

## **Параметры контекстуального алгоритма при детектировании пожаров с использованием данных ДЗЗ**

Пономарчук А.И.  
Пермский государственный научный исследовательский  
Университет, г. Пермь  
[aponomarchuk@psu.ru](mailto:aponomarchuk@psu.ru)

Детектирование пожаров с использованием данных дистанционного зондирования Земли (далее – данные ДЗЗ) является темой, важность которой с течением времени только растет. В идеальном случае обнаружение пожара должно проводиться на ранней стадии и сопровождаться оперативным информированием наземных служб. В реальности чувствительность доступных сенсоров и алгоритмов обработки позволяет обеспечить детектирование только сравнительно крупных и/или открытых пожаров естественного и техногенного происхождения, часто – на поздних стадиях, в виде констатации факта. Представленные [Пономарчук, Шихов, 2011] результаты мониторинга Пермского края в пожароопасный сезон 2011 года в целом совпали со статистикой по другим регионам России [Афонин, 2005]. Целью настоящей работы является анализ влияния параметров применяемого алгоритма обработки спутниковых данных с целью учесть специфику лесной растительности (густой высокий лес с преобладанием хвойных пород) на территории Пермского края.

Алгоритм MOD14 (Active Fires Detection) использует данные тепловых спектральных каналов спектрометра MODIS (спутники Terra, Aqua) и является основой современных систем детектирования пожаров, наиболее известной из которых является FIRMS (Fire Information for Resource Management System). Детали алгоритма наиболее полно представлены в диссертации [Giglio, 2006]. Выполненный в работе [Галеев и др., 2008] анализ алгоритма показал, что основной причиной пропуска (недетектирования) слабых пожаров является порог яркостной спектральной температуры в диапазоне 4нм, ниже которого соответствующие пиксели квалифицируются как «пожар не обнаружен». Последующий анализ с целью выявления «горячих» пикселей (контекстуальный алгоритм) проводится только для более высоких температур. Установление именно такого порога (310К днем и 305К ночью) для «стандартного» алгоритма обусловлено стремлением отсеять ложные точки, что и было достигнуто. Данные сравнительных исследований показали эффективность «для планеты в целом», вместе с тем детальный анализ показывает ухудшение чувствительности при наличии полога леса и других факторов.

В настоящей работе нижний порог по температуре установлен в 280К (день) и 275К (ночь), что расширяет диапазон контекстуального алгоритма и увеличивает количество термоточек (см. Рис. 1).

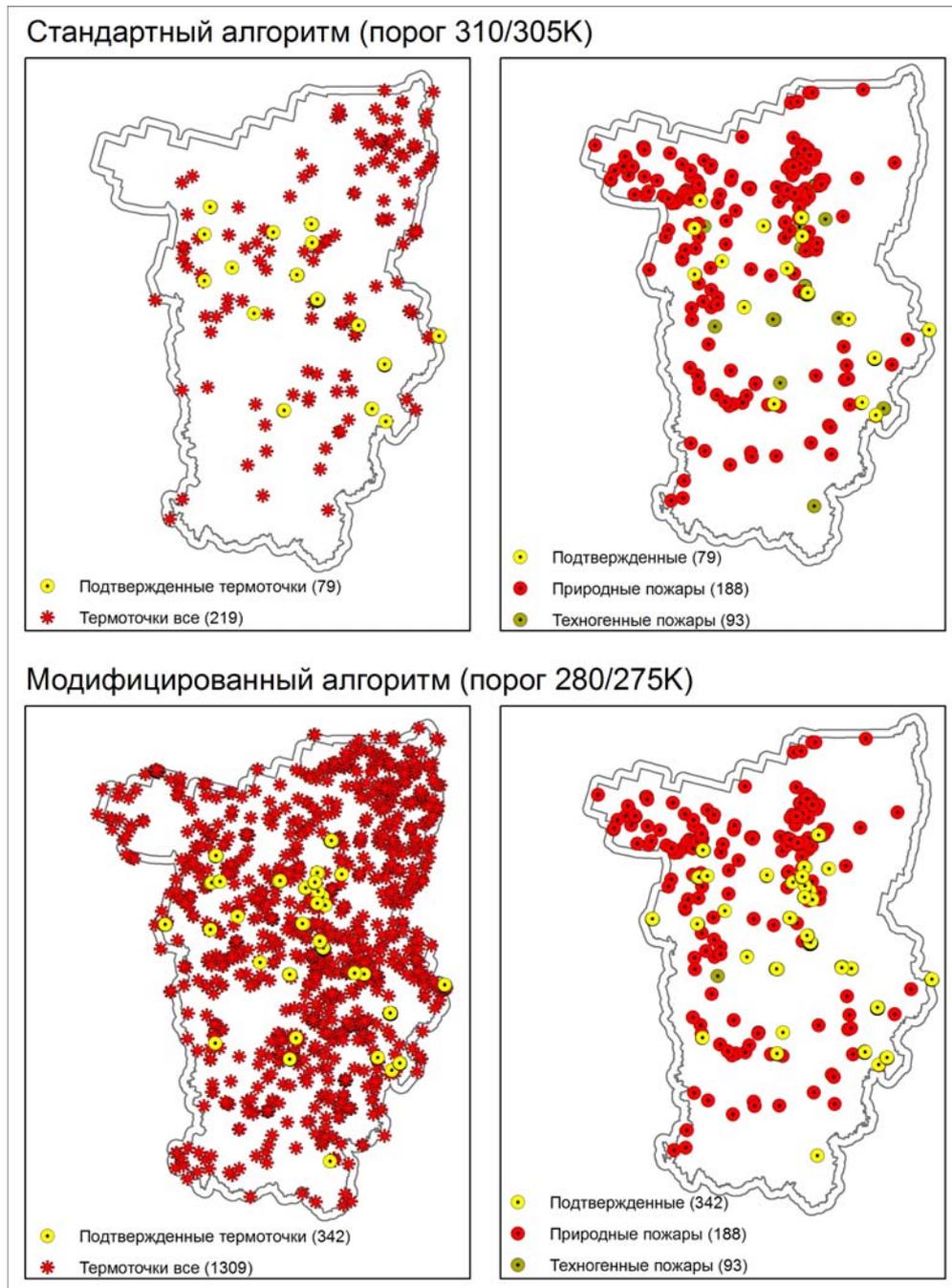


Рис. 1. Детектированные и подтвержденные термоточки

Соответствующие программы (исходные общедоступные тексты пакета программ IMAPP 1.1 – см. [Direct Readout Laboratory, IMAPP]) были перекомпилированы и использованы для расчета по всем наблюдениям территории Пермского края в период 18.04-25.09.2011.

Полученные «горячие» пикселы (далее - термоточки) сопоставлены с официальными данными за этот же период (по местоположению и датам обнаружения) и квалифицированы по категориям: «ложный неподтвержденный пожар» (“false” на диаграммах), «близлежащий неподтвержденный по времени пожар» (“nearby”), «природный подтвержденный пожар» (“natural”) и «техногенный подтвержденный пожар» (“techno”).

На Рис.1 показано распределение термоточек по территории Пермского края с указанием категорий пожаров (общее количество «подтвержденных» термоточек больше числа зарегистрированных пожаров, т.к. к одному пожару может относиться несколько точек). В целом переход от стандартного алгоритма (порог 310/305К) к модифицированному (280/275К) привел к увеличению общего числа детектированных точек с 219 до 1309 и числа подтвержденных пожаров (природного и техногенного происхождения) с 79 (из них 11 природных, 68 техногенных) до 342 (33 природных, 309 техногенных), что в процентах к общему числу детектированных точек составило 36% и 26% соответственно.

Для лесной зоны («густой высокий лес») показатели метода несколько улучшаются – так, доля подтвержденных термоточек при использовании модифицированного алгоритма повышается с 26% в целом до 27% (323 подтвержденных пожара, всего термоточек - 1210) в лесной зоне. Незначительность прироста связана с тем, что 92% территории Пермского края квалифицируется как лес.

На диаграммах boxplot (Рис. 2) показан температурный разброс термоточек по категориям:

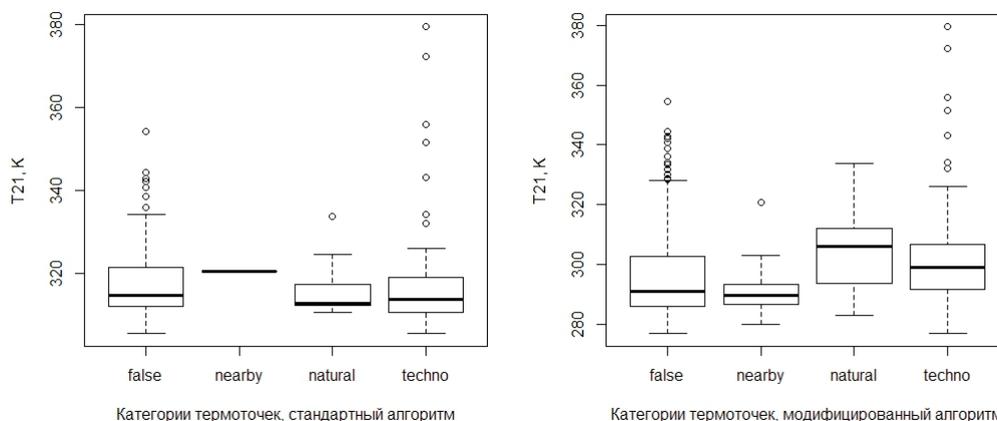


Рис. 2. Разброс термоточек по температуре 4нм канала

Границы «ящиков» отмечают нижний и верхний квартили, жирная линия медиану, «усы» отделяют 95% всех термоточек. Видим, что для стандартного алгоритма нижний квартиль (диапазон, в который попадает 25% всех термоточек с температурой меньше медианного значения) природных пожаров фактически сливается с пороговыми значениями.

Гистограммы распределения спектральной температуры 4нм диапазона (соответствует 21 и 22 спектральным каналам MODIS) при использовании модифицированного алгоритма показывают концентрацию в области несколько выше использованных пороговых значений 280/275К. При этом видно, что природные пожары характеризуются более высокой нижней границей температур, что позволяет утверждать - оптимальное значение нижнего порога лежит в диапазоне 285-290К.

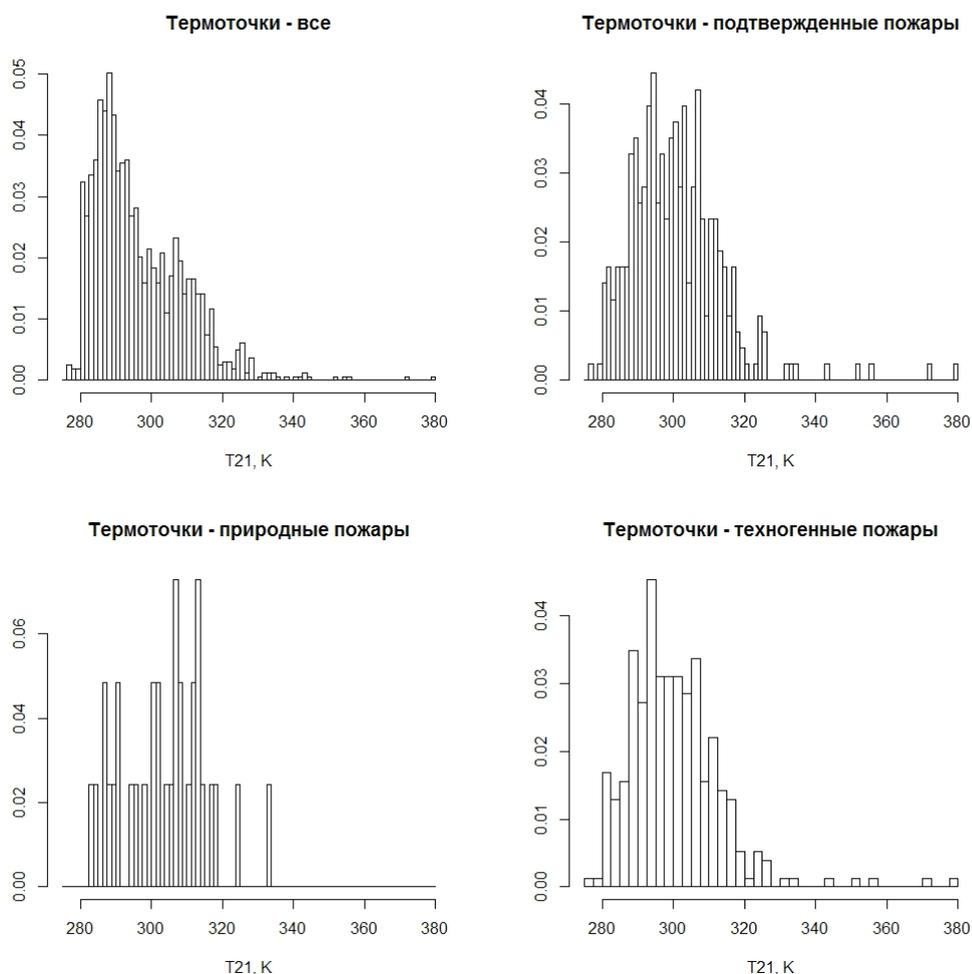


Рис. 3. Распределение термоточек по температуре 4нм канала

## **Выводы**

1) Снижение нижнего порога контекстуального алгоритма до значений 280/275К против стандартных 310/305К увеличивает общее число подтвержденных пожаров более чем в 4 раза (342/79) при одновременном снижении их доли к общему числу детектированных точек на 10%.

2) Для лесной зоны («густой высокий лес») достоверность метода детектирования повышается с 26% (вся территория) до 27% (лесная зона). Преобладание данного типа растительности (92% площади Пермского края) не позволяет выявить различия более заметно.

3) Основной прирост в увеличение доли подтвержденных пожаров внесли пожары техногенного происхождения.

Повышение чувствительности контекстуального алгоритма за счет снижения пороговых значений температуры 4нм спектрального диапазона достигается за счет одновременного снижения общей достоверности. Имеется незначительный резерв для оптимизации алгоритма путем уточнения порога в диапазоне 285-290К. Существенное повышение эффективности детектирования пожаров средствами ДЗЗ следует связывать с появлением более совершенных сенсоров.

## **Библиографический список**

1. Пономарчук А.И., Шихов А.Н. Детектирование лесных пожаров в Пермском крае с использованием данных дистанционного зондирования Земли. Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч. тр. - Пермь, 2011. - Вып.4. - 75 с., с.15-24.
2. Афонин, С.В. Анализ региональных спутниковых данных MODIS PRODUCTS / С.В. Афонин, Н.В. Белов, М.В. Энгель // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса. 2005. Т. 2. № 2. С. 336–342.
3. Louis Giglio. Detection, evaluation, and analysis of global fire activity using MODIS data // Dissertation on degree Doctor of Philosophy, University of Maryland, 2006. UMI Number: 3212607, 247p.
4. Галеев, А.А. Построение адаптивного алгоритма детектирования пожаров / А.А. Галеев, С.А. Барталев, Д.В. Ершов, Ю.С. Крашенинникова и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса. 2008. Т. 5. № 1. С. 58–68.
5. Direct Readout Laboratory, <http://directreadout.sci.gsfc.nasa.gov/>.
6. IMAPP: International MODIS/AIRS Processing Package, version 1.1. <http://cimss.ssec.wisc.edu/imapp/>.