

*Авиация и космонавтика за всички*

**АПОЛО —  
реализираната американска амбиция**

*Димитър Йорданов*

*Институт за космически изследвания, БАН*

**Обзор на космическата програма АПОЛО,  
рискове и резултати**

На 25 май 1961 г. американският президент Джон Кенеди в послание до Конгреса на САЩ обявява началото на програмата АПОЛО с думите: „Аз вярвам, че нашата нация може да поеме ангажимент да изпрати човек на повърхността на Луната и благополучно да го върне на Земята в това десетилетие“.

Днес, след повече от 30 г., може да се каже, че това е била една изключително смела и рискова задача.

До това послание на Джон Кенеди, Съветският съюз е осъществил първия орбитален космически полет от 108 мин. на Юрий Гагарин на 12 април 1961 г., а американците на 5 май 1961 г. — един суборбитален полет на космически кораб „Меркурий-3“ с астронавт Алън Шепърд за 15 мин. Около месец след полета на Гагарин Кенеди отправя поглед към Луната.

В Космоса се води гигантско техническо съревнование между двете най-големи космически държави. В началото успехи в безпилотната и пилотируемата космонавтика имат съветските учени и специалисти. След неуспешни опити да се облети, фотографира и изследва лунната повърхност и успешните полети на руските автоматични станции „Луна-1,-2,-3“, НАСА от 1959 г. осъществява безпилотната програма „Рейнджър“. Първите фотографии с практическо значение за програмата АПОЛО са получени през 1964 и 1965 г. с „Рейнджър-7,-8 и -9“. През февруари 1966 г. „Луна-9“, а през юни същата година „Сървейър-1“ осъществяват меки кацания на Луната.

Непосредствено преди пилотируемите полети по програмата АПОЛО чрез успешни полети на американските станции „Сървейър-3,-4,-5,-6 и -7“, в периода 1967—1968 г., НАСА получава и необходимите данни и изображения, които се използват за избор на място за кацане на астронавти.

Паралелно с безпилотните полети в САЩ се изпълняват и две космически програми за изучаване възможностите на човека в околоземното космическо пространство — „Меркурий“ и „Джемини“.

Три години преди това — през 1958 г., с американски спътници и междупланетни автоматични станции са открити двата радиационни пояса около Земята. Ситуацията с радиационната опасност се усложнява и от опитите с ядрено оръжие в атмосферата и космическото пространство, извършвани интензивно по военни програми за борба с балистични ракети. В тази неблагоприятна за човека космическа среда са реализирани полетите на първите съветски космически кораби „Восток“ и американската програма „Меркурий“. През 1963 г. ядрените държави подписаха споразумение за прекратяване на опитите с ядрени взривове в атмосферата и космическото пространство.

След посланието на президента Кенеди и началото на АПОЛО научните задачи от програмите „Меркурий“ и „Джемини“ се пренасочват за осъществяване на новата технологична цел. Участниците в тези програми са и астронавти на лунната програма, а техническите постижения са елементи от реализацията на АПОЛО.

Програмата „Меркурий“ предвижда едноместни космически кораби за изучаване възможностите на човешкия организъм в космическото пространство. Тя започва с два суборбитални полета. Общо са извършени 6 пилотируеми полета:

- „Меркурий-3“ Алън Шепард на 05. 05. 1961 г. — 15 мин., суборбитален полет, с максимално отдалечаване от Земята на 186 км. Доказани са възможностите за ръчно управление в безтегловност;
- „Меркурий-4“ Върджил Грисъм на 21. 07. 1961 г. — 15 мин., суборбитален полет, продължава изучаването на възможностите за управление в безтегловност за потвърждаване на резултатите;
- „Меркурий-6“ Джон Глен на 20. 02. 1962 г. — 4 часа и 55 мин., първи орбитален полет на американски астронавт. Преди него в орбитален полет в непилотируем вариант летят три шимпанзета;
- „Меркурий-7“ Малколм Скот Карпентър на 24. 05. 1962 г. — 4 часа и 56 мин., продължава изучаването на човешките възможности в почти еднаква с Джон Глен задача за потвърждаване на резултатите;
- „Меркурий-8“ Уолтър Шира на 03. 10. 1962 г. — 9 часа, проверка на принципите на взаимодействие между човека и машината, заложен в КК „Меркурий“;
- „Меркурий-9“ Гордън Купър на 15. 05. 1963 г. — 34 часа, целта на полета е изследване въздействието на продължителен полет.

Програмата „Джемини“ предвижда използването на двуместни космически кораби за изучаване възможностите на човека в продължителен полет до 14 денонощия, среща на орбита, скачване с безпилотен обект, излизане на астронавти в открит космос. Общо са изпълнени 12 полета на космически кораби в околоземна орбита. Десет от тях са пилотируеми:

- „Джемини-3“ Върджил Грисъм, Джон Янг. Първи маньовър на орбита с ръчно управление — 23. 03. 1965 г.;
- „Джемини-4“ Джеймс Макдивитт и Едуард Уайт — 03. 06. 1965 г. Първо излизане в открит космос на американския астронавт Е. Уайт;
- „Джемини-5“ Гордън Купър и Чарлз Конрад — 21. 08. 1965 г. Основната задача е изследване на възможностите за съгласувани действия

- на екипажа в безтегловност за 8 денонощия. Предвиденият експеримент по сближаване с контейнер и проверка на оборудването за скачване се осуетява от неизправност на електрозахранването;
- „Джемини-7“ Франк Борман и Джеймс Ловъл — 04. 12. 1965 г. Полетът продължава до 18. 12. 1965 г. и при него се проверяват възможностите на трениран човешки организъм да понесе състоянието на безтегловност за времето, необходимо за лунната експедиция. Групов полет с „Джемини-6“;
- „Джемини-6“ Уолтър Шира и Томас Стаффорд — 15. 12. 1965 г. Групов полет с „Джемини-7“.
- По време на полетите двата космически апарата се доближават на разстояние 30 см.
- На следващия ден астронавтите изпълняват за първи път управляем вход в атмосферата;
- „Джемини-8“ Нийл Армстронг и Дейвид Скот — 16. 03. 1963 г.
- Първо скачване с безпилотен обект. Създава се аварийна обстановка след скачването с обекта „Аджена“: Двата космически апарата започват бързо да се въртят. След разделянето въртенето продължава, ръчното управление функционира с проблеми. Астронавтите се справят със ситуацията и полетът завършва успешно;
- „Джемини-9“ Томас Стаффорд и Юджин Сернан — 03. 06. 1966 г. Изпълнено е сближение със спътник мишена и е направен неудачен опит за скачване с нея. Ю. Сернан излиза в открит космос и прави опит за маневриране с газов пистолет, който се осуетява от отказ на пистолета;
- „Джемини-10“ Джон Янг и Майкъл Колинз — 18. 07. 1966 г. Задачата е прехват на два космически обекта „Аджена“, сближение, скачване, включване на двигателя на „Аджена“, маневриране в скачено състояние, излизане в открит космос от М. Колинз, приближаване до намиращата се на три метра „Аджена“, снимане на образци от нея, научни и технически експерименти. Полетът завършва успешно след 70 часа и 46 мин.;
- „Джемини-11“ Чарлз Конрад и Ричард Гордън — 12. 09. 1966 г. Изпълнено е съединяване на кораба и безпилотен обект с въже. В съединено състояние двата обекта се издигат на 1370 км и от тази височина Конрад съобщава, че вижда Земята като кълбо;
- „Джемини-12“ Джеймс Ловъл и Едвин Олдрин — 11. 11. 1966 г. Изпълнени три излизания в открит космос от Олдрин с обща продължителност 5 часа и 30 мин. Изследвани са възможности за работа с множество космически инструменти.

Паралелно с програмата „Джемини“, която завършва през 1966 г. се работи и по програмата АПОЛО. Нейните пилотируеми експедиции започват с трагичен случай в началото на 1967 г., който налага прекъсване на полетите за почти 2 години. Общо до 1972 г. са изпълнени 9 експедиции до Луната, 6 кацания, 12 астронавти са работили на лунната повърхност. За теоретическо начало на програмата може да се счита 1960 г. с доклада на Уйлям Мичел от научноизследователския център в Ленгли — отдел по механика. В този доклад Мичел обосновава енергетически най-целесъобразния способ за кацане на Луната и връщане на астронавтите. Впоследствие Джон Хуболт и неговите сътрудни-

ци способстват за утвърждаване на предложената от Мичел идея. Основното в нея е, че налагащите се в процеса на полета скачвания и разделяне на части от системата се извършват на околослунна орбита.

През 1961 г. фирмата „Норт америкен авиешън“ получава поръчка за разработка на космическия кораб АПОЛО, а през 1962 г. фирмата „Грумман“ започва разработка на лунната кабина.

През 1966 г. е изведен в орбита макет на основния блок на космическия кораб АПОЛО. Полетът е безпилотен за изпитание на ракета носител „Сатурн-1Б“. За пилотируеми полети се използва „Сатурн-5“.

Началото на пилотируемите полети е планирано по график за 1967 г., но първият екипаж в състав Върджил Грисъм, Роджър Чаффи и Едуард Уайт загиват при пожар в кабината на космическия кораб. Останалите полети от програмата АПОЛО, макар и драматично в отделни случаи, преминават успешно и без жертви.

В предварителния график на НАСА кацането на Луната като основна част от програмата е предвидено да изпълни екипаж в състав Чарлз Конрад, Ричард Гордън и Алън Бин на „АПОЛО-11“ през юли 1969 г. При реалното изпълнение на програмата настъпват промени.

По реда на стартиране са решени следните задачи на програмата АПОЛО:

- „АПОЛО-7“ Екипаж — Уолтър Шира, Донн Ейзел и Уолтър Канингъм. Провеждат се изпитанията на основния блок в орбита около Земята на 11. 10. 1968 г.;
- „АПОЛО-8“ Екипаж — Франк Борман, Уилям Андерс и Джеймс Ловъл. Извършва се облитане на Луната по елиптична орбита (112 км/312 км) и преминаване в кръгова орбита около Луната (113 км от повърхността ѝ) на 21. 12. 1968 г.;
- „АПОЛО-9“ Екипаж — Джеймс Макдивитт, Дейвид Скот и Ръсел Швейкарт. В периода от 3 до 13 март 1969 г. се извършва изпитателен полет. В него са отработени на околослунна орбита операциите по престоляване на основния блок. В тази операция основният блок с астронавтите се отделя от системата, обръща се на 180° и се съединява с лунната кабина. Това се извършва по трасето за Луната, за да се обедини основният блок с лунната кабина в единна система, позволяваща преминаване на двама от екипажа в лунната кабина. Освен това, по този начин по-гъвкаво се използват двигателите, електрозахранващите и жизнеосигуряващите системи. При „АПОЛО-9“ тези операции са тренирани на околослунна орбита. На 7 март е извършен и най-сложният и рискован експеримент. В лунния модул преминават Швейкарт и Макдивитт, а Скот остава в основния блок. Тренировката включва отделяне на лунната кабина, маневриране, излизане в открит космос, скачване. По време на полета максималното отдалечаване на двете части от космическия кораб е 175 м. При изпълнението на разделен полет излизането от лунната кабина в открит космос се тренира като резервен вариант за връщане към основния блок при евентуална авария на възела за скачане с него. Лунната кабина е предназначена само за полет извън плътните слоеве на атмосферата и тънките ѝ стени не могат да осигурят връщане на Земята. Изпитанията завършват успешно и след скачване и преминаване в основния модул астронавтите отделят лунната кабина и се връщат на Земята. Лунната кабина

изгаря в атмосферата след около 19 години;

„АПОЛО-10“ Екипаж — Томас Стаффорд, Юджин Сернан и Джон Янг. От 18 до 26 май 1969 г. се прави генералната репетиция за кацане на Луната. По време на полета се изпълняват всички елементи от програмата без самото кацане на лунната повърхност. Програмата включва: отделяне от космическия кораб на лунната кабина с двама астронавти — Стаффорд и Сернан, полетът по елиптична окололунна орбита, при която лунната кабина се приближава на разстояние 15 км от лунната повърхност. Критичен момент в полета настъпва, когато на 23 май след маневриране за сближение с основния блок, пилотиран от Джон Янг, астронавтите отделят системата за прилуняване, която при стартиране от лунната повърхност се предвижда да остане на Луната. В този полет това се извършва на окололунна орбита. Останалата част от лунната кабина заедно с астронавтите започва бързо да се върти, при което се създава илюзия за падане на Луната. При такава конфигурация, в която се е намирала лунната кабина падането на Луната е катастрофа. Чрез ръчно управление астронавтите успяват да стабилизират лунната кабина и извършват успешно следващите операции по сближение и скачване с основния блок. Анализът на ситуацията е показал, че предпоставката за възникване на усложненията е техническа монтажна грешка, заложена още на Земята;

„АПОЛО-11“ В периода от 16 до 24 юли се изпълнява основната задача на програмата АПОЛО — кацане на Луната и благополучно връщане на тричленния екипаж. Полетът е осъществен от екипаж в състав: Нийл Армстронг — командир на космическия кораб, Едвин Олдрин — пилот на лунната кабина, и Майкъл Колинз — пилот на основния блок.

След изпълнение на всички елементи от схемата на полета Армстронг и Олдрин с лунната кабина осъществяват мекото кацане на лунната повърхност, а Колинз остава на окололунна орбита. На 21 юли 1969 г. Армстронг и Олдрин за първи път в човешката история стъпват на Луната. Те монтират научна апаратура и провеждат предвидените експерименти и телерепортажи. Оставят на Луната паметни медали с образите на загиналите покорители на Космоса — Юрий Гагарин, Владимир Комаров, Върджил Грисъм, Роджер Чаффи и Едуард Уайт. След 2 часа престой на Луната стартират от нейната повърхност, скачват се с основния блок и след изпълнение на всички предвидени операции се завръщат успешно на Земята на 24 юли като се приводняват в Тихия океан на 1600 км от Хавайските острови. Така завършва реализацията на една дръзка човешка мечта. Програмата АПОЛО продължава с още 6 полета до 19. 12. 1972 г. Научната програма на полетите, която се изпълнява от всички екипажи включва преди всичко събиране на образци от лунната повърхност и от грунта, изследване на сеизмичната обстановка, на магнитното поле и на слънчевия вятър, геологически изследвания, изпитание на транспортна техника и др.;

„АПОЛО-12“ Екипаж — Чарлз Конрад, Ричард Гордън и Алън Бин. На 14. 11. 1969 г. стартира в проливен дъжд. На 37-мата сек. от старта на

2 км височина в ракетата носител попада мълния. Това предизвиква ненормална работа на бордовата апаратура. Анализът на обстановката показва, че мълнията вероятно е предизвикана от преминаването на ракетата през наелектризиранни облаци. Металният корпус с дължина около 100 м и изходящата от двигателите струя йонизирани газове с дължина повече от 200 м по същество представляват дълъг проводник, внесен в електрическото поле на облаците. Независимо от трудностите в началото, полетът протича успешно. На окололунна орбита остава Р. Гордън, а Ч. Конрад и А. Бин извършват меко кацане и разполагат на лунната повърхност специално разработени за научната програма сеизмограф, магнитометър и спектрометър. В разходката на 183 м от лунната кабина те намират автоматичната станция „Сървейър-3“ без признаци на разрушение и събират около 34 кг лунни образци от грунта;

„АПОЛО-13“ Екипаж — Джеймс Ловъл, Джон Суиджерт и Фред Хейс. Стартира на 11. 04. 1970 г. Две денонощия след старта екипажът попада в сериозна аварийна ситуация вследствие на взрив на резервоар за кислород. Засегната е системата за жизнеосигуряване и се създава опасност от задушаване. След драматични дни, корекции на орбитата, екипажът извършва облитане на Луната и с резерва от кислород в лунната кабина благополучно се завръща на 17. 04. 1970 г., като преди гмуркането в атмосферата астронавтите преминават в спускаемия апарат на основния блок и отделят лунната кабина;

„АПОЛО-14“ Екипаж — Алън Шепард, Едгар Митчел и Стюарт Руса. Стартира на 31. 01. 1971 г. А. Шепард и Е. Митчел извършват меко кацане на Луната, а С. Руса остава на окололунна орбита. Астронавтите изпълняват предвидената научна програма, събират 44,5 кг лунни образци. При 9-часовата си работа на Луната използват автономен транспортър за оборудването, който са придвижвали ръчно. Полетът завършва нормално на 09. 02. 1971 г.

„АПОЛО-15“ Стартира на 26. 08. 1971 г. Астронавтите Дейвид Скотт и Джеймс Ирвин извършват меко кацане на Луната, а Алфред Уордън остава на окололунна орбита. Проведени са научни изследвания за изучаване и картографиране на лунната повърхност от орбита и с помощта на специално подготвен малък лунен спътник са изучавани аномалиите на гравитационното поле. Чрез отражател на лазерно излъчване е определено точното разстояние между Земята и Луната в даден момент от траекторията. Този експеримент е изпълняван и от екипажите на „АПОЛО-11“ и „АПОЛО-14“. По време на експедицията са изпитани луноход, усъвършенствани скафандри и система за жизнеосигуряване, събрани са 77,5 кг образци от лунната повърхност. При връщането към Земята Уордън извършва излизане в открит космос за прибиране на научни материали. „АПОЛО-15“ има редица усъвършенствания, които позволяват да се продължи полета до 16 денонощия с възможности за престой до 3 денонощия на Луната. При завършване на полета един от трите основни парашута не се разтваря. Създава се опасност от заплитане

на неразтворилия се парашут с останалите два, но общо при водняването завършва благополучно на два парашута с по-голяма вертикална скорост.

„АПОЛО-16“ Екипаж — Джон Янг, Чарлз Дюк и Томас Матингли. Извършва експедиция до Луната с меко кацане от 16 до 27 април 1972 г. Джон Янг и Ч. Дюк кацат на Луната, а Т. Матингли остава на орбита. Астронавтите събират 95 кг грунт и изминават 27 км с лунохода. Работата върху повърхността на Луната е 20 часа. Продължена е научната програма чрез астрономически наблюдения и магнитни измервания. Апаратурата за измерване на топлинните потоци от недрата на Луната отказва да работи. Проведени са сеизмични изследвания;

„АПОЛО-17“ Последната експедиция с кацане на Луната от 7 до 19 декември 1972 г. Астронавтите Юджин Сернан и Харисън Шмитт извършват меко кацане, а Роланд Еванс остава на окололунна орбита. Основната част от научната програма са геологически изследвания. Успешно е проведен експеримент по изучаване на топлинните потоци от лунните недра. Геологът Шмитт и пилотът на лунния модул Сернан изминават 36 км с лунохода, събират 110 кг образци и правят повече от 2000 снимки на лунната повърхност.

### Научната програма в лунните експедиции

Научните задачи на лунните експедиции са свързани преди всичко с изучаване на лунната повърхност, структурата и състава на образците от грунта, сеизмичната активност, изследване на магнитното поле, топлинните потоци от лунните недра, слънчевия вятър, разстоянието между Луната и Земята, картографиране, наблюдения. За целите на научната програма са използвани пет комплекта научни апарати. Общата дължина на фото- и кино-материалите надвишава 15 км.

Най-голям интерес представляват резултатите от изучаването на лунните образци. Общото им количество е 384,2 кг. С анализа им се занимават 125 научни групи от цял свят. Химическият анализ на образците доказва, че Луната не се е отделила от Земята в процеса на образуване на планетите. Общата и възраст съвпада практически с възрастта на Земята — около 4,5 млрд. години. В лунния грунт има високо съдържание на алуминий и титан, а в лунния прах около 30% е стъкловидно вещество във вид на сфери с диаметър няколко десетки от милиметъра. Предполага се, че при удари на метеоритни частици лунното вещество от повърхността се изпарява и след това пада във вид на малки кръгли капки. При изучаването на лунната повърхност астронавтите обръщат внимание на слепването (адхезията) на частиците от повърхностния прахообразен слой, които не се свличат даже и при наклони от 70°.

С разположения върху лунната повърхност сеизмометър са регистрирани луноотресения, едно от които продължава около 5 мин. Тези данни дават основание на учените да преразгледат теорията, че Луната е напълно мъртво в геологическо отношение тяло.

Изследванията с магнитометър потвърждават почти пълното отсъствие на магнитно поле. За разлика от Земята, повърхността на Луната е подложена на разрушителното въздействие на слънчевия вятър.

Средната плътност на лунните образци е  $3,36 \text{ г/см}^3$ , а на Земята  $5,52 \text{ г/см}^3$ . В лунните образци по-често от Земята се срещат метали с висока точка на топене и по-рядко — метали с ниска точка на топене. Тези данни дават основание да се предполага, че Луната е образувана при по-високи температурни условия от Земята, което се съгласува и с липсата на вода.

В процеса на изучаване на Луната са направени и открития, най-важните от които са две. Първото е, че Луната е напълно стерилна. Второто е, че Луната има подобен на Земята геологическа история и структура. Въпросът за произхода на Луната остава открит. Учените се придържат към две теории. Според едната Луната се е образувала някъде в Слънчевата система и после е паднала в гравитационното поле на Земята. Според другата теория Луната се е образувала в близост до Земята.

Общо е мнението, че получената ценна информация от изпълнението на лунната научна програма, придобита с много труд и финансови разходи, е поставила и много нови въпроси. Обемът на необходимите изследвания само за изясняване на произхода и еволюцията на Луната изисква при сегашните темпове поне 100 години. Очевидно е, че за това са нужни нови лунни пилотируеми комплекси от типа на лунни бази с продължителност на съществуване минимум до една година и организация на снабдяване с периодична смяна на екипажите. Промисленото производство на алуминий и титан на Луната е под въпрос поради липсата на вода.

Продължение в следващия брой.

Постъпила на 1. X. 1994 г.