

**ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ԱՊԱՀՈՎՄԱՆ ՆԵՐԴՐՈՒՄԱՅԻՆ
ՆԱԽԱԳԾԵՐՈՒՄ ՌԻՍԿԵՐԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ
ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ ԻՐԱԿԱՆ ՕՊՑԻՈՆՆԵՐԻ
ՀԱՄԱՏԵՔՍՈՒՄ**

**Կ. Վ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ա. Հ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ,
Տ. Ա. ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ**

Ռիսկի դիտարկումը ռազմավարական ներդրումային նախագծերում շատ կարևոր է, քանի որ դրանից է կախված նախագծի հետագա հաջող առաջխաղացումը և ավարտը: Ռիսկը արտաքին և ներքին ազդող գործոններով պայմանավորված անորոշ պայման է, որը կարող է դրական կամ բացասական ազդեցություն ունենալ նախագծի վերջնական արդյունքի վրա: Ռիսկը կարող է ունենալ մեկ կամ ավելի պատճառներ: Պատճառները կարող են լինել հայտնի, որոնք բացահայտվել և վերլուծվել են նախկին նախագծերի մշակման ժամանակ և անհայտ, որոնք դեռևս չեն բացահայտվել և չեն վերլուծվել: Այսպիսի ռիսկերը հիմնականում հնարավոր չէ վերահսկել, սակայն կարելի է ուսումնասիրել դրանց առաջացման պատճառները և մշակել դրանց բացասական ազդեցությունները նվազեցնող միջոցները: Յուրաքանչյուր նախագծի համար անհրաժեշտ է մշակել ռիսկի կառավարման համապատասխան մոտեցում՝ հաշվի առնելով նախագծի պահանջները, արտաքին և ներքին ազդող գործոնները, կազմակերպության պահանջները և այլն [1]:

Նախագծի ռիսկի կառավարումը շարունակական գործընթաց է, որը կարող է փոփոխվել՝ կախված նախագծի մշակման ընթացքում առաջացող արտաքին և ներքին ազդեցություններից, նախագծի պահանջներից և փոփոխվող բիզնես պայմաններից: Ռիսկի կառավարման գործընթացի հիմնական մասնակիցներն են՝ նախագծի ղեկավարը, նախագծի թիմի անդամները, ռիսկի կառավարման թիմը, փորձագետները,

վերջնական օգտագործողները, պատվիրատուն և նախագծով շահագրգռված այլ անձիք:

Նախագծի ռիսկի կառավարումը ներառում է հետևյալ գործընթացները.

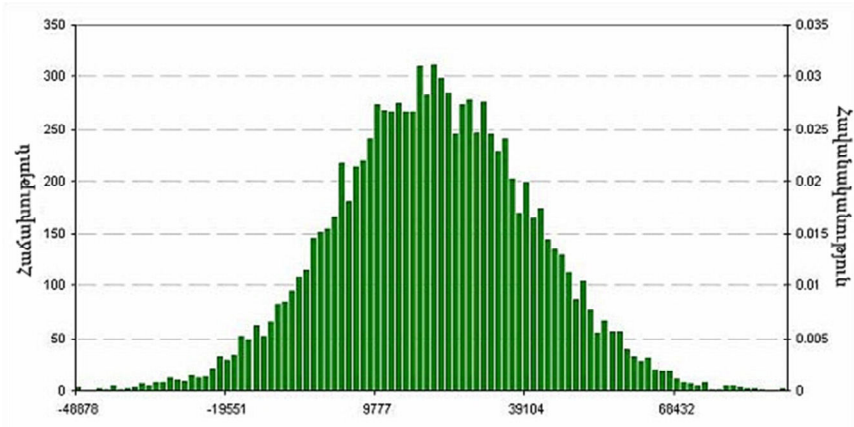
- ռիսկի բացահայտում
- ռիսկի գնահատում
- ռիսկի վերահսկում:

Ռիսկի բացահայտման գործընթացը ռիսկի կառավարման առաջնային փուլն է, որը նպատակաուղղված է որոշելու ռիսկի հնարավոր աղբյուրները և անորոշության պայմանները, արտաքին և ներքին անորոշ ազդեցությունները և դրանց առանձնահատկությունները նախագծի մշակման ժամանակ: Այն ներառում է նախագծի փաստաթղթերի վերլուծության, նախագծի ռիսկերի վերաբերյալ անհրաժեշտ տեղեկատվության հավաքագրման, հնարավոր վարկածների դիտարկման, ռիսկերի սկզբնապատճառների բացահայտման և անհրաժեշտ դիագնոզների ու ցուցակների կազմման գործողությունները [2]:

Ռիսկի բացահայտումը շարունակական գործընթաց է, քանի որ նախագծի մշակման ընթացքում կարող են առաջանալ նոր ռիսկեր: Ռիսկի բացահայտման գործընթացը սովորաբար հանգեցնում է ռիսկի գնահատմանը և վերլուծությանը:

Ռիսկի բացահայտման գործընթացին հաջորդում է գնահատման կամ վերլուծության գործընթացը: Նախ բացահայտվում են բոլոր հնարավոր ռիսկերի աղբյուրները, անորոշության պայմանները, որից հետո կատարվում է ռիսկի գնահատում: Բացահայտված ռիսկերի և անորոշության տարրերի հիման վրա կազմվում են առաջնայնության հարաբերակցություններ, որոնք հնարավորություն են տալիս կատարել որակական և քանակական վերլուծություններ:

Նկար 1-ում ներկայացված է Մոնտե Կառլոյի սիմուլյացիայի միջոցով ռիսկի գնահատման դիագրամը [3]:



Նկ. 1. Ռ-իսկի գնահատումը Մոնտե-Կառլոյի սինուլյացիայի միջոցով

Ռ-իսկի վերահսկումը նախագծի նոր ռիսկերի բացահայտման, պլանավորման, բացահայտված ռիսկերի վերանայման գործընթաց է: Ռ-իսկի վերահսկման գործընթացի նպատակն է նվազեցնել բացասական ազդեցությունների հավանականությունը նախագծի մշակման ընթացքում: Ինչպես ռիսկի կառավարման այլ գործընթացները, ռիսկի վերահսկման գործընթացը ևս կրում է շարունակական բնույթ և իրականացվում է նախագծի մշակման ողջ ընթացքում: Ռ-իսկի վերահսկումը ենթադրում է այլընտրանքային ռազմավարության ընտրություն, ռիսկի վերագնահատում, շտկման գործողությունների իրականացում, անհրաժեշտության դեպքում՝ կառավարման պլանի փոփոխում և կանխարգելման գործողությունների իրականացում:

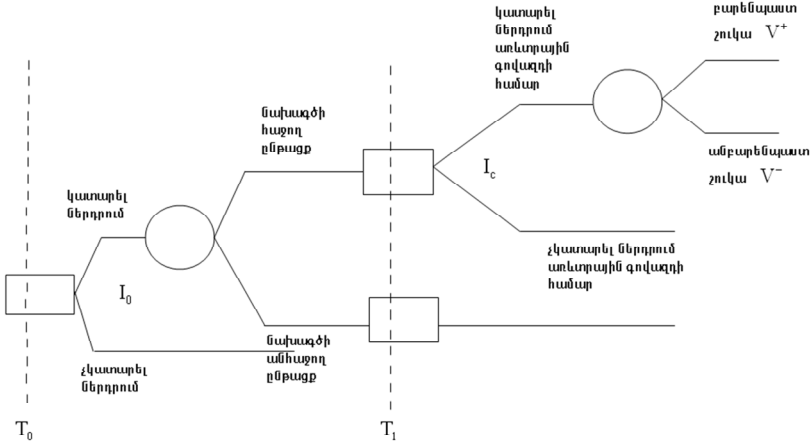
Ներդրումները ծրագրային ապահովման նախագծերում որպես իրական օպիոններ

Ծրագրային ապահովման ստեղծման նախագծերին միշտ բնորոշ են անորոշությունները, որոնք առաջանում են համապատասխան ռիսկերից, որոնք էլ իրենց հերթին կապ-

ված են ինչպես ծրագրային ապահովման ստեղծման, այնպես էլ նրա առևտրային գովազդի հետ (կոմերցիա): Կոմերցիայի հետ կապված որոշումները իրականանում են միայն տրված նախագծի անորոշությունների բացակայությունից հետո: Հետևաբար, կարող ենք ուսումնասիրել ծրագրային ապահովման նախագծերի ներդրումները օպցիոնների հիման վրա, որտեղ առևտրային գովազդի փուլը դիտարկվում է որպես ներդրումային հնարավորություն: Ծրագրային ապահովման նախագծերում ներդրումները կարող են համեմատվել քոլ օպցիոնի հետ, որպես կոմերցիայի ապագա որոշման հնարավորություն և որպես ներդրումային օպցիոնի իրականացում միայն այն դեպքում, երբ ծրագրային ապահովման մշակման արդյունքը դրական է: Հակառակ դեպքում կազմակերպությունը ներդրում չի կատարի տվյալ նախագծում: Այս գաղափարի վրա հիմնվելով՝ կարելի է ասել, որ ներդրումը ծրագրային ապահովման նախագծերում կարելի է դիտարկել, որպես իրական օպցիոնի I_0 արժեք, որի դեպքում առևտրային գովազդի նախագիծը կշարունակվի միայն այն դեպքում, եթե ծրագրային ապահովման մշակումը հաջողված է: Այսինքն՝ ներդրումային ծախսերը ծրագրային ապահովման նոր նախագծի կոմերցիայի համար կարող են դիտարկվել որպես օպցիոնի իրագործման արժեք, իսկ V_0 գումարային հոսքերի ընթացիկ արժեքը, որը ստացվում է կոմերցիայից, կարող է դիտարկվել որպես ակտիվի արժեք:

Այն ժամանակը, երբ նոր ծրագրային ապահովումը դուրս է բերվում շուկա, կարող է դիտարկվել որպես օպցիոնի իրականացման ժամկետ: Ենթադրելով, որ առևտրային գովազդի որոշումը հավանաբար իրագործվում է T_1 ժամանակահատվածում, կազմակերպությունը կարող է նույնպես օպցիոնը դիտարկել որպես կոմերցիայի հետաձգման որոշում: Այս դեպքում սպասման օպցիոնը ունի արժեք, այնինչ առևտրային գովազդի օպցիոնը չի օգտագործվել: Որպեսզի կարողանանք ընկալել ներդրման հաջորդականությունը ծրագրային ապահովման նախագծի ստղծման մեջ և արդյունքում ստանալ առևտ-

րային գովազդի հնարավորություն, կարող ենք օգտագործել որոշումների կայացման ծառի կառուցվածքը: Նկար 2-ում սխեմատիկորեն ներկայացված է անորոշությունների պայմաններում որոշումների կայացման ծառը ծրագրային ապահովման տիպական նախագծերի համար նոր կոմերցիոն նախագիծ մշակելու նպատակով [3,5]:



Նկ. 2. Որոշումների կայացման ծառը ներդրումային գործընթացի համար

Ծրագրային ապահովման նախագծման արդյունքում ստացված անորոշությունը նկարագրելու համար դիտարկենք հետևյալ հավանականությունները. ծրագրի նախագծման հաջող ընթացքն ունի $P(S)p$, իսկ անհաջող ընթացքը՝ $p(Q) = 1 - p$ հավանականությունները:

Հարկ է նշել, որ ընդհանուր դեպքում կարող ենք դիտարկել ծրագրային ապահովման ներդրումային նախագծերի որոշումների ծառը ցանկացած ընթացքի դեպքում և ցանկացած քանակությամբ փուլերի համար:

Կոմերցիայի ստեղծման անորոշության նկարագրման համար ենթադրենք, որ ծրագրային ապահովման արժեքը կարող է լինել կամ V^+ գ հավանականությամբ, եթե շուկան

նոր ծրագրային ապահովման նախագծման համար համարվում է հաջող, և V^- ($1-q$) հավանականությամբ, եթե շուկան անհաջող է նոր ծրագրային ապահովման նախագծման համար:

Ենթադրենք, որ ծրագրային ապահովման ներդրումային նախագծի՝ V և ակտիվի՝ S արժեքները նկարագրվում են հետևյալ սկզբունքով: Ծրագրային ապահովման ներդրումային նախագծի՝ V և ակտիվի՝ S արժեքները առաջին փուլի վերջում կարող են ընդունել համապատասխանաբար հետևյալ երկու արժեքներից մեկը՝ V^+ (կամ uV), S^+ (կամ uS) q հավանականությամբ կամ V^- (կամ dV), S^- (կամ dS) $1-q$ հավանականությամբ: F ներդրումային հնարավորության արժեքի փոփոխության դինամիկան ամբողջությամբ կհետևի V և S արժեքների փոփոխության դինամիկային: Հետևաբար ներդրումային արժեքը մեկ պարբերություն հետո կլինի F^+ q հավանականությամբ և F^- $1-q$ հավանականությամբ:

Այժմ կարող ենք սովորական բաժնետոմսերի օպցիոնների արժեքների հաշվարկման համար կիրառել հեջավորման ստանդարտ սկզբունքը: Ենթադրենք, որ ներդրողը n սովորական բաժնետոմսերից, որոնցից յուրաքանչյուրի արժեքը հավասար է S պայմանական դրամական միավորի, կարող է գնել առանց ռիսկի փոխառություն B պայմանական դրամական միավոր արժեքով: Այսպիսի մոտեցումը հնարավորություն է տալիս ստեղծել ծրագրային ապահովման նախագիծ՝ անկախ նախագիծի հաջող ավարտ ունենալուց կամ չունենալուց: Շուկայական հավասարակշռության այսպիսի մոտեցումը, որը չունի առանց ռիսկերի միջնորդաշահի (arbitrage) հնարավորություններ, F ներդրումային հնարավորությունը պետք է ունենա այն նույն արժեքը, ինչ որ համարժեք թղթապանակը:

Հեջավորման ծախսերը ընթացիկ ժամանակահատվածում հավասար են $nS - B$: Թղթապանակի արժեքը նախագծի

վերջում կունենա հետևյալ տեսքը՝ $nS^+ - Br$ գ հավանականությամբ, կամ $nS^- - Br$ $1 - q$ հավանականությամբ: Քանի որ հեջավորումն ընտրվում է այնպես, որ նույնությամբ արտահայտի քոլ օպցիոնի արժեքը առաջին պարբերության վերջում, մասնավորապես $F^+ = nS^+ - Br$ և $F^- = nS^- - Br$, որտեղ $r = 1 + \text{առանց ռիսկի տոկոսադրույքն է}$: Այս երկու հավասարումներով n - ի և B - ի համար կարելի է ստանալ հետևյալ բանաձևերը.

$$n = \frac{F^+ - F^-}{S^+ - S^-}, \quad (1)$$

$$B = \frac{F^+S^- - F^-S^+}{(S^+ - S^-)r}, \quad (2)$$

Միջնորդաշահի բացակայության հնարավորությունը նշանակում է, որ F ներդրումային հնարավորության ընթացիկ արժեքը չի կարող լինել թրթապանակի արժեքից ոչ պակաս, ոչ էլ ավել: Հետևաբար, ներդրումային հնարավորության արժեքը հավասարակշռված դիրքում պետք է հավասար լինի թրթապանակի արժեքին, այսինքն՝ $F = nS - B$: Այս հավասարման մեջ տեղադրելով n -ի և B -ի արժեքները՝ ներդրումային հնարավորության արժեքի համար կստանանք հետևյալ բանաձևերը.

$$F = \frac{\lambda F^+ + (1 - \lambda)F^-}{r}, \quad (3)$$

$$\lambda = \frac{rS - S^-}{S^+ - S^-} = \frac{r - d}{r - d}, \quad (4)$$

որտեղ λ -ն չեզոք ռիսկային հավանականությունն է: Նշենք, որ բանաձևերը կախված չեն q հավանականությունից:

Երկանդամի մոդելի կիրառման համար անհրաժեշտ է ստեղծել համապատասխան ցանց, որտեղ S -ի և V -ի արժեքները անհայտ են ապագա պարբերություններում: Այս պարագայում անհրաժեշտ երկանդամի ցանցը դիտարկվում է միայն մեկ պարբերության համար, սակայն այս մոտեցումը

հեշտությամբ կարող է կիրառվել նաև մեկից ավելի պարբերությունների դեպքում: Յանց ստեղծելու համար անհրաժեշտ է գտնել u -ի, d -ի և λ -ի արժեքները՝ օգտագործելով հայտնի բանաձևերը [5,6], որտեղ արժեթղթերի օպցիոնների գնահատման համար կիրառվում է երկանդամի մոդելը: Հաջորդ հավասարումները հիմնված են Բլեյ Շոուլսի [6] բանաձևերի վրա, երբ ΔT ժամանակային միջակայքը բավականին փոքր է, մասնավորապես՝

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta T}}, \quad (5)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta T}}, \quad (6)$$

$$\lambda = \frac{r - d}{u - d}, \quad (7)$$

որտեղ S -ը արժեթղթի արժեքն է զրո պարբերությունում, որտեղ ընդունվում են որոշումներ առևտրային գովազդի վերաբերյալ: r -ը առանց ռիսկի տոկոսադրույքն է, իսկ σ -ն՝ արժեթղթի արժեքի անկայունությունը (volatility):

Ծրագրային ապահովման նախագծման օպցիոնի արժեքի գնահատման համար, կապված առևտրային գովազդի որոշման հետ, կարող ենք համադրել մեկ պարբերությամբ մոդելը և ծառի որոշման մեթոդը՝ կատարելով հետևյալ ենթադրությունները.

- առևտրային գովազդի նախագիծը հիմնավորվում է արժեթղթային կապիտալով
- նախագծի ընդհանուր արժեքը, այսինքն՝ V ապագա դրամական հոսքերի ընթացիկ արժեքը, որը հիմնավորվել է նմանատիպ նախագծերի վերլուծությամբ, ստացվում է երկանդամի գործընթացից և ամբողջովին համապատասխանում է S արժեթղթի արժեքին
- ենթադրվում է, որ արժեթղթերի անկայունությունը հաստատուն է ժամանակի ընթացքում:

Ծրագրային ապահովման նախագծում ներդրումը՝ I_0 -ն, մեկնաբանվում է որպես առևտրային գովազդում նոր նախագծի իրական օպցիոնի արժեք, եթե, իհարկե, ծրագրային

ապահովման նախագիծը ավարտվել է հաջողությամբ: Իսկ եթե ծրագրային ապահովման նախագիծը անհաջողության է մատնվել, բնականաբար, առևտրային գովազդի համար ներդրում չի կատարվի, և արդյունքում կորուստները կսահմանափակվեն միայն ծրագրային ապահովման նախագծման ծախսերով: Ծրագրային ապահովման V ընդհանուր արժեքը նմանատիպ նախագծի գործունեության հենքային մակարդակն է առևտրային գովազդի մասին որոշում կայացնելու ժամանակ: Ծրագրային ապահովման նախագծման սկզբնական ներդրումը ընկերությանը տալիս է I_0 ներդրման օպցիոն հետագայում $\alpha\%$ աճ ստանալու համար: Հետևաբար, բաժնետերերի համար նոր ծրագրային ապահովման նախագծի ներդրման հնարավորության արժեքը կլինի՝

$$F = \max[\alpha V - I, 0]: \quad (8)$$

Իսկ մեկ պարբերություն հետո, եթե նոր ծրագրային ապահովման ստեղծման համար շուկան բարենպաստ է, բաժնետերերի համար ներդրումային հնարավորության արժեքը կլինի՝

$$F^+ = \max[\alpha V^+ - I, 0]: \quad (9)$$

Համապատասխանաբար մեկ պարբերություն հետո, եթե նոր ծրագրային ապահովման ստեղծման համար շուկան անբարենպաստ է, բաժնետերերի համար ներդրումային հնարավորության արժեքը կլինի՝

$$F^- = \max[\alpha V^- - I, 0]: \quad (10)$$

Ծրագրային ապահովման նախագծման ներդրումային հնարավորությունը, իր մեջ ներառելով առևտրային գովազդի նոր նախագծի իրականացման իրական օպցիոն, երբ ծրագրային ապահովման մշակումը հաջողվել է, հայտնի է որպես NPV (SNPV): Այն որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$SNPV = pF_0 - I_0 = \frac{p[\mu F^+ + (1-\mu)F^-]}{r} - I_0: \quad (11)$$

Այսպիսով, դիտարկվեց ծրագրային ապահովման ներդրումային նախագծերի օպտիմալ կառավարման հայեցակարգ իրական օպցիոնների համատեքստում: Այսպիսի մոտեցումը հնարավորություն է տալիս գնահատել ծրագրային ապահովման ներդրումային նախագծերի ռազմավարությունը:

Առանցքային բառեր. *ծրագրային ապահովում, կառավարում, ռիսկ, անորոշություն, իրական օպցիոն, ներդրումային նախագիծ:*

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Воробьев С.Н., Балдин К.В. Управление рисками в предпринимательстве. - М.: Дашков и К^o, 2007. - 772 с.
2. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций. - М.: Дашков и К^o, 2005. - 880 с.
3. Mun J. Modeling Risk: Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Forecasting, and Optimization (2nd Edition). Wiley, 2010. - 1000 p.
4. Карсян Э.В., Петросян К.В. Управление проектами как процесс обучения в условиях рыночных и корпоративных рисков // Вестник-76 ГИУА: Сборник научных и методических статей. - Ереван, 2009. - Том 1, N 1. - С. 510-514.
5. Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. - М.: ЮРАЙТ, 2008. - 464 с.
6. Trigeorgies L. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. - The MIT Press, 2000. - 427 p.

К. В. ПЕТРОСЯН, А. Г. ГРИГОРЯН, Т. А. МИКАЕЛЯН
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТАХ ПО СОЗДАНИЮ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ
РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ

Резюме

В статье рассматривается, по существу, одна из важных и трудных проблем управления сложным процессом инвестирования в проекты по созданию программного обеспечения, а именно: проблема принятия решений с высоким уровнем неопределенностей и неполноты знаний, связанная с изменениями условий на рынке, ухудшением технических требований к разрабатываемому программному обеспечению, поведением конкурентов.

В этой связи возникает насущная необходимость в создании формальных научных основ для разработки адекватных математических моделей стратегий управления по созданию программного обеспечения в условиях разного рода неопределенностей.

Ключевые слова: *программное обеспечение, управление, риск, неопределенность, реальный опцион, инвестиционный проект.*

**K. V. PETROSYAN, A. H. GRIGORYAN,
T. A. MIKAELYAN
RISK MANAGEMENT IN INVESTMENT PROJECTS OF
SOFTWARE DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF
REAL OPTIONS**

Summery

In this paper one of the most important and significant problems of the management of complex investment process in software development is examined, namely the problem of decision-making with a high level of uncertainty and incompleteness of knowledge related to changes of the conditions in market, deterioration of technical requirements to the developed software and the behavior of competitors.

In this case, there is a pressing need for a formal scientific basis for the development of adequate mathematical models of strategies to manage software development under various types of uncertainties.

Key words: *software, management, risk, uncertainty, real option, investment project.*