



Изучаване на мълнии чрез космически технологии

Гаро Маргироян

Ефективно изучаване на мълниите чрез космически технологии води началото си от 80-те години на миналия век. Дотогава информацията, получена от сателити, се е използвала предимно за качествен

анализ. Едни от първите изследвания на мълниеви разряди с космически методи и средства са направени чрез орбитални слънчеви обсерватории от типа „OSO“ (Orbital Sun Laboratory). Това са сателити, летящи по орбити с височини в апогей $H \gg 600$ km, в перигей $H \gg 530$ km и с наклони $a \gg 30^\circ$. За изследване на мълнии са използвани оптични сензори на мълнии OLS (Optical lightning Sensor), които се състоят от 12 силициеви фотодиода с поле на обзора на ниво земна повърхност 700×700 km. Амплитудата на регистрирания светлинен ефект на мълнията се цифрова в 16 дискретни нива с честота на дискретизация 1 s.

Поради други приоритетни задачи, сателитите от типа „OSO“ предават към Земята само ограничен обем данни за регистрираните мълнии. При анализа на данни

Независимо от честото си проявяване, електрическите разряди в атмосферата са едно от най-загадъчните и недостатъчно изучени явления. Благодарение на космическите технологии през последните години има сериозно изменение на нашите представи за причините и механизмите на пораждање и действие на мълниеви разряди.

ме от 15 статистически подбрани орбити в периода от септември 1974 г. до март 1975 г., е установено, че на 10 от тях са регистрирани около 10 хил. мълниеви разряда. Изчислената средна електрическа

мощност на мълниите е от порядъка на $1 \cdot 10^5$ kW, като само около 2% от всички мълнии са с мощности, превишаващи 10^7 kW.

За да се установи разпределението на мълниите в глобален мащаб, сензорите OLS са монтирани и на метеорологични сателити „DMSP-8531“ (Defense Meteorological Satellite Program). Тези сателити са на Военновъздушните сили на САЩ и летят на слънчевосинхронна полярна орбита с височина $H \gg 840$ km, наклон $a \gg 99^\circ$ и период $T \gg 102$ min. Сензорите се включват, когато сателитът е на нощната страна на Земята, около полунощ по местно време.

По нощните изображения на Земята, получени от метеорологични сателити в диапазона $0,45 \text{ m} < \lambda < 1,1 \text{ m}$, чрез установяване на броя и мястото на мълниите могат да се очертаят границите на силни



Така изглеждат мълниите от космоса. Фотография на американския астронавт Роналд Гаран от борда на Международната космическа станция през месец март 2011 г. от височина 350 км.

бури. Като индикатор за развитието им може да служи плътността на мълниите. Първият характерен сполучлив опит в тази насока е още при силната буря на 14 ноември 1972 г. над западната част на Флорида, когато е изчислена плътност на мълниите около $2,4 \cdot 10^{-5}$ мълнии за 1 с на 1 km^2 . При втория случай в зоната на много силна буря на 3 април 1974 г. е регистрирана около 6 пъти по-висока плътност – $1,5 \cdot 10^{-4}$ мълнии за 1 с на 1 km^2 .

Глобално изследване на мълнии е организирано с помощта на базата данни, получавани от скенери с висока разделителна способност, монтирани също на сателити от серията „DMSP“. Високочувствителният скенер има максимална чувствителност при $\lambda = 0,80 \text{ m}$, а ширината на работния диапазон е от 0,57 до 0,97 m. Това позволява получаване на изображения на мълнии през голяма част от денонощието. Мълниевите разряди са дешифрирани на нощни изображения, направени в диапазона географски ширини между $60^\circ \text{ ю.ш.} - 60^\circ \text{ с.ш.}$ Мълниите



Една от първите снимки на мълния от 1882 г., Фотограф Уилям Н. Дженингс



Мълния, удряща Айфеловата кула в Париж на 3 юни 1902 година. М. G. Lorré

„OSO“, „DMSP“, „Explorer“ и други в няколко-месечни интервали мълнии над географски ширини между 60° с.ш. и 60° ю.ш. за два момента през денонощието: при смрачаване и при разсъмване.

За изучаване от космоса на процесите на образуване и разпределение на електрическите заряди в атмосферата, на глобалната електрическа система и на йоносферно-магнитосферните връзки се използва сензорен комплект LIP (Lighting Instrument Package). В тези изследвания се набляга и на разработването на алгоритми, които използват данни за мълнии, както и координатен достъп до тези данни. Използват се оптични сателитни сензори за регистриране на светкавици като например OTD (Optical Transient Detector), LIS (Lighting Imaging Sensor) и др.

LIP носи своето начало още от 1980 г. и включва сензори, които измерват оптичните и електричните емисии, свързани с мълниите. Регистрира се и спектърът на светкавиците във видимия и в близкия инфрачервен диапазон. През нашия век се из-

се откриват лесно, защото за разлика от факлите на горски пожари, от открит огън на нефтени сондажи или от светлини на големи градове, на изображенията те се характеризират с много по-малката си ширина. Освен това мълниите винаги са на фона на облачност.

В редица последващи изследвания, базиращи се на сателитни данни, е установена разлика между плътността на мълниите над сушата и над океаните. С цел установяване на вероятния механизъм за генериране на тази разлика са използвани регистрираните чрез сателити от сериите



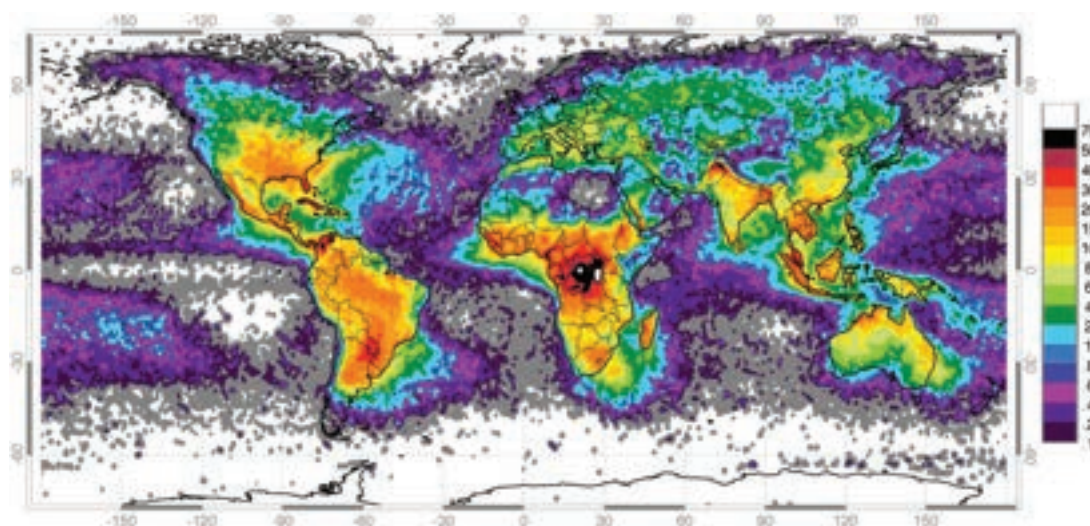
*Гръмотевична буря над Бостън
Снимка Филип Престън*



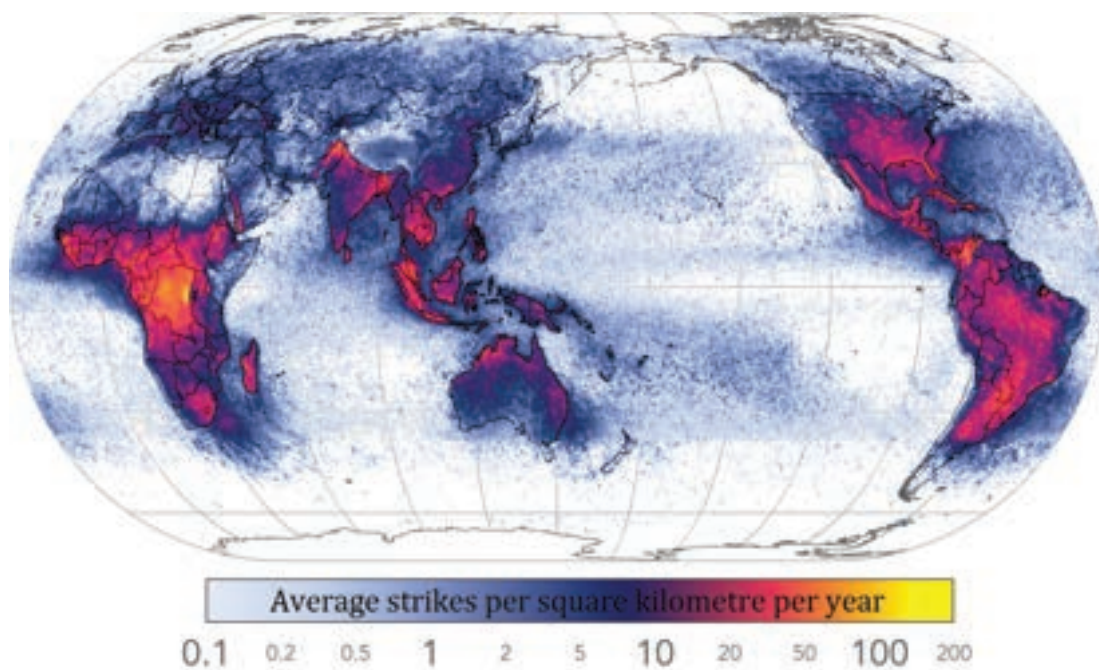
Мълния, заснета от ВВС на САЩ над Ню Мексико



Мълния над София



Честота на мълниеви разряди по света по данни на NASA. Показва се ясно неравномерното разпределение на светкавиците. Данните са от април 1995 до февруари 2003



Честота на мълниите на квадратен километър в година по данни от спътниковото наблюдение за 1995-2003 г. Автор Citynoise при English Wikipedia

ползват и подобрени LIP-версии, които могат да регистрират общото количество на мълниите при буря и да правят разлика между вътрешнооблаковите разряди и разрядите облак-земя.

Мълнии са изследвани и чрез сателити от сериите „NOAA“, „Ariel“ и др.

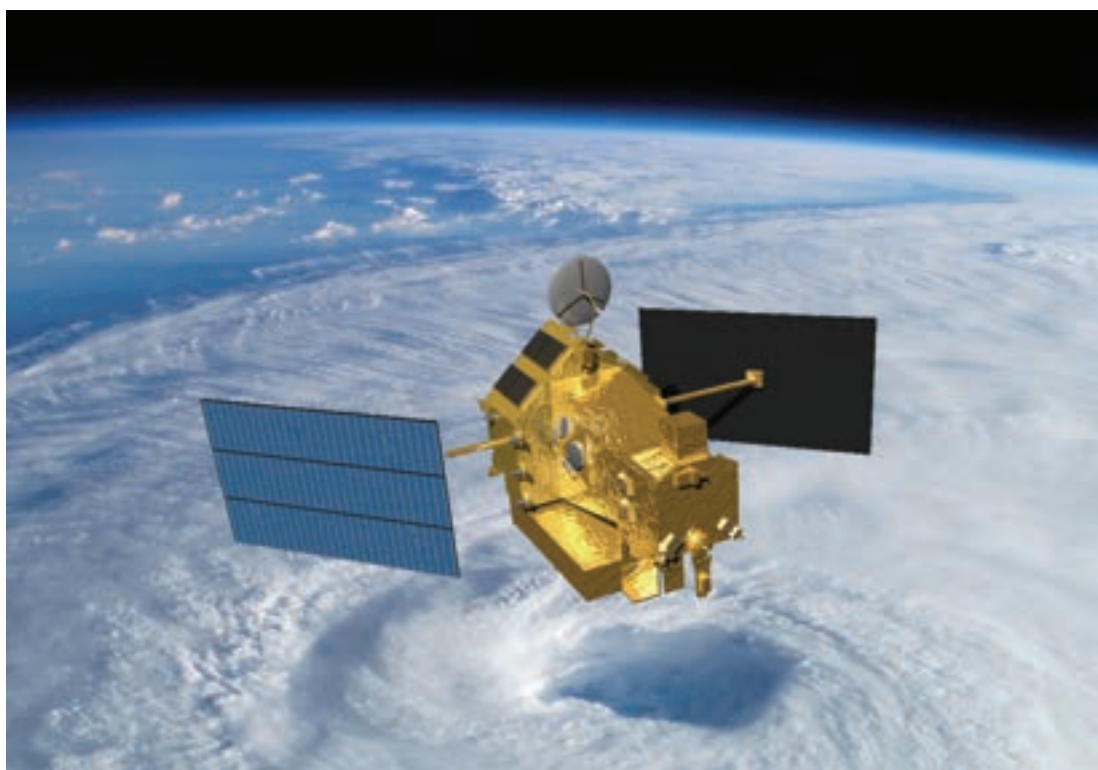
Безброй мълнии наблюдават почти без изключение всички космонавти. Според тях, гледани от Космоса мълниите изглеждат по-различно, отколкото от Земята. По време на буря от борда на космическия летателен апарат те се виждат като „непрекъснати“ и „във всички посоки“, „осветяващи почти целия хоризонт“.

Космическата апаратура за изучаване на мълнии трябва да притежава редица специ-

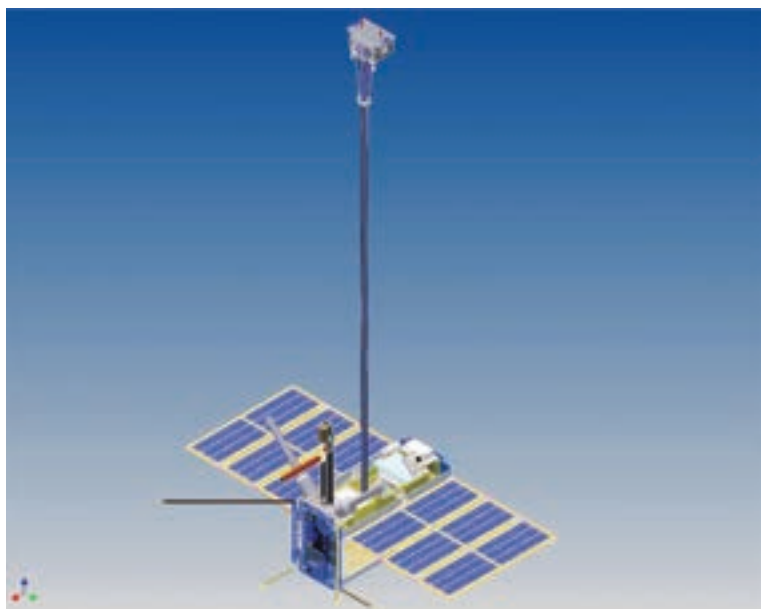
фични характеристики и на първо място да има много висока разделителна способност по време - от порядъка на наносекунди. Обемът на получаваните данни е изключително голям – за много кратко време (от порядъка на 10 микросекунди) трябва да се анализират и зарегистрират до 100 гигабайта данни. При такива параметри непрекъснат запис на наблюденията е невъзможен.

На борда на сателита на НАСА – TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) вече 17 години успешно работи модернизиран вариант на системата LIS за регистрация на атмосферни мълнии.

Наблюденията над мълниите напоследък стават все по-интензивни, като в тях се включват спътници на различни страни.



Сателитът TRMM



Микроспътникът „Чибис-М“



Артистична рисунка на сателита Taranis



Геостационарният сателит GOES-16

През 2011 г. от борда на товарния космически кораб „Прогрес М-13М“ в околоземна орбита е изведен руския микроспътник „Чибис-М“. Неговото основно предназначение е изследване на физичните процеси при електрически разряди в атмосферата.

България също се включва в този процес. На микросателита „БалканСат“, разработван от балканските страни с водещо българско участие, наред с другите апарати и системи за дистанционно изследване на Земята и контактни измервания на космическата плазма, се предвиждат и сензори за регистрация на атмосферни мълнии.

Френският сателит на CNES носи името на келтския бог на гръмотевиците Таранис. На височина около 700 km този сателит е целно позициониран за изучаване на бурите и мълниците в горните слоеве на атмосферата.

Специалисти от НАСА твърдят, че благодарение на сателита GOES-16 (Geostationary Operational Environmental Satellite) изучаване-

то на мълнии стана много по-лесно и ефективно. Сателитът е изстрелян от Кейп Канаверал на 19 ноември 2016 г., с планиран активен „живот“ 15 години. Първите снимки са направени на 14 февруари следващата година. От геостационарна орбита с височина около 36 хил. km чрез системата за геостационарно картографиране на мълнии GLM (Geostationary Lightning Mapper) се прави непрекъснато наблюдение на мълненосната дейност в западното полукълбо. Системата е способна да определя и енергията на мълниците в kWh.

Тази спътникова информация, заедно с радиолокационните данни и информация от други сателити, позволява с висока точност да се прогнозира бури, да се води ефективна борба с пожари, предизвикани от пагане на мълнии в сухи райони и да се предупреждава населението за опасна мълниеносна дейност. ■

Илюстрации: CNES, NASA, Роскосмос