

Визуални изследвания от Космоса

Как и какво виждат космонавтите от околоземна орбита

Гаро Маргироян

*„... Хубав изглед към Земята, обгърната в красив син ореол.
Имаше преминаване от светло към тъмно синьо, през Виолетово
до абсолютно черно. Великолепна картина!“*

Юрий Гагарин – 12 април 1961 г.

Широко известно е неговото почти лирично описание на нашата планета, каквато я виждат за първи път човешки очи от Космоса. Ето някои фрагменти от разговора на Центъра за управление на полетите с Гагарин: „Наблюдавам Земята. Различавам гънките на терана, гори. Наблюдавам облаците над Земята, малки, купести... Мястото на кацане...Красиво, каква красота!“.

След полета Гагарин подробно описва своите усещания и наблюдения, а него-

Още първите полети на човек във въздуха са свързани с наблюдения на земната повърхност. Това се отнася както за полетите с балони, аеростати, самолети и хеликоптери, така и за полетите на човек в Космоса. Първият човек, летял в Космоса през 1961 г. – Юрий Гагарин, прави от борда на пилотируения космически кораб (ПКС) „Восток-1“ и първото визуално наблюдение на Земята от околоземна орбита.

вите запуски са в основата на подготовката на космонавти за визуални наблюдения на Земята.

А визуалната информация си има и свои физиологични особености, които трябва да се отчитат. Зрението по принцип „доставя“ най-значителната

част от информацията за околната среда. Зрителният акт у човека включва четири вида усещания:

– усещане на светлината – светлоусещане;

- усещане на формата и големината на предметите – формено зрение;
- усещане на цветовете – цветоусещане;
- усещане на дълбочина и пространство – пространствено (стереоскопично) зрение.

На Земята човек възприема 85 – 90% от цялата информация чрез очите си. А в условията на космически полет ролята на човешкото зрение става още по-важна. Чрез него човек, живеещ и работещ на околоземна орбита, получава около 95% от информацията за обкръжаващия го свят.

Жизнените и работните условия по време на космически полет съществено се различават от нормалните условия на човешкия живот на Земята. Динамичните фактори, определящи „космическите условия“ могат да се групират в три групи:

- скорост, ускорение и претоварване;
- шум и вибрации;
- безтегловност.

При полети с космически летателни апарати (КЛА) *скоростта* оказва съществено въздействие върху организма на човека в случаите, когато е свързана с появата на *ускорения* или *претоварвания*. Претоварването се измерва в относителни единици, изразяващи колко пъти се е увеличила масата на тялото при даденото ускорение в сравнение с масата му на Земята. Например при излитането на тристепенна ракета носител, с включване на двигателите на всяка степен тялото на космонавта изпитва ускорения, достигащи до 6 – 7 пъти земното ускорение *g*. Претоварването е много важен динамичен фактор,



Юрий Гагарин в космическия кораб „Восток 1“. Неговите наблюдения по-късно се изучават в подготовката на следващите космонавти

влияещ върху организма на космонавтите, включително и на зрителната им система. Затова и по време на старт и приземяване визуални наблюдения и научноизследователска дейност не се извършват.

Един от най-важните и характерни фактори, влияещи върху космонавтите е *безтегловността*. Това състояние настъпва след извеждане на КЛА в орбита. Безтегловността влияе върху кръвообращението, гишането, сърдечната дейност, работата на централната нервна система, сетивните органи и т.н. Под въздействие на безтегловността се нарушава ориентацията на човека в пространството, която, както е известно, се осъществява чрез сложно функционално взаимодействие между зрителния, слуховия и вестибуларния апарати. Обективните изследвания чрез тестове още на борда на ПКК „Восход-1, -2“ и „Союз-3 до -9“ показаха, че най-значителни функционални изменения на зрителната система на космонавтите настъпват през първото денонощие от полета, т.е. до около 17-тата обиколка около Земята. Тогава зрението се влошава с 10 – 30 %. След това, някъде към третото или четвъртото денонощие започва подобряването му



Астронавтката Карен Найберг прави визуални изследвания по време на 6-месечния си престой на Международната космическа станция

и то се доближава до предполетното си състояние. По-късно този процес на възстановяване спира и започва период на ново леко влошаване на функциите на зрителната система. Около седмия ден започва вторично подобрене на зрението, което се оказва по-устойчиво от първото. Разбира се, тези изводи са направени на базата на осреднени данни от изследвания на 15 космонавта, като в редица случаи се наблюдават значителни отклонения, зависещи от индивидуалните особености на всеки от тях.

В сложните условия на космически полет няма възможност да се изследва влиянието на отделните стресори върху функцията на зрителната система на космонавтите. Затова са определени няколко функционални показателя на зрителната система, за които може да се приеме, че до голяма степен обуславят ефективността на визуалните наблюдения от Космоса. Тези показатели са:

- острота на зрението (разделителна способност),
- контрастна чувствителност,
- цветоразделно зрение
- оперативна зрителна работоспособност.

Последният параметър в известна степен е обобщаващ, защото отчита едновременно честотно-контрастната характеристика и инертността на зрението.

Експериментите и изследванията, които се правят още от първите пилотираны космически полети, показват, че остротата на зрението на космонавтите се изменя незначително в

различните стадии на полета, докато в същото време значително се понижава оперативната зрителна работоспособност. По всяка вероятност в условията на безтегловност се нарушава не само общата координация на движенията, но и координацията на групата двигателни мускули на очите. Усилието на тези мускули да изменят посоката на наблюдение и точката на фиксиране на погледа сякаш се оказват прекалени и излишни, затова погледът като че ли бързо преминава през необходимата посока и точката за фиксиране. Това се оказва особено характерно при наблюдение на обекти с малки размери, докато при виждане на едромасабни обекти подобно явление не е забелязано.

При нормални условия на осветеност зрителната система на човека има много висока контрастна чувствителност, която в най-благоприятните условия може да достигне до 1 – 2 %. При ниски нива на яркост и осветеност обаче праговите контрасти на зрителната система рязко спадат.

Отчетите на космонавтите за визуалните им наблюдения потвърждават различията в изменението на цвето-

разделното зрение. Във всички съобщения космонавтите говорят за широка цветова гама на земните пейзажи, наблюдавани от Космоса. Индивидуалните различия на възприемането на цветовата картина вероятно се дължат на външните условия на осветеност, прозрачността на атмосферата, състоянието на илюминаторите и в най-голяма



Илюминаторите на купола на Международната космическа станция

степен на индивидуалните особености на цветоусещането в резултат от въздействията на условията на космическия полет.

Необходимото време за откриване на обектите и за запомняне на наблюдаваните от Космоса картини на природната среда зависи от индивидуалните особености на космонавта и от неговата предварителна подготовка по програмата на полета. Например след 140 генонощия космически полет Владимир Ковальонок смята, че за запомняне на характерните природни картини на Земята са необходими около два месеца. Космонавтът Валерий Рюмин разказва след четири месеца живот и работа на околоземна орбита: „Привикнахме към безтегловността... Започваме по-добре да виждаме Земята... Преди гледаш ту в илюминатора, ту в картата, а необходимият обект „бяга“. А сега за броени секунди успяваме да „хванем“ обекта, да определим къде какво става...“.

За съжаление в някои случаи влошеното по време на продължителните космически полети зрение на космонавтите остава и след завръщането им на Земята. На проведената в Чикаго конференция на Американското ради-

ологично общество беше дефинирана причината за това – в безтегловност се нарушава циркулацията на гръбначно-мозъчната течност и се деформира очната ябълка. Сред другите възможни причини са усиленият поток на кръв към главата, високият процент въглероден диоксид на борда на космическия кораб, от което кръвоносните съдове в окото се разширяват и дори особеностите на храненето в безтегловност. В около половината от участниците в продължителни космически полети се забелязва развитие на хиперметропия (далекоследство). Опасност за зрението на космонавтите е и ултравиолетовата радиация, която естествено е повече, отколкото на повърхността на Земята.

При анализа на резултатите от визуални наблюдения от Космоса безспорно трябва да се вземе предвид емоционалният елемент, както и възможностите на асоциативните човешки възприятия. Известно е например, че от борда на орбитална станция (ОС) „Салют-4“ през лятото на 1975 г. космонавтът Виталий Севастианов „видя“ къщата на своите родители в Сочи.

Американският астронавт Гордон Купър, летял на ПКК Gemini-5 и поставил



Благодарение на космическите набблюдения „злокобните“ тайни на Бермудският триъгълник вече не са толкова загадъчни

Илюстрации: РОСКОСМОС, NASA

през 1965 г. първия американски рекорд по продължителност на космически полет (почти 8 денонощия), казваше: „Аз можех да различавам отделни къщи и улици в такава безоблачна зона, каквато са Хималайските планини... Аз видях локомотив, забелязвайки преди това неговият дим... Видях също и следите от движението на кораб по голяма река в Индия“.

Едно сравнение на зрителната система на човека със съществуващите понастоящем оптични апарати и системи показва някои много ценни нейни характеристики:

- голям динамичен диапазон – над 200 dB;
- добра пространствена разделителна способност, която при благоприятни условия на осветление и висок контраст може да е по-добра от 1’;
- достатъчно високо цветоразделно зрение – праг на различаване на дължините на вълните във видимата област на спектъра до 1 nm;

- малка инерционност – време константа $t < 0,2$ s;

- добра адаптивност и продължителна работоспособност.

Независимо че съществуват апаратури, които по отделни показатели превъзхождат характеристиките на човешкото зрение, засега е невъзможно да се създаде оптична апаратура, притежаваща уникалното съчетание на всичките прекрасни качества на човешката зрителна система. Всичко това, съчетано с оперативността и селективността на визуалните наблюдения от Космоса ги правят едни от най-важните и ефективни методи и средства за изследване на природните обекти и явления.

Значително влияние върху ефективността на визуалните наблюдения от околоземна орбита оказва атмосферата. *Прозрачността* на безоблачна атмосфера във видимата част на електромагнитния спектър зависи главно от влажността и аерозолното съдържание.

За достоверността на получаваната на борда на КЛА визуална информация съществено значение има и състоянието на илюминаторите. Обикновено те се изготвят от два или три слоя кварцови стъкла, като в някои случаи пространството между тях е вакуумирано. Пропускателната способност на илюминаторите зависи от материала, броя и дебелината на стъклата и в най-голяма степен – от състоянието им. Илюминатори с чисти двуслойни стъкла пропускат във видимата част на електромагнитния спектър около 85%, а трислойните – около 80%. Естествено, замърсените стъкла имат по-лоша пропускателна способност, която зависи от степента на замърсяването им.

При продължителен космически полет, а понякога и за доста кратко време, стъклата на илюминаторите се зацапват, запрашват, изпотяват или заскрежават. Микрометеорити нараняват външната им страна. Често илюминаторите на КЛА са в такова състояние, че е много трудно, а понякога и невъзможно да се провеждат визуални наблюдения. За предпазване от запотяване и заскрежаване в някои случаи те се загряват чрез специални електрически нагреватели. А замърсяването на външната повърхност се предотвратява чрез защитни капачки, които се отварят само по време на наблюдения.

Десетки космонавти от борда на ПКК, ОС и космически совадки (КС) са наблюдавали, документирали, описвали или директно съобщавали в реално време за стотици обекти и явления по земната суша, в океаните и атмосферата. Всичко това е особено ценно при нерегулярни и сравнително краткотраещи процеси и явления, каквито са екстремалните и катастрофални природни процеси и явления.



Гаро Маргаросян е професор в Института за космически изследвания и технологии при БАН. Доктор на техническите науки и д-р по физика. Автор и съавтор на 9 книги, над 120 научни публикации, над 35 патента за изобретения и полезни модели и стотици научнопопулярни материали.

Специалното внимание, отделено на района на Бермудския триъгълник, дава своя резултат. Според наблюденията на втория екипаж на ОС „Салют-6“ в този район се срещат не два въздушни потока от север и от юг, а три. Третият поток се движи успоредно на пасатното течение и идва от района на Панамския канал и Карибско море. Може би именно поради това Бермудският триъгълник се оформя като изключително мощна енергоактивна зона. Многобройните действителни случаи и легенди за загадъчна гибел на плавателни съдове и самолети отдавна са направили този район обект на редица изследвания с помощта на специални научноизследователски кораби и самолети. Съществуват десетки хипотези, обясняващи ставащите там странни явления. Обаче едва благодарение на визуалните наблюденията от Космоса, обхващащи разстояния до около 2000 км, за пръв път са установени уникалните особености на атмосферните процеси в района на Бермудския триъгълник – зараждане на мощни циклони с

гуаметри от няколкостотин до около 1000 км само за 3 – 4 часа.

Следене на зараждане и развитие на тропични циклони и предупреждение към съответните служби и ведомства са правени от почти всички екипажи на КС Columbia, Atlantis, Challenger и Discovery.

Благодарение и на визуалните наблюдения на космонавти от околоземна орбита може да се твърди, че на Земята средногодишно се образуват повече от 80 тропични циклона, а не петдесетина, както се смяташе допреди тридесетина години.

Освен чрез апаратни средства много ценна информация за океанското гъно е получена благодарение на визуалните наблюдения, извършени от космонавти от борда на ПКК, ОС и КС. Първите визуални наблюдения на океанско гъно са направени от борда на ПКК Gemini-5 през 1965 г. По-късно визуални изследвания на релефа на океанското гъно от Космоса реализират редица екипажи на ПКК. Характерно за почти всички наблюдения е, че космонавтите описват подводни релефи на стотици, а в отделни случаи и над хиляда, метри дълбочина. Например при визуални наблюдения на Тихия океан от борда на ОС „Салют-6“ космонавтите отбелязват, че виждат юго-западно от Хавайските острови подводен планински хребет, който действително съществува на дълбочина няколкостотин метра. Едно от възможните обяснения на този необичаен факт са високите прагове и контрастна чувствителност на зрителната система на човека.

Известни са няколко хипотези, обясняващи описанията на космонавтите за релефа на стотици метри дълбочина. Според тези хипотези от Космоса не се наблюдава самият дълбок релеф, а

свързани с неговите изменения явления. Първата хипотеза предполага, че космонавтите виждат спектрални или яркостни контрасти, създадени от повишена концентрация на фитопланктон, зависеща от дългия релеф. Друга хипотеза сочи за причина модулацията на повърхностните течения във функция от релефа на дъното и т.н.

Най-благоприятни условия за визуално наблюдение на морското дъно съществуват при максимална стойност на контраста, който пак зависи от условията на осветяване, от условията на наблюдение и от прозрачността на водата. Анализът на тези условия и на контрастната чувствителност на зрителната система показва, че дълбочината, на която са възможни наблюдения на релефа на дъната на моретата и океаните, зависи съществено от височината, на която се намира наблюдателят. При това би следвало на колкото по-голяма височина се намира наблюдателят, толкова на по-голяма дълбочина да вижда дългия релеф.

Дотук бяха описани някои по-неизвестни резултати от визуалното наблюдение от околоземна орбита. А иначе десетки са обектите и явленията, които са изследвани ефективно и чрез очите на космонавтите – облачна покривка, снежни и ледени полета, наводнени територии, горски пожари, прахови бури, мъгли, сеизмични линеаменти, кръгови структури, вулкани, трасета на нефтопроводови и газопроводови и др.

В заключение може да се твърди, че независимо от постоянното усъвършенстване на апаратурите и методиките за тяхната експлоатация, визуалните наблюдения продължават да заемат едно от основните места при дистанционното изследване на Земята от Космоса. ■

Открит е най-гребният хамелеон в света



Известно е, че хамелеоните са едни от най-гребните и бавно подвижни съвременни влечуги. Техните средни размери рядко надминават 25 – 30 см., обитават главно екваториалните и тропически гори. В света са познати около 200 вида хамелеони, прочути със способността си да променят външната окраска на тялото си в зависимост от цветовете на средата, в която живеят – явление широко познато като *мимикрия* и често сочено за пример в учебниците по биология.

В края на 2020 г. известното научно списание *Scientific Report* съобщи сензационната новина, че на остров Мадагаскар в Индийския океан е открит най-гребният, неизвестен досега вид хамелеон. Новината се представя като сензационна, защото той се оказал и най-гребният представител на големия клас на влечугите (*Reptilia*), от които досега в света са познати около 11 500 вида.

Заради гребните си размери новият за науката вид получил научното име *Brookesia nana*, а неговите откриватели са учени от смесена немско-малгашка експедиция. През 2011 г., отново от о-в Мадагаскар, в науката бе описан друг подобен гребен хамелеон, наречен *Brookesia micra*, който тогава бе обявен за най-малкия в света, но описаният

10 години по-късно В. папа детронира стария рекордьор

Оказало се, че при новия вид *Brookesia nana* съществува полов диморфизъм и всъщност рекордьори са само мъжките индивиди. Те имали независимите 13.5 мм дължина на тялото, а общата им дължина с опашката не надминавала 21.6 мм. Женските индивиди са по-егри и техните размери с опашката достигат до 28.9 мм. Особено изненадващо за учените било наблюдението, че мъжките екземпляри имали необикновено големи гениталии, който достигали до 18.5% от телото на животните. Това необикновено явление учените считат, че се дължи на обстоятелството, че ако мъжките полови органи бяха съответни на по-гребното им тяло, те не биха могли механически да оплождат по-егрите женски индивиди? Дали наистина това е така, бъдещи по-подробни изследвания върху биологията на размножаването на вида ще покажат? Засага подобна тенденция е установена и при друг близък вид до Брукесия нана, който също живее на о-в Мадагаскар. Това е видът *Brookesia tuberculata*, при който мъжките индивиди също са гребни – само около 18-20 мм., а размерите на половите им органи достигат до 30% от размерите на тялото.

Интерес представлява и фактът, че на о-в Мадагаскар досега са открити около 20 вида от рода Брукесия и всички те са ендемити за този остров. Те са обявени от Международния съюз за защита на природата (IUCN) за силно уязвими и застрашени от изчезване. Заплахите за тяхното съществуване идват главно от интензивното изсичане на влажните гори.

*По Scientific Report
и Популярная механика*