

УДК 614.841.3

Некоторые результаты применения спутниковой информации дистанционного зондирования поверхности Земли для определения характеристик подстилающей поверхности после лесных пожаров

Козин Алексей Михайлович
Данелян Баграт Григорьевич

kozin1972@mail.ru
bagratd@mail.ru

Центральная аэрологическая обсерватория Росгидромета, Долгопрудный, Россия

Аннотация. Предложен подход для количественного анализа территорий, подвергшихся лесным пожарам, основанный на множественном дистанционном зондировании территорий и учете облачности. Значения излучений в спутниковых пикселях рассматриваются как интегральные. Предполагается, что внутри каждого спутникового пикселя присутствует неоднородность излучения поверхности. Учет облачности рассчитывается на основании отраженных спектров облачных частиц, которые определяются заранее. В результате предложенного подхода открывается возможность определения потенциальной подверженности поверхности пожару, в том числе в связи с ее увлажненностью. Изменение поверхностных характеристик анализируемого участка поверхности позволяет определять сгоревшие участки.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, облака, пожары

Основные сложности анализа спутниковых снимков:

Сравнение спутниковых снимков [1], относящихся к разным моментам времени затруднено из-за несовпадения пиксельных сеток. Проблема решается введением «удобной» сетки, единой для всех моментов времени. Часто поверхность на снимке находится за облаками, в тени облаков, за слоем дыма и т. д. Для сравнения снимков, относящихся к разным моментам времени, нужно это учитывать.

Подход к переносу данных. Стандартный подход при переносе данных с сетки на сетку — интерполяция. При интерполяции теряется исходное качество. Учитывая, что имеется множество снимков с различными пиксельными сетками, предлагается искать изображение на «удобной» сетке таким образом, чтобы интерполяция данных обратно на спутниковые снимки минимально отличалась от исходных снимков. Это позволяет уменьшить размер ячеек «удобной» сетки по сравнению с размером исходных спутниковых пикселей за счет использования множества снимков и избежать потери четкости, которая происходит при прямой интерполяции. Если нет облаков, реализация подхода выглядит так: $\|D - WA\| \rightarrow \min_A$. Здесь D — спутниковые снимки; A — состояние поверхности на «удобной» сетке; W — заданный линейный оператор.

Подход к облакам. Для отделения облаков от поверхности можно использовать то, что отраженный спектр облаков представляется в виде линей-

ной комбинации двух компонент: спектра облаков в жидком состоянии и спектра облаков в кристаллическом состоянии. Для спутников VIIRS имеется 14 диапазонов отраженного излучения. Этого оказывается достаточно, чтобы достоверно отделить облака.

При добавлении облаков и теней задача усложняется: $\|D - UV - SWA\| \rightarrow \min_{U,V,S,A}$. Здесь U — количество облаков; V — спектры облаков.

Упрощение задачи. Спектры облаков можно вычислить заранее. Для этого можно взять заведомо «облачные» пиксели и найти две главные компоненты в 14-мерном пространстве диапазонов. Таким образом, задача упрощается: $\|D - UV - SWA\| \rightarrow \min_{U,S,A}$.

Подход к отслеживанию изменений поверхности. Введем функцию Δ на состояниях поверхности A . Пусть эта функция равна сумме модулей по каждой ячейке «удобной» сетки и каждому диапазону разности значений излучений между соседними спутниковыми снимками. Добавим эту функцию в формулу целевой функции с некоторым коэффициентом d : $d\Delta(A) + \|D - UV - SWA\| \rightarrow \min_{U,S,A}$.

Замечание. В данном подходе пропадает необходимость в классических индексах, таких как вегетативный индекс. Вместо этого можно изучать непосредственно излучение нужного диапазона.

Заключение. В результате предложенных подходов открывается возможность определения потенциальной подверженности поверхности пожару, в том числе в связи с ее увлажненностью. Изменение поверхностных характеристик анализируемого участка поверхности позволяет определять сгоревшие участки.

Список источников

- [1] Ramachandran B. NASA Visible Infrared Imaging Radiometer Suite Level-1B Product User Guide. Maryland, LAADS DAAC, 2021.