

Концепция за постоянен лунен град – как да се оцелее на Луната

Виктория Славова, Константин Евтимов, Любомир Тончев
Народна астрономическа обсерватория и планетариум – Варна
Трета Природоматематическа Гимназия „Академик Методий Попов“

Веселка Радева, научен консултант
Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“
Народна астрономическа обсерватория и планетариум – Варна

Резюме. Луната е близкото бъдеще на земната цивилизация, към нея ще са насочени усилията на всички космически агенции на планетата! В проекта представяме създаден от нас лунен град. Луната би могла да бъде втори или трети дом на земната цивилизация в случай, че се случи бедствие със нашата планета. Луната би могла да ни бъде много полезна. Ще можем да добиваме много полезни изкопаеми (Al, Ca, Fe, Mg, Ni, Ti), които ще използваме да развиваме промишлеността на Земята. Ние представяме разработена и научно-обоснована инженерно-техническа идея за лунен град, който е много добре защитен от космическите опасности, много здраво конструиран и красиво подреден. Един привлекателен нов дом за хората. Проектът е представен под формата на филм и може да бъде видян на уеб-адрес:

<https://www.youtube.com/watch?v=4Auhr3TEymA>

Ключови думи: луна, лунна топография, лунна минералогия

Resume: The Moon is the near future of Earth's civilization, the efforts of all space agencies on the planet will be focused on it. In the project we present a Lunar town created by us. The moon could be the second or third home of our civilization in case something unfortunate happens to our planet. The moon could be prove itself to be very useful. We could extract many materials (Al- Aluminium, Ca- Calcium, Fe- Iron, Mg- Magnesium, Ni- Nickel, Ti- Titanium), which we will use to better Earth's industry. We present a developed, scientific and technical idea for a lunar town which is shielded from cosmic dangers, strong construction and beautifully arranged. An attractive new home for humans. A demonstrational film of the project can be seen on the web address:

<https://www.youtube.com/watch?v=4Auhr3TEymA>

Key words: Moon, Lunar topography, Lunar mineralogy

Съдържание

Въведение

I. Научно-изследователска част

- 1.1. Луната – портрет на земния спътник
- 1.2. Лунна топография с цел избор на място за града – релеф и форми
- 1.3. ССД наблюдения на Луната с Шмит телескопа на Националната астрономическа обсерватория „Рожен“

II. Човек на Луната

- 2.1. Опасности за хората на Луната
- 2.2. Лунна екология – или как човекът да не замърсява Луната
- 2.3. Космически изследвания на Луната и проекти за лунни градове

III. Инженерно-техническа част

- 3.1. Описание на автономния лунен град: форма, размери, специфични защити
- 3.2. Етапи на изграждане на лунния град
- 3.3. Функциониране – активиране на системите и безпроблемна работа
- 3.4. Живото-поддържащи системи

IV. Заключение

V. Литература

Въведение

Да проектираш град на Луната – това е страхотно предизвикателство! Луната е близкото бъдеще на земната цивилизация, към нея ще са насочени усилията на всички космически агенции на планетата! Ние създавахме нашия лунен град с мисълта, че това е градът в който ще живеят нашите деца и внуци, наши близки и познати хора.

Ние избрахме нашият град да бъде на Луната. Защо точно нея ? Защото тя е най-близкото до нас тяло - 384 403км. В момента всички учени обръщат внимание на Марс като възможност за колонизация, но защо не Луната?

Ние смятаме, че е добре първо да започнем с колония, изградена на най-близкото небесно тяло до нас и след това да се разселваме по другите планети и спътници.

Луната би могла да бъде втори или трети дом на земната цивилизация в случай, че се случи нещо със нашата планета. Възможностите за напускане на Земята могат да бъдат причинени от много страшни събития: в случай на глобален катаклизъм; пренаселване; екологични проблеми (примерно: глобалното затопляне); сблъсък с друго небесно тяло (астероид); изместване от орбитата ѝ в течение на времето...

Един лунен град ще увеличи познанията ни не само за единственият ни естествен спътник, но и за останалите обекти в Слънчевата система и във Вселената.

Луната ще ни бъде много полезна. Ще можем да добиваме много полезни изкопаеми (Al, Ca, Fe , Mg, Ni, Ti), които ще използваме да развиваме промишлеността на Земята. Ние планираме нашият лунен град да е много добре защитен от космическите опасности, много здраво конструиран и красиво подреден. Един привлекателен нов дом за хората.

Визуализация на лунния град може да бъде видяна на
уеб-адреса:

<https://www.youtube.com/watch?v=4Auhr3TEymA&app=desktop>

I. Научно-изследователска част

По последни данни, в Слънчевата система има над 150 луни. Нептун има 13. Сатурн има 48. Юпитер има цели 62. От друга страна, Земята има само една. Но тя е специална!
Това е Луната!

1.1. Луната – портрет на земния спътник

Ще разгледаме Луната като небесна тяло – с нейните характеристики, интересните хипотези за нейното образуването.

Луната е нашият най-близък космически съсед и нашият единствен естествен спътник. Тя е на около 380 000 км от Земята и е единственото небесно тяло, на което е стъпвал човешки крак. Лунният диаметър е 3476 км. Към Луната са изпращани най-много космически апарати. В по-ново време чрез космически сонди са получени много снимки и данни, взети от самата Луна. Тя няма атмосфера. Лунният ден е много горещ, а лунната нощ – много студена. През деня средната температура е 123 градуса, които през нощта падат до минус 233 градуса! Един лунен ден е дълъг колкото 14 земни, като същото важи за лунната нощ. Лунната гравитация се равнява на 1/6 от земната. Според нас има две места, на които може да се построи лунна база и където условията не са чак толкова тежки, това са регионите непосредствено около полюсите. Там има повече вода под формата на лед и светлината на Слънцето е по-слаба в продължение на няколко месеца, което прави средната температура около 0 градуса. Гравитацията на Луната е $1,622 \text{ m/s}^2$, а на Земята - $9,807 \text{ m/s}^2$. По-слабата гравитация означава, че ще можем да скачаме шест пъти по-високо и да хвърляме топка шест пъти по-далеч, отколкото на Земята.

По форма Луната е значително по-близко до сфера, за разлика от сплеснатата в полюсите Земя. Луната е тъмно тяло, което означава, че тя свети върху небосвода само благодарение на отразената от нея слънчева светлина. Видът на Луната зависи от взаимното разположение на Слънцето, Земята и Луната. За една обиколка около Земята, на Луната са необходими 27 дни 7 часа 43 мин. Такъв интервал от време се нарича сидеричен или звезден месец. Времето за една пълна обиколка на Луната около Земята е равно на времето за едно завъртане около собствената и ос. Това е причината Луната постоянно е обърната към Земята с една и съща страна. Едва ли има друго небесно тяло, което да е толкова добре изучено. Тя е единственото небесно тяло, на което е стъпвал човешки крак. Към Луната са изпращани най-много космически апарати. Има проекти, в близко бъдеще там да се създаде постоянна обитаема база.

Що се отнася до прогнозата за времето на Луната, няма да има нужда да я проверяваме. Всеки ден тя е една и съща: „слънчево, без превалявания”. Е, ще ни се налага да проверяваме така нареченото „космическо време”, защото не са изключени „превалявания” на малки и големи метеорити, в някои случаи са с големината на топки за голф. Освен това, Луната често е разтърсвана от земетресения достигащи до 5,5 по скалата на Рихтер. Така че, трябва да се уверим, че домът, който ще изградим, е наистина стабилен!

Луната е покрита с десетки хиляди кратери с диаметър, по-голям от 1 километър. Повечето са на стотици милиони години и са отлично запазени поради липсата на атмосфера или геологична активност. От Земята виждаме, че на лунната повърхност има множество

светли и тъмни петна. Светлите области са покрити с кратери, образувани от сблъсквания с метеорити. Някои от кратерите са много големи и имат диаметър 160 км и повече. Най-големият кратер на Луната, който е и най-голям в Слънчевата система, образува басейна Южен полюс - Ейткън. Този кратер е на обратната страна на Луната, близо до Южния полюс. Диаметърът му е около 2240 км, а дълбочината — 13 км. Тъмните области са обширни равнини. Те са образувани от лавата, изтекла на лунната повърхност от вулканите. Тези тъмни области се наричат „морета“, защото първоначално астрономите смятали, че са като земните океани и морета. Сега знаем, че на Луната няма вода, но имената на тези области, още се използват. Най-известното е „Морето на спокойствието“. Именно там човек стъпи на лунната повърхност за първи път по време на полета на Аполо 11 през 1969г.

Има много интересни хипотези за образуването на Луната. Химически анализ на лунни проби показват, че Луната е резултат от сблъсък, а не от самостоятелно формиране.

Смята се, че това е станало преди около 4,527 млрд. години, около 30 до 50 млн. години след формирането на Слънчевата система. Наклонът на лунната орбита към еклиптиката почти изключва възможността Луната да се е формирала заедно със Земята или да е била привлечена в земна орбита по-късно. Една хипотеза за произхода на Луната е, че тя се е откъснала от земната кора поради центробежните сили, породени от въртенето на Земята оставяйки океански басейн на повърхността на нашата планета като белег. Друга хипотеза предлага обяснение на произхода на Луната чрез съвместното ѝ зараждане със Земята от първичния диск в Слънчевата система. По този начин обаче не може да се обясни диспропорционално малкото количество желязо на Луната. Теорията, която намира най-широк прием, е Теорията на гигантския сблъсък, според която Луната се е зародила вследствие на сблъсъка между младата полуразтопена Земя и протопланета, голяма приблизително колкото Марс, спекулативно наречена Тея. Тази хипотеза също така обяснява защо Луната е бедна на желязо и летливи елементи. Геологическите епохи на Луната са определени от датирането на различни значими събития и сблъсъци в нейната история. Приливните сили на Земята са деформирали Луната, когато тя е била все още разтопена във формата на елипсоид, чиято главна ос сочи към Земята.

Ново изследване на геофизика Джунюн Джанг показва, че тази теория може да не е вярна. Учените вече откриха наскоро, че изотопите на кислорода от мантията на Земята и Луната са практически еднакви, но това не бе достатъчно, за да подкопае теорията за образуването на Луната от сблъсъка на Земята с Тея, тъй като изотопите на кислорода от Земята са могли да се смесят с изотопи от масата разтопен материал, обикалящ около планетата след космическата катастрофа. Но тъй като в случая с изотопите на титана, взаимният обмен става доста по-трудно, то подобна схема за смесване на изотопи е значително по-малко вероятна. Повечето учени са съгласни с това, че ако планета се е врязала в Земята и в резултат на това се е образувал нашият спътник, то Луната трябва частично да се състои от материала от тази планета. Според друга хипотеза, в Земята се е врязала не планета, а обект, състоящ се от лед, който се е изпарил, не оставяйки след себе си веществени доказателства за своята съпричастност към пускане на парче от Земята в орбита. Други учени не искат да се откажат от теорията за Тея, дори и с оглед на новите данни. Те смятат, че ако Тея се е състояла от същия материал като Земята, то и изотопите им трябва да са еднакви.

Химичният състав на Луната е много интересен! Лунната кора е съставена от множество елементи, между които уран, торий, калий, кислород, силиций, магнезий, желязо, титан, калций, алуминий и водород. Преди повече от 4,5 милиарда години повърхността на Луната е била покрита с океан от разтопена магма. Учените са на мнение, че комбинацията от

калий, редкоземни елементи и фосфор е свидетелство за този разтопен океан. Тези елементи са се запазили на повърхността на разтопения океан, защото не са намерили място в кристалната структура на заобикалящите ги елементи и съединения. По концентрацията на калия, редкоземните елементи и фосфора може да се съди за вулканичната активност, както и за честотата на сблъсъци с комети и астероиди.


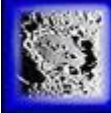


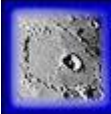









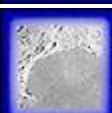
1.2. Лунна топография с цел избор на място за града – релеф и форми

Луната е покрита с десетки хиляди кратери с диаметър, по-голям от 1 километър. Повечето са на стотици милиони години и са отлично запазени поради липсата на атмосфера или геологична активност на лунната повърхност. Най-големият кратер на Луната, който също е и най-голям в Слънчевата система, образува басейна Южен полюс-Ейткън. Тъмните лунни равнини се наричат лунни морета поради факта, че са вярвали, че те са истински водни басейни. Всъщност това са огромни полета от застинала базалтова лава, която се е формирала вследствие на удари от астероиди. Най-светлите места от повърхността са наречени „тери“. Моретата на лунната повърхност се намират почти изцяло на видимата страна на Луната, докато обратната страна съдържа много малко количество. Учените обясняват, че тази асиметрия е резултат от това, че центъра на масата на Луната да е изместен спрямо нейния геометричен център. Непосредствено на повърхността на Луната е разположен слой от прах, наречен риголит, който както лунната кора е неравномерно разпределен върху повърхността. Кората е дебела от 60 km на близката страна до 100 km на обратната страна на Луната. Риголитът варира от 3 до 5 метра в моретата и от 10 до 20 метра в терите. През 2004 г. научен екип, използвайки снимки, направени от лунния апарат Клементин, установява, че четири планински региони на ръба на широкия 73 километра кратер Пери на лунния Северен полюс са постоянно осветени от Слънцето в продължение на едно пълно лунно денонощие. Тези региони, наречени Върхове на вечната светлина, са осветени непрекъснато поради факта, че наклона на лунната ос е много близък до нула — факт, който също така позволява дъното на някои кратери да остане постоянно в сянка за едно пълно лунно денонощие.

Лунна карта – обекти, различни образувания на повърхността

Италианският учен Джовани Ричоли дава имената на тъмните места на Луната, които се използват и до днес: Oceanus Procellarum(Ocean of Storms), Mare Imbrium(Sea of Rains), Mare Cognitum(Known Sea), Mare Humorum (Sea of Moisture), Mare Nubium (Sea of Clouds), Mare Frigoris(Sea of Cold), Mare Serenitatis(Sea of Serenity), Mare Vaporum(Sea of Vapors), Mare Tranquillitatis(Sea of Tranquillity), Mare Nectaris(Sea of Nectar), Mare Humboldtianum, Mare Crisium(Sea of Crises), Mare Fecunditatis(Sea of Fecundity), Mare Marginis, Mare Smythii, Mare Australe, Mare Moscoviense, Mare Ingenii, Mare Orientale, Mare Spumans (Sea of Foam), -Sinus Aestuum (Bay of Seething) , Mare Frigoris (Sea of Cold), Mare Fecunditatis (Sea of Fecundity), Mare Nubium (Sea of Clouds)...

От обратната страна на Луната има много повече кратери. Много от имената на лунните кратери са латински и носят имената на учени, като Платон, Аристотел, Галилей и много други. За да изберем място за лунния ни град се наложи да проучим много подробно големите и малки обекти по лунната повърхност. Те имат различен вид и детайли и могат да се наблюдават с малки и с големи телескопи. Представяме ги на фигура 1.

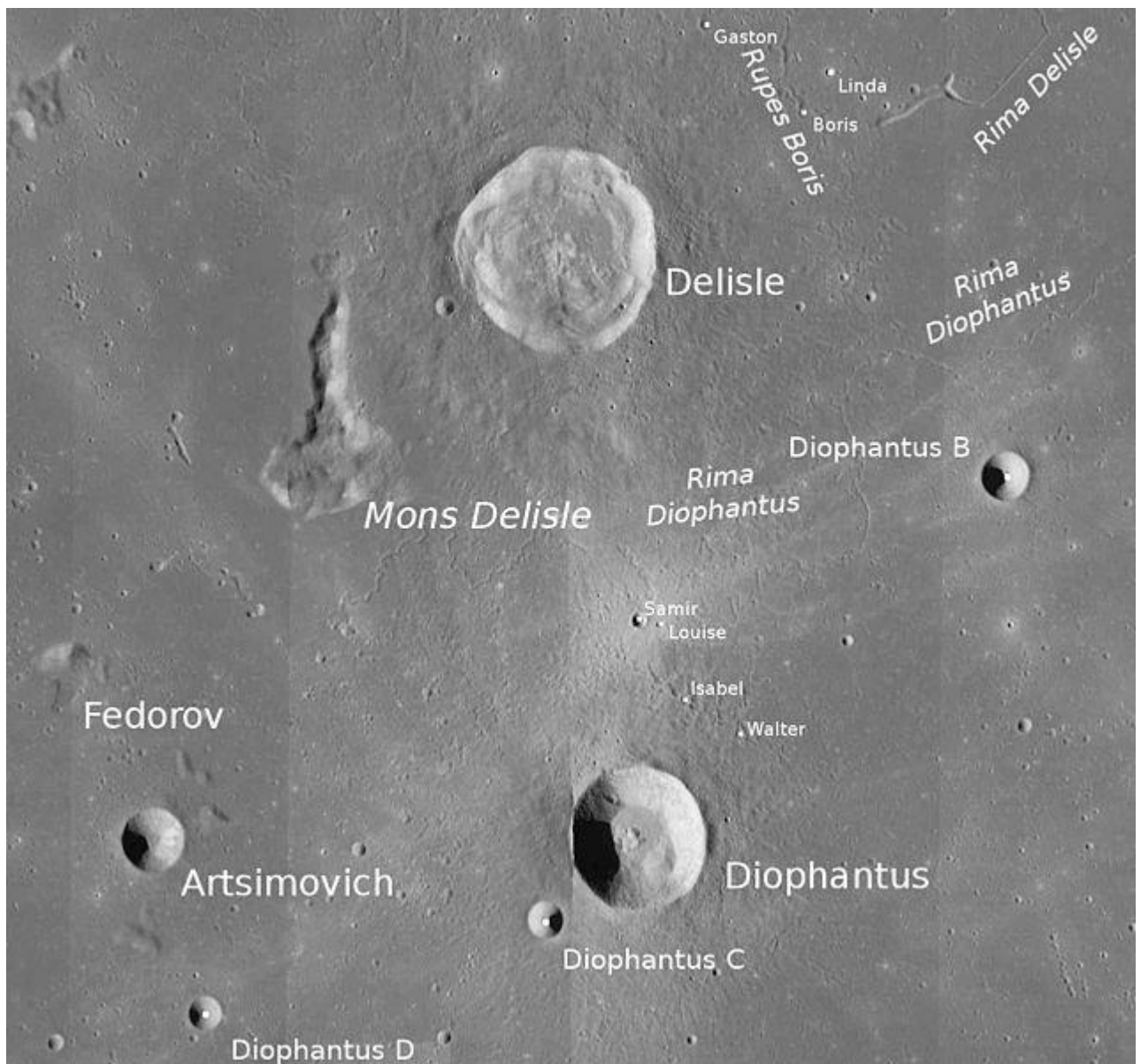
	CATENA (crater chain)		CRATERA (crater) A,B,C...		DORSA (group of wrinkles)
	DORSUM (wrinkle ridge)		LACUS (lake)		MARE (sea)
	MONS (mountain)		MONTES (mountain range)		OCEANUS (ocean)
	PALUS (marsh)		PROMONTORIUM (promontory)		RIMA (rille)
	RIMAE (group of rilles)		RUPES (scarp)		SINUS (bay)

Фигура 1. Обекти по лунната повърхност

При търсенето на кратер, в който да построим нашият град ние направихме много подробно проучване на абсолютно всички наименовани от Международния астрономически съюз кратери. Търсихме малки кратери, с диаметър до 1км500м, с неголяма дълбочина до 300-400метра, намиращи се до интересни образувания на лунната повърхност. Това не беше много лесна задача, но беше много интересно да търсим и оглеждаме стотици лунни кратери. Спряхме са на една група от 30 малки кратера, но по структура, характеристики и отговарящ на нашите изисквания се оказа кратерът Линда.

Това е малък кратер, който се е получил в резултат на удар с малък астероид. Намира се в западната част на Морето на дъждовете, на видимата страна на Луната Името на кратера е испанско и е утвърдено от Международния астрономически съюз през 1979 година.

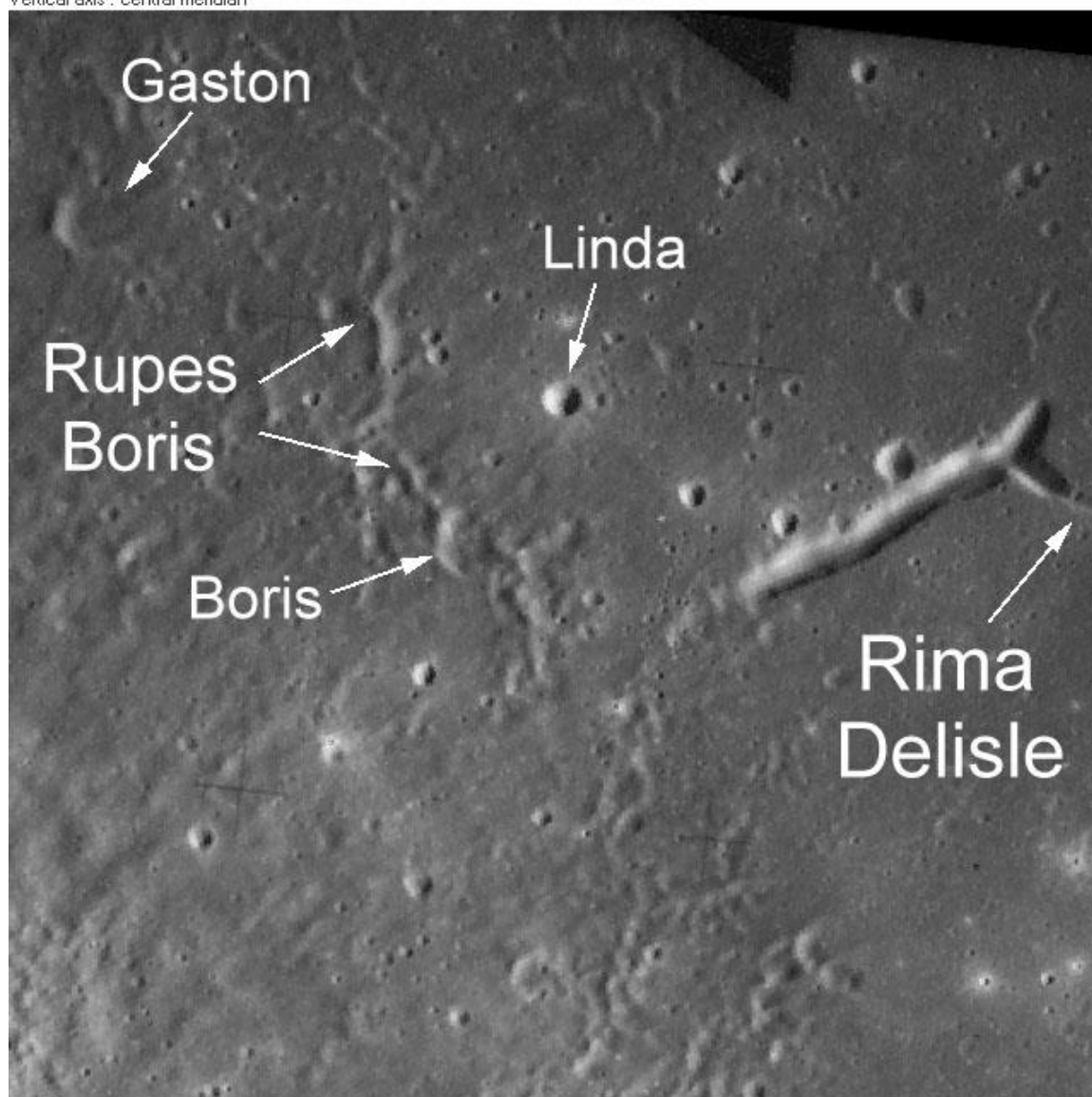
Най-близките съсед на кратера са малкия кратер Гастон в посока запад-северо-западно, малкия кратер Борис на юг-югозапад, и неголемия кратер Делил на югозапад (Фиг.2.). На запад се намира едното рамо на Борис, на изток е браздата на Делил, а на юго-изток е браздата на Доиофант (Фиг.3.).



Фигура 2. Снимка на околността на кратера Линда, направена от Lunar Reconnaissance Orbiter.

Лунните координати на центъра на кратера са 30.69° северна ширина и 33.38° западна дължина, диаметърът на кратера е 1 км 100 метра, а дълбочината му е 127 метра. Кратерът има кръгла подобна на чаша форма без никакви особени структури.

LTVT Image: Sub-solar Pt = 24.173 E/0.127 N Sub-Earth Pt = 33.500 W/30.600 N Center = 33.386 W/30.487 N Zoom = 100.000
Vertical axis : central meridian



Texture file: AS15-M-2470.jpg

Фигура 3. Близък изглед на кратера Линда – снимка, направена от борда на космическия кораб Аполо-5.

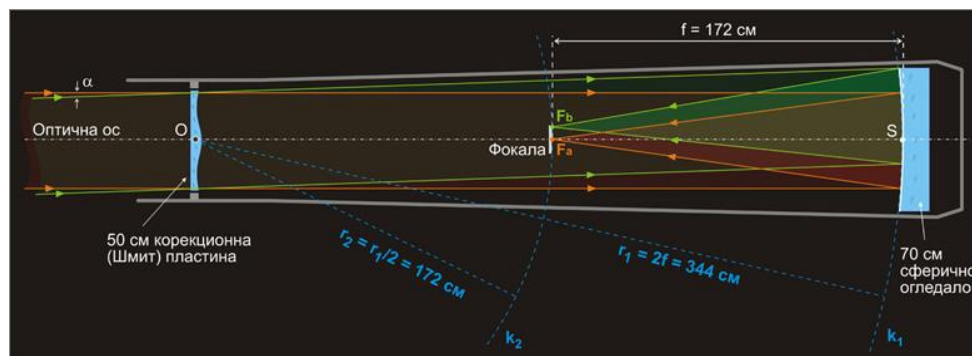
1.3. ССД наблюдения на Луната с Шмит телескопа на Националната астрономическа обсерватория „Рожен“

Луната беше един от обектите, които наблюдавахме по време на лятната Школа по астрономия в Националната астрономическа обсерватория „Рожен“, в която участвахме през месец юли 2015 година. В последните юлски нощи на Школата, Луната растеше към пълнолуние и беше много красива. Ръководени от д-р Веселка Радева ние проведохме наблюдения на Луната с Шмиттелескопа на НАО-Рожен (Фиг. 4 и Фиг. 5). Направихме

фотография и на областта, в която се намира група кратери, които отговарят на нашите изисквания за бъдещо място за лунния град.



Фигура 4. 50/70 Шмит телескоп



Фигура 5. Оптичната схема на телескопа

Получихме следните три изображения на Луната (Фиг. 6., 7, 8)

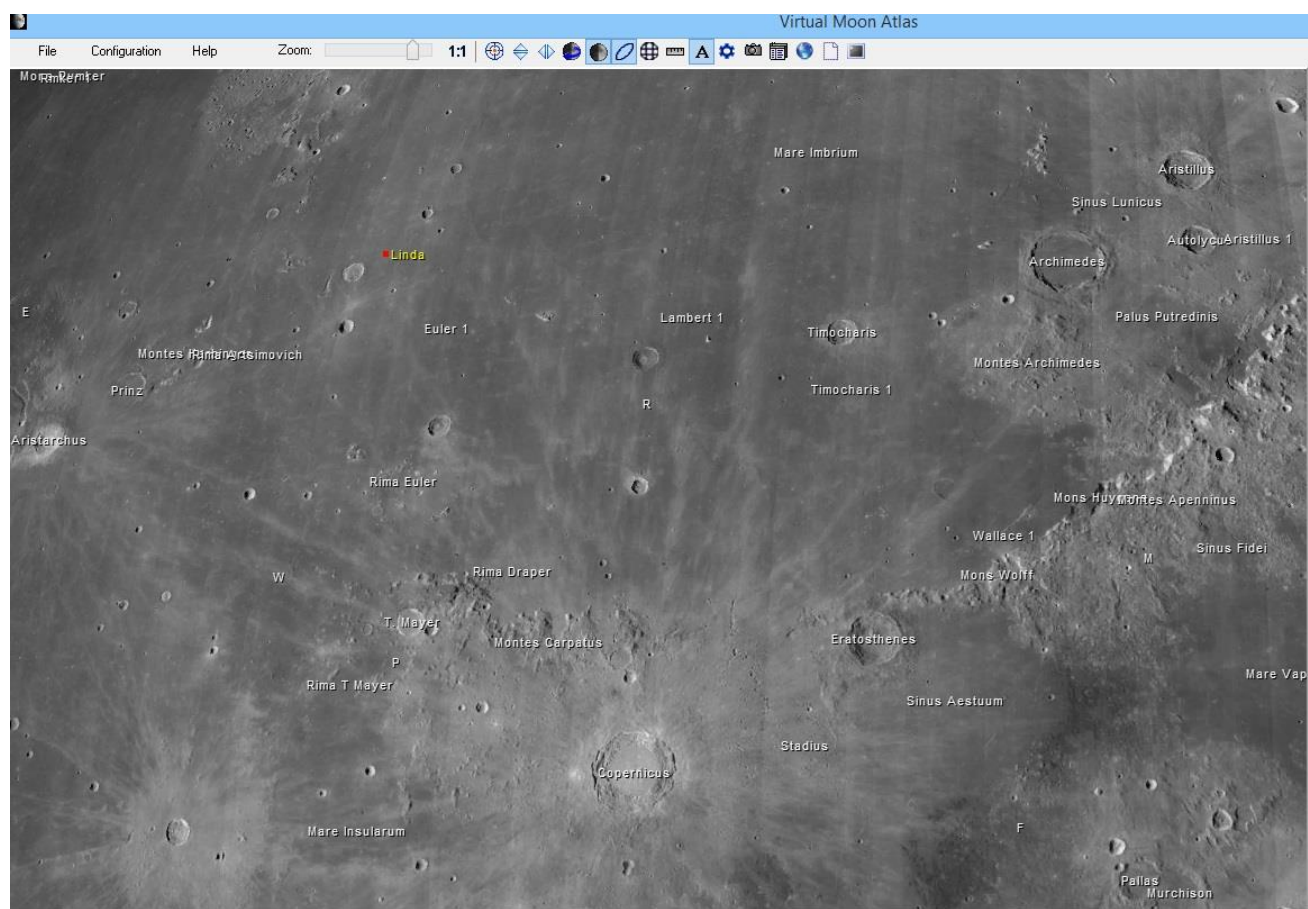


Фигура 6.Луна, 2015/07:29 UT=20ч19м21сек Фигура 7.Луна, 2015/07:29 UT=20ч20м39сек



Фигура 8. Луна, 2015/07:29 UT=20ч21м46сек

В курсовете по астрономия във Варненската обсерватория ние работим по една програма за наблюдение на кратковременни наблюдения на Луната. Наблюдават се места, които светят повече от обикновено, защото вероятно има студено, луминисцентно светене от изтичане на газ от пукнатини по лунната повърхност. За да регистрираме такива светения, ние получаваме изображения на Луната и ги сравняваме със стари изображения. Такива наблюдения се провеждат от преди повече от 50 години и има голям списък с обекти, за които е наблюдавано светене. За този проект ние ще използваме архивни лунни изображения за да покажем мястото, което сме избрали за да построим нашата лунна станция – а именно кратера Линда. (Фиг. 9.)



Фигура 9. Областта с кратера Линда

II. Човек на Луната

2.1. Опасности за хората на Луната

Има два основни типа космическа радиация, които оказват вредно влияние върху хората, които ще живеят на Луната. Първият тип са галактичните космически лъчи, които пристигат вследствие на експлозии на свръхнови и други катаклизмични астрономически събития. Галактичните космически лъчи възникват извън нашата Слънчева система. Вторият тип радиация идва от нашето Слънце - това са заредени частички, повишеното количество на които се свързва със слънчеви изригвания и коронални изхвърляния на материя.

Дългосрочните научни проучвания показват, че излагането на космическа радиация повишава вероятността човек да развие рак през определен етап от живота си. Излагане на доза от 1 Sv, натрупана с течение на времето, повишава с 5% вероятността човек да се разболеє от рак. Според настоящите правила на НАСА днес приемливият риска за астронавтите, които летят в космоса до "Международната космическа станция", възлиза на три процента повишен риск за смъртоносен рак. Данните, получени от марсохода "Кюриосити", показва, че по време на пътя към Марс марсоходът е поел средно 1.8 милисиверта радиация с галактически произход. Слънчевата радиация е била незначителна и възлиза на 3% от цялата поета радиация.

Съвременните космически кораби от своя страна са много по-добре защитени от Слънчева радиация, отколкото от галактическа радиация. Галактическите лъчения проникват надълбоко и не се спират лесно в съвременните космически кораби. Слънчевите коронални избухвания изхвърлят огромни облаци слънчева плазма в междупланетното пространство. Когато такъв облак достигне Луната, повишената многократно слънчева радиация ще убие хората веднага. Така, че за предотвратяване на проблеми от слънчевата радиация е необходимо да има много стабилна система за наблюдение на Слънчевата активност и за предупреждаване на хората, които работят на Луната. Освен това хората трябва да живеят в градове, които имат силна защита от слънчева и космическа радиация.

Друга голяма опасност е финният лунен прах. До момента най-вредното въздействие на лунния прах ще дойдат от вдишване на частици. Въпреки, че лунни изследователи ще бъдат облечени в защитни съоръжения, костюм с полепнал по него прах може лесно да създаде проблем в работните помещения. Такъв е бил открит от астронавтите от Аполо. Веднъж влезли в белите дробове този супер-фин, с остри ръбове лунен прах може да доведе до много здравословни проблеми, засягащи сърдечно-съдовата система, дихателната система. И може да причини възпаление на дихателните пътища и да повиши риска от развиване на различни видове рак. Подобно на замърсители, срещани на Земята, като азбест и вулканична пепел, лунните прахови частици са достатъчно малки, за да проникнат дълбоко в белодробната тъкан. Те могат да бъдат дори по-опасни от дългосрочно излагане на слънчевата радиация. Изследвания на учените предполагат, че въдушната среда може да улесни преноса на праховите частици в целите белите дробове. Като цяло, данните показват, че няма място на Луната което ще бъде лесно и приятно за живеене, като сравняваме с условията на Земята. Лунните дни се продължават около 14 земни дни със средни температури от 253 градуса по Фаренхайт (123 градуса по Целзий), а лунните нощи също 14 земни дни (поради въртенето на Луната) и поддържат студена температура от минус 387 градуса по Фаренхайт (минус 233

градуса Целзий). Тази голяма разлика в температурите също е проблем, който трябва да бъде решаван в лунния град.

Друга потенциална опасност за хората на Луната ще бъдат луноотресенията. Сеизмометри оставени на лунната повърхност след Apollo показват, че Луната е все още активна сеизмична, и дори има редки, продължаващи час трусове с размери до 5,5 по скалата на Рихтер. Тези луноотресения са достатъчно силни, за да предизвикат структурни щети на сградите.

2.2. Лунна екология – или как човекът да не замърсява Луната

Лунната база, която проектираме ще има много преимущества, но и ще трябва да се справя с много проблеми. Хората ще използват минералните ресурси на Луната, но при обработването им ще се отделят непотребни продукти, които ако не са правилно рециклирани могат да замърсят Луната и космическото пространство около нея. Остатъчните продукти могат да бъдат рециклирани и преработвани няколко пъти за да може да се извлече максималното от тях. След като са вече напълно непотребни, те могат да се изхвърлят в обособени места-депа, които ще са отдалечени от града и ще се обслужват от роботи. Нищо няма да излиза извън купола на града за да няма опасност за замърсяване.

Друг вариант е всичко да се пакетира в специални опаковки, които могат да се разграждат и няма да оставят следа върху Космоса.

На Луната в огромни биосфери ще трябва да се засадят много видове растения, за да има голямо растително разнообразие. Ще се пренесат много популации животни и ще се образуват много нови и трайни биоценози..

Възможно е при продължителен живот на Луната хората да започнат да се променят, като тези промени ще бъдат предизвикани от специфичните различни условия. Дезоксирибонуклеиновата киселина (ДНК) е нуклеинова киселина, която носи генетичните инструкции за биологическото развитие на всички клетъчни форми на живот и много от вирусите. Основната функция на молекулата на ДНК е дълготрайното съхранение на информация. ДНК може да бъде променена или да мутира на основа на различните космически лъчения. Промяната и или ще бъде определяща за оцеляването на човешкия род на Луната, или ще доведе до еволюция и нов вид. Луната също така, може да бъде мястото, където да съхраняваме ДНК, за да може, ако човешкия вид бъде заличен да има следи от неговото съществуване и следователно да има как да бъде възстановен.

2.3. Космически изследвания на Луната и проекти за лунни градове

Американската космическа агенция НАСА планира да изпрати отново хора на Луната до 2021 г., а през 2030 г. да има постоянна база на спътника на Земята. Амбициозните намерения бяха обявени по повод годишнината от първата стъпка на Луната - на US астронавта Нийл Армстронг на 20 юли 1969 г.

Плановете на НАСА се основават на изследване, проведено от компанията NexGen Space LLC. Според проучването връщането на хора на Луната е напълно възможно в следващите 5 до 7 години, а 10-12 години след това и построяването на база. Всичко това можело да бъде реализирано в рамките на бюджета на НАСА, която ще даде за тази цел 10 млрд. долара.

Изследването предлага за превоз на хора и товари космическата агенция да се придържа към настоящата практика за снабдяване на Международната космическа станция

(МКС) - партньорство с частни компании като SpaceX, Orbital ATK и United Launch Alliance. Така разходите за полети до Луната ще са до 10 пъти по-малки, отколкото ако НАСА поддържа собствен флот. В момента SpaceX доставя товари на МКС с ракети Falcon 9 на цена от 4750 долара за килограм. Докато с ракетите Сатурн на НАСА стойността възлиза на 46 000 долара за килограм, а със совалка - цели 60 000 долара за кг.

Разработеният план за заселване на Луната предвижда още добиването на водород от полярните ѝ ледове. Той ще се използва за производство на гориво, което ще се съхранява в околорунна орбита. Горивото може да бъде продавано и на други организации, които са заинтересувани от далечни космически полети, например до Марс. Ако НАСА започне веднага да изпълнява плана, до 2017 г. може да бъдат изпратени роботи, които да започнат да търсят водород.

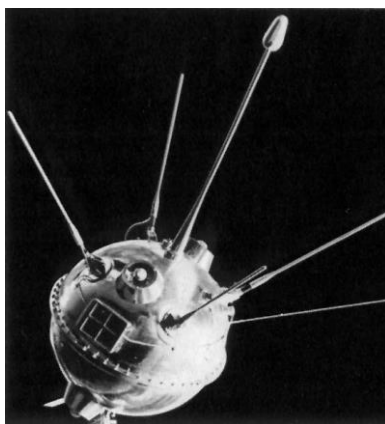
За бъдещите мисии до Луната НАСА планира да използва ракетите Falcon 9 на SpaceX, които сега снабдяват МКС. Последният старт на такава ракета - на 28 юни 2015 година обаче се провали, след като тя се взриви малко след изстрелването

Непилотираните полети до Луната

Съветската програма Луна създава голям брой космически апарати, изстреляни с цел изследване на Луната, продължила от 1959 до 1976 г. Общо 15 от мисиите са успешни и поставят началото на изследванията с помощта автоматични космически апарати. С тези апарати са изследвани химическия състав, температурата, радиационните условия и гравитацията на Луната.

Лунните станции

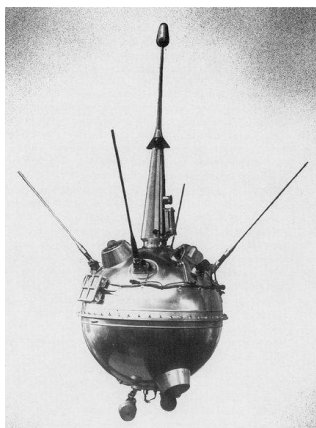
ЛУНА 1 е първият апарат, изстрелян от Съветския съюз по програмата Луна с цел изследване на Луната. Целта на мисията е сблъсък с лунната повърхност. Но възниква проблем и апаратът попада в околослънчева орбита. Така се потвърждава наличието на високоенергийни частици във външната част на радиационния пояс на Ван Алън. Апаратът има сферична форма и разполага с пет антени, монтирани към едното му полукълбо (Фиг.10.). Инструментите са монтирани в издатини по обвивката. Поради факта, че на апарата не са инсталирани двигатели, както и поради високата му скорост, се смята, че целта на мисията е сблъсък с повърхността на Луната.



Фигура 10. Първият апарат Луна 1

На 2 януари 1959 г. Луна 1 става първият обект с изкуствен произход, достигнал втора космическа скорост, след като се отделя от третата степен на ракетата-носител, тежаща 1472 kg с размери 5,2 m дължина и 2,4 m диаметър. На 3 януари бива изпуснат 1 kg натриев газ на разстояние 113 000 km от Земята, като по този начин апаратът става първата изкуствена комета. Оранжевата газова опашка е видима над Индийския океан. Опашката позволява следене на апарата от астрономите и представлява експеримент, разкриващ поведението на газовете в космоса. На 4 януари, 34 часа след изстрелване, апаратът преминава на 5995 km над повърхността на Луната. Оборудването включва радиотелеметрична система, магнитометър, гайгеров брояч, сцинтилатор, микрометеоритен детектор. Предадени са данни за радиационните пояси на Земята, както и за отсъствието на магнитно поле на Луната и наличието на слънчевия вятър.

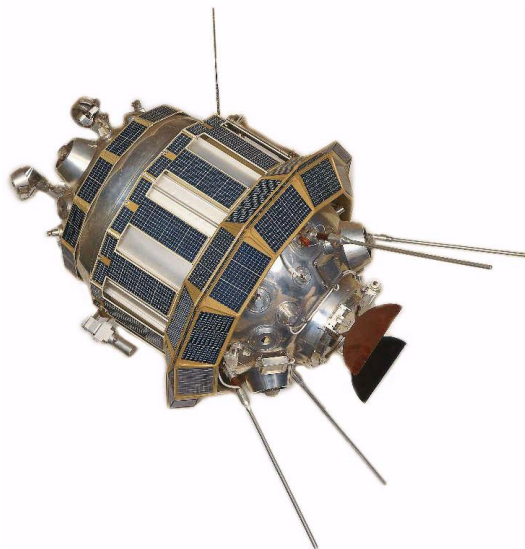
Луна 2 става първият обект, направен от хората, на повърхността на друго небесно тяло след сблъсък си с повърхността на Луната в областта Маре Серенитатис (Mare Serenitatis) в близост до кратерите Аристид, Архимед и Автолик. Апаратът по конструкция е подобен на Луна 1, запазвайки сферичната си форма с монтирани антени и инструменти (Фиг. 11).. Оборудването включва радиотелеметрична система, магнитометър, гайгеров брояч, сцинтилатор, микрометеоритен детектор. Не са монтирани ускорители. Най-значимото откритие, направено с помощта на апарата, е съществуването на слънчевият вятър. Използвани са йонните детектори, разработени от Константин Грингауз. Луна 1 загатва за съществуването на този феномен и Грингауз сменя подредбата на йонните детектори с пирамидална и постига по-точни измервания на плазмения поток.



Фигура 11. Космическа станция Луна 2

След старта и ускорението до втора космическа скорост на 13 септември 1959 г. , Луна 2 се отделя от третата степен на ракетата-носител, която следва апарата по траекторията му към Луната. На 13 септември бива изпуснат натриев газ, улесняващ следенето на апарата и разкриващ поведението на газовете в космоса. В същия ден, 33,5 часа след старта, сигналите от апарата спират внезапно, сочейки сблъсък с Луната на място с координати от 0° и. д. и 29,1° с. ш. След около 30 минути и третата степен на ракетата-носител се сблъсква с лунната повърхност. Не е установено наличието на магнитно поле или радиационни пояси около Луната.

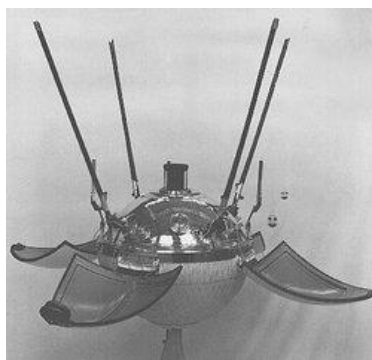
Луна 3 е първият апарат, предал снимки от обратната страна на Луната(Фиг. 12.). Оказва се, че обратната страна прилича на планински терен, различен от този на видимата страна на Луната. Там се намират две лунни морета – Маре Московри (Mare Moscovrae – „Морето на Москва”) и Маре Десидерии (Mare Desiderii - „Морето на сънищата”). За Морето на сънищата впоследствие е установено, че е съставено от по-малко море — Маре Ингении (Mare Ingenii – „Морето на изобретателността”), и то е заобиколено с тъмни кратери.



Фигура 12.Луна 3, заснела обратната страна на Луната

Луна 9 е космически апарат, изстрелян 3 февруари 1966 година. Това е първият апарат, осъществил меко кацане в работно състояние на повърхността на друго небесно тяло. Предадени са панорамни снимки на повърхността на Луната.

Спускаемият модул, осъществил меко кацане, има тегло 99 kg. Той е херметизиран и в него са поместени радиокомуникационната система, контролната система, климатична система, източници на енергия и камерата. Апаратът е изведен в орбита, използвайки ракета-носител Мълния, като четвъртата степен се отделя от апарата след ускоряване по траектория към Луната(Фиг. 13.). Малко преди започване на спускането към повърхността, спускаемият модул се отделя от останалата част на апарата.



Фигура 13. Спускаемият модул на апарата

Осъществено е кацане в Океана на бурите на 3 февруари 1966 г. Четирите капаци, видни на

снимката, служат се изправяне на апарата след кацането. Антените се разтварят с помощта на пружини. Заснемането на повърхността се осъществява с помощта на система от огледала, насочващи светлината към камерата във вътрешността на апарата. Проведени са седем радиосесии с продължителност 8 часа и 5 минути. Заснетите снимки показват скали и хоризонт на разстояние от около 1,4 km от апарата. Мястото на кацане на апарата е на запад от кратерите Рейнер и Мариус, в Морето на бурите. Луна 9 започва да предава данни към Земята веднага след кацането и изпраща първите фотографии - 9 снимки, от които 5 панорами. Това са първите изображения от повърхността на друго небесно тяло. Много важно откритие е това, че риголитът може да поддържа сравнително тежко тяло. Контактът с апарата е изгубен на 6 февруари 1966 г.

Луна 10 е ускорен към Луната след извеждане в околоземна орбита на 31 март 1966 г. Осъществено е влизане в окололунна орбита на 4 април същата година. Изследвано е гравитационното поле на Луната. Апаратът се захранва от батерии, като функционира в продължение на 460 лунни обиколки и 219 радиосесии, преди контактът да бъде изгубен на 30 май 1966 г. Проведени са проучвания от лунна орбита, включващи изследване на лунното магнитно поле и радиационните пояси, както и състава на лунните скали и микрометеоритната активност и радиацията в окололунното пространство. Важно откритие е наличието на области с висока плътност под басейните на лунните морета.

Луна 16 е първият безпилотен космически кораб, успял да кацне на повърхността на Луната и да върне на Земята образец от лунната почва. Осъществено е третото връщане на образци на Земята след американските пилотирани мисии Аполо 11 и 12. Конструкцията на апарата се състои от два основни блока, монтирани един върху друг. Долният, значително по-голям блок, е спускаемият модул на апарата. Той има цилиндрична форма и към него са монтирани двигателите и горивото, необходими за спускане на повърхността на Луната, радар-висотомер и четири разгъващи се стойки (Фиг. 14.). Основният двигател забавя скоростта на апарата и на определена височина той се изключва и се задействат допълнителни двигатели, позволяващи меко кацане на повърхността.

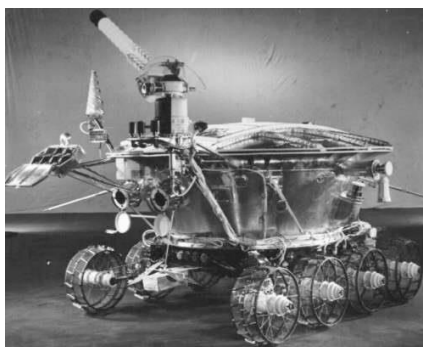


Фигура 14. Луна 16

Механичната ръка пробива лунния риголит на дълбочина от 35 cm в продължение на 7 минути, преди да се натъкне на скала. Извадена е колона от материал с тегло 105 g, който е поместен в херметизирания контейнер. След 26 часа и 25 минути на повърхността, на 21 септември модулът за доставка на образца от лунна почва излита от повърхността на Луната. Останалата част от апарата остава на Луната и продължава да предава данни за лунната температура и радиация.

Луна 17 е апарат, изстрелян на околоземна орбита към Луната и влиза в окололунна орбита на 15 ноември 1970 г. след две корекции на курса. На 17 ноември 1970 г. е осъществено меко кацане в областта на Морето на Дъждовете, на около 2500 km от мястото на кацане на Луна 16. Луноход 1 слиза на повърхността на Луната и провежда изследвания в продължение на 322 земни дни. Луна 17 продължава успеха на СССР в автоматичните изследвания на Луната. Луноход 1 е първият апарат на повърхността на друго небесно тяло, който може да се придвижва самостоятелно.

Луноход 1 е една от най-успешните лунни мисии на Съветската космическа агенция. Основният отсек на апарата има цилиндрична форма, покрит е с голям изпъкнал капак. Висок е 1,35 м, с дължина от 2,15 м. Отсекът има осем колела с електродвигатели с независимо хранване (Фиг. 15.). В горната част на корпуса е монтирана конична антена, винтова антена с насочено излъчване, четири телевизионни камери и устройства за измерване на разни характеристики на лунната почва. Оборудването включва още рентгенов спектрометър, рентгенов телескоп, детектори на космически лъчи и лазерна установка.

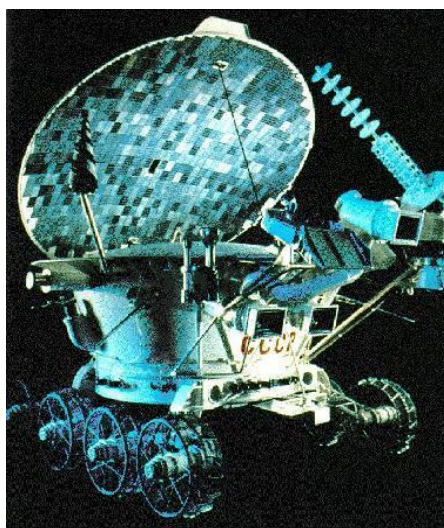


Фигура 15. Луноходът

Апаратът се хранва от слънчеви панели, монтирани на капака. Луноход 1 функционира в продължение на 11 лунни дни, вместо първоначално предвидения срок от 3 лунни дни. Официалната дата на прекратяване на мисията е 4 октомври 1971 г., точно 14 години след изстрелването на Спутник 1. Луноход 1 изминава 10 540 метра по повърхността на Луната, предавайки над 20 000 снимки и над 200 панорами.

Луна 21 е апарат, чийто основните цели са заснемане на лунната повърхност, изследване на осветеността и възможността за осъществяване на астрономически наблюдения, установяване на точното разстояние между Луната и Земята посредством огледало, отразяващо лазерен лъч идващ от Земята, както и изследване на повърхностното магнитно поле и свойствата на лунната почва.

Луноход 2 е вторият от двата спускаеми апарата, изпратени от СССР към Луната с цел изследване на нейната повърхност по програмата Луноход. Апаратът има размери 1,70 x 1,60 x 1,35 m и маса 840 kg (Фиг. 16.). Шасито е с 8 колела, монтирани на независимо окачване, с независими електромотори и спирачки. Апаратът може да се придвижва със скорост от 1 до 2 km/h. Оборудването включва четири телевизионни камери.



Фигура 16. Вторият Луноход

В продължение на четири месеца, Луноход 2 изминава 37 km по повърхността, заснема 86 панорами и предава 80 000 снимки. На 4 юни СССР обявява, че мисията е приключила, като най-вероятно повредата в апарата е настъпила по време на лунната нощ през май - юни.

Програмата Аполо (анг. Apollo - „Аполон“) е програма на НАСА за изпращане на хора на Луната, продължила от 1961 до 1975 година. Аполо е и името на поредицата космически кораби, разработена и използвана за програмата.

Аполо е приета в началото на 60-те години на XX век от президента на САЩ Джон Кенеди. Тя се явява продължение на американската космическа програма Джемини в надпреварата със СССР по времето на Студената война за усвояването на Космоса и достигането на Луната. След утвърждаването на мисията и поставянето на нейната основна цел – достигане и кацане на човек на Луната, преди космонавтите на СССР, НАСА предприема разглеждане и разработка на няколко варианта за постигането ѝ. Разгледани са четири плана за пътуване и кацане до Луната: Директен полет – планът Direct Ascent предвижда изстрелването на космически кораб, който директно достига, каца на Луната и се завръща на Земята. Проектът изисква ракета-носител с много по-голяма мощност и запас от гориво от съществуващия и разработван проект по това време – проект Nova. Среща на околоземна орбита – планът Earth orbit rendezvous (EOR) предвижда изстрелването на две космически ракети носители Сатурн V, първата с космическия кораб, а другата с горивото, необходимо за полета. На околоземна орбита космическият кораб се скачва и напълва резервоарите си с гориво от втората ракета-носител, след което отново цял, както в първият проект, достига, каца и се завръща от Луната.

„Среща на лунната повърхност“ – планът Lunar Surface Rendezvous предвижда изстрелването на два космически кораба, които достигат до лунната повърхност. Единият без екипаж на борда, на автоматичен режим, първи каца на Луната, а другият – с екипаж на борда каца на Луната, зарежда с гориво от резервоарите на първия кораб и се завръща на Земята.

„Среща на околорунна орбита“ – планът Lunar Orbit Rendezvous (LOR), предложен от Джон Хоуболт (John Houbolt) – пенсиониран космически инженер, предвижда модулен космически кораб, съставен от ракета носител Сатурн V, Команден (сервизен) модул

(Command/Service Module) (CSM) и Лунен модул (Lunar Module) (LM). Командносервизният модул (CSM) е предназначен за тричленен екипаж, изведен на околоземна орбита с ракета-носител, отделящ се от нея при достигане на подходяща скорост и петдневно пътуване до Луната. При достигане на естественият земен спътник CSM преминава в окололунна орбита, като двама души от екипажа се отделят и кацат на Луната с LM. Със завръщането се степен на LM астронавтите се скачват с CSM и се завръщат на Земята. Планът е приет и разработен от НАСА и по него продължава цялата програма Аполо за изпращане на човек на Луната.

Космическият кораб Аполо с основно предназначение за достигане на човек до Луната и модифициран по късно за доставяне на екипаж на американската космическа лаборатория Скайлаб, както за съвместният полет и скачване със съветския космически кораб Союз-19. Корабът е изведен в орбита от ракета носител Литъл Джо II, Сатурн I, Сатурн IB и Сатурн V. Състои се от три основни части – Команден модул (CM), Сервизен модул (SM) и Лунен модул (LM), както и Аварийна система за спасение (Launch Escape System) (LES) и Космически адаптор на Лунния модул (Spacecraft Lunar Module Adapter) (SLA). Максималното стартово тегло на кораба е около 74 тона с обем на жилищните сектори от 12,70 m³, а максималното време за пребиваване на Луната е около 75 часа.

Космически кораби

Общият брой на мисиите от 1961 г. по програмата Аполо е 33. От 1968 до 1975 г. са изстреляни 15 космически кораба от серията Аполо с екипаж на борда. От тях девет са достигнали до Луната, успешно са се прилунили шест, като на повърхността са се разходили общо 12 астронавта. Мисиите от Аполо 1 до Аполо 7 са без екипаж. При тях се извършват тестове на всички системи от космическия кораб.

Аполо 7 е първата пилотирана мисия от програмата Аполо. На 11 октомври 1968 г. е изстреляна мисията Аполо 7 с трима души на борда. За единадесет дни Аполо 7 извършва 163 обиколки около Земята и изпробва маневри, които ще се използват в лунните мисии. По време на тази мисия за първи път се предава директно телевизионна картина от космоса, с което НАСА печели подкрепата на обществеността и правителството за следваща мисия до Луната. В края на мисията корабът напуска своята орбита около Земята и навлиза в атмосферата, а капсулата с екипажа се приводнява в Атлантическия океан.

Аполо 8 е изстрелян на 21 декември 1968 г., с ракетата Сатурн V и е първата пилотирана мисия, достигнала до орбита около Луната. Астронавтите Франк Борман, Джеймс Лоуел и Уилям Андерс са първите астронавти, пътували до Луната и видели нейната тъмна страна. На Бъдни вечер Аполо 8 предава телевизионна картина, показваща изгряването на Земята на лунния хоризонт. По време на мисията се извършват проверки на траекторията на курса и операциите за придвижване до там и обратно и се тестват летателните данни на командния модул за лунните мисии.

Аполо 9 е изстрелян на 3 март 1969 г. с трима астронавти на борда: Джеймс Макдивит, Дейвид Скот и Ръсел Швейкарт и е първият генерален тест за кацане на Луната. Това е първият полет с цялото оборудване, необходимо за приземяване на лунната повърхност. През 152-те обиколки около Земята, астронавтите отделят лунния модул и след това отново го захващат към командния модул в условия, наподобяващи тези около Луната, симулирайки по този начин приземяване с лунния модул.

Аполо 10 е изстрелян на 18 май 1969 г. и е цялостна репетиция на полета на Аполо 11, но без кацане на лунната повърхност. Мисията е втората на орбита около Луната и първото пътешествие до Луната с космическия кораб Аполо. Докато са в орбита около Луната, астронавтите Томас Стафорд и Юджийн Кернан освобождават лунния модул и се спускат с него на 14 km над лунната повърхност, след което се завръщат на кораба. Извършват тестове в лунното гравитационно поле, чиито резултати показват, че хората вече са готови за безопасно кацане на Луната.

Аполо 11 е първата мисия до повърхността на Луната с трима астронавти на борда – това са Нийл Армстронг, Едуин Олдрин и Майкъл Колинс. След тридневно пътуване корабът достига Луната и се движи в орбита около нея. След 12 обиколки лунният модул се отделя и се приближава до лунната повърхност с Армстронг и Олдрин на борда и се прилунават в района на Морето на спокойствието. Първата стъпка на човек на друго небесно тяло е направена на 20 юли 1969 г. от Нийл Армстронг. Малко по-късно на лунната повърхност стъпва и Олдрин и двамата остават на повърхността повече от два часа. След вземане на образци от лунната почва, те се завръщат с лунния модул до космическия кораб и оттам поемат към Земята. Това е и първото завръщане на астронавти на Земята от друго небесно тяло. Аполо 11 изпълнява своята главна цел – извършването на лунно кацане и завръщане на Земята – проправяйки път за следващите.

Аполо 12 се отправя към Луната на 14 ноември 1969 г. за провеждане на географски и други научни изследвания. Астронавтите Чарлз Конрад и Алън Бин се спускат на повърхността, докато Ричард Джордан остава в командния модул на орбита около Луната. Компютрите безпогрешно водят лунния модул до мястото за приземяване в Океана на бурите на 19 ноември, близо до апарата Surveyor 3, който е кацнал на Луната през април 1967 г. Астронавтите вземат образци от почвата и скалите и поправят части от апарата, за да се използва за бъдещи изследвания. За учените на Земята е интересно да научат как се отразява дългото излагане на техните инструменти в неблагоприятната лунна среда, което ще е от полза при планирането на бъдещата лунна база. За съжаление, при тази мисия телевизионната камера, която е трябвало да покаже гледки от Луната, се поврежда в първите пет минути след директното излагане на интензивната слънчева радиация.

Аполо 13 е изстрелян на 11 април 1970 г. с астронавтите Джеймс Лоуел, Джон Суиджърт и Фред Хейс на борда, но по пътя си към Луната претърпява злополука. Два дни след началото на мисията, експлозия на кислороден резервоар поврежда кораба и предизвиква прекъсване на електричеството, като поставя живота на астронавтите в опасност. На 360 000 km от Земята, астронавтите осъзнават, че тяхното кацане на повърхността на Луната е невъзможно, а възможността да се завърнат живи на Земята, граничи с чудо. Инженерите на НАСА решават да се използва лунния модул като спасителна лодка, тъй като той е останал незасегнат от експлозията. Заобикаляйки Луната и ускорен от нейната гравитация, с максимално пестене на енергия, корабът успява да се върне на Земята с невредим екипаж.

Аполо 14 е изстрелян на 31 януари 1971 г. При тази мисия астронавтите Алън Шепард и Едгар Мичел изминават по повърхността на Луната около 4 km, отдалечавайки се на 1450 m от лунния модул. По време на двете разходки по повърхността се правят много изследвания и са събрани 42 kg образци от лунната почва и скали.

Аполо 15 е изстрелян на 26 юли 1971 г. от космическия център Кенеди. На 30 юли лунният модул с двама астронавти, Джеймс Ървин и Дейвид Скот, каца в подножието на Апенините, високи 4572 m, до пролома Хедли, широк около 1,5 km и дълбок около 400 m. Астронавтите правят три разходки по лунната повърхност – на 31 юли, на 1 и на 2 август. За първи път в експедицията за придвижване по повърхността на Луната се използва самоходен луномобил, с който е изминато разстояние около 27,2 km., а събраното количество образци е 78,6 kg.

Аполо 16 е на 16 април 1972 г. Мисията е сходна с предишната и е с продължителност 11 дни.

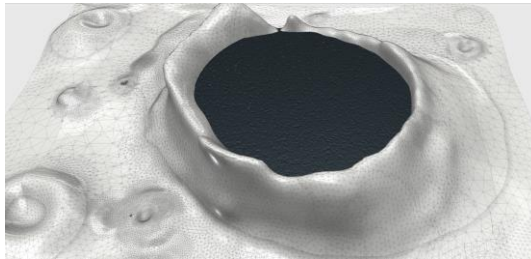
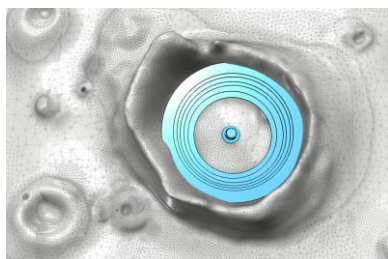
Аполо 17 е последната от мисиите по програмата Аполо. Изстрелян на 7 декември 1972 г., корабът достига до Луната на 11 декември и лунният модул, с двама души екипаж, каца на повърхността. Там астронавтите в течение на 3 дни изминават разстояние от по 35 km на ден, отдалечавайки се на около 7,8 km от лунната база. Събрани са общо 110 kg лунни камъни и лунна почва.

Програмата Аполо демонстрира ефективните геоложки изследвания на човека в неприятелската среда на друго космическо тяло. Повече от 60 научни експеримента са извършени на лунната повърхност и 30 в орбита. Събрани са общо 381,7 kg лунен материал. В допълнение, направени са почти 30 000 снимки с висока резолюция от орбита около Луната и на нейната повърхност.

III. Инженерно-техническата част

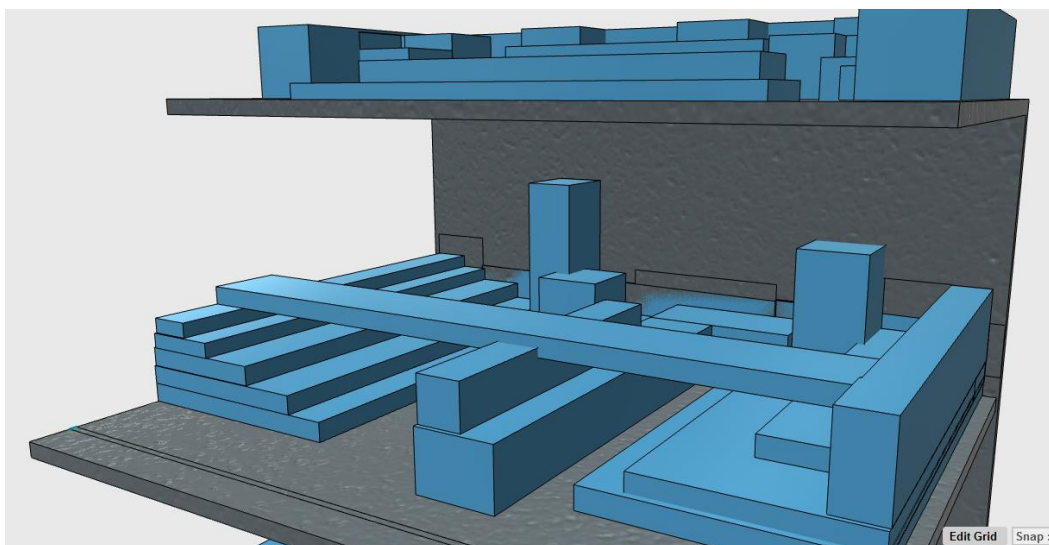
3.1. Описание на автономния лунен град: форма, размери, специфични защити

Лунният град е разположен в лунния кратер Линда, в западната част на Морето на дъждовете. Мястото е избрано, така че да няма близост дълбоки кратери и високи планини. Градът е напълно автономен, в него ще могат да живеят и работят 1000 човека. В непосредствена близост до този лунен кратер ще са малките лунни модули, в които ще живеят първите лунни строители. Ще има един голям парк от роботи, които основно ще изграждат лунния град. Ще бъде монтиран един голям строителен 3-Д принтер, който ще създаде основите и основните стени на помещенията от лунния град. При строителството ще се използва лунен прах и ситно смлян лунен риголит. Когато лунният град бъде построен, той ще бъде покрит с двуметрова плоча от лунен риголит, която ще предпазва от слънчева и космическа радиация и от малки метеорити (Фиг. 17.).

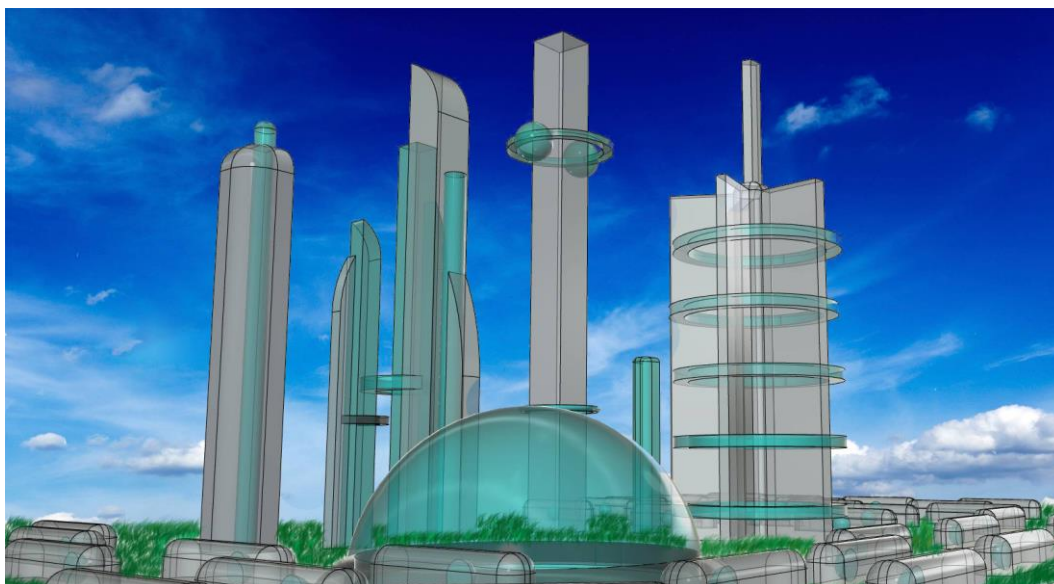


Фигура 17. Поглед към застроения и след това покрит с щит лунен град Лунар1

Градът ще бъде разгънат на 6 етажа, всеки етаж ще има размери 15 метра. Във всеки етаж ще се намират жилищните сгради, работни офиси, лаборатории, работилници. Във всеки етаж ще бъде изградена биосфера: ще има въздух във всеки етаж, собствена рециклираща система, центрове за поддържане на чистотата на въздуха, центрове за услуги: храна, облекло, консумативи за работата, чистота. Ще има фитнес и спортни зали, медицински центрове, центрове за почивка. Ще има специални прозрачни асансьори, с които хората ще могат да се придвижват от един етаж в друг, ще има специални транспортни асансьори за работи и материали(Фиг. 18. и Фиг.19.).



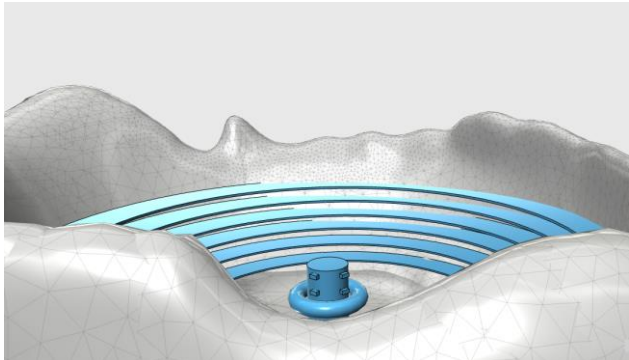
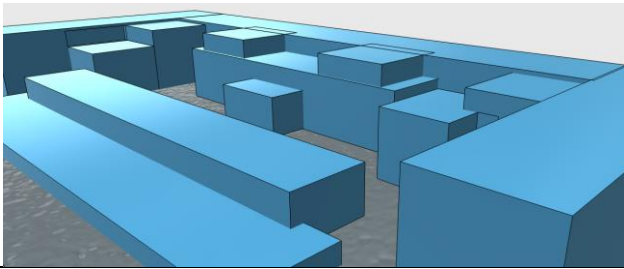
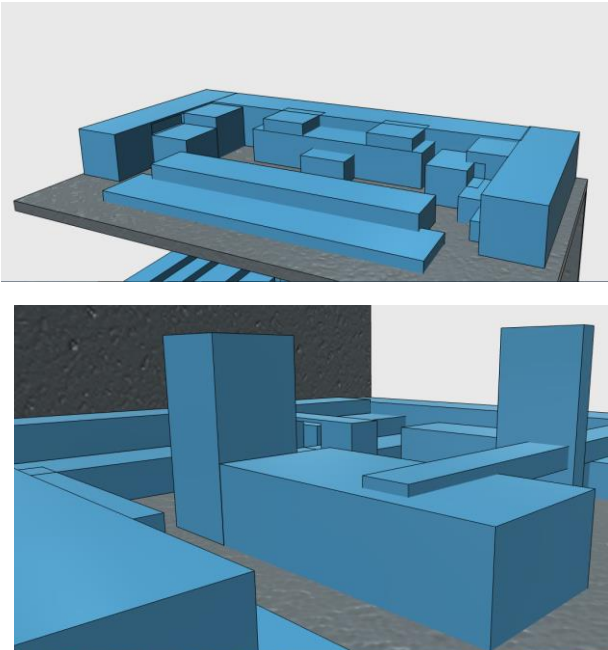
Фигура 18. Строителство на етажите на лунния град

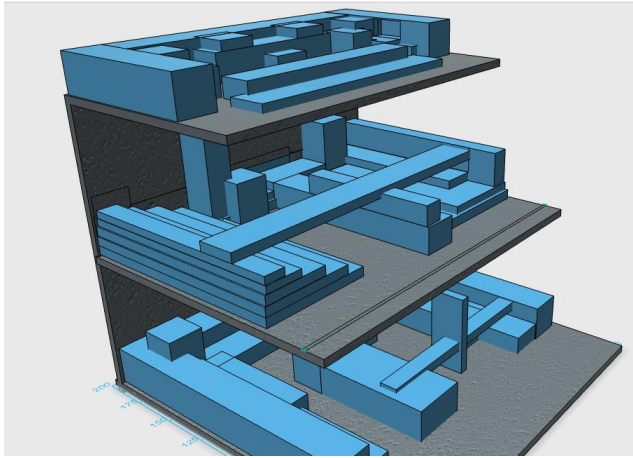


Фигура 19. Вътрешен изглед на сградите в лунния град на фона на холограма на земното небе

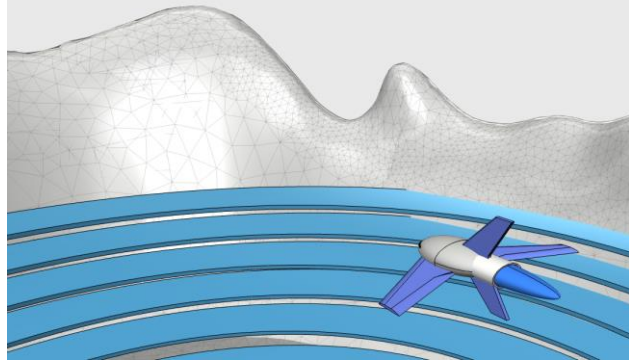
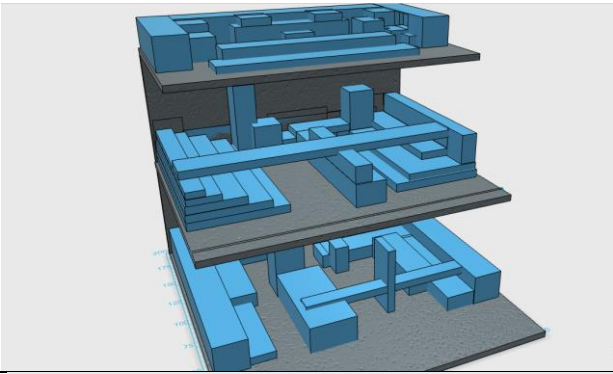
3.2. Етапи на изграждане на лунния град

В таблица 1. са представени етапите на изграждане на лунния град

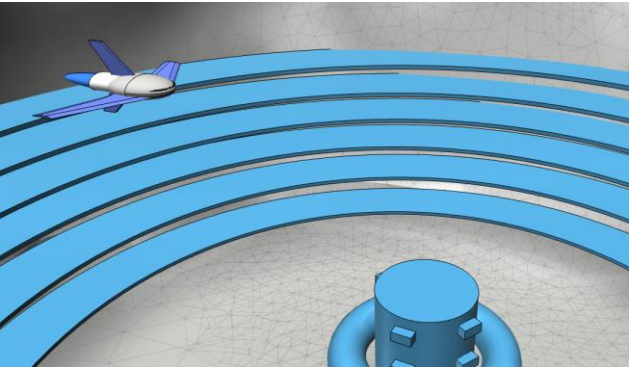
Етап - изображение	Етап - описание
	Изграждане на централния команден модул – цилиндър с пръстен Изграждане на етажите по стените на кратера с 3D принтера
	Изграждането на жилищните и работните помещения на всеки етаж
	Разпределение на сградите по етажите

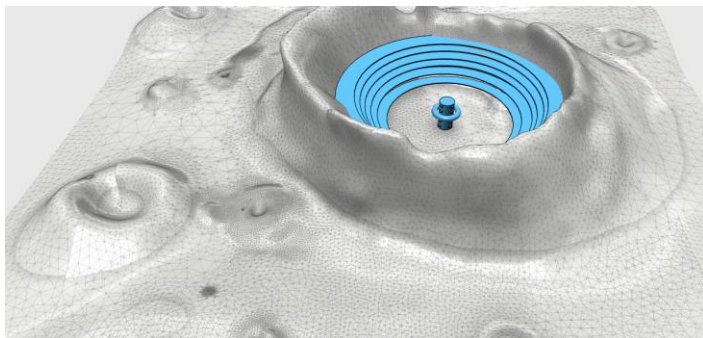
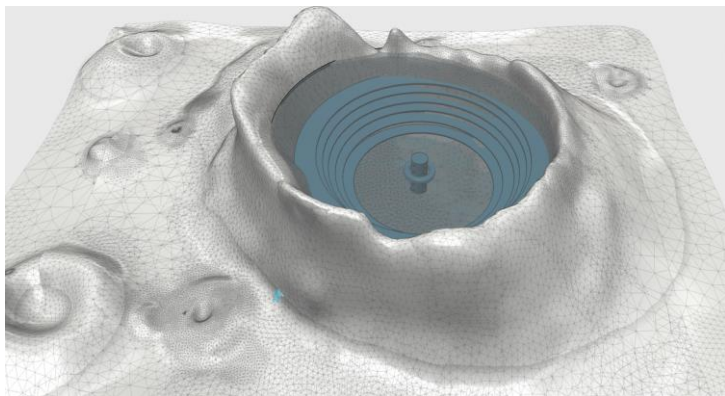
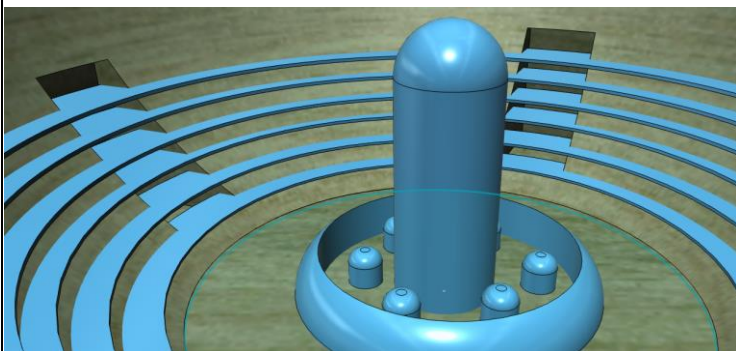
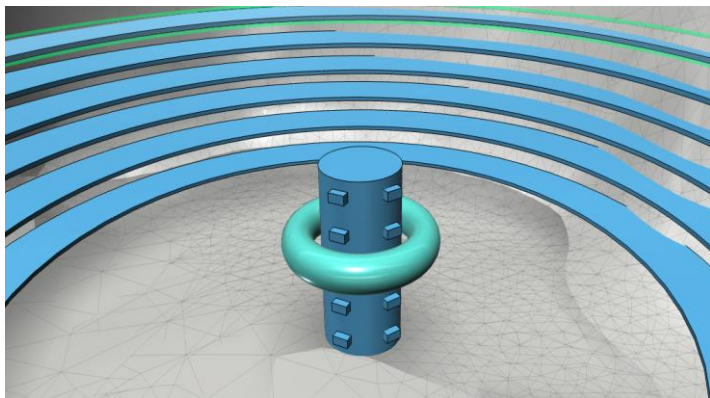


Разпределение на сградите и на етажите



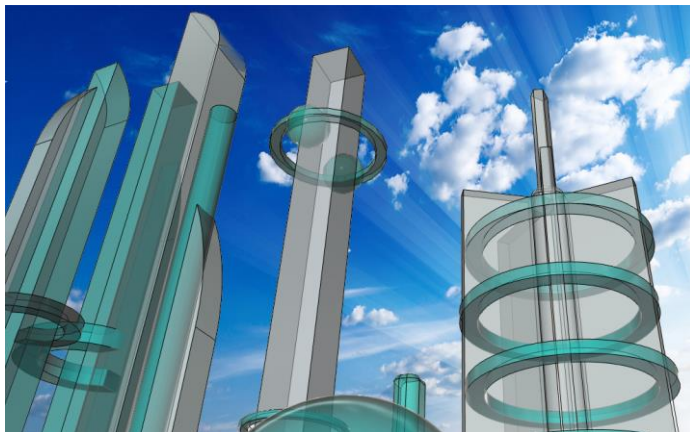
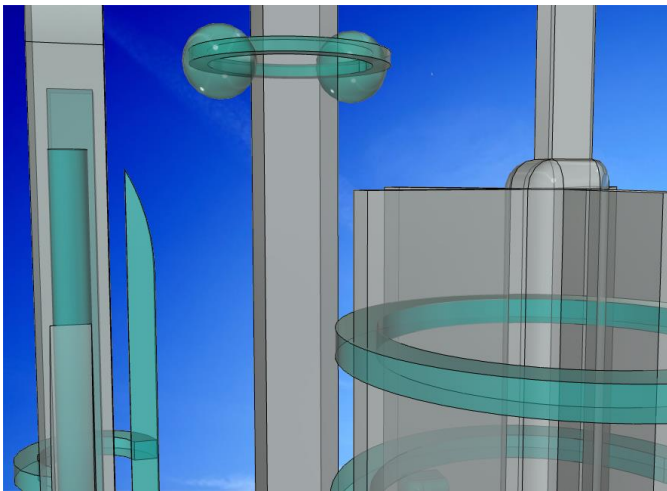
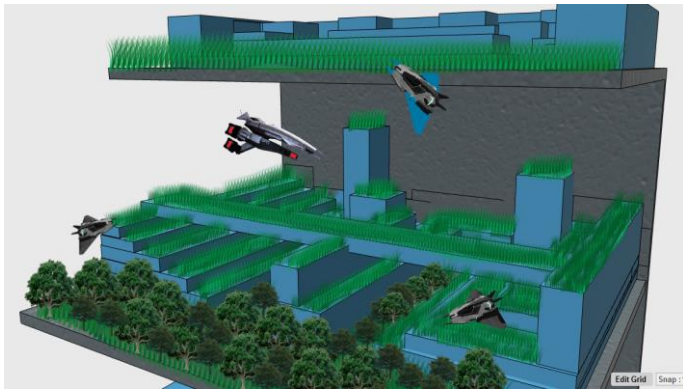
Строителство и заселване на хората в лунния град





Монтиране на централната контролна сграда, която ще активира противорадиационния щит и която ще отваря сектори за излизане и влизане в лунния град.

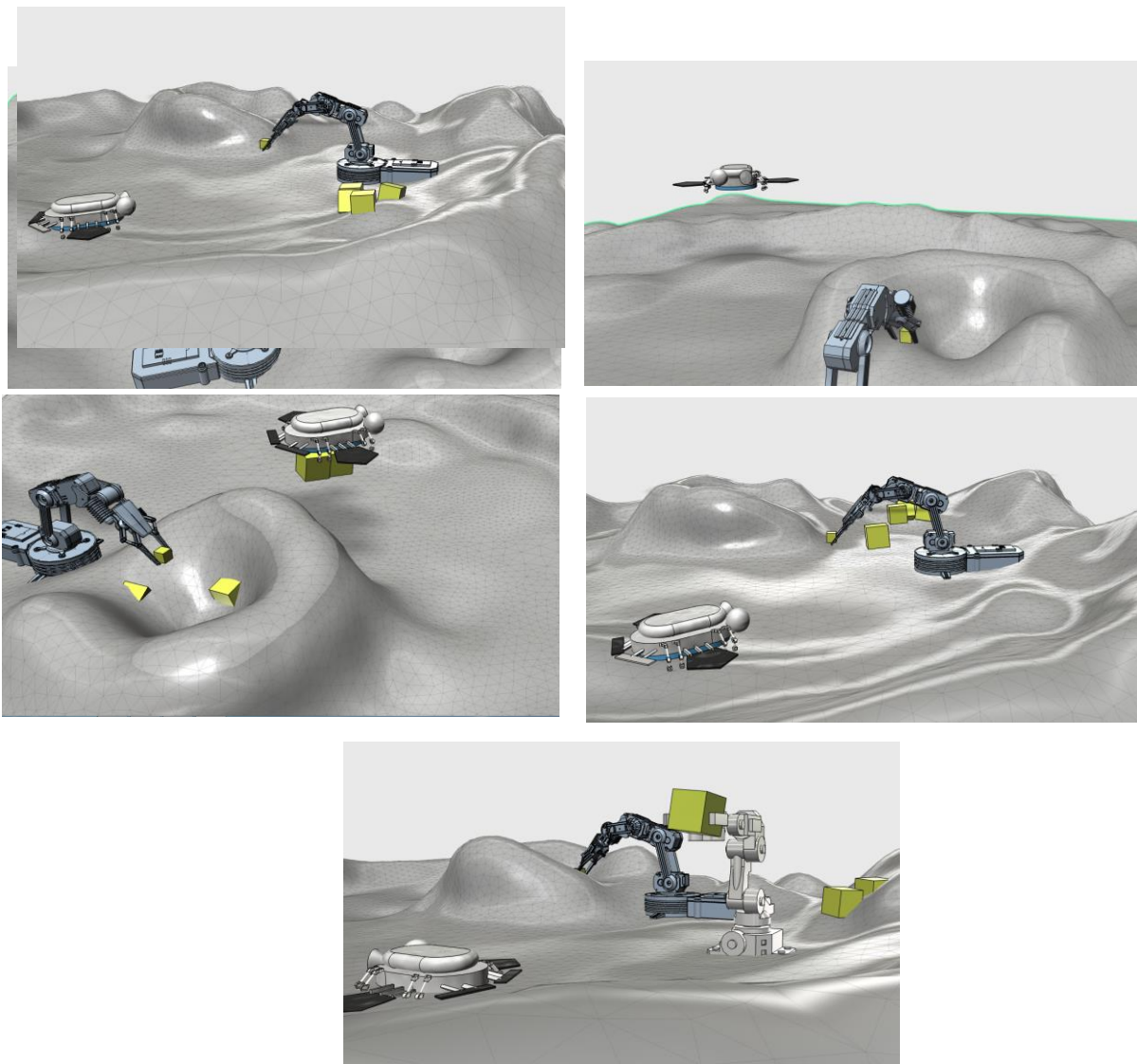
Краен етап на изграждането на лунния град.



Градът, готов да приеме хората, които ще живеят и работят на Луната. Между сградите ще бъдат разположени множество паркове и зелени площи. На стените ще бъдат проектирани холограми на земното небе и Слънцето, красиви природни картини от различни места на Земята. Това е важно за поддържането на психическото равновесие на хората и за намаляване на носталгията по Земята.

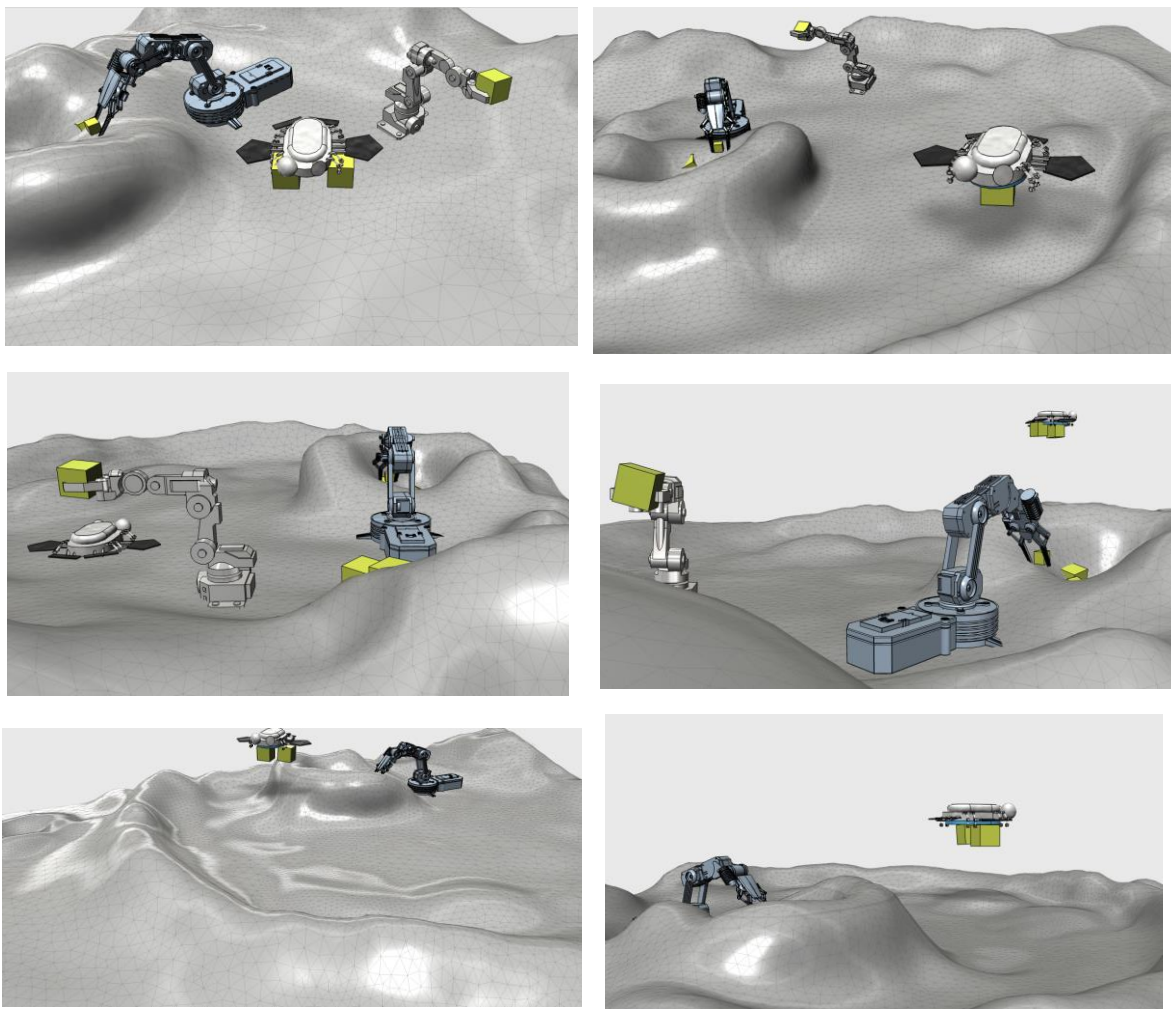
3.3.Функциониране – активиране на системите и безпроблемна работа

Една от основните задачи на хората от лунния град ще бъде обработката на лунния риголит. Роботизирани лунни машини, подобни на земните багери и булдозери ще копаят и ще подготвят за обработка лунния риголит. На Фигура 20 са показани лунни съоръжения за добиване на лунен риголит и за транспорт.



Фигура 20. Роботизирани механизми за добиване на лунен риголит

На Фигура 21 са показани процесите на добив на риголит и транспорт на ресурсите.



Фигура 21. Процес на добиване на лунен риголит

3.4. Животоподдържащи системи

Животоподдържащите системи на Луната са най-важните! Всички ние се нуждаем от въздух, вода, храна. Но как да си ги набавим на Луната?

Представяме няколко идеи, които според нас са реално изпълними :

***За получаването на годен за дишане въздух е необходимо да имаме кислород.** Лунната почва там съдържа кислород, който може да бъде извлечен чрез нагряване и електричество.

***Получаването на електричество** там ще е интересно предизвикателство. Вероятно ще е възможно монтирането на слънчеви панели, но слънчева светлина има само през светлата от деня – там той продължава около две седмици. Водородът и кислородът могат да

реагират помежду си така, че да създават електричество. Ядрената енергия е друга възможност, използвайки уран, добиван от Луната. Вероятно на Луната ще се използва хелий3, който там е в големи количества за малки ядрени електрически централи.

***Осигуряването на храната** е трудна задача, но има различни възможности за нейното решение. За един човек са необходими около 200 килограма суха храна на година. За цяла колония от хора ще са необходими тонове храна. Първата мисъл на всеки от Земята е „Да отгледаме храната на Луната.“. Мислим така, защото тук, на Земята, химични елементи като въглерода и азота са свободно достъпни от атмосферата, а минералите са в земната почва. За един тон пшеница са нужни един тон въглерод, азот, водород, калий, фосфор и т.н. За да се отгледа тон пшеница на Луната, ще трябва да се доставят всички тези химикали, които не са налични там. Щом има една реколта и популацията на колонията е стабилна, тогава химикалите могат да се използват отново в природен кръговрат. Растенията растат, хората ги изяждат, а след това ги отделят като твърди и течни остатъци, а въглеродният диоксид се отделя при дишането. Тези остатъци след това наторяват следващата реколта. Все пак ще трябва тонове храна и химикали, за да започне този цикъл.

***С водата** ще е по-трудно. Има някои доказателства, че има вода под формата на лед в кратери, които са на Южния лунен полюс. Добиването на вода е възможно и ще реши много проблеми. Водата е нужна за живота на хората и може да се разгради на водород или кислород за направата на ракетно гориво. Ако няма вода на Луната, ще трябва да се доставя от Земята. Това може да стане като се достави течен водород и след това се смеси с кислорода от лунната почва за да се получи вода. След като водните молекули са 67% кислород и 33% водород като тегло, това може би е най-евтиният начин да се достави вода на Луната.

Биосфера – растения, оранжерии, заобикаляща среда

В момента е невъзможно да се живее на повърхността на Луната, където няма атмосфера. И температурите варират от -233°C до $+123^{\circ}\text{C}$. За да направим повърхността обитаема, ние ще трябва да разработим технология за създаване на големи биосфери. Първите колонии ще трябва да има свои затворени екосистеми. Озонът се образува в атмосферата на нашата планетата на височина 25км под действие на слънчевата радиация и наличието на кислород. Там се образува така нареченият озонов слой — важна защитна бариера за вредните ултравиолетови лъчи. Така той защитава всички живи същества на Земята от вредното въздействие на радиационното лъчение на Слънцето. Според мен създаването на изкуствена защитна озонова камера в големи биосфери в кратери ще е добро решение на проблем с космическите и слънчевите лъчи!

Съществуват системи за поддържане на живота са описани като "отворен цикъл" или "затворен цикъл", в зависимост от потока на материални ресурси през или в рамките на системата Таблица 2. При системите с отворен цикъл, необходимите ресурси се увеличават пропорционално според продължителност на мисия и увеличението на екипажа. Затворен цикъл на животоподдържащи системи изискват първоначална доставка на ресурси, но след това отпадъчни продукти, като например въглероден диоксид, урина, и отпадъчни води, да се рециклират до например кислород или вода за повторна употреба, като по този начин намалява зависимостта от снабдител. И двете системи с отворен и затворен цикъл изискват енергия от външна система и ще бъдат приложими на Луната (Табл.2.).

Таблица 2. Изисквани ресурси за човек на ден

Параметър	Изисквани ресурси
Метаболитна консумация на кислород	0.636-1 кг / ден
Храна	0.5-0.863 кг / ден
Питейна вода	2.27-3.63 кг/ ден

Повърхността на Луната получава от слънчеви изригвания с различна продължителност смъртоносно електромагнитно излъчване. Без подходяща защита, никое живо същество, от микроорганизмите до човека, не може да оцелее на яростната атака на тази радиация. Учени от НАСА са изчислили, че приблизително 2 метра лунен риголит ще абсорбират това излъчване, като по този начин се получава една добра защита. Без съмнение, радиация ще предизвика мутации; някои от тях могат да бъдат смъртоносни; други могат да бъдат инвалидизиращи; а трети могат да доведат до мутанти по-способни да се справят с лунната среда, отколкото от нормалния човек.

Влияние на слабата гравитация върху човешкия организъм

Изследвания на ефекта от намаляване на тежестта върху човешката физиология и производителност и в областта на основните жизнени процеси като цяло се поддържат и извършват от NASA. Астронавтите от Аполо и други краткосрочни космически мисии са имали добре познатата и обратима, морска болест и увеличение на телесни течности в черепа, което се изразява в лицева подпухналост, чувство за тежест в главата, ортостатична нетърпимост, както и намаляването на обиколката на мускулите на краката. Дългосрочна безтегловност, като се има пред вид опита на астронавтите, има повече негативни последствия. Това са сърдечно-съдови нарушения, атрофия на мускулите, намаляване на костната маса чрез остеопороза (загуба на калций), хематологични промени (което води до имunosупресия и намалява клетъчната маса на червените кръвни клетки), невроендокринни смущения и други патофизиологични промени. Някои от тези заболявания могат да бъдат сведени до минимум чрез рутинни упражнения, които трябва да са ежедневие в лунния град.

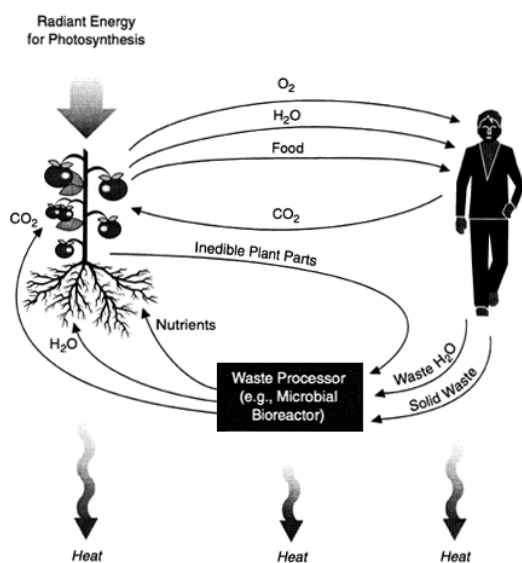
Екосистема в лунния град

Най-голямото предизвикателство в един изграден лунен град е създаването на функционираща, надеждна екосистема.

Бихме могли да предложим включването на определени видове бактерии, гъбички, водорасли и висши растения, всяко от които изпълнява специално биохимична функция в рециклирането на хранителни вещества. Обаче не съществува изследване или обосновка, от която може да се каже кои специални комбинации от видове могат да бъдат съвместими при условията св лунната среда. Необходимо е да се направят голям брой изследвания върху затворените и полу-затворени екосистеми преди да се изберат организмите за Луната. Биха могли да бъдат включени няколко вида фотосинтезиращи, азотфиксиращи, нитрифициращи или сяра-окисление бактерии. Необходимо е да се включат и няколко вида водорасли и висши растения, фотосинтезиращи. Тези мерки, които съществува в широка степен на Земята,

предвиждат един вид буфер в случай ,че някои от видовете, губят своите ниши в екосистемата и умрат.

Храната за космически полети вече е подобрена в много голяма степен, но тя все още не е толкова разнообразна, прясна като ежедневната храна на Земята. Храната представена на космически кораби се запазва чрез сушене, замразяване, консервиране, радиационна-стабилизация, термостабилизация и други методи. Специалистите в областта на космическото хранене, често в съюз с военни програми, са направили значителен напредък в опазването на храни и тяхното съхранение. Използването на значителни количества храна, произведена в космоса развива хранително-вкусовата промишленост, начините на съхранение и приготвяне. (Всички мисии до момента са използвали храна, произведена и опакована на земята.) В допълнение към хранителната стойност на пресни продукти, информация от космическата станция Мир, антарктическите станции и други затворени среди показва, че самото присъствие на живи растения води до подобряване на психологическо състояние на екипажа. В лунния град ние бихме могли да решим този проблем с много зелени площи от растения, които биха ще се консумират и като храна. Ще бъдат създадени големи биосфери, в които ще се отглеждат необходимите растителни храни.



Фигура 22. Кръговрат на веществата в една биосфера

Отглеждане на растенията в лунния град

Специфичната среда ще играе значителна роля при подбора на растенията, които ще се отглеждат в лунния град. Малка част от растенията могат да се използват само за рециклиране на вода. Ще са нужни култури с високо съотношение на храна за общата биомаса (висок индекс на реколтата) и култури, които изискват малко обработка след прибиране на реколтата. Примери за такива култури са листни зеленчуци, като марулите и спанака. Репички и ягоди изискват малко преработка, но имат по-ниски индекси на реколтата. Всички тези култури са малки и могат да се отглеждат в малка камера.

Оптималните условия за някои растения може не винаги да са подходящи за хора, така че зоната на растежа на растенията, може да се наложи да бъдат отделени от помещенията за хората. Например, оптималната температура за някои растения е по-висока от оптималната температура за хора, и някои растения (например пшеница) растат най-добре под бяла светлина. Нито растенията, нито хората се нуждаят от атмосферното налягане на морското равнище за растеж и развитие. Значителна част от храната на Земята се отглежда при атмосферно налягане от 0.85 атмосфери (1.5 km височина), а някои храни се произвежда при налягане от 0,6 атмосфери. Нормалния растеж и развитие на растителни разсад е наблюдава при ниско налягане от 0.2 атмосфери .

Растенията се нуждаят от високи нива на светлина за оптимален растеж. За 10-годишна лунна база с екипаж от четирима човека, се предполага, че 90% от общата маса на системите ще бъдат необходими за поддържане на растителния компонент на животоподдържащата система. Ще се използват електрически лампи и повечето от използваната енергия ще отива за растежа на растенията- за осигуряване на фотосинтезата. Електрически лампи варират по отношение на ефективността, от 9% (с нажежаема жичка), за да 19% (луминесцентно) до висок от 37 процента (натриеви лампи с високо налягане). Прямата слънчева светлина може да доведе до драстично намаляване на енергийните нужди, но ще са необходими изключително плътни, здрави, прозорци направени от прозрачен кристал, който може ефективно да филтрира космическата и ултравиолетовата радиация. За съжаление, на Луната слънчевата светлина не е на разположение по време на 14-дневния лунна нощ. По време на лунната нощ ще може да се използва изкуствена светлина. Прямата използване на слънчевата енергия по време на лунния ден ще бъде изключително полезна и ще се използва максимално ефективно.

IV. Заключение

Идеята за един лунен град, разположен в един от малките кратери на Луната е напълно реализуема. Това е един малък град, в който всичко е красиво, функционално и практично. Той е проектиран така, че да могат хората, които ще живеят в него да го чувстват като свой дом. Лунният град Лунар1 е идея, в чието реализиране бихме искали да участваме. Бъдещето е в нашите ръце. Човечеството се развива, науката също, откриват се нови хоризонти. Човечеството ще продължи да се развива и ще насили Луната. След това от Луната хората ще се отправят към другите планети и ще започне разселването на човечеството в Слънчевата система. Но първите градове извън Земята ще бъдат построени на Луната! Нашата близка красива и все още пълна със загадки Луна.



Литература

Дайър, А., *Стъпването на Луната*, „Егмонт България“, 2009

Копал З., *Светът на земните планети*, Наука и изкуство, 1984

Мафей П., *Отвъд Луната*, Наука и изкуство, 1985

Орлов П., *Какво може да се види на небето*, Д-р Петър Берон, 1985

Интернет адреси

Lunar Topography - As Never Seen Before, 2011

<http://lroc.sese.asu.edu/posts/451>

The USGS just released a set of high-res maps that show the topography of the moonp 2012

<http://www.digitaltrends.com/cool-tech/uses-lunar-maps/>

Pictures of The Moon: Maps of The Moon, 2015

<http://cseligman.com/text/moons/moonmap.htm>

Lunar Reconnaissance Orbiter, 2015

http://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/news/lro-topo.html

ПОКОРЯВАНЕ НА ЛУНАТА СЕГА,

<http://moonresearch.50webs.com/pl.htm>