

Откриване и изследване на извънслънчеви планети чрез мрежа от малки космически телескопи

Веселка Радева^{1,2}, Ирена Димитрова², Борислава Борисова², Цвета Коджабашева², Кристиана Момчилова²

¹ – Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“,

² – Астрономическа обсерватория и планетариум „Николай Коперник“, Варна

Резюме: Представена е идеята за създаване на мрежа от малки космически телескопи за откриване и изследване на близки извънслънчеви планети. Направени са модели на избрани по предварително зададени критерии пет извънслънчеви планети. Описани са целите, задачите и времевата линия на евентуална космическа мисия за изстрелване и работа на мрежа от малки космически телескопи.

Увод

Човечеството винаги си е задавало въпроса „Сами ли сме във Вселената?“. През последните петдесет години астрономите започнаха да се приближават до отговора на този важен въпрос. С откриването на планети около други звезди стана ясно, че нашата Слънчева система не е единствена и уникална. Планети обикалят около много близки и далечни звезди. Тяхното откриване, изследване и изучаване е много важно. От една страна се разширяват знанията за образуването на звездите и планетите във Вселената. От друга страна, може да бъдат открити планети, на които е възможно да съществува живот или където бихме могли самите ние да отидем да живеем.

Откриването и изследването на извънслънчевите планети се извършва както с големи и малки телескопи от Земята, така и с космически телескопи, изведени в околоземна орбита. Разработването, извеждането в орбита и стартирането на космическите телескопи обикновено отнема двадесет години. Поради това се поставят мащабни задачи, които се решават с дългопериодични наблюдения. Разработваните до сега космически телескопи са големи и скъпи.

Голям интерес за астрономите представляват извънслънчевите системи в близката околност на Слънчевата система. Сравнително добре са изследвани извънслънчевите планети в радиус 50 светлинни години. Тяхното детайлно изучаване също е най-добре да става с наземни и околоземни телескопи. Поради близостта на звездите с планетни системи, които ще се изследват, е достатъчно използването на малки космически телескопи. От една страна тяхната конструкция, изработване и поддържане не представлява такава сложност. От друга страна финансирането на извеждане в околоземна орбита на малки или микро спътници е много по-приемливо и много по-достъпно.

Това ни мотивира да разработим нашата идея за създаване и извеждане в орбита на мрежа от малки космически телескопи, с които да се изследват близки извънслънчеви планети. Малките космически телескопи имат своето достойно място в процеса на

изследване на близките извънслънчеви планети и техните наблюдения ще отговорят на много въпроси, които вълнуват астрономите. Този проект бе представен в Националния конкурс „Космос“ за ученици на фондация ЕВРИКА и се класира на първо място в направление „Идеи за научни и технически експерименти“.

1. Търсене и изследване на извънслънчеви планети от Земята и Космоса

Познати са стотици планети, обикалящи не около Слънцето, а около други звезди. Направени са наблюдения върху атмосферите и структурите им. Това позволява да се получи информация за природата на планетите, за формирането на нашата Слънчева система, както и за възможността за съществуването на други обитаеми планети освен нашата Земя.

Екзопланета или извънслънчева планета е планета, която се намира извън Слънчевата система. Тя е в орбита около друга звезда. Към 15 Април 2015 г. има открити 1911 извънслънчеви планети, в 1207 планетни системи, в това число 480 планетни системи с повече от една планета. В момента има 18 000 кандидати за планети, от които 262 в обитаемата зона, където водата може да бъде в течно състояние.

За двадесет години до сега са направени 5 445 открития и са потвърдени 1 832 извънслънчеви планети. Според ново изследване за всяка звезда в Млечния път се падат по 1,6 планети, следователно броят им е поне 160 000 000 000!

Има няколко метода, които астрономите използват за откриването на екзопланети. В днешно време екзопланети се откриват директно – като се наблюдава самата планета и непряко - чрез радиално проследяване на скоростта, астрометрия, пулсарно време, транзити, гравитационни лещи.

2. Космически телескопи – развитие на търсенето на извънслънчеви планети

В изследването на извънслънчевите планети все по-голяма роля започват да играят космическите телескопи. С помощта на космическите мисии се определят голяма част от характеристиките на извънслънчевите планети.

През 1983 година за първи път се използва космическия спътник IRAS (InfraRed Astronomical Satellite). Този спътник съдържа малък телескоп за инфрачервени наблюдения. Планетите и междузвездния прах отразяват светлина, която се блокира от земната атмосфера. За това е най-добре да се използват спътници, изведени извън земната атмосфера. С този телескоп през 1984 година е открит диск от прах около звездата Beta Pictoris. Така се визуализира първото място във Вселената, където се вижда създаването на планети.

Космически телескоп Хъбъл

През 1990 година е изведен в орбита на 600 км от Земята космическият телескоп Хъбъл. Наблюденията, направени с него показват, че има много потенциални места за образуване и съществуване на обитаеми планети. През 1992 г. по радио излъчване, което идва от пулсар беше предположено че е възможно присъствието на три планети с малки маси около него. Никой не очаквал да намери планети, обикалящи около пулсари. По-късно през 2006 г., са открити планети в орбита около пулсари. Това показва, че е

възможно някои неутронни звезди да имат обикалящи около тях планети. През 1995 г. е открита планета, която обикаля около звезда от тип G, това е 51 Пегас. С времето са открити и други планети, като 51 Пегас, които са наречени горещи Юпитеровци.

Френската космическа мисия CoRoT е изстреляна през 2006 година. По време на тази мисия е открита първата извънслънчева планета с метода на транзита (преминаването на планетата пред нейната гореща звезда). Този космически телескоп е допринесъл за потвърждаването на десетки екзопланети и притежава списък на някои от най-добре изучените извънслънчеви планети. Той е продължил откриването на планети до 2011 г.

Космическият телескоп Спитцер стартира през 2003 г. Това е първият телескоп, който директно открива светлината от планети извън нашата Слънчева система. Едно от най-забележителните постижения на този телескоп е през 2005 г., когато става първият телескоп директно уловил светлината от извънслънчеви планети, а именно от горещите Юпитеровци HD 209458b и TrES-1. С този телескоп през април 2005 година е открито, че около звездата Коен-kuhi Тау 4 има планетарен диск.

Космическият телескоп Кеплер е първата мисия на НАСА за изследване на извънслънчеви планети. Кеплер стартира през 2009 г. Сред многобройните му открития, е това, че малките извънслънчеви планети вероятно са най-често срещаните в Галактиката. Кеплер е открил екзотични, мулти-планетни системи с топли Юпитеровци с невероятно ниска плътност. С продължение на мисията, най-вероятно ще бъдат открити планети с размерите на Земята, в рамките на обитаемите зони на звездите си.

Джейм Уеб космически телескоп (JWST) ще стартира през 2018 година. Той е инфрачервен телескоп и ще бъде научния „наследник“ на космическите телескопи Хъбъл и Спитцер. Главната цел на този телескоп са наблюдения, които ще доведат до разбирането на процеса на образуване на звездите и планетите. Ще се изследват протопланетни дискове около звезди.

Космическият инфрачервен телескоп с широко поле (WFIRST) на НАСА е проектиран да получава изображения в широко поле и да прави спектрални изследвания в близката инфрачервена област. Основна цел на телескопа е наблюдения на извънслънчеви планети. Той ще използва фотометрично изследване в област около центъра на Млечния път за извършване на статистическо преброяването на планети в нашата Галактика. Ще бъде възможно директно фотографиране на гигантски планети и планетарни дискове.

Един нов метод за търсене на извънслънчеви планети с космически телескопи е наречен „звездни сенки“. Този метод реализира нова технология, която блокира не само слънчевата, но и звездната светлина. Телескопът се движи, докато „звездната сянка“ остава на същата позиция. Ще се използва външен спътник, който лети далеч от космическия телескоп. Той ще представлява голям екран, за да блокира входящата звездна светлина. Използва се екран с формата на цвете.

Изследванията на извънслънчеви планети са една от най-бързо развиващите се направления в астрономията. Все още е много трудно да се различи директно планета и нейната атмосфера. За това все повече се налагат наблюденията с космически телескопи. Разработват се нови технологии за да се видят отделните компоненти на една звезда и обикаляща около нея планета. Това изисква още по-голяма точност в изстрелването и маневрирането на космическите телескопи.

ХЕОПС – първият космически малък телескоп

Една от новите научни програми на Европейската космическа агенция е свързана с търсенето на близки извънслънчеви планети с помощта на малки телескопи. Стремещт на научните колективи е да създадат малки космически мисии на ниска цена, които да попълнят по-широкия и среден клас космически мисии. Първата такава мисия на Европейската космическа агенция се нарича Хеопс. Тя е предложена от Астрономическата обсерватория в Женева на 19 октомври 2012 г.. Хеопс ще бъде изведен в орбита през 2017 година. Космическият телескоп ще бъде насочен към близки, ярки звезди, за които вече е известно, че имат планети, обикалящи около тях. Този космически телескоп-спътник, ще бъде първата мисия, посветена на търсенето на извънслънчеви планети, чрез метода на транзита чрез прецизна фотометрия на ярки звезди с планети. Той ще предостави уникалната възможност за точно определяне на размера на извънслънчевите планети (с размери на Нептун и по-малки), открити чрез спектрални методи. Космическият телескоп също така ще бъде в състояние да търси по-малки планети, които е невъзможно да се видят с помощта на наземни телескопи. Едно от големите предимства на този телескоп е, че той ще може да изследва атмосферите на планетите. Планът на Европейската космическа агенция е Хеопс да бъде първата от серия от подобни малки мисии, за които са необходими неголеми разходи.

3. Мрежа от малки космически телескопи

Изследването на извънслънчевите планети е едно от най-интересните в астрономията. С него са свързани всички проекти за търсене на живот на други планети.

3.1. Модели на група близки извънслънчеви планети

За нас представляват интерес откритите близки извънслънчеви планети. Ние решихме да разработим една примерна научно-изследователска програма за изследването им с малки космически телескопи. За да подберем обектите за изследване ние направихме проучване в литературата за вече откритите близки до нас извънслънчеви планети. Използвахме и компютърните планетариуми на НАСА “Eyes on EXOPLANETS” и “Celestia” за да визуализираме тези планети.

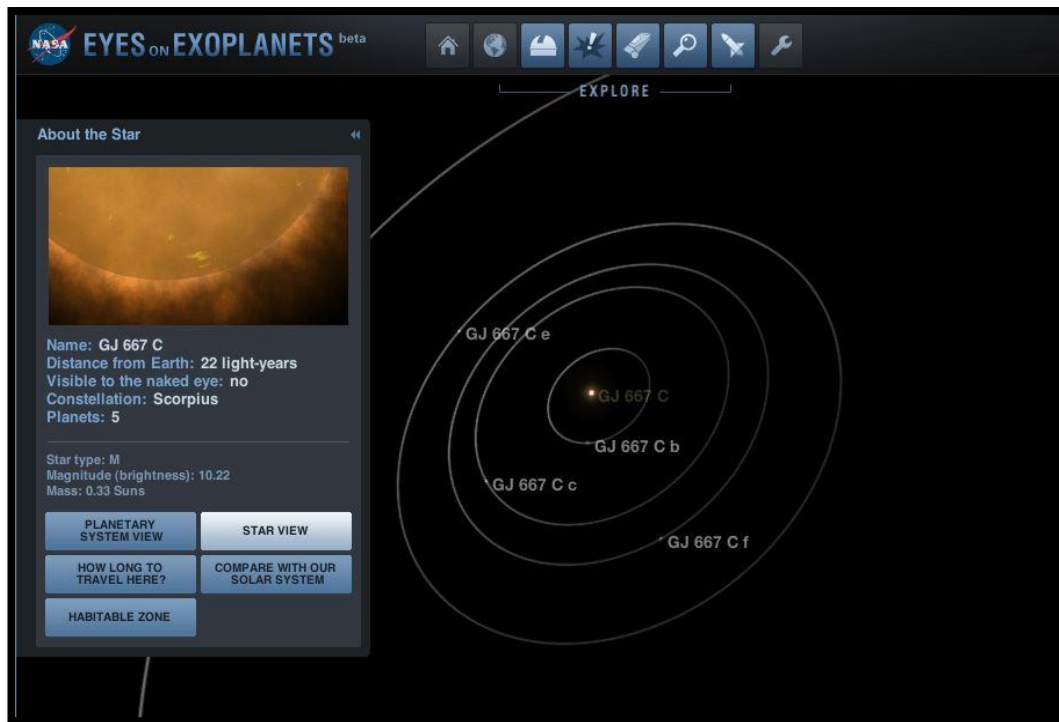
Все по-голям интерес сред астрономите предизвикват близките до Слънцето извънслънчеви планети. Даже използвайки големи наземни телескопи не може да се детектират евентуални атмосфери и не може да се каже нищо за техния състав. Имайки предвид много по-добрите условия на видимост поради липсата на атмосфера, все успешно се използват космически телескопи. За изследване на близките извънслънчеви планети са много подходящи неголеми телескопи, намиращи се в орбита до Земята.

Построяването и извеждането в орбита на малки телескопи не изисква толкова големи финансови разходи и инвестиции във време и хора, както големите космически телескопи. Поради това ние сме уверени, че една мрежа от пет оптични телескопа, насочвани към близки извънслънчеви планети ще бъде много продуктивна!

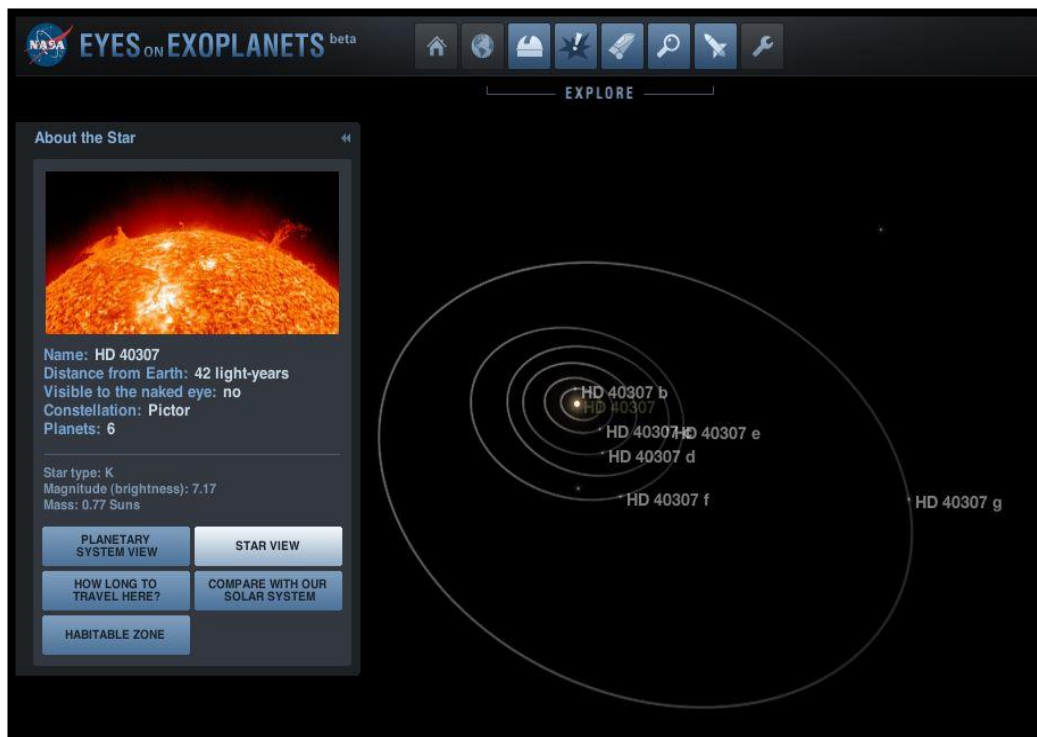
Нашата цел е да бъдат изследвани пет потвърдени извънслънчеви планети. Това са: Kapteyn b (съзвездие Живописец-Pictor), Gliese 832c(съзвездие Жерав-Crus), Gliese 667Cc(съзвездие Скорпион), HD 40307 g (съзвездие Живописец-Pictor) и Gliese 163c(съзвездие Златна рибка-Dorado). С наблюденията ще се стремим да потвърдим следните извънслънчеви планети: Tau Ceti e (съзвездие Кит-Cetus), Gliese 682c(съзвездие Скорпион -Scorpio), Gliese 180b (съзвездие Еридан -Eridanus), Gliese 180c (съзвездие Еридан -Eridanus) и Gliese 581 g (съзвездиято Везни - Libra).

За търсене и изследване на извънслънчеви планети ще се използва метода на транзитите и спектрални методи. Планираме да има възможност за постоянни наблюдения, в рамките на 5 години. Телескопите може да бъдат базирани на слънчево-синхронна орбита, както малкия космически телескоп Хеопс. По този начин ще имаме минимум разходи за извеждането на телескопите в работна орбита. Изстрелването на мрежата от малки космически телескопи няма да изисква огромни финансови средства. Изработката на малките телескопи, с диаметър на огледалото 30 см и чувствителна и голяма ССД матрица с охлаждане с течен хелий, ще отнеме не повече от 3 години. Подготовката, изстрелването и активирането на нашата мрежа от малки телескопи не би трябвало да отнеме повече от десет години. Така, много бързо, за не повече от 10 години можем да имаме работеща мрежа от телескопи и да получаваме резултати от тяхната работа.

Ние направихме проучване в научната литература какви извънслънчеви планети са открити в радиус 50 светлинни години от Слънцето. За нас беше важно да разберем колко от тях и кои са подходящи за заселване. Важно изискване към избраните планети беше да се намират в обитаемата зона, където водата може да бъде в течно състояние. С помощта на компютърния планетариум, разработен от НАСА "EYES on EXOPLANETS", направихме модели на петте потвърдени извънслънчеви планети от научната програма на мрежата от малки телескопи. На фигура 1 и 2 са представени модели на две от извънслънчевите планети.



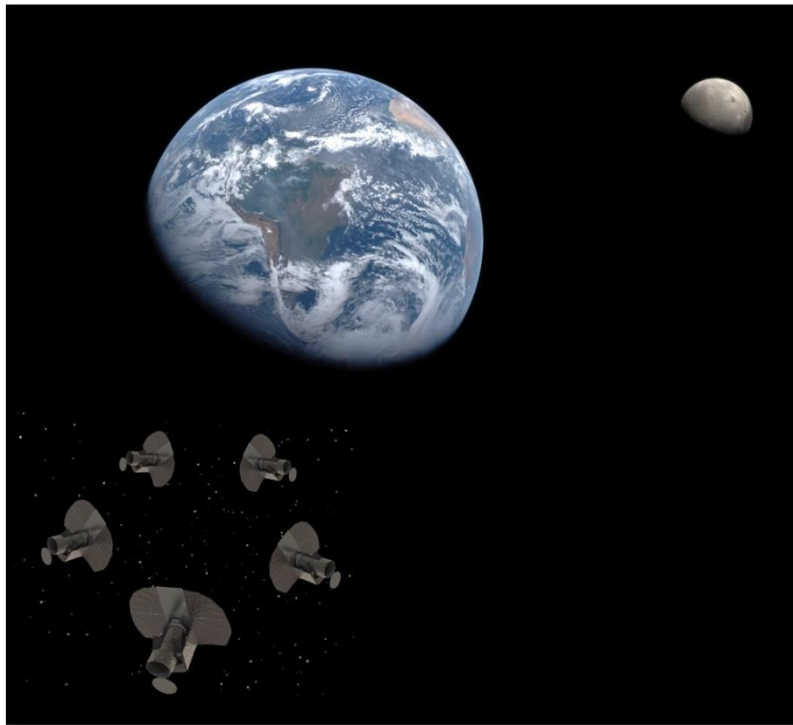
Фиг.1. Модел на извънслънчевата планета GJ 667Cc



Фиг.2. Модел на извънслънчевата планета HD 40307g

4. Описание на Мрежа от малки космически телескопи

Изследването на близките извънслънчеви планети е една от приоритетните задачи, стоящи пред астрономите. Ако на някоя от близките планети бъде открит живот, тя би могла да бъде цел на бъдеща космическа изследователска мисия. За събирането на информация за физическите, химическите и орбиталните характеристики на планетите е необходимо да се правят много на брой наблюдения с различни методи. Една пълна научна картина за близките извънслънчеви планети би могла да се получи с наблюдения, правени от наземни и от космически телескопи. Като имаме пред вид, че това са планети около близки и ярки звезди, и финансовите разходи, предлагаме да се изведе в орбита мрежа от пет малки космически телескопа. Ние предлагаме да бъдат конструирани 5 малки телескопа с диаметър на огледалата 30 см, снабдени с широкоплощни високочувствителни CCD матрици (Фиг.3). Като прототип на тези телескопи би могъл да се използва космическия телескоп ХЕОПС, който ще бъде изстрелян през 2017 година, ще бъдат тествани в реална обстановка всички системи и ще се отстранят всички възникнали проблеми.



Фиг.3. Мрежа от малки телескопи за наблюдение на близки извънслънчеви планети

В края на миналия век е създадена условна класификация на малки спътници. Малките спътници имат маса от 100 до 500 кг. Микро-спътниците имат маса от 10 до 100 кг. Нано-спътниците имат маса от 1 до 10 кг, а пико-спътниците имат маса под 1 кг. Според тази класификация нашите малки космически телескопи попадат към типа микро-спътници.

4.1.Избор на орбита на мрежата от малки телескопи и времева програма за работа

Мрежата от малки телескопи има научно-изследователски цели, свързани с изясняването на природата и движението на пет потвърдени и четири непътвърдени близки извънслънчеви планети. С космическите телескопи ще бъдат правени необходимите фотометрични и спектрални наблюдения на извънслънчевите планети. За уточняването на орбитални и химически характеристики на извънслънчевите планети ще се прилага метода на транзитите и ще се изследват спектри, получени от атмосферите на звездите.

Орбитите на космическите спътници, обикалящи около Земята са четири вида: кръгова (ексцентрицитет $e=0$), елиптична ($e<1$), параболична($e=1$), хиперболична ($e>1$). Обикновено изкуствените спътници се разполагат в зависимост от избора на височината на: ниска околоземна орбита – 1200 км над земната повърхност; средна околоземна орбита – 1200 - 35286 км над земната повърхност; геосинхронна орбита – 35786 км над земната повърхност; геостационарна орбита – това е геосинхронна орбита с наклон нула; високо елиптична орбита – над 35786 км.

Малкият космически спътник Хеопс ще бъде изведен на слънчево-синхронна орбита. Слънчево-синхронната околоземна орбита е вид земна орбита, при която спътниците винаги минават над определена точка на земната повърхност, когато Слънцето се намира на същото място на небето. Това се постига чрез подходящо съчетаване на височина и наклон на орбитата.

Подготовката, организирането, изстрелването и работата на една бъдеща космическа мисия „Мрежа от малки телескопи“ може да се представи в следната времева линия на дейностите (Фиг.4.):



Фиг. 4. Времева линия на дейностите по космическата мисия „Мрежа от малки космически телескопи“

2020-2023:

Организиране и формиране на научно-изследователския и инженерно-технически екип на Космическата мисия „Мрежа от малки космически телескопи“.

2023-2025

Разработване на проектната документация за изработването на малките космически телескопи.

2025-2030

Изработване и тестване на малките космически телескопи.

2030

Изстрелване на мрежата от малки космически телескопи, разполагане на мрежата в космическото пространство и стартиране на телескопите.

2030-2040

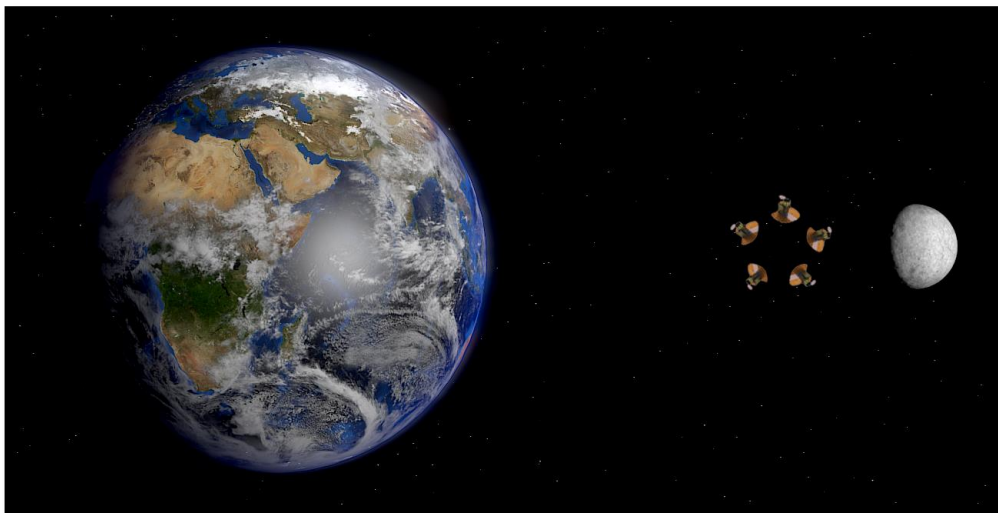
Провеждане на наблюдения на извънслънчевите планети от мрежата от малки космически телескопи.

БЪДЕЩО РАЗВИТИЕ

Мрежата от малки телескопи ще изпълни научно-изследователските цели за получаване на данни за петте близки извънслънчеви планети. След това ще бъдат насочени към непотвърдените пет планети. В рамките до 5 години се планира да се изследват и непотвърдените извънслънчеви планети.

Едно от големите предизвикателства пред астрономите е предпазването на Земята от сблъсък с астероид. В близкото пространство до Земята често се случва да преминават астероиди с различни размери. Астрономите се стараят да откриват колкото се може повече от тези опасни тела и да определят техните орбити. Така може да се изчисли кога би могъл да се случи евентуален сблъсък със Земята.

Ние планираме след изпълнението на основната наблюдателна програма на извънслънчеви планети нашата Мрежа от малки космически телескопи да бъде насочена към близки и опасни астероиди за уточняване на техните орбитни елементи (Фиг.5.) Така малките космически телескопи ще могат да откриват, да наблюдават и да проследяват минаващи близко до Земята малки и големи астероиди.



Фиг. 5. Мрежа от малки телескопи в Лагранжовата точка L1 за откриване, проследяване и изследване на астероиди

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Космосът е бъдещето на човешката цивилизация. Ние се интересуваме както от астрономията и астрономическите изследвания, така и от космическите проекти и връзката им с всички земни науки. За това ние решихме да погледнем към близкото космическо пространство и да помислим как да помогнем за решаването на един конкретен научен проблем – изследването на близки извънслънчеви планети. Работата по този проект беше истинско предизвикателство и удоволствие за нас. Ние работихме като един малък екип от една малка космическа агенция, с много желание, въобръжение и съзнанието, че един ден идеята на нашия малък проект може да бъде реализирана.

Ние сме уверени, че в близките десет-двадесет години до големите космически телескопи, около Земята ще обикалят и ще извършват наблюдения много малки космически телескопи, като тези от нашата космическа мрежа. Така ние ще отворим още по-широко нашите очи към небето и ще опознаем още по-добре близкия и далечен Космос. Защото там е нашето бъдеще, бъдещето на цялата човешка цивилизация.

Литература

Мардорисян, Г., Въведение в Космонавтиката, Академично издателство „Проф. Марин Дринов“, 2012

Съселов, Д., Животът на свръхземите, Изток-Запад, 2012

Божилков, В., Нам, К., Живот и вселена, Magoart, 2010

Николов, Н., Радева, В., Илиева, Р., Астрономия, Педагог 6, 2000

Интернет ресурси:

<http://exoplanets.ch/projects/cheops/>

<http://kepler.nasa.gov/>

<http://kepler.nasa.gov/Mission/discoveries/>

<http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>

http://kepler.nasa.gov/multimedia/animations/scienceconcepts/?ImageID=136/docs/counts_detail.html

<http://seagerexoplanets.mit.edu/exoplanet.htm>

<http://www.astronoo.com/en/articles/telescope-cheops.html>