

## **ИКОНОМИЧЕСКИ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЗА АЕРОКОСМИЧЕСКИ ПРОЕКТИ**

**Надя Маринова**

*Нов български университет*

### **Въведение**

Създаването и експлоатацията на дълго живущи космически съоръжения е дълготрайна тенденция в стратегията на големите космически сили – САЩ, Русия и др.

През август 1993 г. Русия и САЩ приемат идеята да се създаде една обща космическа станция. Това решение става съставна част от договора със САЩ, който определя правилата за присъствие на Русия на пазара на услугите за изстрелване на спътници и участието в договора за неразпространение на ракетни технологии.

Проектът за МКС става действително международен, когато към Русия и САЩ се присъединяват Канада, Япония и Европейската космическа агенция. Сега в този проект са включени общо 16 страни. Основните конструктивни компоненти се доставят от САЩ и Русия. Общият вътрешен обем на МКС след нейното сглобяване на орбита е с общ обем около 1200 m<sup>3</sup> и тегло около 400 t. Разчита се на продължителност на функциониране 15 години.

Една от основните задачи, които ще се решават на МКС е Дистанционно изследване на Земята и екологически мониторинг, която включва и отработване на нови методи и средства на дистанционното изследване и екологическия мониторинг.

Този проект се оценява на 8 млрд. USD. Разработен е за постигането на няколко цели:

- насърчаване комерсиализацията в космическите изследвания,
- разширяване на международните връзки чрез включването на международни партньори

- непрекъснато развитие на космическата наука и технологии. Космическата станция представлява платформа в ниска орбита около земята, предлагаща разнообразие от ресурси (например мощност, среда с ниска гравитация, работна сила и лабораторно пространство), които могат да бъдат използвани от НАСА, РККА (Русия), ЕСА (Европа) и други страни с амбиции за космически изследвания. Станцията е един много сложен, многомерен R&D проект, за който добрият мениджмънт е съществена необходимост.

Разработени са няколко възможни варианта и тяхното осъществяване за функционирането, ценообразуването и еволюцията на космическата станция и обхвата на ползите, които трябва да се получат от потребителите. Въпреки, че понякога е трудно да се приеме, цените въздействат на поведението и използването на образци, което от своя страна се отразява на крайните приходи от всеки проект, предвиден да оперира в продължение на дълъг период от време. Модерните икономически анализи ни въоръжават с апарат за изследване тези приложения и да се оцени тяхното въздействие върху желаните цели.

### **Теоретични основи**

Икономическата теория, която предлага най-много прогнози е **Теория на механизмите или теория на осъществяването**.

(А) Основната рамка на тази теория на организационното проектиране се базира на две ключови хипотези:

- 1) информацията, която е необходима за постигането на организационните цели е първоначално разпръсната и е трудно да се открие чрез обикновено наблюдение; и

- 2) индивидите разкриват тази информация и отговарят на инструкциите и изискванията, само ако е в техен интерес да направят това. Проектантът на институционалните правила, които определят кой какво да прави и на кого да го казва и кой какви действия да изпълнява, може да не прави нищо по отношение на първоначалното разпределение на информацията или мотивите на различните действащи лица в организацията. Проектантът може само да оптимизира предмета на организационните цели до информационните и поощрителни

ограничения. Но в рамките на тези ограничения може да има широк набор от опции, някои от които да бъдат много по-желателни от други (1).

Съгласно модела на тази теория най-напред се представя описание на средата на космическата станция (онези характеристики на проекта, които наистина не са под контрола на проектанта), след това накратко се дават някои от целите, които трябва да бъдат постигнати и накрая се представят някои варианти за конкурентно ценообразуване.

### **Космическата Станция**

Космическата станция е множествен-продукт, който е във висока степен неопределен (нестабилен), и който е обществено предприятие, т.е. има широк спектър от потребители от обществеността и частния сектор.

## **1. Технология и разходи**

Космическата Станция (КС) е многоименно обществено съоръжение. Основната интензивна първоначална капиталова инвестиция произвежда един реално съществуващ обект, който предоставя поток от ресурси през цялото време, изисквайки съответно ниски и вероятно сравнително постоянни за единица оперативни разходи. Но разликите между КС и стандартното съоръжение са важни. На КС технологията не е добре разписана и разбрана. Неизвестността съществува, защото тази технология никога преди това не е оперирала в Космоса в този мащаб. Второ, ресурсите, които ще бъдат произведени са необходими също така и като входни: мощността не трябва само да бъде предоставяна на потребителите на Космическата Станция, тя също така е необходим вход за поддържането на живота и за командните системи. Тъй като има значителна несигурност относно това колко от тези ресурси ще бъдат необходими за вътрешна употреба, то съществува, преувеличена несигурност относно нетните стойности достъпни за потребителите. Тези разходи за вътрешни нужди би трябвало да бъдат известни след като КС е в пълна експлоатация, но за всички договорни споразумения, направени предварително това е една съществена несигурност. По същия начин, тъй като тази технология е нова, има голяма несигурност по отношение на разходите за конструирането и оперирането. По тази причина това е един голям и сложен проект, за който е трудно да се намерят съпоставими (сравними) усилия. Стандартното обществено предприятие или регулираните модели на съоръжения, в които има задоволителна степен на сигурност относно технологиите, разходите и изискванията са просто неприложими като модели за Космическата Станция.

## **2. Потребление и ползи**

Вече има едно невероятно разнообразие от потребители на Космическата Станция, но основните пет категории са: комерсиалните потребители, научните и технологични мисии на НАСА и Русия, други правителствени потребители от САЩ (главно от Министерството на отбраната), международните партньори (Канада, Европейската Космическа Агенция и Япония), и всички останали. Въпреки че всеки от тези класове потребители представя различни проблеми и ограничения по отношение на ценовите политики, те имат едно общо нещо. Ползите и търсенето са до голяма степен неизвестни на тях и на проектантите и операторите от Космическата Станция. Икономистите нямат абсолютно никакъв начин да използват модерните икономически анализи, за да определят търсенето (и по тази причина, може би, да се определи добавената стойност за потребителите) както това може да бъде направено при проектирането на ценовата политика за обществените електрически съоръжения. Също така не може просто да се иска от потенциалните потребители на КС точно да формулират колко от всеки ресурс те желаят да консумират и след това да се планира приблизително сумарният отговор. Дори и те да са сигурни относно своите ползи, те имат малък стимул да разкрият цялата своя информация. Ако таксуването не зависи от техните отговори, тогава те имат стимул да преувеличават своите нужди; ако таксуването зависи от техните отговори, тогава те имат стимул да претендират само за оскъдни ползи от употребата. Няма независим пазар за данните, които НАСА и Русия може да използват, за да се провери валидността на данните. (Някои данни са достъпни чрез STS, мисиите на совалките, които с изключение на пускането на сателитите се стремят към краткотрайни изследователски проекти, пуснати в полет фактически без такса. Изглежда че има много слаба връзка между тези проекти и дълготрайните такива като си представяме Космическата Станция). Правило при ценообразуването или друг организационен избор, е че не трябва да се счита, че информацията за правилното търсене или полза е достъпна.

### 3. Цели при ценообразуването

За да се дадат разумни анализи на алтернативна ценова политика за Космическата Станция, трябва първо да се анализират целите. Какво означава някой да се опита да доведе до край (да се справи с) ценовата политика? Както всеки икономист трябва да очаква, двата желани резултата са: 1) възстановяване на някои или всички разходи при проектирането, разработката и операцията, и 2) използването на Космическата Станция по ефективност щом тя влезе в действие. Според Ефективността на Парето, като се даде някой отделен вектор или желани резултати, сумарните разходи за жизнения цикъл на станцията и всички нейни полезни товари трябва да бъдат минимизирани с оглед да бъдат постигнати тези резултати. Това е по-широко отколкото минимизирането само на разходите по станцията, но е подходящо от една по-широка икономическа перспектива. Минимизацията на разходите по станцията по начин, който налага значително обременяване на потребителските разходи за построяването и оперирането на техните собствени полезни товари не само ще бъде неефективно по Парето, а може да се окаже и политически рисковано за НАСА, Русия и останалите участници.

Три други цели може да бъдат поне толкова важни, колкото първите две са представянето (промоцията) на 3) комерсиализацията на космоса, 4) науката и технологията, и 5) международните връзки. Те са важни, тъй като са свързани с трите основни потребителски групи: частната индустрия, технологичните и научни мисии на НАСА, Русия и останалите партньори, както и потенциалните международни партньори. Известно е, че проектите с по-голяма организация и с по-големи общи разходи и с по-малки операционни разходи, обикновено не са в състояние за задоволят всичките пет цели едновременно. Например, един не е ефективен подход да се достигнат целите от 3-5 е да се предоставят ресурсите на станцията безплатно за тези потребители. Това очевидно влиза в противоречие директно с целта за възстановяване на разходите. Не толкова очевидно е също така противоречието за ефективното използване. Твърде малко ще бъдат потребителите, които ще използват прекалено много ресурси. Така че, въпреки че малък брой потенциални потребители ще има полза от политиката на "безплатния (свободния) достъп", една по-голяма полза може да бъде получена от по-ефективната ценова политика. Последните три цели ще спечелят повече, ако Космическата Станция е използвана и действа по един колкото е възможно по-ефективен начин и че те също така биват спъвани, ако ценовата политика е неефективна; няма конфликт с втората цел. Ефективност означава "повече точни попадения", т.е. повече придобити ресурси за вложен паричен ресурс, което означава възможност за снабдяване с повече полезен товар от всякакъв тип.

Възможно ли е противоречивите цели за възстановяването на разходите да бъдат решени по един разумен начин? За традиционните проекти с големи разходи по организирането, ниски маргинални (странични) разходи и задоволителна степен на сигурност, икономистите предлагат ценообразуване по Ремси за максимизиране на ползите в зависимост от направените разходи. Тази политика изисква или пряко познаване на функциите на търсенето (да се изчисли добавената стойност /активното салдо/ за потребителите директно), или един татонемичен процес с малко изкривяване. Никаква опция не е достъпна за Космическата Станция: несигурността на търсенето и ползата изключват предишните, докато несигурността на разходите (комбинирана с принципа на разкритието) изключва последните.

### 4. Възстановяване на разходите чрез официално обявено ценообразуване по "Средна цена"

Едно просто предложение, което предвижда изпълнението на целта за възстановяване на разходите с малка вреда за ефективността би било да се таксува една цена за всеки полезен товар, равен на себестойността на полета на соваляката плюс един процент, който да покрие останалите разходи по пребиваването в Космическата Станция. Това е една разумна политика само при две допускания: 1) проектантите, строителите, операторите и потребителите на Космическата Станция са един екип (в смисъла на Якоб Маршак и Раднер, 1972 г.); те са съгласни с целите на Космическата Станция и, въпреки че може би са асиметрично информирани, са готови да предоставят цялата информация, която притежават при поискване; и 2) никой от потребителите няма да промени своите решения в резултат на цената, с която е таксуван (цените са определени само въз основа на разходите, а не на ресурсите). И двете допускания са погрешни. При едното трябва да се съобразяваме само с настоящия плосък-двигател за сателити, разработен от Hughes Aircraft (Телеграфна Авиация) в отговор на ценовата политика за соваляката STS, за да се разбере, че дори инженерите отговарят на ценовото стимулиране. Това е особено важно за Космическата Станция, тъй като проектът

наистина разширява потребителските класове, така че да се включват и други потребители освен финансираните от правителството на САЩ мисии.

Лесно е да се предвиди какво би се случило ако се установи “совалка плюс процент”. Полезните товари ще бъдат проектирани така че да съхранят своето тегло и дължина, но не и мощността и персонала, два от ресурсите на станцията, които са проектирани да бъдат в константно състояние на по-голямо търсене. Тъй като времето на станцията не е включено в калкулациите при таксуването, продължителните по време мисии, които изискват привличането на повече подходящи за мисиите специалисти ще бъдат предпочитани от потребителите пред кратките мисии, дори когато последните ползват само няколко ресурса на станцията. Проектантите се опитват да построят възможно най-добрата станция за възможно най-ниските предварителни (първоначални) разходи. Въпреки, че те признават нуждата да се минимизират настоящите понижени (с отстъпка от цената) разходи по построяването и оперирането, ограничения конгресен бюджет, който им се дава не поощрява компромиси във времето. Проектантите са стимулирани да минимизират разходите по построяването и да се надяват, че операционните разходи няма да бъдат твърде големи. Робототехниката се игнорира; персоналът ще го направи. Методите за консервиране на хранителните продукти ще бъдат омаловажавани; пътуванията със совалките ще бъдат увеличавани. Това няма да се извършва преднамерено, просто ще бъде един разумен отговор на ограниченията и принудата, наложени от строителите. Високите операционни разходи означават по-скъпи, или възможно по-малко, ресурси след като станцията бъде пусната в действие. Тази форма на ценова политика води безспорно до неефективност и не осъществява повечето от целите на Космическата Станция.

#### **5. Ефективност чрез официално обявено ценообразуване по “Странични /маргинални/ разходи”**

Друг начин да се повиши ефективността е да се даде цена на всеки критичен ресурс. Това може да бъде направено чрез официално обявяване на дълготрайни странични разходи или цени Рамси и споразумение да се достави търсене до възможната стойност. Всяка специфична политика създава различни приложения за нивото на получените ползи и получените приходи, но официалното обявяване на цените, които приблизително се очакват от страничните разходи определено ще доведе до това потребителите с усет към цените да проектират полезните товари за съхраняване на онези ресурси, чиято доставка е относително трудна или скъпа при разширяване. Обаче съществуват някои трудности. Екстремалната несигурност по отношение на разходите означава, че всеки потребител ще открие, че е трудно до невъзможност да се предвиди какви ще бъдат цените за маргиналните разходи или САЩ, Русия и останалите участници ще трябва да обявят официално очакваните стойности и да поемат всички рискове. Това последното изглежда не е печеливша ситуация за НАСА. Ако официално обявените цени са по-ниски от страничните /маргиналните/ разходи, тогава Конгресът на НАСА, Русия и останалите участници ще трябва да поеме загубите (като по този начин причини потенциални трудности за бъдещото финансиране на космическите изследвания в страните участници), а ако официално обявените цени са по-високи от страничните /маргиналните/ разходи, тогава потребителите ще бъдат ощетени (което също така ще причини потенциални политически затруднения). Предишния случай също не е най-ефективен. Несигурността на цените ще причини не-предразположените към риска потребители да отложат развитието на полезните товари, които трябва да тръгнат сега. Също така, със значително варираща доставка, дори ако строителите на полезен товар чувстват, че те могат правилно да предвидят цените и действат със свои собствени скъпи R&D програми, съществува вероятността те да бъдат изразходвани в ранните години (преди подходящото разширение да е могло да се случи). За малките, краткотрайни полезни товари това може би не е голям проблем; за големите, с голяма продължителност полезни товари това би могло да се окаже нетърпимо и би могло да доведе до малко на брой от този тип мисии да се окажат ефективни.

#### **6. Ефективност чрез контингентни (условни) договори**

Официално обявените цени, дори ако те са равни на дълготрайните маргинални разходи, могат да доведат до неефективното използване на Космическата Станция, поради голямата несигурност, която се дължи на прилагането на новите технологии и поради рискови становища както на потенциалните потребители, така и на Конгреса. Когато има голяма несигурност относно разходите или доставките (голяма като процент от проекта), не контролирана нито от доставчика, нито от потребителя, и двете страни не са склонни да поемат риск, тогава договорите, в които се предвижда зависимост от обстоятелствата могат да подобрят ефективността. С мярката, която обикновено работи, те се споразумяват доставката

да бъде по-голяма при несигурен резултат (за по-малко на единица), ако доставката е голяма и разходите са ниски и да се доставя по-малко количество продукт (за повече на единица), ако доставката е оскъдна и разходите са високи. Договорите за доставка на сума, която да е в зависимост от тоталния достъпен ресурс при реализиран дълготраен маргинален разход на единица трябва да бъдат от този тип контракти.

Трудностите при подписването на такива контракти възникват при идентифицирането на подходящи "взаимно удостоверими (без скъп мониторинг /наблюдение/) и екзогенен /външен/ (независими от всякакви други действия) събития", на които да се изгради контингента (условията за зависимост от обстоятелствата) на контрактите. На Космическата Станция действителната реализация както на доставката, така и на разходите частично е под контрола на страните участници в проекта, нейните инженери и строители на станции. Например, ако НАСА контролира всички нелабораторни аспекти на станцията, тя е заинтересована да включи колкото е възможно повече от своите собствени консуматори на мощност с правото на стопанин, тъй като може да го направи. (Например мощността, която се използва за поддържането на персонала в медицинските експерименти може да бъде считана като използвана при поддържането на жизнените системи за екипажа). Подобна манипулация на разходите би било дори много трудно да бъде открита. Международните партньори и основните търговски потребители, са съответно скептични относно способността на НАСА да държи под контрол оперативните разходи (напр. много по-малко разходи за строителство). Те трябва само да погледнат на ранните предвиждания на оперативните разходи за совалката и да ги сравнят с действителните реализации в подкрепа на своите подозрения.

На станцията, почти всички лесни за наблюдение събития, които е възможно да бъдат използвани за контингентни контракти са съставен резултат от действията на един от участниците и някое екзогенно (външно) събитие. Това е много трудно да се отдели, за да бъдат удовлетворени всички страни без разширен мониторинг и одитиране (финансова проверка). Поради това е малко вероятно този тип на контингентни (условни) договори да доведе до ефективни операции на Космическата Станция. Стандартното решение на този морален рисков проблем е използването на договори от типа принципал – агент (посредник).

## **7. Договори от типа принципал – агент (посредник) /Посреднически договор/**

Ако съществува морален риск, но е възможно да се организира проектът така че несигурността е или екзогенна или под контрола само на една от страните (агентът /посредникът/), и ако този агент (посредник) е по-малко склонен да поеме риск отколкото останалите (принципалът /принципалите/), тогава ефективният контракт се състои в отдаването на агента (посредника) пълен контрол върху проекта, давайки по този начин на агента (посредника) всички права върху несигурните ползи и отговорността за несигурните разходи и като се заплати на останалите една фиксирана такса (възможно негативна, възможно по подобен начин), която не е контингент (условие) на никоя от тях. Като един пример, НАСА може да се споразумее да достави един фиксиран вектор от ресурси на всеки потребител за някакво фиксирано плащане (което трябва да бъде договорено). Ако НАСА е рисково неутрална, това е най-ефективният контракт; ако се даде какъвто и да е друг контракт, има условия на размяна за него, при които и НАСА и потребителят не са много заинтересовани.

За големите контракти (които включват, например, една/трета от проектираната мощност да бъде доставена), НАСА не се явява рисково неутрална. Тогава ефективният контракт включва агентът (посредникът) да отстъпи някои от рисковете на принципала в отговор на по-добри условия на търговия или при намалена фиксирана такса. При рентабилните операции това може да бъде направено чрез уреждане на участие в приходите (например принципалът получава 20 процента от нетната печалба в отговор на инвестиции от 1 000 щатски долара), но на Космическата Станция няма пазар за повечето от получените резултати и поради това в такъв договор трябва да е предвидено при какви условия ресурсите да бъдат доставени. Потребителят, който проектира голямо искане на ресурси за продължително време може да бъде желателно да получи 20 процента от реализираните нетни ресурси на станцията в отговор на заплащането на някои фиксирани суми предварително. Този тип потребител би могъл вероятно да бъде един частен рисков капиталист, който купува, за да препродаде, или един голям, не от САЩ, правителствен потребител, като например някой от международните партньори. Този тип контракти допуска отново рисковия морален проблем, но потребителят поема този риск в отговор на някои отстъпки (концесии) в цената.

Има три други трудности при договорите от типа "принципал-агент (посредник)". НАСА не може да поддържа свои спестявания поради финансирането от конгреса (бюджетът ѝ се определя от конгреса); това притъпява нейните стимули като агент (посредник). По протежение на времето, еволюцията на Космическата Станция може да бъде управлявана да си съперничи

с нови потребители и нова информация; един договор за посредничество не е задължително да предоставя правилните за ситуацията стимули с интензивно обучение чрез правене. Накрая, много аспекти от използването на Космическата Станция зависят от входната информация, която се подава както от потребителите, така и от мениджърите на Космическата Станция. Ако не е възможно тя да се организира по такъв начин, че да се изолират (отделят) въздействията на всяка от страните, тогава е необходимо уреждането на някои форми на партньорство.

Когато един изходен продукт се получава като резултат от входната информация, подадена от двете страни и когато тази входна информация не може да бъде лесно наблюдавана или отделена от външните екзогенни събития, тогава договорите от типа принципал – агент (посредник) са неподходящи.

### **Изводи**

Приложен е икономически анализ върху ефективността на проекта за Международна Космическа Станция

Използван е нестандартен подход, като са разгледани различните алтернативи на ценообразуване и икономически разчети

Показано е, че подобни уникални мегапроекти съдържат голяма степен на неопределеност и за да са ефективни е необходимо да се използват адаптивни методи за анализ и икономическа оценка.

### **Литература:**

1. A c z e l J., and C. A l s h i n a. "Synthesizing Judgments: A Functional Equation Approach", Mathematical Modelling, Vol. 9, 1993.
2. A g o g i n o A. M., O. N o u r – O m i d, W. I m a i n o, and S. S. W a n g. „Decision-ANalytic Methodology for Cost-Benefit Evaluation of Diagnostic Testers", HE Transactions, Vol. 24, No. 1 (1992).
3. A n d e r s e n E. S., K. V. G r u d e, T. H a u g, and J. R. T u r n e r. Goal Directed Project Management, Kogan Page, 1987.
4. A n d e r s o n C. C., and M. M. K. F l e m i n g. Management Control in an Engineering Matrix Organization: A Project Engineer's Perspective", Industrial Management, Vol. 32, No. 2, 1990.
5. A u T., and P. A u. Engineering Economics for Capital Investmen/t, Allyn and Bacon, Boston, 1983.
6. B a d a w a y M. K. Developing managerial Skills in Engineers and Scientists, Van Nostrand Reinhold, New York, 1982
7. B a r d J. F. "A Comparison of the Analytic Hierarchy Process with Multiattribute Utility Theory: A Case Study", HE Transactions, Vol. 24, No. 5 (1992).
8. B a r d J. F. "Evaluating Space Station Applications of Automation and Robotics", IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. EM-33, No. 2 (1986).
9. B a r d J. F. „The Costs and Benefits of a Satellite-Based System for Natural Resource Management", Socio-Economic Planning Science, Vol. 18, No. 1 (1984)
10. B a r n e s M., in Have Project, Will Manage, BBC2.
11. B a y l o r W. B., B. F. W a l h i n g. Successful project management Business book Communica Europa, 1979.
12. B e l l T. E., .Special Report on Designing and Operating a Minimum-Risk Sys-tem", IEEE Spectrum, Vol. 26, No. 6 (June 1989).
13. B e l t o n V., and T. G e a r. "On a Shortcoming of Saaty's Method of Analytic Hierarchies", Omega, Vol. 11 (1984)