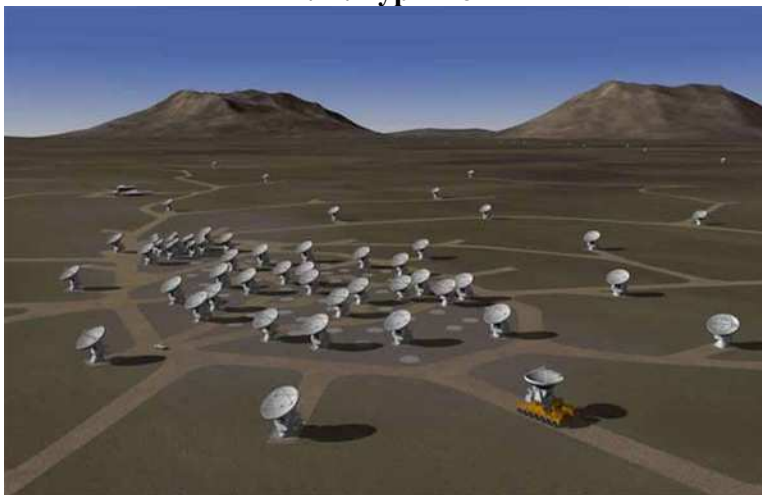


Нови светове, нови хоризонти¹ А. А. Гурьянов



На всеки десет години Националната академия на науките на САЩ публикува план за изследванията по астрономия и астрофизика. Той съдържа препоръки за развитието на “звездните науки” за близките 10 години и се основава на анализа на успехите през изминалото десетилетие. Началото на тази традиция е в шестдесетте години на 20. век, след като Америка осъзна, че СССР печели състезанието в Космоса. Като се съди по успехите на американската космонавтика (кораби на САЩ бяха на Луната, Марс, прелитаха около Меркурий, Венера, Юпитер със Сатурн и спътниците им, кацаха на астероиди, удряха се в комета и даже стигнаха границите на Слънчевата система) тези планове наистина съдействат за развитието на науката. Плановете се обсъждат на няколко етапа: отначало от няколко стотици научни експерти, след това от научната общност.

Поредният, вече шести подобен план бе подготвен в края на 2010 г. Той прави равностойна на развитието на астрономията и астрофизиката от началото на 21. век и набелязва приоритетните направления на астрономичните изследвания за 2012–2021 година. На негова основа Конгресът ще вземе решение за финансиране на изследванията по астрономия и астрофизика, а следователно – в голяма степен ще определи напредъка на човечеството в изучаване на близкия и на далечния Космос. Да разгледаме неговите отделни глави.

Космическо заторяване

Благодарение на новите идеи и на развитието на техниката, в началото на нашия век “науките за звездите” направиха скок. Бе извършена революция в разбирането на същността и произхода на Вселената. Нейните резултати сега позволяват да се подберат основните цели на изследванията. План-отчетът се фокусира върху три научни направления, в които в скоро време се очакват открития. Това са изучаването на произхода и еволюцията на Вселената, търсенето на обитаеми планети извън Слънчевата система и изучаването на законите на фундаменталната физика. Условно тези три направления се наричат: “Космическо заторяване”, т.е. търсене на първите звезди, галактики и черни дупки, “Нови светове” – или търсене на близки до нас обитаеми планети и “Физика на Вселената”, или откриване на основни принципи.

¹ Превод от сп. “Химия и живот”, кн. 12, 2010.

През последните десетилетия на миналия век хората научиха много новости за историята на нашата Вселена, започвайки от Големия взрив. Според тази основна астрофизична концепция, известно време след взрива Вселената съществувала под формата на плътно образование от изкривен пространствено–времеви континуум (от лат. *continuum* – непрекъснат), квантовите флуктуации на който впоследствие определят крупномасштабната структура на днешната Вселена. Изстивайки при разширението си до 3000 градуса, континуумът се разпада и ражда първите заредени частици вещество – електрони и протони, които изстивайки по-нататък, се свързват в атоми. Тази епоха, наречена “рекомбинация на плазмата”, води до това, че Космосът става прозрачен за светлина. Днес ние наблюдаваме тази светлина под формата на студен реликтов микровълнов фон. В онези времена Вселената представлява смес от тъмно вещество и газ – не съществуват нито галактики, нито звезди, нито планети. Лъчението продължило да се охлажда и скоро настъпва “епоха на тъмнината”.

В по-плътните области на газовите облаци обаче, под действие на гравитационните сили настъпва свиване; то води до раждане на различни обекти, включително на първите звезди и черни дупки. Такива звезди, състоящи се от водород и хелий, били много масивни и горещи. Те осветили Вселената и интензивното ултравиолетово лъчение отново разбива атомите в останалите облаци на йони. Това време е известно като епоха на реионизация.

Днес задачата пред учените е да разберат кога и как от студените области със съгъстен водород са се формирали първите галактики и как те са започнали да излъчват светлина. С други думи – кога и настъпило нашето “космично зазоряване”. Някои наблюдения и пресмятания показват, че това е станало, когато възрастта на Вселената е била около половин милиард години, т.е. преди малко повече от тринадесет милиарда години.

Учените смятат, че първите звезди били масивни и с кратък живот, бързо превръщайки се в свръхнови и избухвайки. При това протича нуклеосинтез – образуват се елементите, по-тежки от хелия и лития (които, от своя страна, се образуват при термоядреното горене на водорода в ядрата на звездите). Взривовете разнасят тежките елементи из Вселената, а на мястото на звездите остават черни дупки. Именно те стават центрове на притегляне за веществото и така формират около себе си галактики. Днес астрономите имат намерение да надникнат в миналото – да открият в небесата подобни зародиши на галактики и да определят тяхното поведение и еволюция. (За това, как телескопът работи като машина на времето, ще стане дума по-долу.)

След “космическото зазоряване” се появяват все повече и повече галактики. Те се образуват след като газът, възникнал при взрива на свръхнови, и остатъците от междузвездни облаци водород, кондензират в звезди, сливат се и образуват групи. Свойствата на тези галактики са поразителни. Известно е в частност, че в ядрата им бързо се образуват черни дупки с маси, милиарди пъти по-големи от масата на Слънцето, и се превръщат в изключително ярки квазари (тези обекти се смятат за ядра на компактни галактики). Как точно е става образуването на галактиките и на техните ядра е проблем, чиито подробности предстои да се изясняват. Вече е доказано, че наблюдаваните с телескоп гигантски галактики са образувани от сливане на по-малки галактики и акреция, т.е. от притока към тях на студен газ от междугалактичното пространство. Размесвали са се не само газ и звезди, но са се съединявали и техните централни черни дупки. При тези грандиозни събития би трябвало да се излъчат вълни на пространствено–времеви континуум, т.е. гравитационни вълни. Днес задачата за откриване на тези вълни е особено актуална.

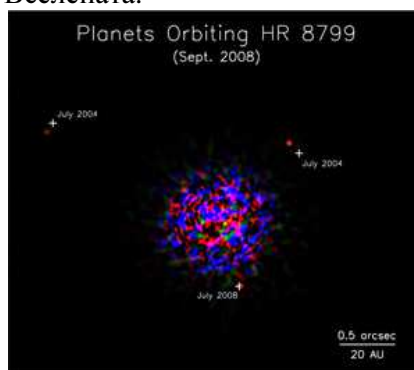
Друг подход към изучаване зората на Вселената предлага космическата палеонтология, т.е. търсенето на онези редки звезди, които се формират на ранните

етапи от нейната еволюция и съдържат минимални концентрации от тежки елементи. Те може да се използват за реконструиране на историята на образуването на младите галактики. За сега ние сме в състояние да “преседем” от тази гледна точка само звезди от нашата Галактика. Скоро ще се окаже възможно изследването и на най-близките съседи.

Изучаването на първите звезди, галактики и квазари е задача, чието решение ще позволи на астрономите да разберат как се е родила Вселената.

Нови светове

Сега астрономията преживява бум от откриване на планетни системи около различни звезди. Време е да се премина към нов етап – търсене не просто на екзопланети, а на такива, на които съществува живот. Това направление е едно от основните в плановете за изследвания, още повече че то се ползва с популярност сред публиката. Според авторите на плана, успехът в това направление би завършил революцията в астрономията, започната преди пет века от Коперник, когато Земята престава да бъде център на Вселената.



Изображение на три планети около звездата HR 8799, получено с телескопа Keck с адаптивна оптика. Снимка: Nat. Res. Council of Canada, C.Marois, Keck Observatory, взета от сайта www.gemini.edu.

Историята на въпроса е следната. Преди почти две десетилетия астрономите намериха доказателства за съществуване на планети около неутронни звезди. След пет години дойде ред и на обикновените звезди: през 1995 г. една подобна на Слънцето звезда от съзвездие Пегас показва периодични промени на радиалната си скорост по отношение на Земята. Те се оказаха следствие от гравитационното привличане на обикаляща около звездата планета с маса е примерно като на Юпитер. Скоро подобни открития станаха нещо обикновено. Днес са известни около 500 планети с маси, превишаващи земната маса от няколко пъти до няколко хиляди пъти. Планетните системи на другите звезди обаче се оказаха съвсем различни от нашата Слънчева система.

В хода на тези търсения техниката на астрономичните наблюдения се усъвършенства много. Методът за откриване на периодични промени в радиалната скорост и днес остава най-чувствителен. Чрез него може да се откриват планети с най-малка маса. Друг метод представлява проследяването на слабите изменения в сумарното излъчване от звездната система, предизвикани от преминаването на планетата пред звездата. Днес този метод успешно прилага орбиталният телескоп “Кеплер”, изведен в космичното пространство от НАСА през 2009 г. Планетни системи може да се намират също по метода на микролинзирането², т.е. като се измерва

² Линза – от англ. lens (леща). (Бел. прев.)

отклонението на светлинни лъчи, идващи от далечни звездни източници, при преминаването им през гравитационното поле около изучаваните звезди.

Днес орбиталните и земните телескопи достигат такова съвършенство, че дават и преки образи на големи звездни системи, на които явно се виждат планети. За планетните системи може да се съди също така, като се изучава разпределението на лъчението в инфрачервения и в радиодиапазона от гигантските газови дискове, във вътрешността на които се формират планети.

Астрономите са готови да преминат към следващия етап от търсенето на живот в Космоса. Те търсят най-близката пригодна за живот планета от земен тип, на която има вода и кислород. Космичните телескопи “Хъбл” и “Спитцър” вече намират спектрални линии от въглероден диоксид, вода и метан в атмосферите на много планети. Звездата на планета от земен тип може да бъде подобна на Слънцето. По-добре би било обаче, ако тя е измежду по-многобройните, но студени червени звезди: тогава отразената от планетата светлина се различава по-лесно на фона на звездната светлина, разсеяна от заобикалящият я диск от прах.

Физика на Вселената

Астрономията и фундаменталната физика са били винаги тясно свързани. Изучаването на особеностите на движението на планетите в Слънчевата система дава възможност на Нютон да провери закона за всеобщото привличане, а на Айнщайн – да предложи свой закон за гравитацията, общата теория на относителността. И днес Вселената остава лаборатория за фундаменталната физика. Например, неотдашните наблюдения на Слънчевата система и радиопулсарите потвърждават теорията на Айнщайн в случаите на слаба гравитация.

Едно от грандиозните постижения за последните десетилетия е откриването на вторичната инфлация на Вселената: оказва се, че галактиките се раздалечават една от друга с ускорение. Първичната инфлация започва непосредствено след Големия взрив и продължава сравнително кратко. Вторичната започва преди няколко милиарда години, когато една тайнствена сила на отблъскване надделява над гравитацията. Това отблъскване свързват със съществуването на субект, наречен тъмна енергия. Тя съставлява 75 % от цялата маса–енергия на Вселената. Останалата част включва 4,6 % вещество и около 20 % така наречената тъмна материя. Смята се, че последната се състои от елементарни частици от неизвестен за теоретичите вид, които още не са открити на Земята. Тъмната енергия при земните условия също не се проявява. Единствен начин да се изследват нейните свойства е изучаването на скоростта на разширение и ръста на крупномасштабните структури на Вселената.

Науката се доближи плътно до отговорите на въпросите за свойствата на Вселената веднага след Големия взрив. Нехомогенностите в разпределението по небесната сфера на температурата на микровълновото реликтов лъчение като цяло съответстват на представата за това, че Вселената е претърпяла взрив, след който започва да се разширява. Това разширение се ускорява, докато тя расте от началния малък размер до диаметър от около метър. Образуваните по това време гравитационни вълни и до днес се разпространяват в пространството и носят информация за характера на гравитацията и на другите фундаментални сили, за това какви са били те в първите моменти след взрива. Теоретично е показано, че тези вълни може да се открият по особеностите на поляризацията на микровълновото лъчение.

Още една възможност за изучаване на фундаменталните принципи на физиката е свързана с наблюдения върху поведението на черните дупки, намиращи се обикновено в ядрата на галактиките. Според разпространената гледна точка, дупките трябва да се раждат в края на живота на масивните звезди. Днес съществува подробно теоретично

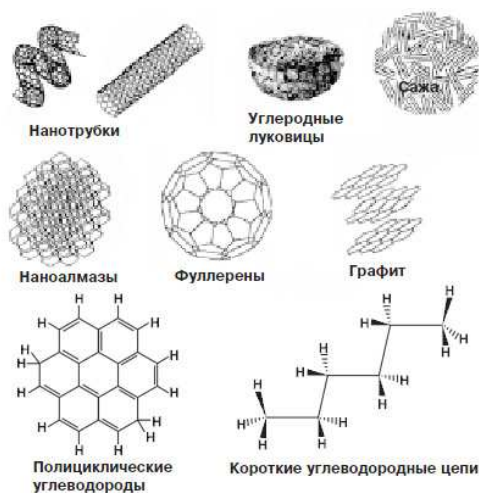
описание на свойствата на пространство–времето около тях. Неговата коректност обаче все още не е доказана.

Една възможност за проверка дава наблюдението на рентгеновото лъчение от газа и от звездите при приближаването им към хоризонта на събитията на черната дупка. Всеки движещ се ускорително заряд трябва да излъчва. Когато зарядът се приближава по спирала към обект със силна гравитация, силата на тежестта става все по-голяма, съответно расте и ускорението и обектите започват да излъчват като в синхротрон. Друг начин на проверка включва изучаване свойствата на струите вещество, напускащи полюсите на черните дупки със скорости, близки до скоростта на светлината. Най-добра проверка би било измерването на гравитационното лъчение, получено при сливане на две черни дупки със средно големи маси. В плана се отбелязва, че днес съществуват всички необходими условия за проверка на тези фундаментални теории чрез пресмятане на очакваните сигнали, в това число и най-мощните компютри и програмно осигуряване, както и технологии и телескопи.

Астрохимия

Ръцете на съвременната астрономия стигат далеч, както някога бе казано за химията. В това число и на “територията” на химиците.

Много астрофизични процеси се придружават от химични преобразования. В нашата Галактика циклите на циркулация на материята започват с изтласкване на вещество в междузвездното пространство след смъртта на звездите, където то търпи преобразования и се вгражда в дифузните и плътните молекулни облаци. С методите на микровълновата, инфрачервената и радиоастрономията в междузвездното пространство са открити около сто и петдесет разни видове молекули, включително и органични. И това, както смятат авторите на план–отчета, представлява само върхът на айсберга. С помощта на различни астрономични уреди, в частност – милиметрови телескопи, днес имаме възможност да изучаваме фундаменталната химия на нашата Галактика и на нейните съседи. И тези резултати ще бъдат уникални, защото на Земята е невъзможно да осигурим космични условия за провеждане на химични реакции.

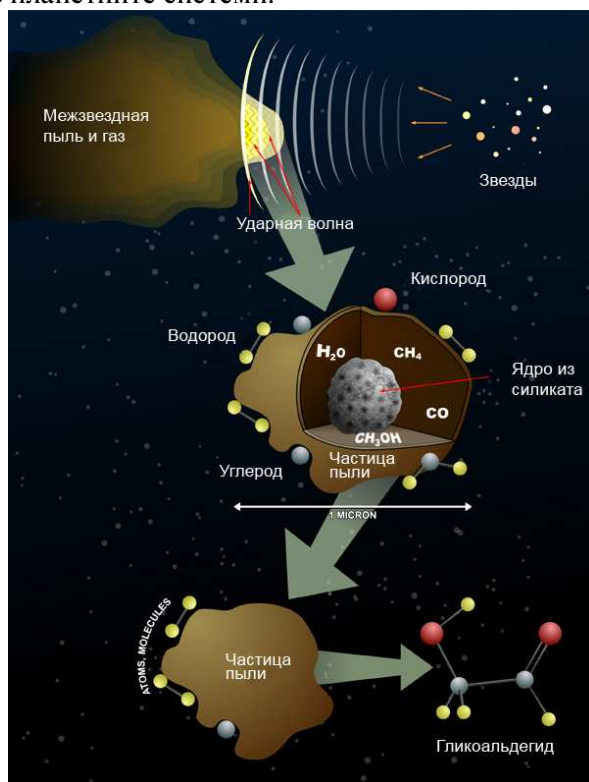


В междузвездното пространство, кометите и метеоритите са открити няколко форми на въглерода.

Оказва се, че химията на първичните елементи, т.е. на водорода, хелия и лития, е много богата; тя диктува взаимодействието между веществото и лъчението през началните етапи в развитието на Вселената. Съществуването на молекулярен водород, по всяка вероятност е съществено за образуването на първите звезди. Ето защо

изучаването на червеното отместване в спектрите на неутралния атомарен водород може да предостави информация за разпределението на молекулярния водород и за нехомогенностите на неговата плътност в пространството и във времето. Въобще, молекулните спектри представляват уникални данни за плътността, температурата и кинематиката на областите, в които са се образували звезди и планети. Изследването на химията на галактики с голямо червено преместване дава информация за картината на еволюцията на молекулните реакции в космически времеви мащаби.

За да се разбере мястото и формите на проява на строителните материали за живот, който може да съществува на планетните системи на звездите, трябва да се проследи историята на органичните молекули чрез циклите на образуването им, модификациите, разрушаването, отново възникването им в молекулните облаци, та чак до включването им в планетните системи.



Възможен път за образуване предшествениците на захари в Космоса.

Рис. Bill Saxton, NRAO/AUI/NSF от сайта www.nrao.edu.

Важен е и въпросът за това, колко силно се променя съдържанието на органични вещества в Галактиката за времето на нейното съществуване. За сега ние не знаем какво е граничното равнище на сложност на органичните молекули в Космоса. Например, възможно ли е извън планетите да се образуват такива информационни полимери като РНК? Тук са необходими астрофизични изследвания на Галактиката с по-висока спектрална и пространствена точност. Органични молекули трябва да се търсят в междузвездното пространство, в молекулярните облаци, в протопланетите, преходните и остатъчни дискове, в планетните атмосфери.

Космични машини на времето

Както и преди векове, телескопите остават основни уреди за астрономията и астрофизиката. Вярно, днес те получават информация не само от диапазона на видимите вълни. Всички телескопи представляват своеобразни машини на времето, тъй като достигат до тях електромагнитни вълни, разпространявайки се с крайна

скорост, пренасят данни за обектите в миналото; подобни уреди може да се използват за най-разнообразни научни цели, а не само за решаване на приоритетните задачи от плана. Ясно е, че основното внимание е насочено към построяването в най-близките десет години на нови телескопи както на Земята, така и в Космоса. И в двата случая има конкретни програми с три равнища на финансиране. Големите орбитални проекти струват повече от милиард долара, средните – над триста милиона, малките – по-евтино. Големите земни проекти се оценяват на над 135 милиона долара, средните – от четири милиона, а дребните – до четири милиона. Ще се спрем на десетина големи и средни проекта, изложени по реда на важността на тяхната реализация.

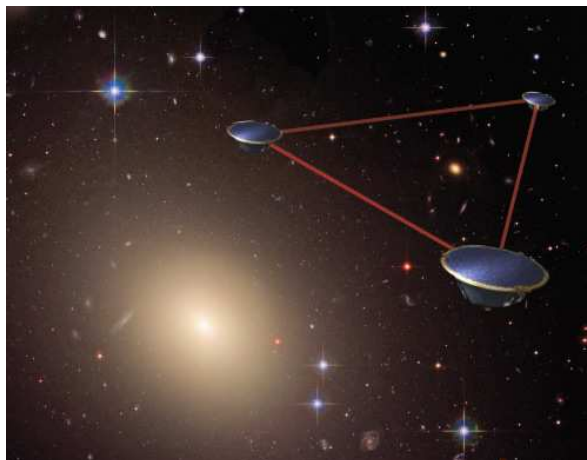
Най-висок приоритет получи космическият проект на телескоп с диаметър метър и половина, който ще работи в близката инфрачервена област от спектъра с невисока спектроскопична разделителна способност (*Wide-Field Infrared Survey Telescope*, WFIRST). Той би позволил да се отговори на фундаменталните въпроси за природата на тъмната енергия, в откриването на която, както специално се отбелязва, учените от САЩ трябва да играят главна роля. Използването на инфрачервените лъчи е свързано с това, че то прониква през облаците от междузвезден прах, поради което подобен телескоп може да надниква далеч в дълбините на Космоса. Извеждането му в орбита е планирано за 2020 г., а техническият риск от провал на проекта не е голям. В Европейския съюз аналогични задачи решава проектът “Евклид”.

За определяне влиянието на тъмната енергия върху еволюцията на Вселената уредът ще позволи използване на три различни подхода. Първият – измерване на слабото гравитационно линзиране на светлината, с чиято помощ може да се проследяват областите на натрупване на тъмно вещество. Втори подход – точно картиране и определяне на разстоянията до свръхнови звезди, така че по тяхното движение да се пресметне разпределението на тъмното вещество в пространството. Трети – изучаване на акустичните барионни осцилации, т.е. на динамиката на колебанията на междузвездното вещество, която е свързана с разпределение на материята в пространството. Предполага се, също така, че с помощта на този телескоп ще се изследва голямото количество звезди в централното ядро на Млечния път: за да открият екзопланети, астрономите ще търсят промени на яркостта им при микролинзиране. В съчетание с обзорните данни от космическия телескоп “Кеплер”, който работи в диапазона 0,4–0,865 μm , “списъкът” на планетните системи ще помогне да се определи вероятността за наличие на подобни на Земята планети на орбити около различни звезди. Телескопът ще изучи в подробности нашата и най-близките галактики, което ще позволи да разберем особеностите в устройството на вътрешно-галактичните структури и механизмите на образуването им.

WFIRST ще допълни инфрачервените данни от земните телескопи и резултатите от наблюденията с орбиталния телескоп “Уеб” (*James Webb Space Telescope*), който ще бъде изведен в пространството през 2015 г. “Уеб” ще бъде в състояние да изследва екзопланети, но неговото остро зрение е свързано с недостатък: зрителното му поле е твърде тясно. Ето защо с “Уеб” няма да бъде възможно търсенето на екзопланети или разгадаване тайните на тъмната енергия.

Вторият по важност голям проект е продължение на космичната програма “Експлорър” (*Explorer Program Augmentation*). Създадените в нейните рамки уреди и изпълнените с тях изследвания са най-скъпоструващите за последните двадесет години. Най-известните три от тях са: микровълновият телескоп WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*), с който бе съставена карта на анизотропията на реликтовото лъчение; рентгеновият телескоп *Swift*, който промени нашето разбиране за природата на космическите рентгенови избухвания (нему принадлежи рекордът за откриване на най-далечните обекти във Вселената); инфрачервеният телескоп (*Wide Field Infrared Survey*

Explorer), който изучава най-студените звезди и най-ярките галактики, а също така някои лошо различими близки до Земята астероиди и комети. По-малките “Експлоръри” изучават широк кръг проблеми – от слънчевите избухвания до еволюцията на галактиките.



Орбиталната станция LISA (*Laser Interferometer Space Antenna*) за детектиране на гравитационни вълни от сливането на две черни дупки. Изображението е от сайта lisa.nasa.gov.

Друг голям проект е лазерната интерферометрична космична антена (*Laser Interferometer Space Antenna*, LISA) – гравитационен телескоп, който открива нова научна област: детектиране на дълги гравитационни вълни в допълнение към наземното търсене на къси вълни. Антената се състои от три отделни спътника, движещи се по хелиоцентрична орбита зад Земята на ъглово разстояние двадесет градуса и разположени във върховете на равностранен триъгълник. Нейната чувствителност е достатъчна, за да регистрира сливането на черни дупки с маси от десетки хиляди до десетки милиони слънчеви маси (разбира се, ако теоретиците не са объркали нещо и подобни вълни наистина съществуват). Когато гравитационните вълни бъдат открити – а безуспешното им търсене продължава вече повече от половин век, наблюденията върху тях ще позволят да се разбере механизъмът на растеж на галактиките, а също да се проверят изводите от общата теория на относителността. Антената ще позволи да се състави списък на компактните двойни системи в Галактиката. Създаването на пробен гравитационен телескоп е набелязано за 2012 г. В случай на успех, пълноценната интерферометрична космична антена ще бъде изведена в Космоса до 2025 г.

Двете следващи космични програми се отнасят към класа проекти от средно равнище. Цел на първата, наречена “Развитие на техниката за търсене на нови светове” (*New Worlds Technology Development Program*) е финансирането на предварителни научни и технически изследвания по бъдещата космична програма, която ще започне след 2020 г. Тя ще бъде насочена към получаване на изображения на планети от земен тип, които трябва да се намират в зоната на обитаемост, т.е. на такива орбити, на които може да съществува течна вода. Планира се също така да се определи химичният състав на атмосферите на екзопланетите по техните спектри. Ако след пет години бъдат решени принципните въпроси, то програмата ще продължи.

Втората космична програма от средно равнище представлява проект за усъвършенстване техниката на изучаване на микровълните (*Inflation Probe Technology Development Program*). Тя също предхожда изследванията, които ще започнат след 2020 г. Цел на програмата е измерването на поляризационните съотношения на реликтовия фон, предизвикани от гравитационните вълни в първите моменти след раждането на Вселената. Получените данни трябва да потвърдят теорията за разширението и да

проправят път към екзотичната физика на ранната Вселена. Напредък по този път осигуряват земните телескопи, суборбиталните апарати и наскоро изведеният в орбита спътник “Планк”. Ако се открият очакваните поляризационни ефекти, то към тяхното сериозно изучаване ще се пристъпи след 2020 г.

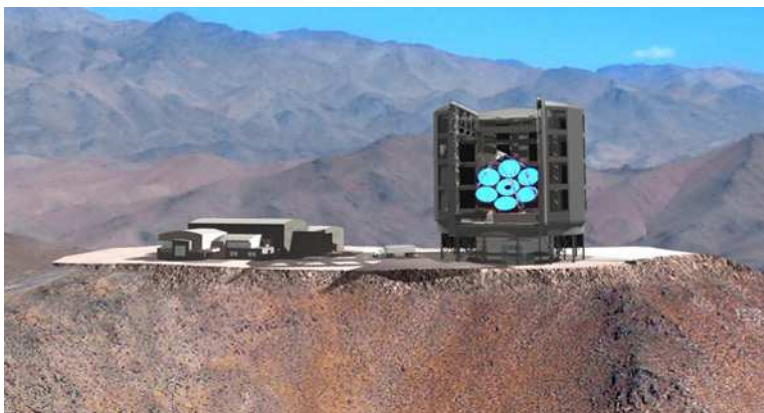
Земните астрономически гиганти

Списъкът на големите земни проекти се открива от приоритетния проект за многоцелева обсерватория – обзорния 8,4-метров телескоп (*Large Synoptic Survey Telescope, LSST*), който се строи в Чили. Той ще изследва природата на тъмната енергия и вещество, а също така ще се концентрира върху динамиката на Вселената. На всеки три дни изображението на цялото звездно небе ще се записва отново и отново. Телескопът ще бъде уникален уред, който създава общодостъпна база от небесни данни с размер сто милиарда мегабайта. Ще припомним, че по-рано подобна дейност започна 2,5-метровият телескоп, разположен в щата Ню Мексико. Този Слоънов (наречен в чест на Фонда Алфред Слоън, който финансира операцията) цифров обзор на небето, третият етап от който ще продължи до 2014 г., вече картографира милиони звезди и даде на астрономите много безценна информация. Качественият скок на техниката през изминалото време ще позволи при новия обзор да се научат много нови неща. Международната обсерватория LSST, чиято цена е около половин милиард долара, ще хвърли светлина върху множество научни въпроси, поставени от плана. Затова се препоръчва проектът да се започне незабавно, така че телескопът да даде първите изображения още до края на десетилетието.

Друга земна програма представлява гигантският 30-метров адаптивен телескоп със сегментни огледала за оптична и инфрачервена астрономия (*Giant Segmented Mirror Telescope, GSMT*). Областта на неговия обзор е на порядък по-висока, отколкото при съществуващите аналози, а чувствителността в инфрачервената област е 80 пъти по-голяма. По-специално, този телескоп ще помогне както в изучаването на еволюцията на галактиките, така и в търсенето на планетни системи. Понастоящем съществуват два такива проекта. Това са Гигантският Магеланов телескоп (*Giant Magellan Telescope*) и Тридесетметровият телескоп (*Thirty Meter Telescope*), предлагани от различни международни групи частни разработчици. В най-скоро време САЩ ще изберат проект, който заслужава финансиране на четвърт от разходите за сметка на държавния бюджет.

Последен измежду големите е проектът за атмосферен телескоп, използващ ефекта на Вавилов–Черенков (*Atmospheric Cerenkov Telescope Array, ACTA*), който може да се осъществи в следващите десет години. Той ще изучава светлината, възбудена при преминаване на гама-кванти през атмосферата и ще има на порядък по-голяма разделителна способност от другите съвременни телескопи. Новата обсерватория ще изучава най-разнообразни източници на високи енергии, а също така ще търси косвени потвърждения на процеси на аниhilация на тъмна материя.

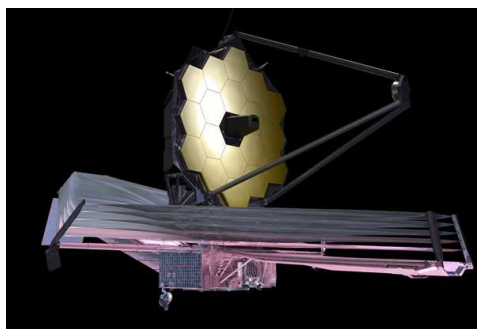
Единствен земен проект от средно равнище на финансиране е 25-метровият телескоп с широко поле на обзора (*Cerro Chajnantor Atacama Telescope, CCAT*). Него също ще строят в Чили като допълнение към работещият до него микровълнов телескоп ALMA. Новият телескоп е предназначен за изучаване на галактики, звезди, планети и междузвезден газ, а също така и на външните обекти от Слънчевата система. Телескопът, работейки в милиметровия и субмилиметровия диапазон, ще дава панорамни изображения, по-специално на области, обкръжени от космичен прах. Планира се да влезе в експлоатация през 2010 г.



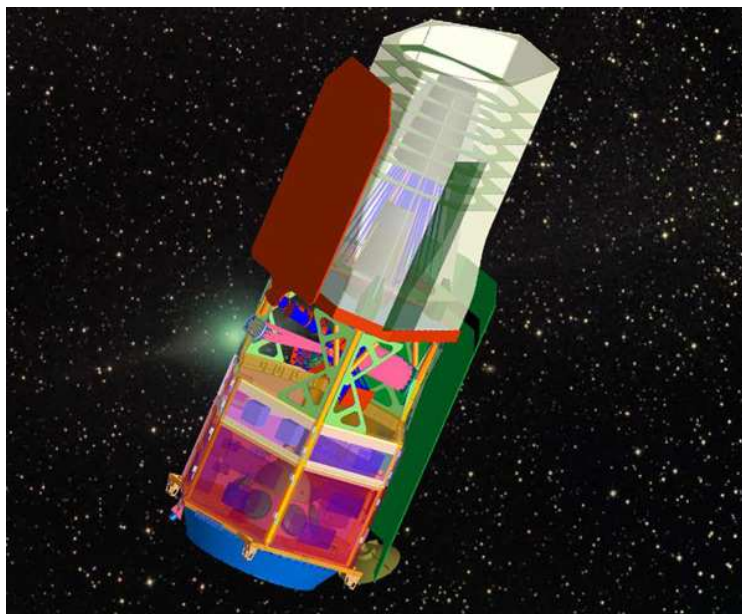
Възможно е така да изглеждат гигантските телескопи, които ще построят американците в пустинята Атакама. *Горе:* Магелановият телескоп (Todd Mason/Mason Productions. Изображението е от сайта www.gmto.org).

Долу: Тридесетметровият телескоп (TMT Observatory Corporation.

Изображението е от сайта www.tmt.org)



Телескопът Дж. Уéb. NASA. Изображението е от сайта www.jwst.nasa.gov.



Телескопът WFIRST. NASA&GSFC. Изображението е от сайта wfirst.gsfc.nasa.gov

Място за изненади

Ние представяме плана така, както правят това авторите му. Тяхната трактовка може да предизвика определени въпроси у сериозния изследовател. Към тях спада и мнението, че черните дупки наистина могат да съществуват, но в това се съмняват мнозина учени. (Впрочем, с този термин в плана се означават по-скоро много масивните обекти във Вселената, а не непременно тела със свойства, каквито теоретиците приписват на черните дупки.) Към такива въпроси спада и абсолютната увереност на авторите в съществуването на гравитационни вълни и дори обсъждането на техните спектри, макар че такива обекти не са открити и едва ли ще бъдат открити в скоро време. Да припомним обаче целите на плана и за кого е той предназначен. Той е предназначен за политиците, които вземат решения за финансиране. Видимо това е причината, поради която съставителите жертват научната строгост на изложението за сметка на нагледността и особено подчертават приоритета на САЩ. Независимо от сложната икономическа ситуация, в кратки срокове се планира въвеждане в строй на грандиозни нови уреди и изпълнение на много изследвания. Ето защо планът, лъвската част от който представлява експериментална дейност, вероятно ще доведе до съществени научни постижения, независимо от началните теоретични представи. Авторите специално подчертават, че астрономията е наука, ориентирана към открития, поради което строгият план оставя достатъчно място за изненади.