

Az élet kutatása az Univerzumban és jövőnk

Dr. Simon P. Worden
NASA Ames Research Center

A NASA Ames Research Center igazgatójának meghívott előadása a 2011. októberi Nemzetközi Asztronautikai Kongresszuson, Fokvárosban (Dél-Afrika) hangzott el. Az Űrtan Évkönyv 2010-2011 számára magyarrá fordította: Dr. Almár Iván.

Bevezetés

Mindenekelőtt leszögezem elfogultságomat – tudós vagyok, pontosabban csillagász. Ugyanakkor a NASA alkalmazottja és amerikai. Ebből a nézőpontból kijelentem, hogy el sem tudnék képzelni ennél izgalmasabb időszakot, amelyben élni érdemes. Az elmúlt néhány évtizedben az űrprogram forradalmasította a fizikát. Az új felfedezések jó része – sötét anyag, sötét energia és így tovább – úgy született, hogy nagyrészt az űrmissziók nyújtottak bepillantást a témába. Minden újabb felfedezés azt mutatta, hogy kevesebbet tudunk az Univerzumból, mint korábban gondoltuk. Ez nagyszerű újság a munkalehetőségeink szempontjából – és meggyőződésem, hogy még sok minden következik! Talán több, végtelen univerzum, vagy olyan dimenziók, amelyekről még semmit sem tudunk, és így tovább. Az Univerzum eredete és szerkezete minden idők egyik legnagyobb tudományos problémája. De vannak más, nagy kérdések is – például mi az élet eredete? Vannak-e mások is az Univerzumban? És talán a legfontosabb kérdés, hogy mi lesz a jövője?

A következő néhány évtizedben megkezdődik majd a biológia ezen nagy kérdéseinek megválaszolása – és, ha a fizika példájából indulunk ki, akkor további kérdések merülnek majd fel. Ebben az előadásban áttekintem, hogy e kérdések vonatkozásában milyen haladást értünk el. Hol tartunk a Földön kívüli élet keresésében a Naprendszerben? Illetve a Naprendszeren kívül?

E kérdésekre lehet az a válasz, hogy máshol nincs élet az Univerzumban! A Föld lehet az egyetlen hely, ahol az élet létrejött – sehol máshol nem volt Teremtés. De az élet az Univerzumban a Földön kívül éppen a mi erőfeszítéseinkkel veheti kezdetét. Néhány évtizeden belül a földi élet folyamatosan létezik és virágzik majd túl Földünk határain – tulajdonképpen szerintem ez az emberes űrhajózási programunk legjobb indoka. A fél évszázaddal ezelőtt kifejlesztett űrtechnika tette lehetővé, hogy – bizonyos mértékig – elszakadjunk a Földtől. Azóta ebben a technikában nem volt nagy a fejlődés. Úgy vélem, hogy valószínűtlen, hogy az űrtechnika önmagában képes lesz az élet határtalan expanziójának megvalósítására (amiről a sci-fi írók több mint száz éve írnak már). Ennek meg kell változnia egy újabban felmerülő technika, az ún. szintetikus biológia (SynBio) hatására. Immár a határán vagyunk annak, hogy megértsük és programozzuk az élet alapvető mechanizmusait, a genomot. Valamivel több mint egy éve J. Craig Venter és munkatársai előállították és „bootolták” az első, szintetikusan előállított baktérium genomot. Bár ők egy létező baktérium sablonját használták, de ez az erőpróba csak a jövő lehetőségeinek ízelítője. A SynBio révén lehetőségünk lesz, hogy programozzuk az életet – talán még magunkat is, hogy élhessünk és boldogulhassunk más világokon is. Hiszek abban, hogy ez a technika, az űrtechnikával kombinálva juttat el bennünket a csillagokig.

Az élet utáni kutatás a Naprendszerben és azon túl

Az idegen élet kutatása a Földön kezdődik. Ha az élet kialakulásának feltételei általánosak az univerzumban, és tudjuk, hogy ezek fennálltak a Földön is, akkor egy „második

teremtésnek”, vagyis az élet többszöri nekiindulásának keresésére Földünkön is van lehetőség. Noha az élet hihetetlen változatosságot mutat, továbbá betölti a legkevésbé valószínű „fészkeket” is, eddig nem találtuk egy második teremtés nyomait Földünkön – igaz, valójában éppen csak megkezdjük azon helyek feltárását, ahol élet lehetséges. Ezért forduljunk a leginkább „Föld-szerű” bolygó, a Mars felé!

Amióta az emberek először néztek a Marsra távcsövön keresztül, azt mérlegelték, hogy lehet-e ott élet. Egy évszázaddal ezelőtt csaknem biztosra vették, hogy létezik rajta intelligens élet is, és a H. G. Wells által leírt történet, vagyis az intelligens marslakók inváziója a Földön, inkább tudománynak, mint fikciónak tűnt. De a Mariner és Viking szondák megfigyelései nyomán az 1960-as és 1970-es évekre a Mars már száraz, sivatár és geológiailag is halott helynek tűnt, és annak lehetősége, hogy jelenleg, vagy bármikor életet hordozott, eltűnően volt. A Mars-szondák jelenlegi sorozata azonban sokkal érdekesebb képet nyújt a Marsról. A bolygó jelentős mennyiségű vizet tartalmaz jég formájában, s legújabbban erős jeleket találtak arra, hogy a talajból aktív vízfolyások érkeznek a felszínre. A leszálló egységek új generációja, mint a Mars Science Laboratory, arra koncentrálnak majd, hogy találjanak-e olyan szerves molekulákat, amelyek egykori, vagy jelenlegi élet lehetőségére utalnak. Jelenleg úgy tűnik, hogy a legérdekesebb célpontok a Mars felszíne alatt rejtőznek – talán ott, ahonnan a felszínre törő folyások származnak. Kis kiterjedésű, lokális mágneses terek létéből arra következtetnek, hogy némi maradék tektonikus aktivitás is létezhet, a velejáró energiaforrásokkal együtt. Még izgalmasabb jelenség a változó intenzitású metánkiáramlás, amely összefügg az évszakos változásokkal és talán a talaj alatti víztározókkal a Marson. A metán lehet szervesetlen és szerves életjelenségek terméke. Ezek a megfigyelések ellentmondásosak (saját munkatársaim az Ames központban a leginkább szkeptikusak). Ettől függetlenül a tervek szerint a leszálló űrszondák befúrnak a Mars jégvértékébe, mérik a metánkiáramlást, és végül mintahozatalra vállalkoznak majd. Mindez alapvető, hogy megállapítsuk, vajon az élet ott valaha létezett-e, illetve esetleg létezik-e most is. De még ha kiderülne, hogy az élet létezett, vagy létezik a Marson, ez még nem egy második teremtés bizonyítéka – az élet létrejöhett a Marson, majd kisbolygó-becsapódások révén eljuthatott a Földre, ahol elterjedt. Lehet, hogy tényleg mindannyian marslakók vagyunk, és csak egy teremtés volt.

Úgy tűnik, hogy a víz – amely nyilvánvalóan az élet kulcsa – elterjedt az egész Naprendszerben. A Jupiter egyik nagy holdján, az Európán egy több kilométer vastag jégkéreg alatt az egész égitestre kiterjedő óceán van. Az óceánt valószínűleg a hold és a Jupiter árapály kölcsönhatása fűti alulról. A fűtés energiát biztosíthat az élet számára, úgy, mint a vulkanikus kúrtók a földi óceánok mélyén. A Szaturnusz belső holdjainak egyikét, az Enceladust, láthatólag szintén árapály kölcsönhatás fűti, s ennek következményei az aktív vízgejzírek. Ezen az égitesten szintén élet lehet. A vízi világok azonban nem az egyedüli helyek, ahol élet után kutathatunk. Más égitesteken más folyadékok produkálhatnak különleges kémiai közegét és benne „bizar” életet. 2005-ben az Ames központ egyik munkatársa, Dr. Chris McKay egy H. D. Smith-szel közös dolgozatában felvetette, hogy a folyékony szénhidrogén tavak a Szaturnusz Titán nevű holdján egzotikus kémiai folyamatokat és „bizar” életet tartalmazhatnak.

Naprendszerünkben elenyésző azon helyek száma, ahol élet keletkezhet és létezhet. Más naprendszerekben viszont határtalan lehetőségekkel találkozhatunk. Mivel tudjuk, hogy van élet Földünkön, első célunk az lehet, hogy eldöntsük, léteznek-e Föld-méretű bolygók a Földünkéhez hasonló pályán Nap-típusú csillagok körül. Több mint két éve éppen ezzel a céllal indítottunk el egy űrszondát Kepler néven.

A Kepler-szonda 2009. március 6-án startolt a Kennedy Űrközpontból. Egy méter tükörrátmérőjű távcsőve az égbolt egyetlen, kiválasztott 10 négyzetfoknyi területére irányul, és a legnagyobb szenzor-elrendezéssel rendelkezik, amelyet eddig az űrbe küldtek. Célja az, hogy figyelje a Naphoz hasonló csillagokat, nagyon szabatosan és gyakran (átlag félóránként) mérve fényességüket, mintegy húsz milliomodnyi pontossággal. Több mint 100 000

csillagot választottak ki célpontul, átlagos távolságuk 500 és 3000 fényév közötti. Úgy véljük, hogy többnyire rendelkeznek bolygórendszerrel. Ezek egy részében a bolygók olyan síkban keringenek, amelybe látóirányunk éppen beleesik. Amikor egy bolygó elhalad a csillaga előtt, kis mértékben csökkenti a csillag fényességét – ez a fedés jelensége –, s ennek következtében csekély fényességsökkenést tapasztalunk. Természetesen sok más jelenség is okozhat ilyen fényességsökkenést, például foltok a csillag felszínén, vagy egy kisebb csillag a rendszerben, amely fedi a megfigyelt csillagunkat. Ezért hosszabb ideig kell figyelniünk a csillagot, hogy többszörös fedéseket fedezzünk fel. Ezen megfigyelési adatokból, más észlelésekkel kiegészítve, meghatározható a bolygó mérete, esetleg tömege és kora is. Mostanáig több mint ezer ilyen bolygójelöltet fedeztünk fel – bár a többszörös fedések követelménye azt jelenti, hogy ezek mind közel vannak csillagukhoz, vagyis hőmérsékletük túl magas ahhoz, hogy folyékony víz legyen a felszínükön (ami tudomásunk szerint kell az élethez); ezeket „sült bolygóknak” nevezzük. Sok közülük lényegesen nagyobb Földünkénél – méretük inkább a Jupiterére, vagy a Neptunuszéra emlékeztet. De találtunk már egy csomót, amelyek Föld-méretűek, vagy még kisebbek.

A Keplerrel elsősorban a „lakható zónában” lévő bolygókat keressük. A lakható bolygót önkényesen úgy definiáljuk, mint amelynek a felszíni hőmérséklete tartósan a víz fagyás- és forráspontja közé esik. Az ilyen bolygókon lehet folyékony víz a felszínen, ami elősegítheti az általunk ismert élet megjelenését. Sajátos módon Földünk *nincs* a lakható zónában, mivel sugárzási egyensúly esetén hőmérséklete a víz fagyáspontja *alá* esne. De mégis létezik folyékony víz rajta, légkörünk üvegházhatása miatt. Így a „lakható zóna” definíciója némi módosítást kíván! Mindazonáltal fontos, hogy több mint 50 bolygót találtunk már Nap-típusú csillagok lakható zónáiban. Többnyire óriásbolygók – tipikus méretük a Neptunuszé. Most kezdünk végre olyanokat találni, amelyek mérete megközelíti a Földét.

A Keplert felfedezéseinek néhány érdekes vonatkozása összekapcsolja a filmiparral. Az Avatar című sikerfilmben egy nemcsak lakható, de lakott bolygó szerepel, amely nem különálló bolygó, mint a Föld, hanem egy óriásbolygó holdja. Célunk a Keplerrel az, hogy jó statisztikai mintát kapjunk a csillagok lakható zónáiban keringő, Föld-típusú világokról. Ezért nemcsak a Föld-méretű bolygókat kell keresnünk, de a Föld-szerű holdakat is, hogy megkapjuk a lehetséges lakható világok valódi „népesség-függvényét”. Nem tudjuk, hogy ez a Kepler adataiból lehetséges-e, de a kutatók egy csoportja jelenleg ezzel a problémával foglalkozik.

De a Kepler más, „sci-fi-szerű” helyeket is talált! Nemrég a NASA bejelentette az első olyan bolygó felfedezését, amely egy kettőscsillag körül kering. Mivel ez emlékeztetett a Tatooine bolygóra a Csillagok háborúja (Star Wars) filmben, engedélyezték, hogy róla nevezzük el!

Természetesen a potenciálisan lakható bolygók statisztikai népesség-függvényének felfedezése még nem bizonyítja, hogy van rajtuk élet. A Kepler-féle csillagok túl messze vannak ahhoz, hogy többet tudjunk meg róluk, mint eloszlásuk, méretük és egyes esetekben tömegük és koruk. Új szondákra lenne szükség további ismeretek szerzésére.

Ahhoz, hogy az élet jeleire bukkanjunk rajuk, valamit tudnunk kellene ezen idegen világok légköréről. A földi élet módosította az ősi szén-dioxid légkört (mint amilyen manapság a Vénuszé és a Marsé) a mai oxigénben gazdag atmoszférává. Egy oxigénben gazdag légkör akkor marad meg, ha létezik egy olyan folyamat, mint az élet, amely fenntartja; az oxigén ugyanis nem egyensúlyi gáz, sok anyaggal lép kölcsönhatásba, ezért csak az élet-folyamatok tartják fenn nagy oxigén-koncentrációjú légkörünket. Hasonlóan folyékony víz szükséges az általunk ismert élet fennmaradásához. Vagyis, ha megállapítjuk, hogy egy idegen bolygó („exobolygó”) légkörében sok a szabad oxigén és a vízgőz, akkor feltehetjük, hogy életet hordoz. De ilyen adatokat beszerezni valóban nehéz feladat.

Bizonyos adatokat már ma is beszerezhetünk az exobolygók légköréről. Egyes esetekben – különösen fényes, közeli csillagoknál, ahol jó színekpet lehet készíteni, és ahol egy na-

gyobb bolygó halad el a csillagkorong előtt – meghatározhatjuk a bolygólégkör színeképét. Ez úgy történik, hogy kivonjuk a csillag akkor felvett színeképét, amikor a bolygó előtte haladt, abból, amely akkor készült, amikor nem. Mivel a csillagfény egy része áthaladt a bolygó légkörén, az eredményül kapott színeképkülönbség abszorpciós vonalai a bolygólégkör gázaira utalnak.

Eddig szinte valamennyi esetben ezek „forró Jupiterek” voltak, ahol a bolygó nagyon nagy és olyan közel kering csillagához, hogy légkörének hőmérséklete több ezer fok lehet. De újabb űrteleszkópokkal ezen segíteni lehet.

Ha sikerülne átvonuló, Föld-méretű bolygókat – vagy legalábbis „szuper-Földeket” – találnunk a legközelebbi csillagok körül, akkor a fentebb leírt módszerrel légkörük jellemzői – különösen a készülő James Webb-űrtávcsővel (JWST) – meghatározhatóak lennének. Azokat az égitesteket tekintjük „szuper-Földeknek”, amelyek átmérője a Föld átmérőjének legfeljebb kétszerese, tömege pedig a Földének legfeljebb 5-10-szerese. Különböző elméleti megfontolások alapján úgy véljük, hogy a szuper-Földek felszíne szilárd, vagy óceánok által borított, és nincs olyan sűrű légkörük, mint az óriásbolygóknak a Naprendszerben. Ezért miközben a földihez hasonló életet hordozó bolygók után kutatunk, nem zárjuk ki a szuper-Földeket, mint lehetséges helyeket.

A JSTW-t úgy készítik, hogy főképp az infravörös színeképtartományban gyűjtsön adatokat. Ez az a tartomány, ahol a légköri vízgőz és oxigén elnyelési (abszorpciós) vonalai leginkább láthatóak. Még jobb az esélyeink, ha egy olyan Föld-szerű bolygót találunk, amely egy kisméretű, hűvösebb csillag, vagyis egy M típusú törpecsillag körül kering. E csillagok átmérője körülbelül egyharmada a Napunkénak. Vagyis egy előtte elhaladó bolygó (különösen, ha szuper-Föld) fedések közben a JSTW által könnyen rögzíthető légköri színeképet produkál – célszerűen összegezve sok fedés eredményeit. Persze előbb meg kell találnunk ezeket a közeli, fedési exobolygókat. Maga a Kepler erre kevésbé alkalmas, mivel nem a közeli csillagokat veszi célba, hanem sok távoli csillagot vizsgál egyszerre Galaxisunk egy viszonylag kis területén belül.

Szerencsére léteznek nem túl drága javaslatok az összes közeli csillag vizsgálatára – különösen az M törpékére – bolygófedések felfedezése céljából. Az egyik ilyen javaslat az MIT egyetemről származik TESS (Transiting Exo-Planet Survey Satellite) néven. Más javaslatok is vannak. Ezek közül még nem választották ki a megvalósítandókat, de véleményem szerint rendkívül fontosak. Ezek az exobolygók a jövő programjaiban kiemelt célpontokká válhatnak, mivel fedési jellegük miatt lehetőségünk lesz több fontos tulajdonságuk meghatározására a következő évtizedre tervezett fejlettebb űrtávcsövek segítségével.

Miközben szerencsés esetben az említett közvetett módon elkészíthetjük majd a fedési exobolygók légkörének színeképét, szükségünk lenne arra is, hogy közvetlenül leképezzük ezeket a bolygókat és meghatározzuk színeképüket. Többféle műszert fejlesztenek már erre a feladatra, vagyis közeli csillagok bolygóinak lefényképezésére, s ezek felbocsátása a 2020-as évekre várható. Többnyire valamiféle „koronagráfról” van szó, amelyben lefedik a központi csillag fényét, hogy bolygóit közvetlenül látni lehessen, ami nehéz feladat, mert a bolygók tipikusan milliárdszor halványabbak, mint központi csillaguk. E színeképekből remélhetőleg megállapítható majd, hogy a közeli csillagok lakható zónáiban keringő exobolygók közül melyiken lehet élet. Ha sikerül ilyen bolygót, vagy bolygókat találnunk, ezek azonnal a földi élet végső expanziójának célpontjává válhatnak – ahogy erről később szó lesz.

Emberes, vagy másféle, „emberből kiinduló” expanzió

Sokan, beleértve e cikk szerzőjét is, űrprogramunk végső, és talán egyedül igazán érdemleges céljának a Naprendszerbe és azon túl történő terjeszkedést (expanziót) tekintjük. Ez valójában filozófiai kérdés, amely túlmutat e tanulmány keretein. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy súlyos etikai kérdések merülnek fel az emberes, vagy pontosabban az ember-

ből kiinduló intelligens élet terjeszkedésével kapcsolatban a Naprendszerben és azon túl. Sokan úgy vélik, hogy egy ilyen terjeszkedés finanszírozására szolgáló erőforrásokat jobban hasznosíthatnánk a földi problémák megoldásánál.

Az egyik fontos etikai probléma akkor merül fel, ha egy olyan világba kívánunk behatolni, ahol az élet már létezik – elképzelhető, hogy a Mars ilyen. Ez különösen kényes problémává válik, ha felfedezzük, hogy a Mars-béli élet egy „második teremtest” reprezentál, vagyis alapvetően eltér a földitől. Többen felvethetnék: „Milyen jogon szorítanánk ki egy már létező életformát?” Ezt az aggodalmat politikai álláspontjuktól függetlenül sokan osztják: a „baloldalon” attól félnek, hogy kiirtjuk őket, a „jobboldalon” pedig attól, hogy ők ölnek meg bennünket! Egyik lehetőség ennek kiküszöbölésére – ha valahol tényleg életre bukkanunk – olyan helyek kiválasztása, ahol biztosan nincs élet, mint például a Holdon vagy a kisbolygókon.

Másik alapvető kérdés, hogy, hogy mit értünk azon, hogy „mi”. Az elmúlt fél évszázad szerzői ilyenkor rendszerint emberekre gondoltak, akik űrhajóikon elindulnak, hogy idegen világokon folytassák életüket. Ez a „Star Trek” forgatókönyv ismerős és vonzó is lehet. De valószínűleg téves. Ahogy a mesterséges intelligencia (AI) és hasonló technikák fejlődnek, többen úgy vélik, hogy a „gépi élet” hamarosan alaposan túltesz rajtunk. A gépi intelligencia könnyebben élhet és „telepedhet le” olyan helyeken, mint a Hold, mivel a gépeknek nincs igazán szükségük olyan ritka erőforrásokra, mint a víz és az oxigén.

Egy másik technika, amely azt ígéri, hogy megváltoznak az életre vonatkozó elképzeléseink, a cikk elején említett SynBio. A SynBio hamarosan lehetővé teszi számunkra, hogy aktívan konstruáljunk biológiai jelenségeket – feltehetően olyan komplex organizmusokat is, mint mi magunk. A SynBio különösen vonzó megoldás, mivel a biológia lényegét tekintve önreprodukáló gépekkel foglalkozik. Ha egy kolónia túlélésre törekszik egy idegen világban, nyilván képtelen a fenntartásához szükséges dolgokat folyamatosan importálni. Ezért önfenntartásra van ítélve. A gépek, amelyeket magával vitt, előbb-utóbb elromlanak. De az önmagukat reprodukáló gépek, különösen, ha azokat az adott környezetre tervezzük, beprogramozhatók úgy, hogy önmagukat javítsák és karbantartsák. Természetesen, ha már elő tudunk állítani „programozott életet”, olyat, mint a mienk, akkor az eredmény az „emberitől” megkülönböztethetetlen lehet. A Földön kívüli települések valóban idegenek lennének – hiszen önreprodukáló gépekből, vagy mesterségesen létrehozott (és értelemmel bíró) biológiai élőlényekből állnának.

Az új technika gyors, exponenciális fejlődése elvezetett a „technikai szingularitás” koncepciójához. Ez egy olyan állapot, amikor a technika exponenciális fejlődése rövid időn belül az „élet” radikálisan új formáit állíthatja elő – letöltjük magunkat egy számítógépbe, megszerkesztjük az élet halhatatlan változatát, stb. Közel az Ames központhoz, Moffet Fieldben létezik már egy kutatóhely, amely ezen lehetőségek megértésével és alkalmazásával foglalkozik „Singularity University” néven.

A szingularitás koncepciója messzemenő következményekkel jár nemcsak a más égitestek felé igyekvő emberiség számára, hanem abban az alapvető kérdésben is, hogy egyedül vagyunk-e az Univerzumban? A Földön kívüli értelem keresésének egyik alapvető problémája a Fermi-paradoxon. Ez egyszerűen azt jelenti, hogy, ha az élet mindenütt elterjedt, amiről hamarosan képet alkothatunk, akkor ez vonatkozni fog az értelmes életre is. Ha ez így van, akkor feltehetőleg nem mi vagyunk az elsők, vagyis sokkal idősebb civilizációk is léteznek, s ezeknek felfedezhetőeknek kell lenniük. Leszámítva néhány embert, akik azt állítják, hogy repülő csészealjakra is utaztak már, mindenki elfogadja, hogy még nem fedeztünk fel idegen értelmes életet az Univerzumban. E probléma egyik lehetséges megoldása, hogy az értelmes civilizációk gyorsan elérik a szingularitás állapotát, és átalakítják magukat valamivé (valahol), ami már nem lép kapcsolatba semmivel, vagy ha igen, akkor olyan módon, ami számunkra felfedezhetetlen.

Visszatérve kevésbé filozofikus és spekulatív témánkhoz, úgy tűnik, hogy egy-két évtizeden belül képesek leszünk arra, hogy letelepedjünk egy másik égitesten, valószínűleg a Marson. Ismétlem, hogy a letelepedés más égitesteken racionális kényszer az alacsony Föld körüli pályát elhagyó űrexpedíciók számára. A NASA emberes űrutazási programja többé-kevésbé a más égitesteken, például a Holdon vagy a Marson való állandó letelepülésre koncentrál – noha a hivatalos megnyilvánulások általában még a „letelepülés” kifejezést sem használják. 2004-ben a NASA ambiciózus programba kezdett, amely megkezdte volna az emberes űrrepülések kiterjesztését túl a Föld körüli pályán – kezdetben a Holdra fókuszálva. Néhány éven belül jelentékeny programokba kezdtünk annak érdekében, hogy elkészüljenek az űrhajósokat a Holdra és azon túli égitestekre szállító nagy rakéták és űrhajók. A NASA akkori vezetője, Mike Griffin ezt az erőfeszítést „Szteroidokkal erősített Apollónak” nevezte. De hamarosan világossá vált, hogy az amerikai kormány nem fogja biztosítani a szükséges pénzt ahhoz, hogy ezeket a programokat időben befejezhessük. Az Obama-kormányzat nem adta fel ezeket a terveket. Inkább olyan megoldásokat keresett, amelyeket az ország jobban megengedhet magának e célok elérése céljából. Különösen két új területre koncentrált: a magánszektorra bízni a hordozórakéták gyártását, valamint erőteljes műszaki kutatásokat indítani a költségek csökkentésére az ambiciózus program megvalósításához. Most egy ilyen kompromisszumos programmal rendelkezünk, amelynek keretében kormányzati irányítás mellett megkezdtük egy hatalmas hordozórakéta és a hozzá tartozó űrhajó építését – közben azonban mind a magánszektor bevonása, mind az új technológia megvalósítása a NASA céljai között maradt.

Jelenleg több vállalat verseng azon a területen, hogy melyik képes kereskedelmi alapon személyzetet és terhet juttatni a Nemzetközi Űrállomásra. Ez a kereskedelmi hozzáállás nemcsak jelentős pénzt takarít meg, hanem képességeket is kínál. A vállalatok egyike, a SpaceX egy közepesen nehéz hordozórakétát fejleszt Falcon-9 Heavy néven, amely képes több mint 50 tonnát juttatni alacsony Föld körüli pályára.

A NASA közben fenntartja céljai között a távoli űrrepüléseket, és végső soron az idegen égitesteken létesítendő, folyamatosan lakott telepeket. De jelenleg a NASA erőfeszítései főképp az első, viszonylag rövid látogatásokra koncentrálódnak, amelyek célja eleinte valamelyik a Földet megközelítő kisbolygó lehet, majd végül a Mars. (Közben nem utasítja el a Holdat sem, mint közbülső célt.) Azonban egyrészt a pénzügyi korlátok – amelyek nem enyhülnek, mint ez az amerikai sajtóban is olvasható –, másrészt a technikai akadályok miatt jelenleg szinte nem is gondolunk az állandó telepekre, hosszú életű állomásokra idegen égitesteken. De úgy vélem, az érdeklődés és a képesség hirtelen megnőhet, ami radikálisan megváltoztathatja a helyzetet.

Elon Musk, a SpaceX igazgatója nem csinál titkot abból a meggyőződéséből, hogy az állandó marsi telepek létrehozása nemcsak az ő célja, hanem legyen a mienk is. Más, nagyrészt műszaki orientációjú milliárdos vállalkozók láthatólag osztják az ő érdeklődését; legalábbis erről tanúskodnak Jeff Bezos (Amazon.com) és Richard Brandon (Virgin) űrjármű-fejlesztési kezdeményezései. Vajon realizisztikusak-e álmaik az emberi telepekről a Marson vagy máshol?

Véleményem szerint a folyamatosan lakott telepek a Marson – valószínűleg magántőkével finanszírozva – megvalósíthatók. Nemrég Központom munkatársai, Chris McKay és John Karcz vezetésével tárgyaltak a SpaceX illetékeseivel, és kimutatták, hogy az ő Falcon-9 Heavy rakétájuk indította Dragon űrhajójuk alig néhány száz millió dolláros, viszonylag szerény összegért leereszkedhetne a Marsra. Bár egy ilyen küldetés embereket még nem szállíthatna, és önmagában nem egy letelepedési akció, a kitűzött cél világos.

Egy, vagy legfeljebb két évtizeden belül ezek az új, magántőkéen alapuló vállalkozások már telepeket vihetnének a Marsra. Kollégáim előzetes analízise szerint egy kis csapat űrhajós néhány milliárd dollárért ezekkel a hordozóeszközökkel már eljuthatna a Marsra. Állomásuk fenntartása a Marson mintegy milliárd dollárba kerülne évente. Ezek olyan össze-

gek, mint amilyeneket a magántőke egy-egy nagyszabású cél érdekében a Földön is elkölt, beleértve új, földi települések létrehozását. Fontos megjegyezni, hogy ezek egyirányú utazások – de hát a történelem során a legtöbb teleszvándorlás ilyen volt.

Hogyan lehetnek ezek a küldetések valódi letelepülések, és nem öngyilkos vállalkozások? A válasz, szerintem, a szintetikus biológia (SynBio) most fejlődő szakterületéről érkezik. Ahhoz, hogy a telepesek túlélhessék a marsi körülményeket (vagy általában az idegen égitesteken uralkodókat), meg kell tanulniuk a helyi erőforrások hasznosítását, vagy másképpen a Földtől független életmódot. Ez a Földön kívül mindenütt nehéz feladat. Már rendelkezünk olyan eszközökkel, amelyek lehetővé teszik olyan kémiai és termomechanikai géppark létrehozását, amely képes kivonni oxigént, vizet és más szükséges erőforrásokat a Mars talajából. Ezek azonban sajnos nagyok, nehezek és drágák. Emellett elkerülhetetlen, hogy végül lerobbanjanak a Marson, oly módon, hogy nincs mód a bonyolult javítási munka végrehajtására. A SynBio megoldhatja ezt a problémát.

A végső követelmény ahhoz, hogy élhessünk egy másik égitesten: magunkkal kell vinnünk „önmagukat reprodukáló gépeket”. A korábbi gyarmatosító telepesek mindegyike rendelkezett ilyenekkel: tudniillik a magukkal vitt növényekkel és állatokkal. S valójában szinte mindegyiket genetikusan állították elő szelektív tenyésztéssel. De a szelektív tenyésztés évszázadokig tart. A SynBio ezt felgyorsíthatja. Véleményem szerint egy évtizeden belül megszületik annak lehetősége, hogy a Mars telepesei olyan „genetikus írógépet” vigyenek magukkal, amely lehetővé teszi, hogy kezdetben mikrobákat, majd magasabb rendű növényeket és állatokat (esetleg saját magukat is beleértve) alakítsanak olyanná, hogy a Marson vagy máshol mindent, ami a fennmaradásukhoz és hosszú életükhöz szükséges, helyi forrásokból elő tudják állítani.

Talán néhány évtizeden belül az első, valószínűleg magánpénzből finanszírozott és a visszaút lehetőségétől megfosztott telep létrejön a Marson. Kezdetben bebújhatnak ott egy barlangba (a Marsról készült felvételek alapján tudjuk, hogy ilyenek találhatók a felszínen). A telepesek először még a Földről hozott és megfelelően átalakított mikrobákat használnának arra, hogy a szükséges vizet, oxigént és élelmet kivonják a Mars talajából. Ezeket később a helyszíni tapasztalatok alapján módosítanák. Folytatásképpen olyanokat fejlesztenének, amelyek képesek fémek és más, az építkezéseken szükséges anyagok kivonására. A nagy lakótelepek mellett sor kerülhet olyan életformák kifejlesztésére is, amelyek védelem nélkül is életképesek lennének a Mars felszínén. Ha úgy gondolják, akkor megteremthetnék a Földre való visszatérés eszközeit is. De szerintem inkább arra fognak törekedni, hogy átalakítsák új lakóhelyüket – talán azt kicsit „terraformálva”, de valószínűleg inkább a földi életet a marsi körülményekhez alakítva.

A SynBio kulcsfontosságú előnye, hogy a genom könnyen átalakítható digitális formába. Vagyis, ha az új marslakók valami olyan problémába ütköznek, amit nem képesek egyedül megoldani – például egy váratlan betegség fellépésekor, amire nem volt még gyógyszer, amikor elindultak –, akkor a gyógyszeres megoldás elküldhető a Földről és „kinyomtatható” a Marson. A Földdel való kapcsolat lehetősége alapvető probléma, ha csillagközi utakra és ottani letelepülésre gondolunk!

A DARPA (US Defense Advanced Research Projects Agency, az amerikai hadsereg távlati fejlesztési programokkal foglalkozó ügynöksége) idén szponzorált egy nagyon újszerű tanulmányt, a DARPA 100 Year Starship Projectet (száz éves csillaghajózási terv). Tárgyalások sorozatán a DARPA összehívott egy csapatot annak megvitatására, hogy hogyan lehet elindítani és fenntartani egy projektet, amelynek célja egy csillagközi út egy évszázad múlva. Az egyik első összejövetelen a SynBio vezető szakértője, J. Craig Venter felvetette a csillagközi gyarmatosítás előkészítésének egy lehetőségét: küldjünk egy igen kis gépet, amely képes genetikai kód vételére a Földről, majd e számítógépi program alapján a helyi erőforrásokból élő organizmusok előállítására.

Következtetések

Az 1980-as években a NASA létrehozta asztrobiológiai programját és a NASA Asztrobiológiai Intézetét. Első igazgatója a Nobel-díjas Barry Blumberg volt. Barry inspiráló hatással volt rám és a NASA-ra. Ez év elején eltávozott az élők sorából. A NASA asztrobiológiai programja három alapvető kérdéssel foglalkozik: (1) Hogyan keletkezett és fejlődött az élet? (2) Van-e élet a Földön kívül, és ha igen, akkor hogy tudjuk megtalálni? (3) Mi az élet jövője a Földön és az Univerzumban? Véleményem szerint közel állunk ahhoz, hogy mindhárom kérdésre válaszolni tudjunk – ami barátom, Barry Blumberg emlékét szolgálja majd. Talán a legfontosabb a harmadik kérdés: mi az élet jövője az Univerzumban? Szerintem mi vagyunk az élet jövője az Univerzumban, és mindaz, amit teszünk, és amivé válunk a következő évtizedekben. A NASA mindenkinek, aki vállalkozik erre, szerencsés utat kíván. Valóban: szerencsés utat emberiség!

A fordító megjegyzései

Nyilvánvaló, hogy ez a cikk több olyan elképzelést is tartalmaz, amelyek merész sci-fi regényekben szoktak szerepelni. Mielőtt az igényes olvasó legyint egyet ezekre, és a szerzőt a nagy fantáziájú, de mélyebb tudományos és műszaki ismeretekkel nem rendelkező dilettánsnak véli, ajánlom, hogy vegye figyelembe az alábbiakat.



A szerző. Simon Pete Worden jelenleg az egyik legjelentősebb NASA kutatóközpont, a kaliforniai Ames Research Center igazgatója. Ezen a központon belül található a NASA Asztrobiológiai Intézete is. Összesen mintegy 2500 beosztottja van, és évi 800 millió dolláros költségvetés felett rendelkezik. Korábban az Arizonai Egyetem csillagászati, optikai és bolygótudományi tanszékének kutató professzora volt. Feladata főleg a nagy űrtávcsövek tükreinek (mind civil, mind katonai célú) fejlesztése volt. Több mint 150 asztrofizikai, űrtudományi és stratégiai tanulmány szerzője vagy társszerzője. Két NASA űrtudományi misszió társszervezője volt. 2004-ben dandártábornokként ment nyugdíjba az USA légierőtől. Ebben az időben a kongresszus űrügyekben illetékes bizottságának tanácsadója is volt.

Az előadás helye. Az évente megrendezésre kerülő nemzetközi asztronautikai kongresszusokon mindig sor kerül egy kétnapos SETI szimpóziumra. Ennek első napján főleg műszaki, második napján más természetű előadások hangzanak el. Mindkét nap programját egy-egy meghívott előadás vezeti be: az első a Pesek lecture, a második a Billingham Cutting Edge Lecture. Worden ezen utóbbira kapott felkérést a 2011 októberében, Fokvárosban megrendezett kongresszuson. Előadásában, mint látható, nem is említi a SETI kutatásokat, viszont áttekinti az exobolygók felfedezésére irányuló NASA űrprogramokat, az emberes űrrepülések perspektíváit, és eljut egészen a csillagközi utazásokig. (Még mindig érvényes a tiltás, hogy a NASA nem támogathatja a SETI kutatásokat.) Az alkalom, hogy a témában járatos, ismert szakemberek előtt beszélt egy nemzetközi fórumon, mégpedig nem a „hivatalos NASA”, hanem a saját nevében, mindenképpen indokolja, hogy az elmondottakat (és a cikkben megjelenteket) komolyan figyelembe vegyük.