности по электрической мощности. Данная мощность необходима для создания мощного импульсного лазерного излучения. Необходимо также учитывать тот факт, что лазерное излучение представляет опасность для зрительных органов людей, животных, птиц и морских обитателей. Поэтому в нашей работе при проведении экологического мониторинга мы предлагаем придерживаться следующей методики. Поверхности Земли исследуется с использованием видеосъемки со спутников при позволяющей это делать погоде. На рис. 1 для примера представлено изображение повышения воды в реке Северная Двина в Северо-Западном регионе Российской Федерации.

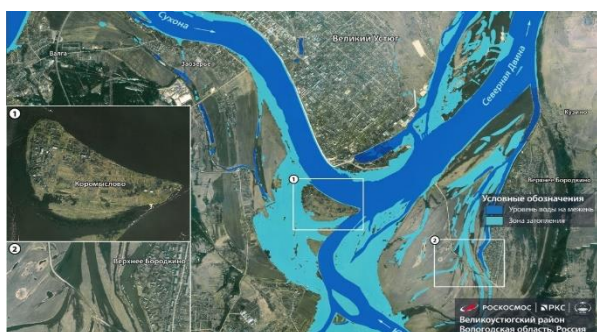


Рис. 1. Изображение, полученное спутником дистанционного зондирования Земли. Показаны зона повышенного уровня воды (голубой цвет) и зона затопления (синий цвет) на реке Северная Двина



Рис. 2. Специальный БПЛА «Альтиус-УТ» для экологического мониторинга

Определена ситуация. Можно сфокусировать оптическую систему для более детального изучения какого участка территории на момент нахождения его в зоне видимости спутника. Возможно, в этой зоне будет установлено загрязнение водной поверхности опасными веществами. Со спутника в общей картине видно только крупные загрязнения. Загрязнения, которые вызваны, например, медленной утечкой опасных веществ (длинный шлейф на воде) определить не всегда удастся. Кроме того, необходимо найти источник этого загрязнения, чтобы принять меры. Поэтому нами для обследования остальной территории и решения рассмотренных задач предлагается использовать беспилотный летательный аппарат (БПЛА). На рис. 2 представлена конструкция БПЛА с видеосистемой и специальной активной антенной фазированной решеткой (АФАР).

3. АКТИВНАЯ ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА И РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЛОКАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Для специального БПЛА была изготовлена малогабаритная АФАР с 512 приемно-передающими элементами. Конструкция антенны может осуществлять поворот в горизонтальной плоскости по двум направлениям на углы $\pm 8^\circ$. Центральный лепесток диаграммы направленности антенны можно сканировать по исследуемой поверхности по вертикальным углам $\pm 38^\circ$. Для мониторинга водной поверхности используется импульсное СВЧ излучение частотой 12 ГГц. Длительность импульсов и их скважность в разработанной конструкции АФАР изменяется в зависимости от решаемых задач. Это одно из преимуществ АФАР [3]. Система связи с наземной станцией стандартная. Видео изображение территории с БПЛА передается в непрерывном режиме.

На рис. 3 в качестве примера представлено изображение разлива нефти в бухте Ладожского озера (Ленинградская область, Россия).

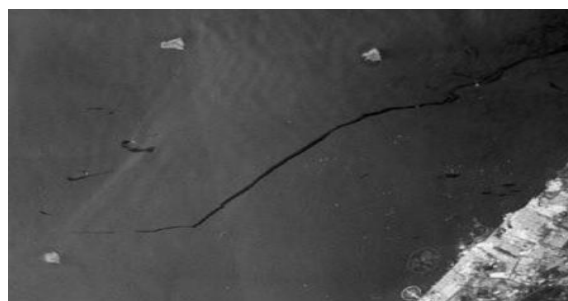


Рис. 3. Разлив нефти на радиолокационном изображении

На полученном изображении очень четко прослеживается изменение плотности нефти и направление движение нефтяного пятна. Аналогичная ситуация будет при исследовании поверхности реки (шлейф загрязнения, по которому можно установить положение источника загрязнения, даже если он будет находиться под водой).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование предложенной методики при проведении экологического мониторинга позволяет более эффективно определять источник загрязнения, направления движения загрязнения и его скорость. В ряде случаев необходимо определить контур загрязнения и характер (вещества, которые вызвали загрязнения). В случае использования БПЛА с АФАР возникает проблема с источниками энергии ресурс, которого ограничен, что создает трудности по дальности и длительности полета по сравнению с БПЛА только с оптической системой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Язерян, Г.Г. Дистанционное зондирование Земли из космоса в России / Г.Г. Язерян, С.В. Копылова, М.В. Баранова // Научно-практический журнал. – 2020. – № 3. – С. 14-19.
- [2] Айнбунд, М.Р. Гибридный многоканальный фотоприемник для спектрального диапазона 1-1,6 мкм / М.Р. Айнбунд, Д.Л. Глебов // Прикладная физика. – 2018. – № 6. – С. 54-59.
- [3] Moroz, A.V. Features of signal transmission through a fiber-optic system for an interference compensation module for an active phased array antenna / A.V. Moroz, V.V. Davydov, K.Yu. Malanin // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1695(1). – P. 012159.