

The Application of Real Options for Evaluation of Innovations in the Example of „S-Press”

Assist. Prof. Velislava Nikolaeva,

Faculty of International Economics and Administration
Varna Free University “Chernorizets Hrabar”

e-mail: nikolaeva100@abv.bg

Приложението на реалните опции за оценка на иновации на примера на фирма „С-Прес”

ас. Велислава Николаева

Факултет „Международна икономика и администрация”,
Варненски свободен университет „Черноризец Храбър”

e-mail: nikolaeva100@abv.bg

Abstract: *The effective management of the means for the realisation of innovation activity is a key factor of the company development. The objective of this report is to point out an approach, which is to supplement the traditional approaches of analysis in this area. Its application is appropriate in determining the expedience of the realisation of the planned activities.*

Key words: *Innovations, Small and Medium-size Enterprises, Financing, Investments, Real Options, Net Present Value.*

Резюме: *Ефективното управление на средствата за осъществяване на иновационна дейност, е ключов фактор за фирменото развитие. Целта на настоящия доклад, е да посочи подход, който да допълни традиционните подходи за анализ в тази област. Приложението му е подходящо при определяне на целесъобразността за осъществяване на планираните мероприятия.*

Ключови думи: *иновации, малки и средни предприятия, финансиране, инвестиции, реални опции, нетна настояща стойност.*

I. Introduction

Applying the optional approach (Myers, 1977) in deciding to implement an activity or a project allows the decision-maker to consider whether this expense or investment is justifiable. Unlike NPV – analysis, using real options approach makes it possible even at the stage of predicting the expected benefits to determine whether the activities should start when planned or be terminated, deferred etc., thus allowing flexibility in decision-making.

I. Въведение

Прилагането на опционния подход (Myers, 1977) при вземането на решения за осъществяване на дадена дейност или реализирането на някакъв проект, дава възможност на вземащия решението, да прецени, доколко този разход или инвестиция е оправдан. За разлика от NPV-анализа, използването на подхода на реалните опции прави възможно още на етапа на прогнозиране на очакваните ползи, да се определи, дали дейностите трябва да започнат тогава, когато са планирани, или да бъдат прекратени, отложени и т.н., което позволява гъвкавост при вземането на решение.

Analysis through real options is based on the analysis of expected cash flows and starts with specifying the free cash flow. Whether using the natural and / or borrowed capital, the approach is the same (Trigeorgis, 1995; Copeland et al., 2002; Bernardo et al., 2002; Borison, 2003; Damodaran, 2006; Gussev, 2009).

II. Presentation

The approach for evaluating the results from innovation activity of small and medium-sized enterprises is based on the calculation of NPV and ROA. Since the definition of ROA itself includes the calculation of NPV, it is assumed that measuring the benefits of planned innovations will be made by calculating the option.

The calculation of RO uses a binomial approach (Cox et al., 1979). A tree of events is built, which is transformed into a tree of values. Values in different nodes are subject to the additive or multiplicative process.

The movement from node to node is through building a replicable portfolio or calculations based on the risk-neutral probabilities. Any result obtained is compared with the exercise price and, depending on the type of option, an appropriate decision is taken.

It is specific for ROA that building the tree of events is carried out chronologically, from the initial period to the end, but for determining the value of RO, the calculations are carried out from the end of the tree to its beginning. The value obtained is the value of project with flexibility. For the calculation of nodes the approach of replicable portfolio is used, established on the principle of compiling the replicable portfolio in determining the value of financial options.

In this case, a twin security should be located, whose cash flows are in absolute correlation with those in the project and observe the law of single price,

Анализът чрез реални опции се извършва въз основа на анализа на очакваните парични потоци и започва с определянето на свободните парични потоци. Независимо от това дали се използва собствен и/ или привлечен капитал, подходът е един и същ (Trigeorgis, 1995; Copeland et al., 2002; Bernardo et al., 2002; Borison, 2003; Damodaran, 2006; Gussev, 2009).

II. Изложение

Подходът за оценка на резултатите от иновационната дейност на малкото и средно предприятие е базиран на изчисляването на NPV и ROA. Тъй като определянето на ROA, само по себе си включва изчисляването на NPV, се приема, че измерването на ползите от планираните иновации, ще се извърши чрез изчисляване на опция.

Изчисляването на RO използва биномен подход (Cox et al., 1979). Изгражда се дърво на събитията, което се трансформира в дърво на стойностите. Стойностите в различните възли са подвластни на адитивния или мултипликативния процес.

Предвиждането от възел във възел става посредством изграждането на възпроизвеждащ портфейл или на изчисления, базирани на рисково неутралните вероятности. Всеки получен резултат се сравнява с цената на упражняване и в зависимост от вида на опцията, се взема подходящото решение.

Особеност при ROA е, че изграждането на дървото на събитията се прави от началния период към крайния, но за определянето на стойността на RO, изчисленията се извършват от края на дървото и се върви към неговото начало. Получена стойност е стойността на проекта с гъвкавост. За изчисляването на възлите се използва подхода на възпроизвеждащия портфейл, който се съставя на принципа на съставянето на възпроизвеждащ портфейл при определяне стойността на финансовите опции.

В този случай се намира ценна книга – близък, чиито парични потоци са в абсолютна корелация с тези на проекта и е спазен закона за единната цена,

which states that if two assets generate identical payments for each state of nature and there are no arbitrage profits, they are interchangeable and have equal values.

A portfolio should be made up that contains a specified number of shares of the twin security - (m) and (B) bonds. Since a binomial model is used, a replicable portfolio can be built for each unit, based on the information available about the change in value of the twin security. In this case we obtain:

Replicable portfolio in the above position (Copeland et al., 2002):

$$muV_0 + (1+r_f)B = C_u \quad (1)$$

Replicable portfolio in the lower state (Copeland et al., 2002):

$$mdV_0 + (1+r_f)B = C_d, \quad (2)$$

The contemporary value of replicable portfolio is (Copeland et al., 2002):

$$mV_0 + B = C_0 \quad (3)$$

Applying the approach of replicable portfolio is very difficult because of the practical impossibility to find a twin security whose payments are in functional dependency with those in the research project, i.e. Pearson correlation coefficient must be equal to one.

The solution to this problem is the assumption for nonexistence of a traded asset (MAD) (Copeland et al., 2002; Borison, 2003), which meets the previous condition and the contemporary value of the cash flows of the project without flexibility (NPV) is the best unshifted evaluation of the project if it is a traded asset. Unshifted evaluation means that the value of the parameter coincides with the mathematical expectation, i.e. because of many attempts a random value will be obtained that will have a mathematical expectation equal to the value itself.

според който, ако два актива пораждат идентични плащания за всяко състояние на природата и няма арбитражни печалби, са взаимно-заменяеми и имат еднаква стойност. Съставя се портфейл, който съдържа определен брой акции от ценната книга – близък (m) и (B) облигации. Тъй като се използва биномен модел, може да се изгради възпроизвеждащ портфейл за всеки един възел, въз основа на наличната информация за промяната в стойността на ценната книга – близък. В този случай се получава:

Възпроизвеждащ портфейл в горното състояние (Copeland et al., 2002):

Възпроизвеждащ портфейл в долното състояние (Copeland et al., 2002):

Съвременната стойност на възпроизвеждащия портфейл е (Copeland et al., 2002):

Прилагането на подхода на възпроизвеждащия портфейл е силно затруднено поради практическата невъзможност да се намери ценна книга-близък, чиито парични плащания да са във функционална зависимост с тези на изследвания проект, т.е. коефициентът на корелация на Пирсън трябва да е равен на единица.

Решението на този проблем е допускането за несъществуване на търгуван актив (MAD) (Copeland et al., 2002; Borison, 2003), който да отговаря на предходното условие, а съвременната стойност на паричните потоци на проекта без гъвкавост (NPV) е най-добрата неизместна оценка. Това означава, че стойността на параметъра съвпада с математическото очакване, т.е. в резултат на много опити ще се получи случайна величина, която ще има математическо очакване равно на самата величина.

This can be written as follows: $\theta^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$ is a random value, if $E\theta^* = \theta$, θ^* is called unshifted evaluation of the parameter θ .

According to this property, if we use unshifted evaluation, the value of the evaluated parameter can be inflated or lowered, but the average value of the assessments will give the exact value of the parameter.)

Then we have to use the contemporary value of the project without flexibility, as well as expected cash flows in each state of nature while the payments of the twin security are like those of the project itself.

The approach of replicable portfolio discounts the expected cash flows with a risk-adjusted rate, and the approach of risk-neutral probabilities discounts the secure equivalent of the cash flows with the risk-free rate.

The determination of risk-neutral probabilities uses the following formula (Copeland et al., 2002; Limitovsky, 2008; Bukhvalov, 2004):

$$p^* = \frac{(1+r_f) - d}{u - d} \quad (4)$$

$$1 - p^* = \frac{u - (1+r_f)}{u - d} \quad (5)$$

$$C_0 = \frac{[p^* C_u + (1 - p^*) C_d]}{1 + r_f} \quad (6)$$

In cases, where there is continuous interest, appropriate formulas for determining the risk-neutral probabilities are (Limitovsky, 2008):

$$C = [p^* u V_0 + (1 - p^*) d V_0] e^{-r_f \Delta t}, \quad C_0 = [p^* C_u + (1 - p^*) C_d] e^{-r_f \Delta t} \quad (7)$$

where $e^{-r_f \Delta t}$ shows the continuing accumulation of interest.

The optional approach presented for assessing the innovations is used to support the choice for the deployment of funds in "S - Press", which is engaged in the design, printing and distribution of promotional materials - flyers, posters, etc.

Това може да се запише по следния начин: $\theta^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$ е случайна величина, ако $E\theta^* = \theta$, θ^* се нарича неизместена оценка на параметъра θ .

Според това свойство, ако се използва неизместена оценка, може стойността на оценявания параметър да се завиши или занижи, но средната стойност на оценките, ще даде точната стойност на съответния параметър.) оценка на проекта, ако той е търгуван актив. Тогава се използва съвременната стойност на проекта без гъвкавост, както и очакваните парични потоци във всяко едно състояние на природата, а плащанията на ценната книга близък, са като на самия проект.

Подходът на възпроизвеждащия портфейл сконтира очакваните парични потоци с рисков коригиран процент, а подхода на рисково неутралните вероятности сконтира сигурния еквивалент на паричните потоци с безрисковия процент.

Определянето на рисково неутралните вероятности използва следните формули (Copeland et al., 2002; Limitovsky, 2008; Bukhvalov, 2004):

В случаите, когато има непрекъснато олихвяване, подходящите формули за определяне на рисково неутралните вероятности са (Limitovsky, 2008):

където $e^{-r_f \Delta t}$ показва непрекъснатото олихвяване.

Представения опционен подход за оценка на иновациите, е използван за подпомагане на избора за внедряване на средства във фирма „С - Прес” ЕТ, която има за предмет на дейност дизайн, печат и разпространение на рекламни материали - флайери, плакати и др.

The management of the company "S - Press", plans to invest 40 950 BGN (I_1) in the purchase of a new machine at the end of 2010, which will reduce the cost of production of promotional materials. The chance for its successful implementation, including training staff to work with it until the end of the first year after purchase, is 60% (p_{11}).

For its market launch, an investment for expanding the production area to the amount of 19 500 BGN (I_2) is needed.

The next step in the innovation effort is to develop individual software for creation of advertising models, which will cost 9 750 BGN (I_3) and has a 70% (p_{21}) probability to create an advanced product, that will bring a revenue with a contemporary value of 145 000 BGN (PV_1) and 30% (p_{22}) probability the working group to fail to create software, while only partially improving the production of advertising models, which will bring an income of 61 546 BGN (PV_2).

The expected rate of return and risk-free rate is 4%.

In the so-described intentions of the management of "S - Press" can be distinguished two forms of innovation:

- Purchase of a machine that is new to the enterprise but not to the market;
- Development of software for advertising design by the company's own staff.

The principal criteria for assessing the appropriateness of capital investment is the method of Net present value. This indicator is determined as basic for determining the efficiency of investment in innovation. The summary information about the planned actions of the company management and the expected cash flows is presented in a format, which allows the compilation of an option. In its form, it is complex and incorporates two types of uncertainty - technological and market, which affect the expected cash flows, and hence the determining of the Net present value with flexibility.

Ръководството на фирма „С - Прес“ ООД, смята да инвестира 40 950 лв. (I_1) в покупката на нова машина в края на 2010 г., която ще доведе до намаляване на себестойността на производството на рекламни материали. Шансът да бъде успешно внедрена, подготвена за експлоатация, до края на първата година след покупката и е 60% (p_{11}).

За да излезе на пазара е необходима инвестиция за разширяване на производствената площ в размер на 19 500 лв. (I_2).

Следващата стъпка в иновационното начинание е разработването на собствен софтуер за създаването на рекламните образци, което ще струва 9 750 лв. (I_3) и има 70% (p_{21}) вероятност да се създаде усъвършенстван продукт, който да носи приходи със съвременна стойност 145 000 лв. (PV_1) и 30% (p_{22}) вероятност работната група да не успее да създаде софтуера, а само частично да подобри производството на рекламните образци, който да носи доход от 61 546 лв. (PV_2).

Очакваната норма на възвращаемост и безрисковия лихвен процент е 4%.

В така описаните намерения на ръководството на „С - Прес“, могат да се открият две форми на иновация:

- Покупка на машина, която е нова за предприятието, но не и за пазара;
- Разработване на софтуер за рекламен дизайн, със собствен персонал.

Водещ критерии за оценка на целесъобразността от капиталовложението е методът на нетната настояща стойност. Това е и показателя, който се определя за основен при определяне на ефективността от инвестициите в иновации. Обобщената информация за планираните действия на фирменото ръководство и очакваните парични потоци е представена във вид, който позволява съставянето на опция. По своя вид тя е сложна и съдържа в себе си два вида неопределеност – технологична и пазарна, които оказват влияние върху очакваните парични потоци, а от там и при определянето на нетната настояща стойност с гъвкавост.

The probabilities used, which determine the possible outcomes, are subjective and are determined by company management, based on their past experience in similar initiatives.

A decision tree:

1. Determine the cash flows due to the investments and results.

The full value of planned investments is shown in Table 1.

Използваните вероятности, с които се определят възможните изходи са субективни и са определени от фирменото ръководство, въз основа на техен минал опит в подобни начинания. Алгоритъм на решението:

1. Определят се паричните потоци в следствие на предвидените инвестиции и очакваните резултати.

Пълната стойност на планираните инвестиции са показани в табл. 1.

Table 1. Value of investment
Таблица 1. Стойност на инвестицията

	Cost in BGN	Amount
1.	Invoice value of equipment Стойност на оборудването по фактура	39 000
	VAT ДДС	7 800
	Value excluding VAT Стойност без ДДС	31 200
2.	Construction - assembly work, including outsourced work Строително монтажни работи, в т.ч. от външни изпълнители	19 500
3.	Other costs Други разходи	9 750
4.	Total value of investment costs */ Обща стойност на инвестиционните разходи */	68 250

* / Since these investments are not made entirely in the beginning of the period, when determining the Net present value, part of them should be discounted.

* / Тъй като тези инвестиции не са направени изцяло в началото на периода, при определяне на нетната настояща стойност, част от тях следва да бъдат дисконтирани.

The next step is determining the Net cash flows. Values are shown in Table 2.

The data in the first part of the table show the cash flows if the investments were completely successful and the results are the expected maximum. Investments made after the initial stage are discounted with the expected rate of return.

In the traditional approach of determining the Net present value and without taking into account the probability of different outcomes, the Net present value is positive and planned activities should be implemented. This result is debatable although the sequence of actions is respected.

Следваща стъпка е определяне на нетните парични потоци. Стойностите са показани в табл. 2.

Данните в първата част на таблицата показват паричните потоци, в случай че направените инвестиции са напълно успешни и получените резултати са максималните очаквани. Инвестициите направени след началния етап са дисконтирани с очакваната норма на възвращаемост.

При традиционния подход на определяне на нетната настояща стойност и без да се отчитат вероятностите за настъпване на различните резултати, нетната настояща стойност е положителна и планираните мероприятия следва да бъдат реализирани.

Table 2. Determination of future Net cash flows in the case of successful innovations
Таблица 2. Определяне на бъдещите нетни парични потоци при успех от иновациите

No	Position Позиция	Year Година			
		2010	2011	2012	2013
1.	Revenue from sales $S=q*p$ Приходи от продажби $S=q*p$		286416	300737	315774
2.	Variable costs $VC=q*v$ Променливи разходи $VC=q*v$		222768	233906	245602
3.	Fixed costs excluding depreciation FC Постоянни разходи без разходи за амортизация FC		9840	9840	9840
4.	Costs for depreciations D Разходи за амортизации D		9750	9750	9750
5.	Profit before taxes and interests EBIT= r.1- r.2- r.3- r.4 Печалба преди данък и лихви EBIT= p.1- p.2- p.3- p.4		44058	47240	50582
6.	Income tax $T=10\%$, $r.5 * 0,1$ Данък върху печалбата $T=10\%$, $p.5 * 0,1$		4406	4724	5058
7.	Net profit from the project NOP, p.5 – p.6 Нетна печалба от проекта NOP, p.5 – p.6		39652	42516	45524
8.	Total value of investment Обща стойност на инвестицията	- 68250			
9.	Discounted value of the investment Дисконтирана стойност на инвестицията	- 69464			
10.	Net cash flow NCF or C_i , r.4 + r.7 Нетен паричен поток NCF или C_i , p.4 + p.7		49402	52266	55274
11.	Discounted PV Дисконтиран PV		47502	48323	49138
12.	Total PV Общо PV	144963			

Table 2. Determination of future Net cash flows in the case of failure of innovation
(cont'd)

Таблица 2. Определяне на бъдещите нетни парични потоци при неуспех от иновациите (продълж.)

No	Position Позиция	Year Година			
		2010	2011	2012	2013
1.	Revenue from sales $S=q*p$ Приходи от продажби $S=q*p$		143208	150368	157887
2.	Variable costs $VC=q*v$ Променливи разходи $VC=q*v$		111384	116953	122801
3.	Fixed costs excluding depreciation FC Постоянни разходи без разходи за амортизация FC		9840	9840	9840
4.	Costs for depreciations D Разходи за амортизации D		9750	9750	9750
5.	Profit before taxes and interests EBIT= r.1- r.2- r.3- r.4 Печалба преди данък и лихви EBIT= p.1- p.2- p.3- p.4		12234	13825	15496
6.	Income tax $T=10\%$, $r.5 * 0,1$ Данък върху печалбата $T=10\%$, $p.5 * 0,1$		1223	1383	1550
7.	Net profit from the project NOP, p.5 – p.6 Нетна печалба от проекта NOP, p.5 – p.6		11010	12443	13946
8.	Total value of investment Обща стойност на инвестицията	- 68250			
9.	Discounted value of the investment Дисконтирана стойност на инвестицията	- 69464			
10.	Net cash flow NCF or C_i , r.4 + r.7 Нетен паричен поток NCF или C_i , p.4 + p.7		20761	22193	23696
11.	Discounted PV Дисконтиран PV		19962	20518	21066
12.	Total PV Общо PV	61546			

Values obtained in the second part of the table show the estimated cash flows for failure of software development. The amount of investments is the same, because despite the outcome, they are realized.

Since the software is not designed, technological time to create advertising material is preserved and this affects the number of files, exposed on the plates.

2. Determine the NPV without flexibility. NPV value is determined using the following formula (Copeland et al., 2002):

$$NPV = -I_0 + p_{11} \left[\frac{p_{21} \left[\frac{PV_1}{(1+r_f)} - I_3 \right] + p_{22} \left[\frac{PV_2}{(1+r_f)} - I_3 \right]}{(1+r_f) - I_2} \right] + p_{12} \left[\frac{PV_2}{(1+r_f)} - I_2 \right] / (1+r_f) \quad (8)$$

After making the relevant calculations: NPV = 1,1341 thousand BGN. Under the rules of NPV, the management of the company should not carry out this innovation.

3. The investments of 19 500 BGN and 9750 BGN in the second and third phases of the innovation may be considered as options to be avoided in adverse outcomes. This makes it possible to construct a composite option, which is shown in Figure 1.

The value of the NPV in node B is 67.76 thousand BGN, in node D is 129.64 thousand BGN, and in node A is 22.71 thousand BGN. This is the value of the Net present value with flexibility (ROA). The value of flexibility is 23.84 thousand BGN.

Този резултат е дискуссионен, макар че е спазена последователността от действия. Получените стойности във втората част от таблицата показват очакваните парични потоци при неуспех с разработването на софтуера. Размерът на инвестициите е същия, тъй като въпреки резултата от тях, те са реализирани.

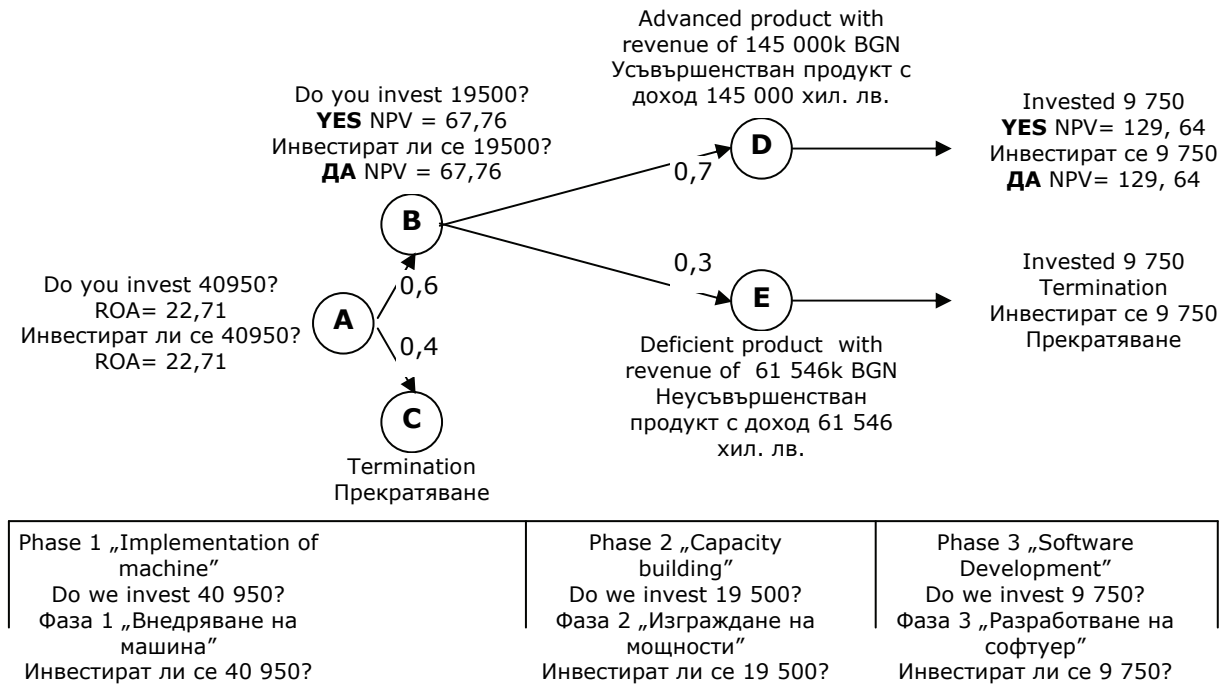
Тъй като софтуерът не е създаден, технологичното време за създаване на рекламния материал е запазено и това се отразява върху броя на експонираните файлове върху плаки.

2. Определя се NPV без гъвкавост. Стойността на NPV се определя с помощта на следната формула (Copeland et al., 2002):

При извършване на съответните изчисления се получава NPV = 1,1341 хил. лв. Според правилото на NPV, ръководството на компанията не би следвало да осъществява тази иновационна дейност.

3. Инвестициите от 19 500 лв. и 9750 лв. във втората и третата фаза на иновацията, могат да се разглеждат като опции, които да се избегнат при неблагоприятни резултати. Това прави възможно изграждането на съставна опция, която е показана на фиг. 1.

Стойността на NPV във възел B е 67,76 х. лв., във възел D е 129,64 хил. лв., а във възел A е 22,71 хил. лв.. Това е стойността на нетната на стояща стойност с гъвкавост (ROA). Стойността на гъвкавостта е 23,84 хил. лв.



NPV = - 1,1341; ROA= 22,71; Value of flexibility (Стойност на гъвкавостта): 23,84

Figure 1. Innovative activities presented as a complex compound option
Фиг. 1. Иновационни дейности представени като сложна съставна опция

4. In considering innovation as a compound option, i.e. taking into account the flexibility, the planned activities have to be implemented.

5. In the above-mentioned initial information two types of uncertainty can be defined – technological, which does not depend on the market and allows to discount with the risk-free rate, and product – market, which is assumed to be in correlation with the market, and thus a risk-free rate for discounting and the approach of replicable portfolio can be used. Volatility of expected cash flows is $u=1,15$ and $d=0,870$ with the assumption of multiplicative process $\left(d = \frac{1}{u}\right)$. Using the trees of events, uncertainties can be represented as follows (Fig. 2):

4. При разглеждането на иновацията като съставна опция, т. е. при отчитане на гъвкавостта, планираните дейности трябва да се осъществят.

5. В така посочената изходна информация може да се определят два вида неопределеност – технологична, независеща от пазара, което позволява да се сконтира с безрисковия процент и продуктово – пазарна, за която се допуска, че е в корелация с пазара, като по този начин може да се използва безрисковия процент за сконтиране и подхода на възпроизвеждащия портфейл. Летливостта на очакваните парични потоци е $u=1,15$ и $d=0,870$ при допускането за мултипликативен процес $\left(d = \frac{1}{u}\right)$. Използвайки дървета на събитията, неопределеностите могат да се представят по следния начин (фиг. 2):

It shows the possible subjective outcomes - success or failure of implementation of the machine within the desired period and the probability to develop software that can improve the time for processing the files or conversely, the probability of the working team to fail to create software and the production parameters to remain unchanged. These uncertainties do not depend on market conditions.

Тя показва възможните субективни изходи – успех или неуспех от внедряването на машината в желания срок и вероятността да се разработи софтуер, с който да се подобри времето за обработка на файловете и съответно вероятността работния екип, да не успее да създаде софтуера и производствените параметри да останат непроменени. Тези неопределености не зависят от състоянието на пазара.

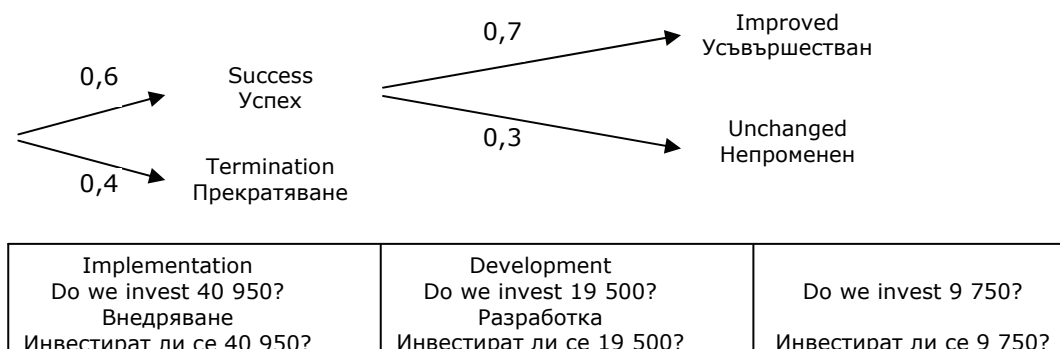


Figure 2. Technological uncertainty of option
Фиг. 2. Технологична неопределеност на опцията

There is another uncertainty in the project so described - the market (Figure 3). This is because the cash flows after the innovation processes depend on the optimization of the production time of the advertising product. To be able to use the same discount factor, it is assumed that uncertainty is correlated to the market, which makes the application of the approach of replicable portfolio mandatory.

В така описания проект има още една неопределеност – пазарната (фиг. 3). Това е така, тъй като паричните потоци след извършване на иновационните процеси, зависят от степента на оптимизиране на времето за производство на рекламния продукт. За да може да се използва същия дисконтов фактор, се прави допускането, че неопределеността е в корелация с пазара, което прави задължително прилагането на подхода на възпроизвеждащия портфейл.

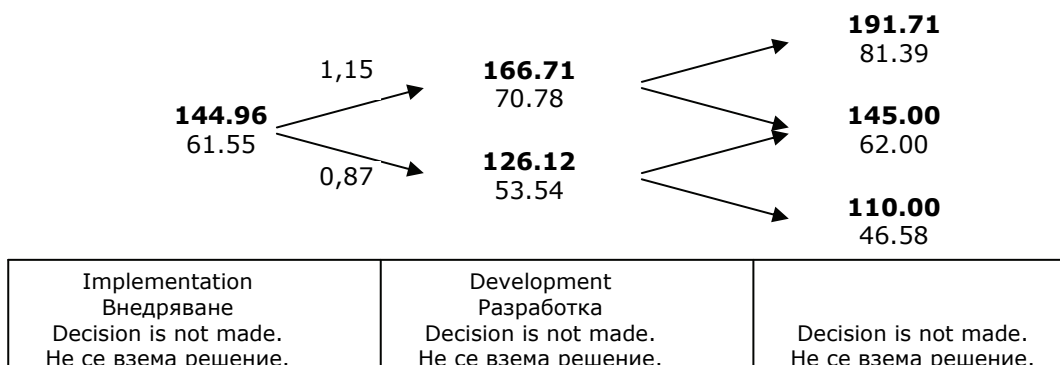


Figure 3. Market uncertainty of option
Фиг. 3. Пазарна неопределеност на опцията

This innovative project can be presented as a compound multicolored option with two uncertainties. The decision tree is presented in Figure 4. To determine the NPV, the approach of discounted cash flows and the approach of replicable portfolio are used.

The calculations are performed backwards, i.e. from the last "spurs" to the top, where you get the real option value (NPV with flexibility). For compiling the decision tree, values from the previous two trees of events are used.

What is important in the last nodes (A, B, C and D) is the technological uncertainty that does not depend on the market and compels the company management to decide whether to make an investment to expand production or not.

The value of NPV is a result from discounting the expected value with half of the risk-free rate. As the uncertainties are two, a period of one year is divided in two. From the obtained result is subtracted the amount of investment which is the price for exercising the option.

For nodes E and F the approach of replicable portfolio is used, as there is product - market uncertainty and it is in correlation with the market (This does not allow discounting of expected cash flows with risk-free rate only.).

The values of the remaining nodes are obtained by successive rotation of the two approaches.

To determine the NPV in node A the following formula is used (Copeland et al., 2002):

$$NPV = \frac{p_{21}(u^2V_0 - I_3) + p_{22}(udV_0 - I_3)}{\left(1 + \frac{r_f}{2}\right)} \quad (9)$$

Applying the same formula for the other three nodes, the following results are obtained:

- NPV in node A = 145,95 thous BGN,
- NPV in node B = 92,84 thous BGN,
- NPV in node C = 92,84 thous BGN,
- NPV in node D = 68,61 thous BGN.

Този иновационен проект може да се представи като съставна многоцветна опция с две неопределености. Дървото на решенията е представено на фиг. 4. За определянето на NPV се използва подхода на дисконтиране на паричните потоци и подхода на възпроизвеждащия портфейл.

Изчисленията се извършват отзад напред, т. е. от последните „разклонения“ към върха, където ще се получи стойността на реалната опция (NPV с гъвкавост). За съставянето на дървото на решенията се използват стойностите от предходните две дървета на събитията.

В последните възли (A, B, C и D) от значение е технологичната неопределеност, която не зависи от пазара и при която фирменото ръководство трябва да вземе решение дали да направи инвестиция за разширяване на производството или не. Стойността на NPV е резултат от сконтирането на очакваната стойност с половината от безрисковия процент. Тъй като неопределеностите са две, периода от една година, условно се разделя на две. От получения резултат се изважда размера на инвестицията, което е цената за упражняване на опцията.

За възлите E и F се използва подхода на възпроизвеждащия портфейл, тъй като там неопределеността е продуктово – пазарна и е в корелация с пазара (Това не позволява сконтиране на очакваните парични потоци само с безрисковия процент.).

Стойностите на останалите възли се получават при последователно редуване на двата подхода.

За определянето на NPV във възел A се използва следната формула (Copeland et al., 2002):

Прилагайки същата формула и за останалите три възела, се получават следните резултати:

- NPV във възел A = 145,95 хил. лв.
- NPV във възел B = 92,84 хил. лв.
- NPV във възел C = 92,84 хил. лв.
- NPV във възел D = 68,61 хил. лв.

In determining the NPV in these nodes, the following condition should be respected: if the technology result is less than the amount of investment, it will not be made. This applies to nodes B, C and D.

For nodes E and F, as already stated, the approach of replicable portfolio is used. For its implementation additional calculations, related to the determination of V , uV and dV are necessary.

For node E, the value of the underlying asset V , the beginning of the period is the expected technological result from the implementation phase.

При определянето на NPV в тези възли се спазва и условието, ако технологичния резултат е по-малък от размера на инвестицията, тя няма да бъде направена. Това се отнася за възли B, C и D.

За възлите E и F, както вече бе посочено, се използва подхода на възпроизвеждащия портфейл. За прилагането му са необходими допълнителни изчисления, свързани с определянето на V , uV и dV .

За възел E, стойността на базовия актив V началото на периода представлява очаквания технологичен резултат от фазата на внедряването.

$$V = p_{21}uV_1 + p_{22}uV_2 \quad (10)$$

The value of the underlying asset at the end of the period in the upper state uV , is the expected result in an upward change of the product / market.

Стойността на базовия актив в края на периода в горното състояние uV , е очаквания резултат при възходяща промяна на продукта/ пазара.

$$uV = p_{21}u^2V_1 + p_{22}u^2V_2 \quad (11)$$

The value of the underlying asset at the end of the period in the lower state dV , is the expected result in a downward change of the product / market.

Стойността на базовия актив в края на периода в долното състояние dV , е очаквания резултат при низходяща промяна на продукта/ пазара.

$$dV = p_{21}udV_1 + p_{22}udV_2 \quad (12)$$

The replicable portfolio for node E is (Copeland et al., 2002):

Възпроизвеждащият портфейл за възел E е (Copeland et al., 2002):

$$\begin{cases} muV + \left(1 + \frac{r_f}{2}\right)B = NPV_A \\ mdV + \left(1 + \frac{r_f}{2}\right)B = NPV_B \end{cases}$$

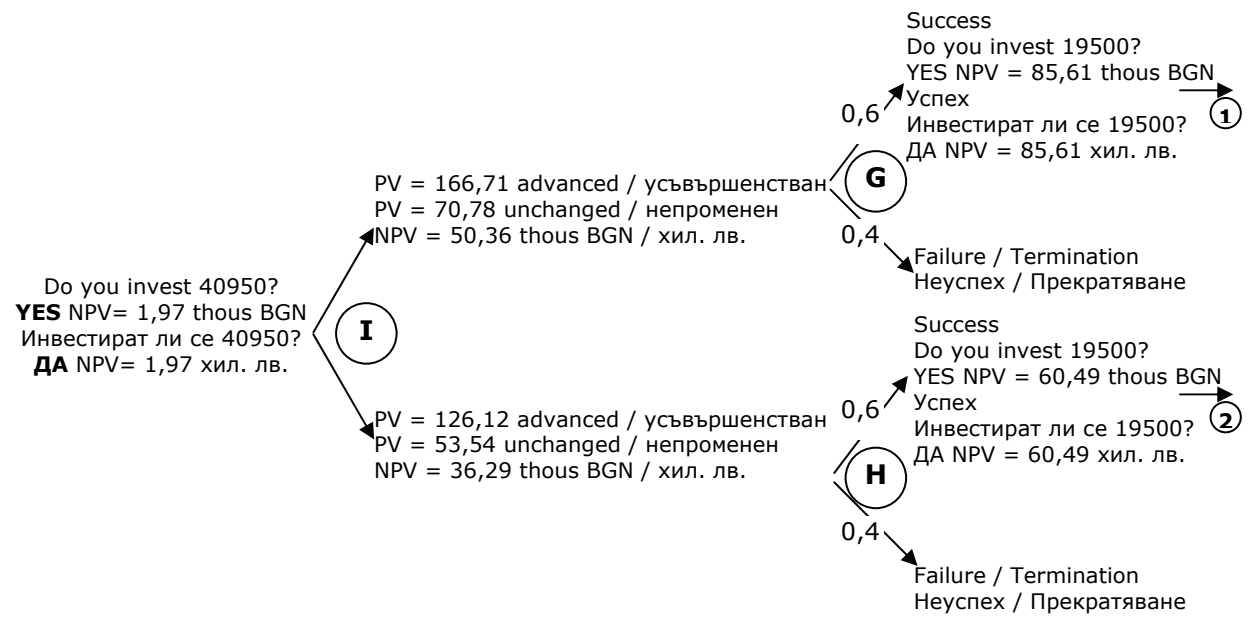
The value in node E = 85,61 thous BGN,
The value in node F = 60,49 thous BGN.
For nodes G and H cash flows are discounted.
The value in node G:

Стойността във възел E = 85,61 хил. лв.
Стойността във възел F = 60,49 хил. лв.
За възлите G и H се сконтират паричните потоци.
Стойност на възел G:

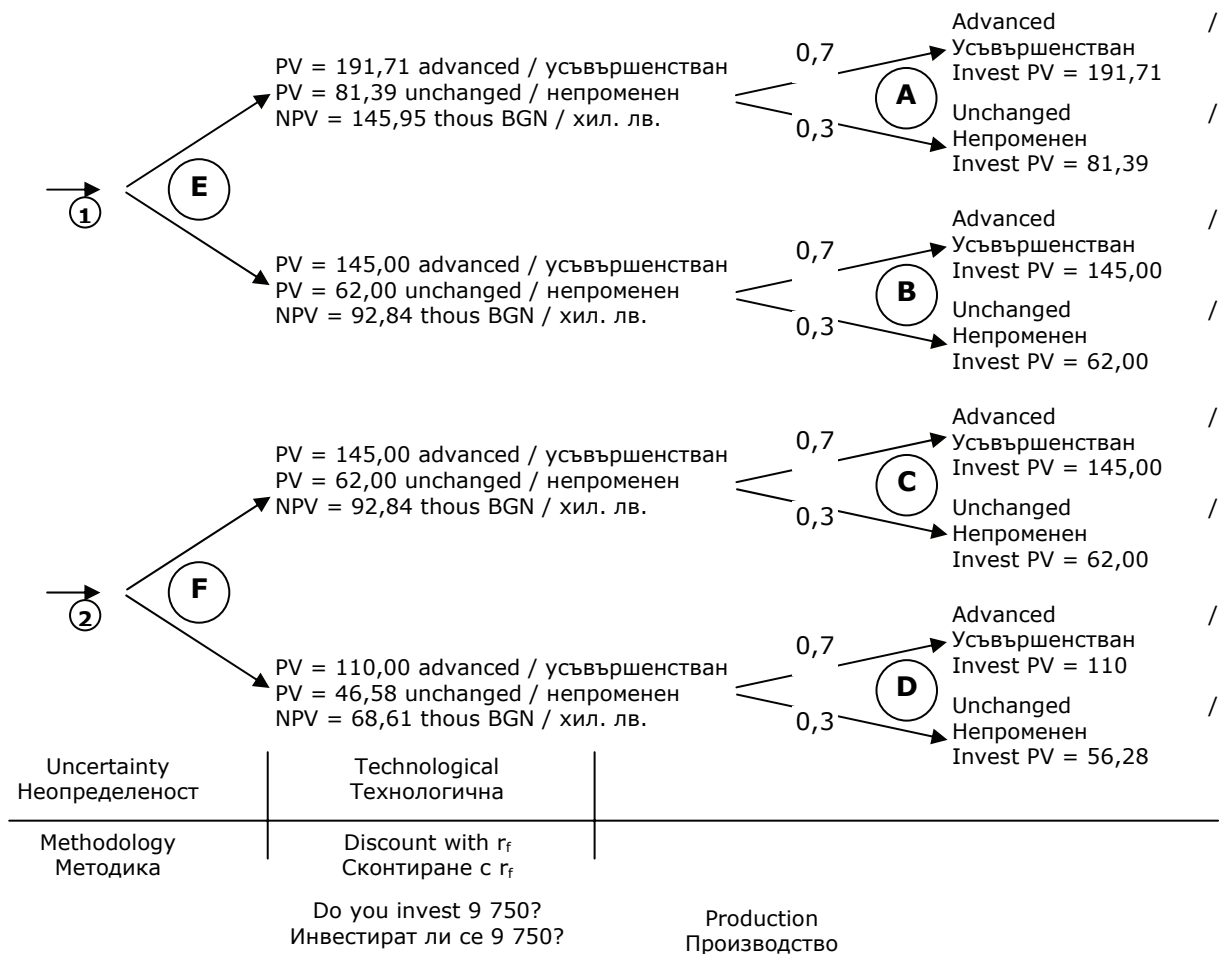
$$NPV = \frac{p_{11}NPV_E + p_{12}0}{\left(1 + \frac{r_f}{2}\right)} \quad (13)$$

Value of node G = 50,36 thousand BGN
Value of node H = 36,29 thousand BGN
For node I a replicable portfolio is constructed and the value of the node is 1.97 thousand BGN.

Стойност на възел G = 50,36 хил. лв.
Стойност на възел H = 36,29 хил. лв.
За възел I се изгражда възпроизвеждащ портфейл, а стойността на възела е 1,97 хил. лв.



Uncertainty Неопределеност	Product-market Продуктово - пазарна	Technological Технологична	Product-marketing Продуктово - пазарна
Methodology Методика	Replicable portfolio Възпроизвеждащ портфейл	Discount with r_f Скотиране с r_f	Replicable portfolio Възпроизвеждащ портфейл
	Do you invest 40 950? Инвестират ли се 40 950?		Do you invest 19 500? Инвестират ли се 19 500?



Uncertainty Неопределеност	Technological Технологична	
Methodology Методика	Discount with r_f Скотиране с r_f	Production Производство
	Do you invest 9 750? Инвестират ли се 9 750?	

Figure 4. The innovation projects as a compound option
 Фиг. 4. Схема на иновационен проект като съставна опция

The resulting Net present value of the project without flexibility is negative. If only the rule of NPV is used, the project for implementation of innovation should not be realised. In this case, although the reported subjective probabilities of occurrence of any outcome have been taken into account, the process can be seen as one step.

In presenting the process as a multistage one, i.e. using the binomial approach to assess the real options (ROA), but still without taking into account uncertainties, a positive value of NPV is obtained.

The approach also allows the decision makers to gain clarity on the future actions in this approach. There are three possible outcomes but only in one of them is the realisation of the project viable. Between the value of the project with flexibility and without flexibility almost a double size difference appears.

When introducing both uncertainties, the project cost has increased almost seven times compared to the standard approach for evaluation, but the possible outcomes have become five, as four of them have a present value greater than the amount of the investment.

III. Conclusion

The presented approach for the evaluation of the expedience of investments in innovations through real options is another opportunity for those who make the managerial decision. It allows taking into account the flexibility when investing in innovations.

Получената нетна настояща стойност на проекта без гъвкавост е отрицателна величина. Ако се използва само правилото на NPV, проекта за внедряване на иновации не трябва да се реализира. В този случай, въпреки че са отчетени субективните вероятности за настъпване на който и да е изход, процесът може да се разглежда като едностъпков.

При представянето на процеса като многостъпков, т.е. използва се биномния подход за оценка на реалните опции (ROA), но все още без да се отчитат неопределеностите, се получава положителна стойност на нетната настояща стойност.

Подходът дава възможност и на вземащите решения да придобият яснота относно бъдещите действия по този подход. Има три възможни изхода, като само в един от тях реализацията на проекта е целесъобразна. Между стойността на проекта с гъвкавост и тази без гъвкавост се появява разлика от почти два пъти.

При въвеждане и на двете неопределености, стойността на проекта се увеличава близо седем пъти, спрямо стандартния подход за оценка, а възможните крайни изходи стават пет, като четири от тях имат сегашна стойност, по-голяма от размера на направената инвестиция.

III. Заключение

Представения подход за оценка на целесъобразността на вложените средства в иновации чрез реални опции, е още една възможност за този, който взема управленското решение. Той позволява да се отчете гъвкавостта при инвестиране в иновации.

Reference/Литература

- [1]. **Alexandrova, M.** (2001). Optimization of the Investment Choice. Sofia. (in Bulgarian)
- [2]. **Bernardo, A. E. & Chowdhry B.** (2002). Resources, real options, and corporate strategy. *Journal of Financial Economics* 63:211–234.
- [3]. **Borison, A.** (2003). Real Options Analysis: Where are the Emperor’s Clothes?. <http://www.realoptions.org/abstracts/abstracts03.html>
- [4]. **Bowman, E. H. & Moskowitz G. T.** (2001). Real options analysis and strategic decision making. *Organization Science* 12: 730–743.
- [5]. **Brennan, M. J. & Schwartz E. S.** (1985). Evaluating natural resource investments. *Journal of Business* 58: 135–157.

- [6]. **Bukhvalov, A. V.** (2004). Real Options in Management: Introduction to the problem, Russian Management Journal. (1): 3-32. (in Russian)
- [7]. **Bukhvalov, A. V.** (2004). Real Options in Management: Classification and Applications. Russian Management Journal. (2): 27-56. (in Russian)
- [8]. **Bruslanova, N.** Evaluation of investment projects using real options. <http://www.fd.ru/reader.htm?id=10485> (in Russian)
- [9]. **Copeland, T. & Antikarov VI.** (2002). Real Options, S. (in Bulgarian)
- [10]. **Cox J.C. & Ross S.A. & Rubinstein M.** (1979). Options pricing: a simplified approach, Journal of Financial Economics.7.
- [11]. **Damodaran, A.** (2006). Investment Assessment. Tools and Techniques for the Assessment of Any Kind of Assets, Moscow. Alpine Business Books. (in Russian)
- [12]. **Grenadier, S. R. & Wang N. E.** (2003). Incentives and Investment Timing: Real Options in a Principle.Agent Setting. SSRN Working paper.
- [13]. **Gussev, A.A.** (2009). Real Options in Assessing Business and Investment. publ. RIOR.
- [14]. **Kovalishin, E.A & Pomansky A.B.** (1999). Real Options: Optimal Time for Investment. Economics and Mathematical Methods. (35) 50-60. (in Russian)
- [15]. **Kozirev, A.N.** The Use of Real Options in Innovative Projects. Report to the General Meeting of the Social Sciences Department. RAS, 2nd March 2005. <http://www.labrate.ru/kozyrev/doklad-02-03-2005.pdf> (in Russian)
- [16]. **Limitovsky, M.A.** (2008). Investment Projects and Real Options in Developing Markets.publ. Yurayt, (in Russian)
- [17]. **Myers, S.** (1977). Determinants of corporate borrowing. Journal of Financial Economics 5: 147-175.
- [18]. **Nenkov, A.D.** (2005). Assessment of Investments in Real Assets. Un.Publ. Economy. Sofia. (in Bulgarian)
- [19]. **Quigg, L.** (1993). Empirical testing of real option-pricing models. Journal of Finance 48: 621-639.
- [20]. **Real Estate Assessment.** <http://www.bibliotekar.ru/biznes-8/24.htm> (in Russian)
- [21]. **Reut, D.V. & Bisserov Yu.N.** Real Options Tool in Project Controlling. http://www.odn2.ru/bibliot/instr_real.html (in Russian)
- [22]. **Sarkar, S.** (2000). On the investment-uncertainty relationship in a real options model. Journal of Economic Dynamics & Control 24: 219-225.
- [23]. **Trigeorgis, L.** (ed.) (1995). Real Options in Capital Investment: Models, Strategies, and Applications. Praeger: Westport, CO
- [24]. **Using** the Methods of Real Options Assessment in Small Business <http://www.ipnou.ru/article.php?idarticle=006255> (in Russian)
- [25]. **Visotskaya, T.R.** The Real Options Method in Investment Projects Assessment <http://www.finman.ru/articles/2006/2/4247.html> (in Russian)
- [26]. **Vonnegut, A.** (2000). Real option theories and investment in emerging economies. Emerging Markets Review 1: 82-100.