

Аерокосмически мониторинг на горски пожари

Гаро Маргиросян

Откриване и следене на развитието на горски пожари

До началото на космическата ера е имало случаи, когато в отдалечени и труднодостъпни райони на света в продължение на седмици са горели горски пожари, без да бъдат забелязвани. Днес това не може да се случи, защото само след броени минути или часове от началото на горски пожар той се регистрира или от апаратурата на изкуствените спътници на Земята (ИСЗ), които за по-кратко наричаме сателити, или от космонавтите от борда на пилотираните космически кораби и научноизследователските орбитални станции.

На космическите изображения горският пожар се характеризира с двата си основни елемента: огнището на огъня и димния шлейф. Шлейфът, наричан още и факел, се вижда от Космоса като тънък клин, насочен по посоката на вятъра. По върха на клина се определя местоположението на огнището, а по размерите му – интензивността на пожара. Понякога дължината на димния факел достига до стотици, дори и до хиляди километри.

Мониторингът на горски пожари е едно от най-ефикасните приложения на дистанционните аерокосмически методи и технически средства при изучаването на природни бедствия.

Експериментално е установено, че димните шлейфове се дешифрират най-добре на снимки, направени във видимия диапазон на електромагнитния спектър. На множество космически фо-

тографии се виждат добре шлейфовете на горските пожари.

За откриване на огнища на горски пожари по-ефикасни са топлинните снимки в далечната инфрачервена (ИЧ) област на електромагнитния спектър, както и в микровълновата (свръхвисокочестотната – СВЧ) област.

При инфрачервени топлинни космически снимки се дешифрира и огнището на пожара, което е скрито под димния факел и е невидимо при снимките във видимата област на спектъра. Такива снимки се правят редовно от сателити над териториите на САЩ, Канада, Русия и други страни. Тези снимки имат пространствена разделителна способност около 3 км. Когато обаче се правят през нощта, благодарение на много големия температурен контраст между огнището на пожара и хладния нощен фон разделителната способност се подобрява



От Космоса пожарът се вижда като клин, върхът на който е огнището

около 60 пъти, което позволява откриването и на по-малки пожари.

Но на нощния фон на Земята освен горски пожари има и множество други топлинни аномалии, предизвикани от стационарни антропогенни източници – градове, промишлени обекти, енергетични съоръжения и др. Затова всяка новополучена космическа снимка трябва да се съпостави с по-стари, за да се открият действително новопоявилите се източници на топлинни аномалии, а именно пожарите. Различаването на горските пожари се улеснява и от факта, че радиационната температура на пожарите е значително по-висока от тази на стационарните източници.

Някои други източници на открит огън, например при нефтени сондажи или нефтопреработващи предприятия, независимо от високата си температура се отличават на космическите снимки от горските пожари с по-малките си размери, а от друга страна, координатите на такива източници на топлинни аномалии са известни.

Перспективни за мониторинг на горски пожари са дистанционните снимки в микровълновия, т.е. СВЧ обхват, защото излъчването в сантиметровия обхват прониква не само през дима, но и през облаците. Засега обаче разделителната способност на СВЧ космически измервателни системи е от порядъка на 3 – 5 км, което не е достатъчно



Схема на разположението на огнища на горски пожари в Якутия по космически снимки от сателита „Аква“. Ширината на снимката съответства на разстояние 325 км

за детайлното изучаване на горски пожари. За сметка на това обаче самолетните микровълнови изследвания на горски пожари дават много добри резултати.

Дистанционни космически снимки, на които се откриват горски пожари, се получават редовно от сателитите „Landsat“, „Метеор“, „Meteosat“, „SPOT“ и други, предимно метеорологични сателити.

Още в третата четвърт на миналия век, например през горещото лято на 1969 г., редица големи пожари на територията на Аляска са наблюдавани всекидневно чрез телевизионни снимки от сателити. В продължение на около два месеца през сухото и горещо лято на 1972 г. от сателити е следе-

но развитието на десетки горски пожари, избухнали в централната и северната част на руската равнина.

Космическият мониторинг на горски пожари е особено актуален за територията на Русия. Оперативният контрол на огромните горски масиви на Сибир и Далечния изток с авиационни средства изисква големи финансови инвестиции. Поради това са разработени и предложени различни методи за оперативен космически мониторинг на горските пожари в Русия.

Изискването за оперативен контрол на големи територии е мотивация за използването на геостационарни ИСЗ от типа „Молния“ за откриване и следене на горски

пожари. Естествено, очевиден недостатък на такава схема е необходимостта от високочувствителна апаратура, способна да открива горски пожар от геостационарна орбита с височина $H \approx 40\,000$ км.

Много по-рационално за търсене на огнища на горски пожари се оказва използването на данни от радиометъра AVHRR, монтиран на метеорологични сателити от серията „NOAA“. Едновременно на квазикръгови слънчевосинхронни орбити с височина $H \approx 850$ км се намират поне два спътника от тази серия, което гарантира получаване на информация от даден район на земната повърхност с периодичност, не по-малка от четири пъти в денонощие.

Разработени са методи за откриване на горски пожари по топлинното излъчване в ИЧ диапазон. При сравнителни анализи между съществуващите методи за обработка на данните чрез числено моделиране се

оказва, че оптималността на метода на обработка не зависи от модела на атмосферата и от вариациите на температурата ѝ в границите на 285 – 303 К. Същото е в сила и за яркостната температура на горския пожар, ако тя е в границите между 600 и 1200 К. Температурата обаче има решаващо значение за минималния размер на дешифрируемия пожар. Например при увеличаването ѝ от 800 на 1000 К относителният линеен размер на минималния различим пожар се намалява около 1,6 пъти. От своя страна, използването на оптимален метод за обработка на космическите ИЧ снимки дава възможност да се намали минималният размер на поддаващия се на дешифриране горски пожар, като например при температура 800 К този размер е около 8 м. И ако например се приеме максимална скорост на разпространение на пожара във всички посоки около 20 см/мин., може да се



Визуално наблюдение на горски пожар от борда на вертолет

види, че използването на оптимален метод на обработка дава възможност пожарът да се открие 20 – 30 мин. по-рано.

Получаваните от метеорологични сателити снимки на даден горски пожар са много ценни и за прогнозиране на по-нататъшното му развитие. Това е така, защото на тези снимки има информация и за метеорологичните параметри, които влияят на развитието и разпространението на огъня. Метеорологичната информация е решаваща и при взимането на решение дали да се гаси огънят или да се ограничи разпространението му чрез изкуствено предизвикване на дъжд. Основен критерий за прилагането на този начин за борба с горските пожари са количеството и видът на облаците над огнището, от което пък зависи водосъдържанието им.

Съществена роля при откриване и слеждане на развитието на горски пожари имат и визуалните наблюдения. Едни от първите наблюдатели на горски пожари от Космоса са екипажите на ПКК „Ароло-7“ и „Союз-3“ през есента на 1968 г. В следващите години от борда на „Союз-6“, „Союз-7“, „Союз-8“, „Салют“ и „Skylab“ космонавтите откриват и следят редица пожари. На 20 юни 1975 г. екипажът на орбиталната станция „Салют-4“, прелитайки над Канада, вижда в

тайгата неголям пожар, димният факел на който обаче е дълъг 250 – 300 км. Същият пожар наблюдават и описват и космонавтите, осъществили съвместния космически полет на „Ароло“ и „Союз-19“.

Големи горски пожари в Африка, Австралия, Южна Америка и Русия са наблюдавани от орбиталните станции „Салют-5“ и „Салют-6“, пилотируания космически кораб „Союз-25“, космическите совалки „Columbia“, „Challenger“ и „Discovery“. В някои случаи огнищата на пожарите са били толкова близко едно до друго, че създавали впечатление за димящи фабрични комини. Според някои космонавти пожарите в Сибир изглеждат по-различно от африканските – димният шлейф на сибирските пожари е по-черен и по-гъст.

Космонавти наблюдават и генерирането на горски пожари при падане на мълнии.

Много горски пожари са наблюдавани от борда на орбиталния комплекс „Мир“. Рекордът е поставен през лятото на 1985 г., когато за петнайсетминутно прелитане над Африка космонавтите изброяват близо 40 огнища на пожари в саваната. Понастоящем ефективно визуално откриване и изследване на горски пожари се прави от борда на Международната космическа станция.



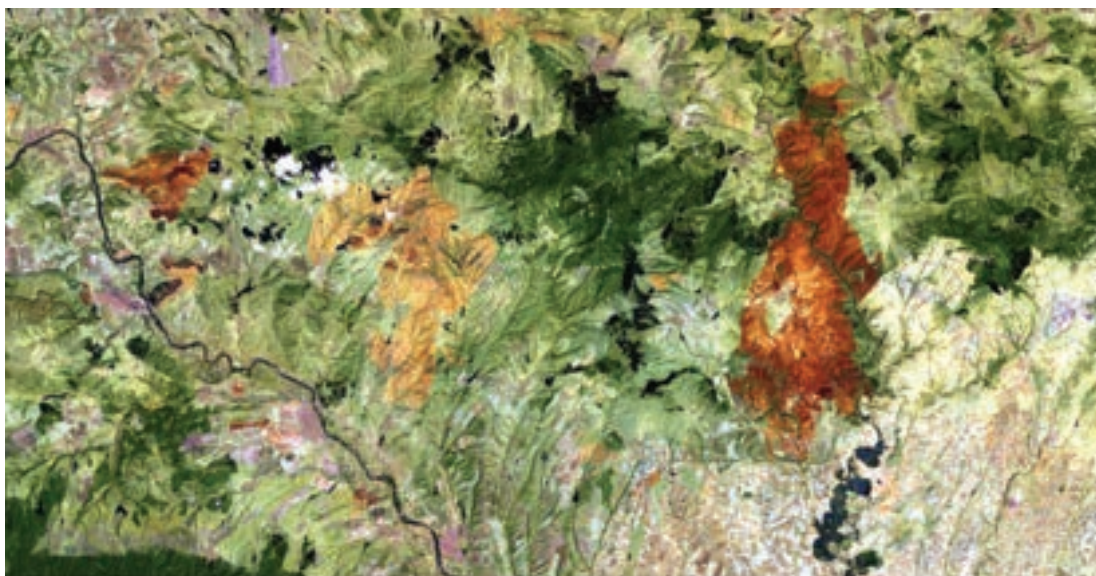
Валенсия – Испания – снимка от борда на самолет



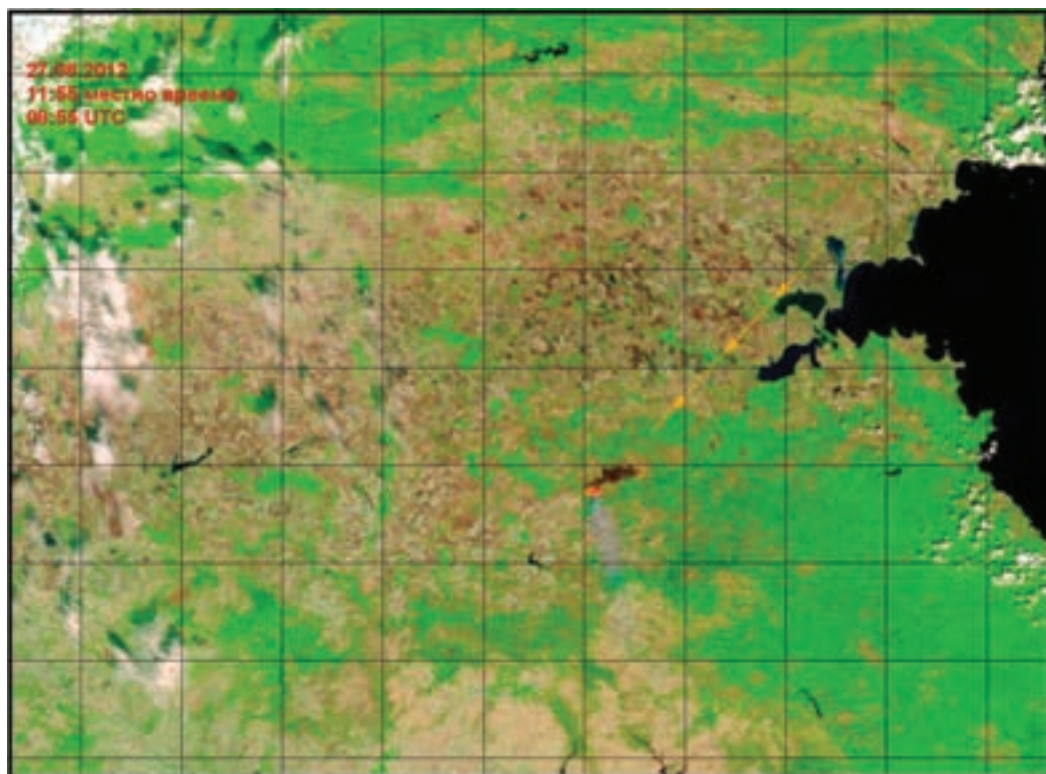
Горски пожар в щата Монтана – САЩ. Снимка от борда на Международната космическа станция



Обработено космическо изображение на последствията от горски пожар в Националния парк Валдо в Колорадо през месец юни 2012 г. В тъмен фототен са напълно уникожените горски площи



Изгорели площи от пожари през 2007 г. в Хасковска област. Изображение от „Landsat TM“



Пожар в община Средец от 27.08.2012 г. Изображение от сателита „Terra“

Използване на аерокосмически снимки за оценка на последствията от горски пожари

Актуалността на изследването на последствията от горски пожари е обусловена от големите по мащаб и с дълготраен характер техни въздействия върху екологичната обстановка на огромни територии. За оперативно, надеждно и мащабно такова изследване дистанционните аерокосмически методи, технологии и средства са незаменими.

Една от основните задачи е районирането на засегнатите територии по степента на нарушеност от пожарите. Опитът показва, че картите на нарушеност на горите, съставени с използване на аерокосмически снимки, дават обективна информация за състоянието на горите, подложени

на продължителното влияние на пожари. Най-подходящи за такова картографиране са черно-бели и спектрозонални космически снимки, направени в периода юли – август, т.е. във времето от пълното развитие на листата в короните на дърветата до тяхното есенно оцветяване.

В Института за космически изследвания и технологии при Българската академия на науките повече от 12 години се извършва аерокосмически мониторинг на горски пожари. Създадена е тематично ориентирана web база данни, съдържащи сателитни изображения за екологичен мониторинг на територията на България. Базата съдържа набор от всекидневни данни от 2004 г. досега за горски и полски пожари, класифицирани по различни критерии. ■

Илюстрации: NASA, ESA и РОСКОСМОС

ЛЮБОПИТНО

Тежката заханка на тиранозаврите



Между обитателите на сушата през далечната мезозойска ера от историята на Земята тиранозаврите били сред най-едрите влечуги. Те са живели поточно през периода креда, т.е. преди около 145 – 65 милиона години, и са били едни от най-едрите и свирепи хищници. Размерите им достигали до 10 – 13 м дължина и 6 – 7 м височина, а теглото – около 9 тона! Най-едрият открит досега скелет е този на тизанозавър, с научното име *Tyrannosaurus rex*, т.е. Царски тиранозавър, който много десетилетия е държал рекорда за най-едрия представител от надразреда на Динозаврите (Dinosauria). Днес той вече е отстъпил „почетното“ място на групи видове древни изкопаеми влечуги от родовете *Gigantosaurus* и *Carcharodontosaurus*, населявали нашата планета през втората половина на креда.

Едно от най-страшните оръжия на тиранозаврите в борбата им за съществуване през онези страховити времена били техните челюсти, с дължина до 1,2 м, които били снабдени с голям брой различни по големина зъби, наредени като трион върху горната и долната челюст. Техният брой достигал до 60 при едрите влечуги, а дължината им – до 25 – 33 см с корените. Зъбите били с различна големина, защото ако някой от тях се счупвал по време на жестоките битки с групи едри хищници през мезозойската ера, на негово място израствал друг, който го замествал. Тези огромни челюсти били снабдени и с не по-малко страшни мускули, които заханвали жертвите или неприятелите със сила, която е трудно да си представим днес.

В миналото са изказвани различни предположения за силата на тези мускули и

натиска на челюстите при заханките на тиранозаврите, но те се базирали главно на морфометричните измервания на черепа и челюстите. Едва в последните години екип от учени от университети в Оклахома и Флорида (САЩ), чрез използването на по-съвременни методи – компютърна томография, виртуални експерименти, сравнения със заханката на съвременни алигатори и др., са получили по-точни данни за силата на челюстите и заханката на дървените тиранозаври. Резултатите са обобщени и публикувани в края на 2016 г. в международното научно списание *Scientific Reports* в статията от д-р Пол Жиняк (Dr Paul Gignac) и д-р Грегъри Ериксън (Dr Gregory Erickson). Според двамата учени средната сила на заханката на тиранозаврите е около 34 000 нютонa, което се равнява на около 3000 kg, или над 3 тона! (Да припомним, че един нютон (1N) е единица мярка за сила, която се изчислява по формулата

$1N = 1 \text{ kg} \cdot 1\text{m/s}^2$). Дватама автори уточняват, че тази гигантска сила са имали само възрастните тиранозаври с добре развита зъбна система, и това се дължи не само на мускулите, но и на особената структура и разположение на остриите конични зъби с дълбоки корени в здравите челюсти.

Между съвременните обитатели на Земята хищници с подобна мускулна сила са хиените. Известно е например, че те с лекота чупят костите на значително по-едри от тях животни, включително и на слонове и носорози. А известният писател и пътешественик Джералд Даръл е наблюдавал и случаи, когато африкански хиени чупят като кибритени клечки дървените приклади на ловни пушки и даже оставят ярки следи от зъбите си и върху железните цеви на ловните оръжия.

По Scientific Report u Life Science

