

Картирование крупных пожаров на основе временных рядов данных космического мониторинга

О.П. Архипкин, Л.Ф. Спивак, Г.Н. Сагатдинова

*Институт космических исследований,
Национальный центр космических исследований и технологий
050010, Казахстан, Алма-Ата, Шевченко 15
E-mail: mkmikiz@rambler.ru*

Дается описание ГИС-технологии картирования крупных пожаров на основе совместного анализа временных рядов данных оперативного космического мониторинга об очагах пожаров и площадях, пострадавших от них. Приводятся результаты космического мониторинга крупных пожаров на территории Казахстана в пожароопасный период 2009 года.

Ключевые слова: Космические снимки, дистанционное зондирование, космический мониторинг пожаров, очаги пожаров, пострадавшие от пожаров площади, крупные пожары.

Введение

Космический мониторинг пожаров, развиваемый в ИКИ с 2001 года, можно условно разделить на три составные части: оперативную, обзорную и аналитическую. Оперативный космический мониторинг в настоящее время применяется в режиме реального времени в ряде областей Казахстана, занимающих более половины территории Казахстана. Его основные задачи состоят в оперативном определении очагов пожаров и оценке площадей, пострадавших от них [1,2]. Аналитическая часть состоит в пространственно-временном анализе развития ситуации с пожарами, как в текущем пожароопасном сезоне, так и в разрезе многолетнего пространственно-временного ряда, включая оценку риска возникновения пожаров, которая характеризуется частотой фиксирования пожаров на исследуемой территории за весь период наблюдения. [2,3].

В последние годы проводится также обзорный космический мониторинг, результаты которого представляют собой обобщенную суммарную характеристику крупных пожаров, зафиксированных на территории Казахстана за определенный период времени (декада, месяц, сезон, год). Обзорные карты очагов крупных пожаров формируются на основе комплексного анализа обнаруженных в результате оперативного мониторинга очагов пожаров и площадей, пострадавших от пожаров.

Краткое описание функционирования системы космического мониторинга пожаров в Казахстане

Технологическая схема функционирования системы космического мониторинга пожаров в Казахстане представлена на рисунке 1. Пожары характеризуются двумя основными параметрами: очагами и площадями, пострадавшими от пожаров. Соответственно этому организуется два потока обработки ДДЗ, принятых в режиме реального времени. Все принятые ДДЗ обрабатываются с целью обнаружения очагов пожаров. Результирующие карты, содержащие информацию о расположении очагов пожаров, оперативно пере-

даются в местные органы, а также используются для формирования пространственно-временного ряда ежедневных данных космического мониторинга пожаров.

На основе ежедневных карт очагов пожаров формируются обзорные декадные карты очагов крупных пожаров (смотрите ниже), которые передаются в кризисный центр МЧС, а также образуют свой пространственно-временной ряда декадных данных космического мониторинга пожаров. На основе декадных формируются обзорные месячные карты, а на базе последних - сезонные карты очагов крупных пожаров. Эти карты также передаются в кризисный центр МЧС.

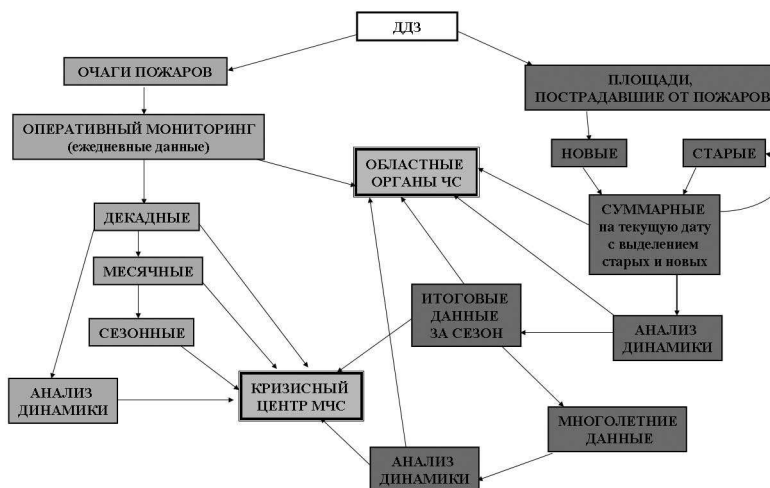


Рис. 1. Технологическая схема работы системы космического мониторинга пожаров в Казахстане

Пространственно-временной ряд декадных данных космического мониторинга пожаров используется также для анализа динамики развития пожароопасной ситуации в текущем сезоне, результаты которого передаются в кризисный центр МЧС. В дальнейшем по мере накопления многолетней информации вводится блок многолетних данных, на основе которого будет проводиться сравнение динамики развития ситуации в текущем сезоне с многолетней.

Для вычисления площадей, пострадавших от пожаров, используются малооблачные дневные данные MODIS, пространственным разрешением 250 м. В зависимости от облачного покрова и интенсивности пожаров, такие данные для какой-либо конкретной территории определяются раз в 3-10 дней. В результате формируются обзорные карты, содержащие информацию о площадях, пострадавших от пожаров, с выделением старых и новых. Старые – это все площади, обнаруженные при всех предыдущих вычислениях, а новые – это площади, обнаруженные в период между текущим и предпоследним вычислениями.

Данные о площадях, пострадавших от пожаров, образуют свой пространственно-временной ряд, который используется для анализа динамики развития ситуации с пожарами в текущем сезоне. Результаты его при необходимости (например, для совещаний) высылаются в областные управления ЧС. В конце пожароопасного сезона получаем итоговые данные, которые передаются и в областные управления ЧС, и в кризисный центр МЧС, и для формирования многолетнего пространственно-временного ряда. По результа-

там анализа этого ряда получаем сравнение динамики развития ситуации в текущем сезоне с многолетней. Эти данные также предоставляются в областные управления ЧС и в кризисный центр МЧС.

Технология картирования крупных пожаров

Алгоритм построения декадных карт крупных пожаров представлен на рисунке 2. При построении этих карт исходными являются дневные и ночные данные Aqua и Terra MODIS для всей территории Казахстана.

На основе всего потока этих данных строятся обзорные карты локальных очагов пожаров для всей территории Казахстана, которые используются для формирования десятидневных композитов. Здесь поясним, что под локальными очагами пожаров понимаются пиксели (точки) на поверхности Земли, характеризующиеся высокой температурой как по абсолютной величине, так и по отношению к окружающей территории. В принципе нужно из этих очагов удалять ложные и стационарные очаги высоких температур, что и делается при оперативном космическом мониторинге пожаров. Однако в данном случае этого можно не делать, так как одиночные очаги без выгоревших площадей удаляются из рассмотрения автоматически.

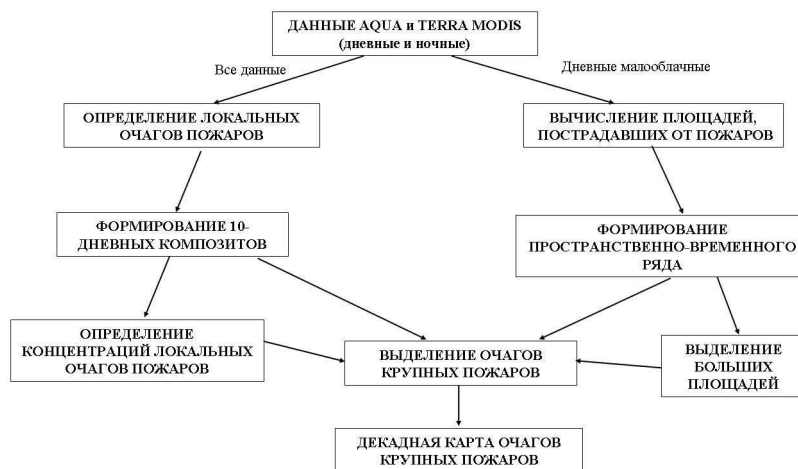


Рис. 2. Алгоритм построения декадных карт крупных пожаров по данным космического мониторинга

Как отмечалось выше, параллельно происходит формирование пространственно-временного ряда данных о площадях, пострадавших от пожаров для всей территории Казахстана. В этом случае используются только дневные малооблачные космоснимки или их фрагменты. Далее на основе двух этих потоков (очаги и площади) и происходит процедура выделения очагов крупных пожаров. Из самого понятия крупный пожар следует, что он характеризуется большой концентрацией локальных очагов и большой величиной площади, пострадавшей от пожаров. Фиксация этих двух величин по данным космического мониторинга имеет следующие особенности.

По данным космического мониторинга фиксируются практически все площади, пострадавшие от пожаров, так как восстановление растительности на этих площадях до-

вольно длительный процесс. Минимальный период восстановления растительности, зафиксированный за 8 лет наблюдения, составил один месяц. Маловероятно, чтобы за этот период хотя бы раз не было хоть одного малооблачного снимка. Однако из-за облачности может происходить существенный сдвиг по времени между процессом горения территории и моментом обнаружения последствий этого процесса, то есть площади, пострадавшие от пожаров в одну декаду, могут фиксироваться совсем в другую декаду.

Что касается очагов, то здесь другая ситуация. На какой-либо конкретной территории из-за облачности и ограниченности времени пролета спутника над этой территорией фиксируются не все локальные очаги пожаров на ней. Поэтому для сглаживания такой ситуации используются все пролеты спутников над этой территорией за сутки. С другой стороны если же очаги пожаров фиксируются, то в этом случае имеется синхронность процесса горения и момента фиксации. Поэтому принадлежность конкретного очага крупных пожаров к конкретной декаде определяется, прежде всего, по относящимся к нему локальным очагам пожаров.

Из сказанного следует, для выделения очагов крупных пожаров по данным космического мониторинга пожаров необходимо проводить комплексный анализ обнаруженных локальных очагов пожаров и площадей, пострадавших от пожаров. Прежде всего, осуществляется определение больших концентраций локальных очагов пожаров и выделение больших площадей, пострадавших от пожаров. Для этого вводятся некоторые пороговые значения. Далее проводится идентификация больших площадей и всех относящихся к ним локальных очагов пожаров, которые берутся из десятидневных композитов. Все эти локальные очаги (концентрированные и одиночные) считаются относящимися к одному крупному очагу пожаров (рисунок 3), характеризующемуся конкретной площадью. При этом к одному крупному очагу может относиться несколько больших концентраций локальных очагов, а сам этот очаг может переходить из одной декады в другую. Крупные очаги нумеруются по мере их идентификации, что позволяет отследить их динамику при переходе из одной декады в другую.

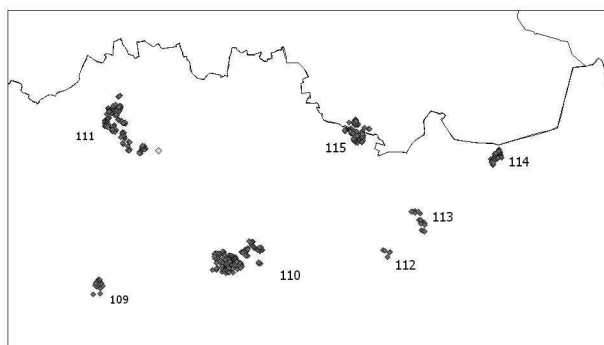


Рис. 3. Фрагмент (север Актобинской области) ГИС-слоя очагов крупных пожаров, фиксировавшихся на территории Казахстана с 11 по 20 июля 2009 года

Большие концентрации локальных очагов, не относящиеся к большим площадям, образуют отдельные крупные очаги пожаров, которые идентифицируются площадями по величине меньшими, чем пороговые и берутся из пространственно-временного ряда площадей, пострадавших от пожаров. Это связано с тем, что в связи с облачностью по площадям бывает временная задержка до трех декад. В дальнейшем возможно проведение корректировки данных.

Теоретически также возможны случаи, когда у больших концентраций локальных очагов отсутствуют большие площади, и наоборот, когда у больших площадей отсутствуют очаги. В первом случае, эти концентрации также определяются в качестве крупного очага пожаров и относятся к той декаде, когда они обнаружены, а соответствующие им площади появятся, скорее всего, позднее. Во втором случае можно говорить, что крупный очаг пожара есть, но его отношение к конкретной декаде требует дополнительного рассмотрения пространственно-временного ряда площадей, пострадавших от пожаров и может остаться неоднозначным.

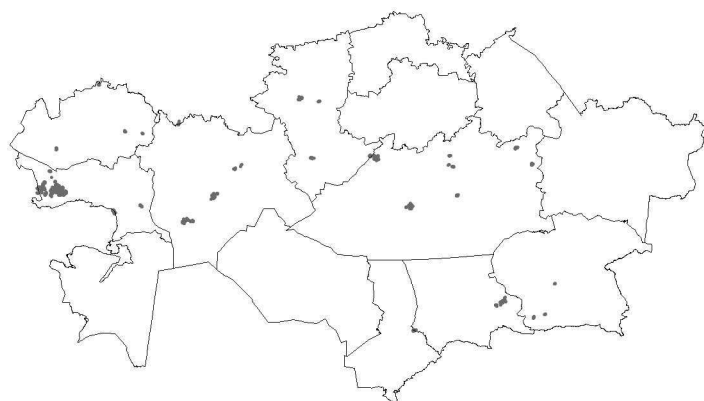


Рис. 4. Обзорная карта очагов наиболее крупных пожаров, фиксировавшихся на территории Казахстана с 1 по 10 июля 2009 года

В результате получается обзорная декадная карта очагов крупных пожаров, образец которой представлен на рисунке 4. На основе декадных обзорных карт в ГИС-среде формируются обзорные карты крупных пожаров за месяц (рисунок 5), которые в свою очередь служат основой для формирования сезонной карты (смотрите ниже).

Полученные данные также используются для проведения анализа динамики развития ситуации с крупными пожарами, как на республиканском уровне, так и в разрезе отдельных областей. По этим данным формируются таблицы и диаграммы, показывающие, как подекадно менялось количество очагов крупных пожаров по республике в целом и для отдельных областей. Тем самым определяем самые пожароопасные периоды текущего сезона, а также области с наибольшей интенсивностью пожаров.

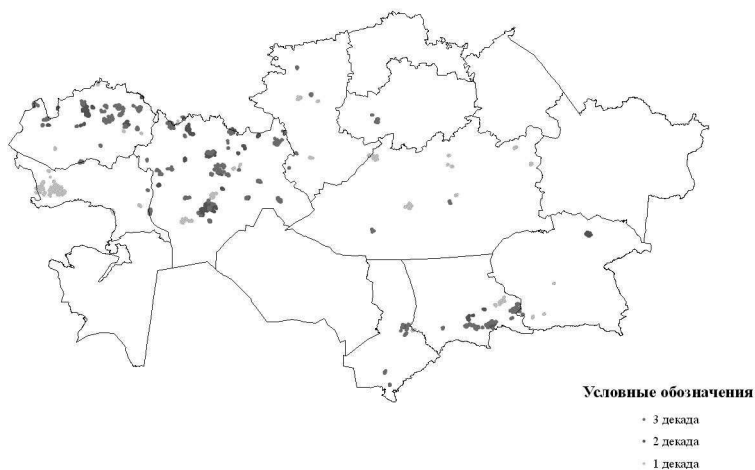


Рис. 5. Карта очагов крупных пожаров, фиксировавшихся на территории Республики в июле 2009 года

Таблица 1. Динамика очагов крупных пожаров на территории Казахстана по данным космического мониторинга в 2009 году

	Июль						Июль						Октябрь						Всего	
	1 дек		2 дек		3 дек		1 дек		2 дек		3 дек		1 дек		2 дек		3 дек			
	ЛО	КО	ЛО	КО	ЛО	КО	ЛО	КО	ЛО	КО	ЛО	КО	ЛО	КО	ЛО	КО	ЛО	КО		
Алматинская							39	3	98	1						12	1			8
Акмолинская					57	1					62	2	59	3	89	4	21	1	18	
Актюбинская	9	1	346	2	123	7	360	4	768	13	1021	21	21	3	241	7	165	7	81	
Атырауская	25	2	313	7	788	3	465	4	1116	1	54	2			116	2	11	1	23	
Восточно-Казахстанская	2	1	34	1	47	1											8	1	6	
Джамбульская					38	1	469	2	144	3	247	9	257	2	34	1			26	
Западно-Казахстанская	16	3	607	13	415	16	32	4	497	9	556	13			22	1			71	
Карагандинская	3	1	6	1	43	2	223	8			27	2	60	4	300	2	93	5	27	
Кзыл-Ординская															25	1			1	
Кустанайская			82	2	132	3	82	3			74	5			223	9	34	2	40	
Мангистауская																			0	
Павлодарская	30	1											129	2	50	4	5	1	10	
Северо-Казахстанская	5	2											21	1					7	
Южно-Казахстанская					9	1			54	1	142	4			10	1			13	
Итого	90	11	1388	26	1652	35	1670	28	1677	28	2183	58	547	15	1122	33	337	18	331	

ЛО – локальные очаги, КО – крупные очаги

Анализ динамики крупных пожаров на территории Казахстана в 2009 году по данным космического мониторинга

В качестве апробации описанной выше технологии был проведен анализ результатов космического мониторинга крупных пожаров в пожароопасный период 2009 года. Картирование очагов крупных пожаров проводилось с начала мая по конец октября. Итоговые результаты картирования очагов крупных пожаров, зафиксированных по данным космического мониторинга в 2009 году на территории Казахстана, представлены в таблице 1 (табличный вид) и на рисунках 6-7 (картографический и диаграммный виды).

Всего за пожароопасный период 2009 года было зафиксировано 331 очаг крупных пожаров. При этом максимальное декадное значения количества очагов крупных пожаров наблюдалось в третьей декаде июля (58 очагов). Далее следуют третья декада июня (35 очагов) и вторая декада октября (33 очага). Из рисунка 7 видно, что динамика развития пожароопасной ситуации в 2009 году четко делится на два периода: первый (май – июль) характеризуется более интенсивными пожарами, второй (август - октябрь) – значительно уступает первому периоду по интенсивности, за исключением второй декады октября.

В таблице 1 даны результаты только для самых интенсивных по пожарам месяцам и итоговые данные. В ней приводятся также данные о локальных очагах (ЛО), относящихся к каждому очагу за время наблюдения очага пожара. Они в некоторой степени характеризуют интенсивность пожаров. Таблица 1 и диаграмма на рисунке 8 дают возможность провести количественную оценку ситуации с крупными пожарами на уровне областей. Почти половина крупных пожаров пришлась на две области Актыубинскую (81 очаг) и Западно-Казахстанскую (71 очаг). Значительно меньше, но достаточно много очагов крупных пожаров зафиксировали в Кустанайской области (40 очагов). На другом полюсе находятся Кзыл-Ординская (один крупный очаг) и Мангистауская (ни одного) области.

Литература

1. *Архипкин О.П., Спивак Л.Ф., Сагатдинова Г.Н.* Пятилетний опыт оперативного космического мониторинга пожаров в Казахстане / Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Сборник научных статей. Выпуск 4. Москва: ООО "Азбука-2000", 2007. Т. 1. С. 103-110.
2. Arkhipkin O.P., Sagatdinova G.N. Functioning of Fires and Flood Space Monitoring System in Kazakhstan // Proceedings of the XXI Congress the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Beijing, 3-11 July, 2008. Pp. 435-439.
3. *Архипкин О.П., Спивак Л.Ф., Сагатдинова Г.Н.* Районирование по степени риска паводков и пожаров территории некоторых областей Казахстана по многолетним рядам ДДЗ / Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Сборник научных статей. Выпуск 6. Москва: ООО «Азбука-2000», 2009. Т. 2. С. 487-496.

Mapping of big fires on the basis of time series of the data of space monitoring

O.P. Arkhipkin, L.F. Spivak, G.N. Sagatdinova

*Space Research Institute, National Center of Space Research and Technology
050010, Kazakhstan, Almaty, Shevchenko str, 15
E-mail: mkmikiz@rambler.ru*

The description of GIS-technology of big fires on the basis of the joint analysis of time series of the data of operative space monitoring about fire centers and the burnt areas is given. Results of space monitoring of big fires in territory of Kazakhstan during the fire-dangerous period of 2009 are given.

Keywords: Space images, remote sensing, space monitoring of fires, fire centers, burnt areas, big fires.