

ORIZONTURI NOI LA MARGINEA SISTEMULUI SOLAR

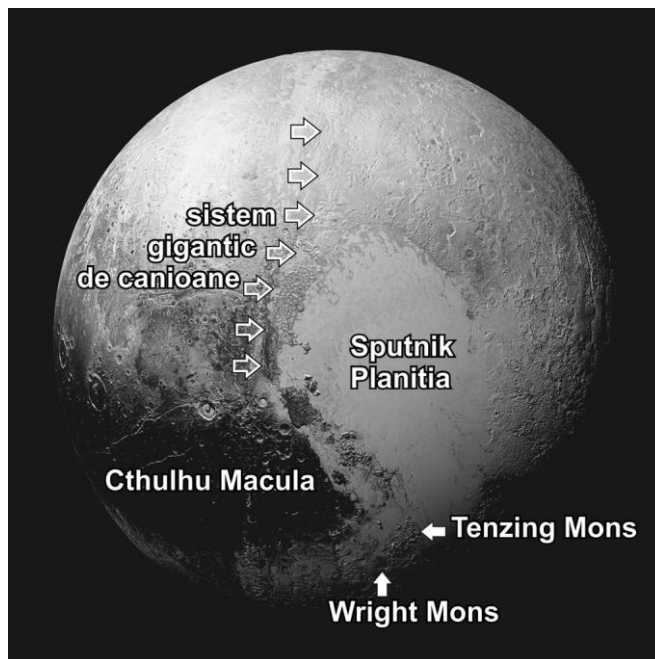
Maria VELEA*, Salomeea VELEA**

Key words: space probe, dwarf planet, geology, atmosphere, Kuiper Belt.

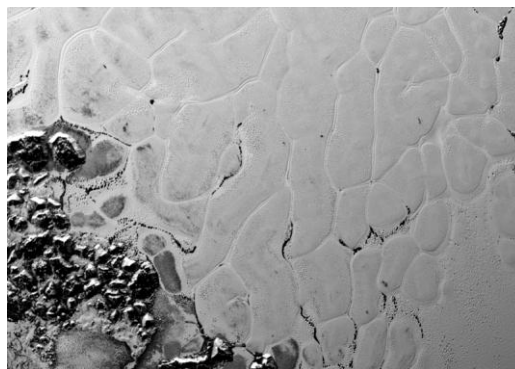
Sonda spațială Orizonturi Noi a fost lansată în spațiu pe 19 ianuarie 2006, ea având ca obiectiv principal survolul planetei pitice Pluto și a sistemului său de sateliți naturali, iar ca obiectiv secundar survolul unuia sau a mai multor obiecte din Centura lui Kuiper, cu scopul de a studia relieful acestor corpuri cerești, geologia lor, compoziția lor internă, precum și atmosferele acestora.

Orizonturi Noi a survolat planeta pitică Pluto pe 14 iulie 2015, sonda spațială apropiindu-se de Pluto până la 12 500 km, iar de principalul său satelit, Charon, până la 28 800 km. Pe Pluto se evidențiază Sputnik Planitia, o câmpie bogată în ghețuri volatile de azot, metan și monoxid de carbon. Această câmpie imensă are o lățime de aproximativ 1 000 km și o adâncime medie de 2,5 km față de nivelul de altitudine zero (echivalentul plutonian al nivelului mării de pe Pământ), ea fiind situată pe emisfera lui Pluto opusă satelitului său Charon (cele 2 corpuri se află în rotație sincronă, ca urmare a efectelor mareice reciproce, astfel încât își arată întotdeauna unul altuia aceeași față). Marginile acestei câmpii imense sunt chiar mai joase decât nivelul mediu al câmpiei, ele atingând adâncimi de 3,5 km față de nivelul de altitudine zero al lui Pluto, acestea fiind de altfel și cele mai joase zone de pe suprafața plutoniană. Majoritatea cercetătorilor cred că această câmpie uriașă s-a format cu mult timp în urmă, când un obiect mare din Centura lui Kuiper a lovit Pluto. Sputnik Planitia are un grad de reflexie foarte mare, suprafața acestei câmpii având unul dintre cele mai mari albedouri din Sistemul Solar. Cercetătorii cred că acest lucru indică faptul că suprafața lui Pluto ar fi activă din punct de vedere geologic.

Suprafața câmpiei Sputnik nu este complet netedă, ea fiind străbătută de o rețea de celule poligonale a căror lățime variază în intervalul 16 – 48 km, centrele acestor celule fiind ușor înălțate, ele putând atinge altitudini de până la 100 m față de margini. Cercetătorii misiunii Orizonturi Noi cred că aceste celule s-au format în urma convecției termice lente a ghețurilor dominate de azot ce umplu câmpia Sputnik. Acest rezervor de ghețuri are o adâncime de ordinul kilometrilor, iar la adâncime gheața de azot este încălzită puțin de căldura internă modestă a lui Pluto, începe să se ridice spre suprafață sub forma unor punji uriașe de gheață ușor încălzită, la suprafață se răcește din nou și formează acele celule, după care ciclul se reia. Această mișcare de convecție este



Planeta pitică Pluto



Sputnik Planitia – celulele poligonale

* Muzeograf, Observatorul Astronomic „Victor Anestin” Bacău.

** Profesor de matematică, Liceul de arte Oradea.

posibilă întrucât gheața de azot este relativ moale și maleabilă, nu este rigidă și dură ca gheața de apă. Pe suprafața celulelor de convecție ce formează câmpia Sputnik au fost fotografiate numeroase puțuri, acestea fiind formate, probabil, în urma sublimării azotului. Acesta se condensează înapoi pe suprafața lui Pluto, în zonele de altitudine mare, unde formează ghețari de azot, care apoi se deplasează spre zonele mai joase, ajungând, în final, înapoi în câmpia Sputnik. În zona vestică a câmpiei Sputnik au fost fotografiate dune formate de vânturile ce bat cu viteze de circa 70 km/h dinspre centrul acestei câmpii către munții învecinați. Aceste dune sunt formate din particule de gheață de metan rămase la suprafața acestei câmpii, în urma sublimării gheții de azot. La temperaturile extrem de scăzute de pe Pluto, gheața de apă este la fel de dură ca piatra, gheața de metan este mai puțin densă ca gheața de apă, pe când ghețurile de azot și de monoxid de carbon sunt mai dense dar mai puțin rigide decât gheața de apă, făcând posibilă curgerea ghețurilor de azot și monoxid de carbon pe suprafața lui Pluto din zonele mai înalte către zone mai joase. Dintre aceste ghețuri cea mai volatilă este gheața de azot.

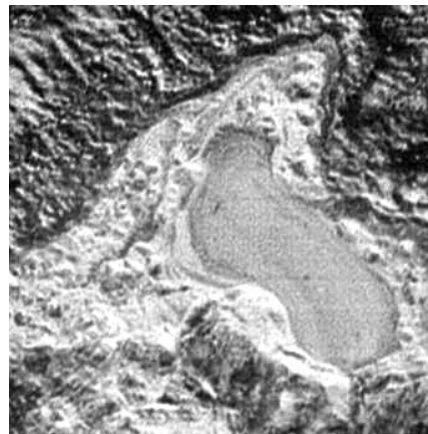
La nord de câmpia Sputnik, sonda Orizonturi Noi a descoperit un lac de azot care, în prezent, este înghețat. În jurul acestui lac înghețat, lung de circa 30 km, se observă mai multe canale de scurgere prin care, în trecut, lichidele se deversau în interiorul acestui lac. Se pare că, în trecut (în urmă cu milioane sau chiar miliarde de ani), atmosfera lui Pluto era mai densă și mai caldă, iar lichidele curgeau pe suprafața acestei planete pitice, acumulându-se în lacuri.

Dar cartografierea acestei planete pitice a relevat o varietate de forme de relief. La marginea sud-vestică a câmpiei Sputnik se găsesc cei mai înalți munți de pe Pluto: lanțul muntos Tenzing. Acesta este caracterizat de pante abrupte, cu înclinații mai mari de 40° , crestele lui înălțându-se până la altitudini de 6 km deasupra câmpiei învecinate. Acești munți sunt compuși din gheață de apă, ghețurile de metan și azot fiind prea fragile pentru a susține munți atât de înalți fără să colapseze. Gheața de apă reprezintă, de altfel, fundația scoarței lui Pluto. Pe suprafața vastă a câmpiei Sputnik se observă pe alocuri dealuri de gheață de apă. Întrucât gheața de apă este mai puțin densă decât gheața de azot, cercetătorii cred că aceste dealuri de gheață de apă plutesc în marea de azot înghețat a câmpiei Sputnik, ele fiind probabil fragmente ale munților de gheață de apă din vecinătate ce au fost cărate de ghețarii de azot către câmpia Sputnik.

La marginea vestică a câmpiei Sputnik se găsește un sistem uriaș de canioane plasat pe direcția nord-sud ce se întinde pe o distanță mai mare de 3 000 km. Acest sistem de canioane, precum și o sumedenie de alte canioane identificate pe suprafața plutoniană indică faptul că Pluto a suferit în trecut o fracturare extensivă. Cercetătorii cred că Pluto ar putea avea un ocean subteran, acesta putând să supraviețuiască timp de miliarde de ani datorită căldurii produse de dezintegrarea radioactivă ce are loc în interiorul de rocă al acestei planete pitice. Înghețarea foarte lentă a acestui ocean ar putea explica rețeaua de crăpături și de canioane ce străbat suprafața lui Pluto.

La sud de câmpia Sputnik se găsește unul dintre potențialii criovulcani identificați de sonda Orizonturi Noi pe suprafața lui Pluto. Acest criovulcan a fost numit Wright Mons, el având o înălțime de 4 km, baza vulcanului având un diametru de 160 km, iar gura vulcanului având un diametru de 56 km. Pe suprafața lui Wright Mons a fost identificat un singur crater de impact, ceea ce indică faptul că această suprafață a fost creată relativ recent, deci acest criovulcan a fost activ în trecutul apropiat al lui Pluto.

La vest de Sputnik Planitia se observă o zonă întunecată extinsă (lungă de aproape 3 000 km), de forma unei balene, numită Cthulhu Macula. Culoarea roșiatică a acestei zone se datorează tholinelor. Atunci când metanul și azotul din atmosfera lui Pluto sau de pe suprafața acestuia interacționează cu radiația ultravioletă a Soarelui și cu radiațiile cosmice, se transformă într-o varietate de compuși organici numiți tholine, care colorează în nuanțe de la galben până la roșu închis. Nuanța de un roșu foarte întunecat a lui Cthulhu Macula indică faptul că aici ghețurile de



Pluto – lac înghețat de azot

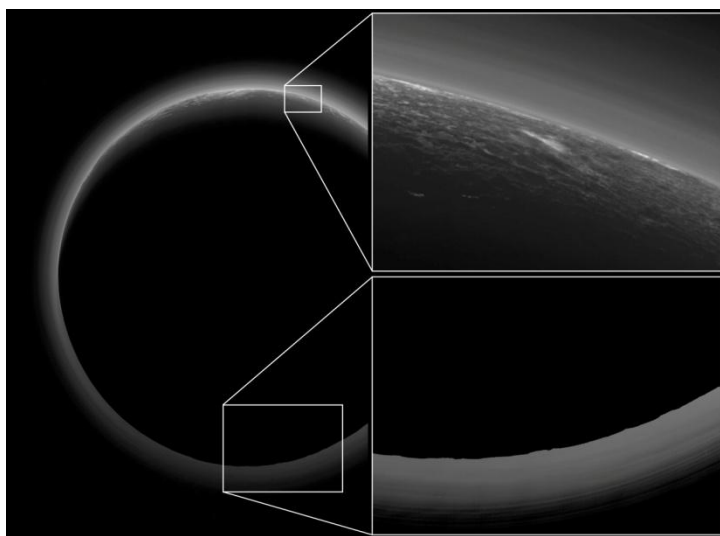
azot și metan au fost expuse radiațiilor solare ultraviolete și radiațiilor cosmice o perioadă foarte lungă de timp. Și numărul mare de cratere din zona Cthulhu Macula indică faptul că aceasta are o vechime de ordinul miliardelor de ani, în contrast cu câmpia învecinată Sputnik, care este lipsită de cratere mai mari de 10 km și care are o vârstă estimată de doar 10 de milioane de ani. Munții de gheață de apă din zona Cthulhu Macula sunt și ei acoperiți de tholine, fiind deci întunecați, dar pe vârfurile lor sonda Orizonturi Noi a observat calote de zăpadă. Această zăpadă nu este de apă, ci de metan: la altitudine mare metanul din atmosferă a condensat pe suprafața piscurilor acestor munți.

La polul nord al lui Pluto se observă că solul are o culoare puternic gălbuie, care nu se întâlnește nicăieri altundeva pe Pluto. Măsurătorile în infraroșu realizate de sonda Orizonturi Noi indică faptul că aici solul este alcătuit în principal din gheață de metan, aici existând puțină gheață de azot. Cercetătorii cred că nuanța gălbuie s-ar datora unor depozite vechi de gheață de metan ce a fost procesată mai mult de radiația solară.

Compoziția chimică a suprafeței plutoniene variază drastic de la o zonă la alta - au fost identificate zone bogate în ghețuri de azot, altele bogate în ghețuri de metan, iar altele bogate în gheață de apă - distribuția acestor zone fiind foarte complexă. Diferențe atât de mari în compoziția suprafeței de la o zonă la alta nu au fost observate pe niciun alt corp ceresc din Sistemul Solar, ele ridicând numeroase întrebări cu privire la trecutul geologic și climatic al acestei planete pitice. Cercetătorii au concluzionat că diversitatea formelor de relief de pe Pluto și a compoziției chimice a suprafeței acestuia se datorează și interacțiunii de-a lungul timpului dintre ghețurile foarte volatile de azot, metan și monoxid de carbon și gheața de apă, care este mai rezistentă și care la temperaturile scăzute de pe Pluto este extrem de dură! Orizonturi Noi a observat variații ale distribuției ghețurilor volatile pe suprafața lui Pluto ce indică cicluri de evaporare și condensare mult mai dese și mai rapide decât cele de pe Pământ, unde există un singur material care se condensează și se evaporă - apa.

Orizonturi Noi a detectat în jurul lui Pluto o atmosferă complexă, mai rece și mai compactă decât se aștepta, cu o temperatură medie de -229°C , cu straturi de cețuri ce ating altitudini de până la 150 km și cu posibili nori de metan. Atmosfera plutoniană este alcătuită, în principal, din azot, cu urme de metan și monoxid de carbon, presiunea atmosferei plutoniene fiind în medie de 100 000 de ori mai mică decât presiunea atmosferei terestre. Ceața de aici este un smog fotochimic rezultat în urma acțiunii razelor solare asupra moleculelor de metan dar și a altor molecule din atmosferă, producând un amestec complex de hidrocarburi precum acetilena și etilena.

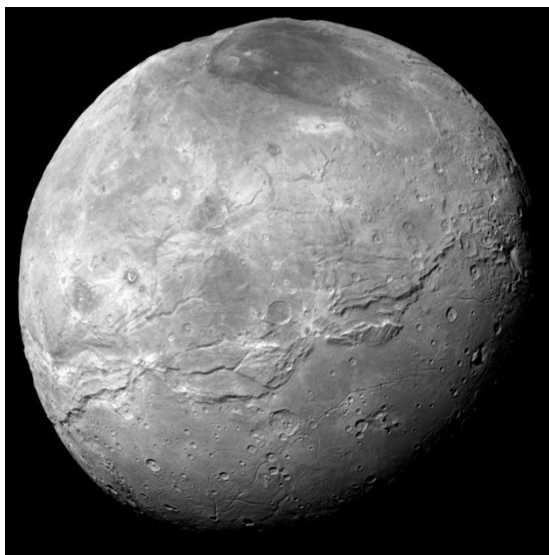
Aceste hidrocarburi se acumulează în particule mici (fracțiuni de micrometru) ce împrăștie componenta albastră a radiației solare, dând ceții o culoare albastruie. Și rata de pierdere a gazelor din atmosferă datorită vântului solar este mai mică decât se preconizase, iar principalul gaz care se pierde este metanul, deși atmosfera plutoniană la suprafața planetei pitice este compusă, în principal, din azot! Dar deși această rată este mai mică decât se preconizase, rămâne totuși întrebarea: care este sursa care realimentează cu metan și azot atât atmosfera lui Pluto cât și suprafața sa? Ar putea cometele care lovesc de-a lungul timpului această planetă pitică să furnizeze metanul și azotul care se tot pierd în spațiu? Sau poate impacturile cu aceste corpuri cerești să „escaveze” toată această cantitate de metan și azot? Dar ca acest lucru să se întâmple ar trebui ca Pluto să aibă un strat destul de adânc de metan și azot, iar din observațiile realizate de sonda Orizonturi Noi nu reiese acest lucru. Cercetătorii cred că cea mai plauzibilă explicație ar fi că Pluto mai este, încă, activ din punct de vedere geologic, iar gheizerele și



Pluto - atmosfera

criovulcanii activi de pe suprafața sa ar putea realimenta periodic atât suprafața, cât și atmosfera planetei pitice cu metan și azot.

Orizonturi Noi a obținut primele imagini clare ale sateliților mici ai lui Pluto – Styx, Nix, Kerberos și Hydra. Cercetătorii misiunii au observat că acești sateliți au perioade de rotație în jurul axei proprii haotice, înclinațiile axelor de rotație variind, de asemenea, în mod haotic. Suprafețele acestor sateliți mici sunt pline de cratere de impact, fiind deci foarte bătrâne, culorile și strălucirile lor fiind diferite de cele ale lui Pluto și Charon. Strălucirea mare a acestor sateliți indică faptul că sunt compuși, în principal, din gheață de apă. Forma lui Kerberos indică faptul că acest satelit s-a format în urma coliziunii și contopirii a două corpuri cerești mai mici. Cercetătorii cred, de altfel, că acești 4 sateliți s-au format din rămășițele rămase în urma coliziunii care a dus la formarea sistemului Pluto – Charon.



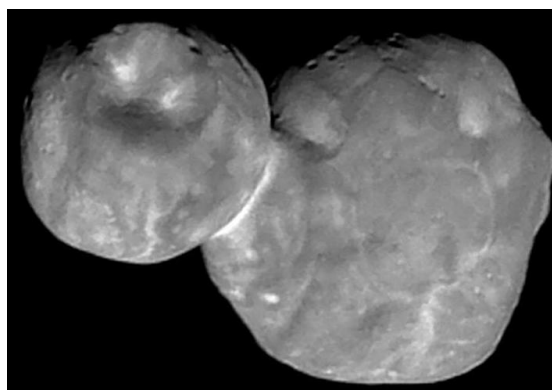
Satelitul Charon

Și pe satelitul Charon sonda Orizonturi Noi a descoperit un relief variat. În apropierea polului nord al satelitului, sonda a descoperit o depresiune adâncă de 14 km, aceasta fiind, deci, mai adâncă decât Groapa Marianelor – cel mai adânc punct de pe Pământ! Zona ecuatorială a satelitului este străbătută de un sistem de canioane lung de aproximativ 1 800 km și adânc de până la 7,5 km ce separă zonele mai înalte din emisfera nordică de câmpiile din emisfera sudică. Acest sistem uriaș de canioane este foarte probabil să se datoreze existenței în trecut a unui ocean de apă sub suprafața lui Charon, și pe măsură ce oceanul a înghețat el și-a mărit volumul, crăpând, astfel, scoarța satelitului. Terenul străbătut de numeroase fracturi al emisferei nordice, precum și blocurile de gheață răsturnate ce sunt înșirate la marginea lui s-ar putea datora crio Vulcanismului declanșat, poate, de scufundarea unor blocuri gigantice de gheață în interiorul lui Charon. Și câmpiile netede din emisfera sudică s-au format, probabil, atunci când „lavă” de soluție de apă și amoniac a ajuns la suprafața satelitului în urma scufundării unor blocuri gigantice de gheață, aceasta s-a întărit și a format câmpiile netede ce străbat această emisferă. Numărul relativ mic de cratere de impact de pe suprafața lui Charon indică faptul că aceasta este destul de tânără și că satelitul a fost activ din punct de vedere geologic până nu de mult.

Pe suprafața alcătuită, în principal, din gheața de apă a lui Charon sonda Orizonturi Noi a detectat și alunecări de teren. Deși asemenea alunecări de teren au mai fost fotografiate și pe planeta Marte sau pe suprafața de gheață a satelitului saturnian Iapetus, cele de pe Charon sunt primele găsite pe un obiect din Centura lui Kuiper. Pata roșiatică ce se observă în zona polului nord al lui Charon se datorează lui Pluto. Metanul și azotul ce au evadat din atmosfera lui Pluto au fost capturate gravitațional de către Charon, ele înghețând pe suprafața satelitului. Razele ultraviolete ale Soarelui și radiațiile cosmice au transformat ghețurile de metan și azot în hidrocarburi și în final în acei compuși organici roșiatici numiți tholine.

Sonda Orizonturi Noi a utilizat observațiile făcute de Telescopul Spațial Hubble în Centura lui Kuiper pentru a găsi o nouă țintă pe care să o survoleze și să o studieze. A ales un obiect ceresc descoperit de Telescopul Spațial Hubble, pe 26 iunie 2014, și care a primit denumirea oficială 2014 MU69, el mai fiind numit și Ultima Thule. Pe 1 ianuarie 2019, după o călătorie de 13 ani prin Sistemul Solar, Orizonturi Noi a survolat Ultima Thule de la o distanță de circa 3 500 de km, cu o viteză de 51 000 km/h, acesta fiind primul obiect ceresc din Centura lui Kuiper (în afara planetei pitice Pluto și a sistemului său de sateliți) care a fost vizitat de o sondă spațială. În momentul survolului, Ultima Thule se afla la o depărtare de aproape 6,5 miliarde de kilometri de Soare, fiind, astfel, și cel mai îndepărtat obiect ceresc survolat de o sondă spațială! Studiul orbitei acestui corp ceresc indică faptul că el face parte din categoria obiectelor clasice din Centura lui Kuiper (au orbite

stabile situate la distanțe de 42 – 48 UA de Soare), din subcategoria obiecte clasice „rece”, termenul „rece” nereferindu-se la temperatura acestor corpuri, ci la orbitele lor aproape circulare și cu înclinații mici față de planul Sistemului Solar (orbitele obiectelor clasice „fierbinți” fiind eliptice și foarte înclinate față de planul Sistemului Solar). Orbitele corpurilor cerești din categoria obiectelor clasice „rece” nu au suferit perturbații importante de-a lungul timpului, ceea ce face ca Ultima Thule să fie cel mai primitiv corp ceresc explorat de o sondă spațială, studiul acestuia putând să dezvăluie date importante cu privire la originea și evoluția corpurilor cerești din Sistemul Solar. Observațiile făcute de sonda Orizonturi Noi indică faptul că Ultima Thule ar fi o binară de contact cu o lungime de circa 32 km, acest corp ceresc fiind format în urma coliziunii la o viteză mică a două corpuri cerești ce au orbitat în jurul centrului comun de masă pe orbite din ce în ce mai strânse, până s-au unit. Pe suprafața lui Ultima Thule se observă o depresiune adâncă, de formă circulară, cu o rază de circa 7 km, precum și numeroase gropi cu diametre de până la 0,7 km. Originea acestora este încă incertă: ele ar putea fi atât cratere de impact, cât și puțuri formate în urma sublimării unor substanțe volatile. Iluminarea la suprafața lui Ultima Thule este foarte slabă, radiația solară ce ajunge la suprafața sa având o intensitate de doar 5% din cea care ajunge la suprafața Pământului. Din imaginile obținute de Orizonturi Noi se observă că Ultima Thule are o culoare roșiatică, datorată probabil expunerii hidrocarburilor la radiațiile solare și la radiațiile cosmice de-a lungul miliardelor de ani, iar reflectivitatea suprafeței este de doar 10%, ea fiind, deci, destul de întunecată. Ultima Thule se pare că nu are nici inele și nici sateliți naturali.



Ultima Thule

Planeta pitică Pluto a surprins cercetătorii în numeroase privințe, dar cea mai importantă descoperire ar fi faptul că ne-a arătat că planetele pitice pot rămâne active din punct de vedere geologic miliarde de ani după formarea lor, lucru dovedit atât de geologia complexă a lui Pluto, cât și de cea a celui mai mare satelit al său, Charon. Rămâne de găsit răspunsul la întrebări precum: cum de este posibil ca niște corpuri cerești atât de mici să rămână active din punct de vedere geologic o perioadă atât de lungă, sau dacă și celelalte planete pitice din Centura lui Kuiper au un trecut geologic asemănător cu cel al lui Pluto, întrebări la care vor răspunde, probabil, următoarele misiuni spațiale trimise în această regiune îndepărtată a Sistemului Solar.

NEW HORIZONS AT THE EDGE OF THE SOLAR SYSTEM

Pluto was discovered in 1930 and was long thought to be a misfit or anomaly in the Solar System. However, the 1992 discovery of the Kuiper Belt – a torus-shaped region beyond Neptune’s orbit, and the largest structure in our three-zoned planetary system – provided new context, showing Pluto to be the largest of a new class of small planets formed in the outer Solar System during the ancient era of planetary accretion 4,5 billion years ago. NASA’s New Horizons spacecraft made the first exploration of Pluto, culminating on 14 July 2015; it collected numerous measurements of Pluto and its system of five moons, gathering scientific data on these objects’ geology, composition, atmosphere and more. On January 1, 2019 New Horizons swept past Ultima Thule, a Kuiper Belt object and the most distant object ever visited by an earthly spacecraft, providing the first close-up look at what scientists consider to be one of the ancient building blocks of the planets. This paper presents the scientific results obtained by New Horizons probe.

Bibliografie:

1. Jim Green, 2016 – *Explorarea abia începe*, Revista „Exploratori moderni - SPACE”, nr. 1;
2. David A. Aguilar, 2016 – *Enciclopedia spațiului*, Editura Litera, București;
3. <http://pluto.jhuapl.edu/>
4. https://www.nasa.gov/mission_pages/newhorizons/main/index.html