ISSN 2078-3744. Вісник Львів. ун-ту. Серія мех.-мат. 2011. Випуск 74. С. 26–33
Visnyk of the Lviv Univ. Series Mech. Math. 2011. Issue 74. P. 26–33

УДК 519.8, 336.761.6

ПРО ОДНУ ЗАДАЧУ ОПТИМІЗАЦІЇ ФОНДОВОГО ПОРТФЕЛЯ АКЦІЙ ТА ОПЦІОНІВ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СТИЛЮ

Микола БУГРІЙ

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Університетська, 1, Львів, 79000
e-mail: ol_buhrii@i.ua

У рамках нечітко-множинної теорії запропоновано метод розв'язування задачі оптимізації розширеного фондового портфеля акцій, покритих опціонами європейського стилю.

Ключові слова: розширений фондовий портфель, опціони.

1. Вступ. Відомо, що вкладання коштів у цінні папери, особливо в акції, є достатньо ризиковою фінансовою операцією. Однак, формуючи портфель акцій, можна практично звести до нуля його несистематичний ризик: якщо деякі компоненти портфеля матимуть низьку дохідність, то інші можуть певною мірою компенсувати втрати інвестора. Чим більше диверсифікований фондовий портфель акцій, тим менший його рівень несистематичного ризику. Оптимальну диверсифікацію портфеля можна провести, зокрема класичними методами Марковіца [1] або Шарпа [2].

Значно складнішою є задача зменшення систематичного ризику фондового портфеля акцій, породженого невизначеністю фінансового ринку. Цього ризику практично неможливо уникнути, однак зменшити його рівень можна шляхом одночасного хеджування і форсування компонент портфеля опціонами. Такі фондові портфелі часто називають розширеними. Інвестори використовують таку стратегію у випадку, коли є прогнози фінансових аналітиків про значні коливання ринкових цін на акції, однак напрям цих коливань достеменно невідомий.

Якщо дохідності компонент розширеного фондового портфеля вважати випадковими величинами з відомими ймовірнісними розподілами, то щільність розподілу дохідності портфеля можна знайти, наприклад, відомим чисельним методом Монте-Карло. Проте цей метод передбачає громіздку обчислювальну процедуру – десятки тисяч операцій на одну точку межі ефективності портфеля. Для об'ємних фондових портфелів чисельне розв'язування задачі оптимізації займає невиправдано багато оперативного часу.

Одним з можливих варіантів виходу з цієї ситуації є модельна зміна способу врахування невизначеності при формулюванні задачі оптимізації: перехід від випадкових величин до нечітких величин у рамках нечітко-множинної теорії [3]. Зокрема, в [4] у рамках цієї теорії запропоновано чисельний метод розв'язування задачі про оптимізацію фондового портфеля, який містить акції та опціони купівлі та продажу на ці акції. В основу цього методу покладено ітераційний вибір часткового співвідношення компонент фондового портфеля з наступним уточненням глибини покриття кожної акції опціонами.

Наша мета – в рамках нечітко-множинної теорії запропонувати один з можливих варіантів зведення задачі про оптимізацію фондового портфеля акцій, кожна з яких покрита call та put опціонами європейського стилю, до деякої еквівалентної задачі математичного програмування. Це дає змогу (в загальному випадку на підставі методу дефазифікації [5]) не тільки ефективно використовувати стандартні прикладні пакети для розв'язування таких задач оптимізації, а й дає змогу зменшити затрати оперативного часу на цю процедуру.

2. Формулювання нечіткої задачі оптимізації та схема її розв'язування. Нехай інвестор хоче сформувати фондовий портфель з n типів акцій і не планує змінювати цей портфель протягом деякого періоду T. Позначимо через x_i $(i = \overline{1, n})$ – відносну частку акції i-го типу в портфелі, а через r_i^a $(i = \overline{1, n})$ – фінальну дохідність акції i-го типу в момент часу T.

В момент формування фондового портфеля відомі експертні дані про те, що ринкова ціна саме цих n типів акцій протягом періоду T може зазнати значних коливань, однак експерти не можуть впевнено визначити напрям цих коливань. У цьому випадку інвестор може застрахувати свій портфель акцій від коливання ринкових цін на них, сформувавши розширений фондовий портфель, тобто покрити кожну акцію i-го типу call та put опціоном європейського стилю з різними цінами виконання і терміном дії T. Така опціонна стратегія називається "стренгл" (long strangle) [6].

Отже, в зазначених умовах інвестор формує розширений фондовий портфель, який містить n типів акцій, n наборів call-опціонів і n наборів put-опціонів європейського стилю на ці акції. Позначимо через x_i $(i = \overline{n + 1, 2n})$ – відносну частку збірки "акція $(i - n)$-го типу – call-опціон з i-го набору, який повністю форсує цю акцію", через x_i $(i = \overline{2n + 1, 3n})$ – відносну частку збірки "акція $(i - 2n)$-го типу – put-опціон з i-го набору, який повністю хеджує цю акцію", через x_i $(i = \overline{3n + 1, 4n})$ – відносну частку збірки "акція $(i - 3n)$-го типу – call-опціон з i-го набору, який повністю форсує цю акцію – put-опціон з i-го набору, який повністю хеджує цю акцію", через r_i^{oc} $(i = \overline{n + 1, 2n})$ – фінальну дохідність (в момент часу T) збірки "акція $(i - n)$-го типу – call-опціон з i-го набору, який повністю форсує цю акцію", через r_i^{op} $(i = \overline{2n + 1, 3n})$ – фінальну дохідність (в момент часу T) збірки "акція $(i - 2n)$-го типу – put-опціон з i-го набору, який повністю хеджує цю акцію", а через r_i^{ocp} $(i = \overline{3n + 1, 4n})$ – фінальну дохідність (в момент часу T) збірки "акція $(i - 3n)$-го типу – call-опціон з i-го набору, який повністю форсує цю акцію – put-опціон з i-го набору, який повністю хеджує цю акцію". Всього розширений портфель містить $4n$

компонент з відносними частками x_i $(i = \overline{1,4n})$, причому

$$\sum_{i=1}^{4n} x_i = 1, \tag{1}$$

$$0 \leqslant x_i \leqslant 1, \quad (i = \overline{1,4n}). \tag{2}$$

Нехай у момент формування розширеного фондового портфеля стосовно основних фінансових параметрів, які його характеризують, наявна така інформація.

1. Ринкова ціна акції i-го типу становить $S_{i,0}$ $(i = \overline{1,n})$.
2. На підставі експертних даних показано, що на момент часу T ринкова ціна акції i-го типу перебуватиме в інтервалі $[S_{i,min}, S_{i,max}]$ $(i = \overline{1,n})$, тобто буде нечітким числом прямокутного вигляду [3].
3. Ринкова ціна call-опціону з i-го набору, який форсує акцію i-го типу на 100%, становить $C_{i,c}$ $(i = \overline{n+1,2n})$.
4. Ціна виконання call-опціону з i-го набору, який форсує акцію i-го типу на 100%, становить $X_{i,c}$ $(i = \overline{n+1,2n})$, причому $S_{i-n,min} < X_{i,c} < S_{i-n,max}$ $(i = \overline{n+1,2n})$.
5. Ринкова ціна put-опціону з i-го набору, який хеджує акцію i-го типу на 100%, становить $C_{i,p}$ $(i = \overline{2n+1,3n})$.
6. Ціна виконання put-опціону з i-го набору, який хеджує акцію i-го типу на 100%, становить $X_{i,p}$ $(i = \overline{2n+1,3n})$, причому $S_{i-2n,min} < X_{i,p} < X_{i-n,c} <$ $< S_{i-2n,max}$ $(i = \overline{2n+1,3n})$.

На підставі цих експертних даних можна обчислити нечітку дохідність (інтервал дохідності) розширеного фондового портфеля, який розглядають у момент часу T (момент експірації опціонів).

Справді, якщо акція i-го типу не покривається опціонами, то дохідність цієї акції в момент часу T характеризується нечітким числом r_i^a прямокутного вигляду

$$r_i^a = [r_{i,min}^a, r_{i,max}^a] = \left[\frac{S_{i,min} - S_{i,0}}{T \cdot S_{i,0}}, \frac{S_{i,max} - S_{i,0}}{T \cdot S_{i,0}}\right] \quad (i = \overline{1,n}). \tag{3}$$

Оскільки абсолютний прибуток $I_{i,c}$ $(i = \overline{n+1,2n})$ call-опціону європейського стилю з i-го набору в момент часу T за умови 100% форсування відповідної акції обчислюють за формулою [6]

$$I_{i,c} = \max\{0, S_{i-n} - X_{i,c}\} - C_{i,c} = \begin{cases} S_{i-n} - X_{i,c} - C_{i,c}, & S_{i-n} > X_{i,c}, \\ -C_{i,c}, & S_{i-n} \leqslant X_{i,c}, \end{cases}$$

де S_{i-n} $(i = \overline{n+1,2n})$ – ринкова ціна відповідної акції в момент часу T, то дохідність збірки "акція i-го типу – call-опціон з i-го набору" в момент часу T характеризується нечітким числом r_i^{oc} прямокутного вигляду

$$r_i^{oc} = [r_{i,min}^{oc}, r_{i,max}^{oc}] = \left[\frac{S_{i-n,min} - S_{i-n,0} - C_{i,c}}{T \cdot (C_{i,c} + S_{i-n,0})},\right.$$

$$\left.\frac{2S_{i-n,max} - X_{i,c} - S_{i-n,0} - C_{i,c}}{T \cdot (C_{i,c} + S_{i-n,0})}\right] \quad (i = \overline{n+1,2n}). \tag{4}$$

Аналогічно, абсолютний прибуток $I_{i,p}$ ($i=\overline{2n+1,3n}$) put-опціону європейського стилю з i-го набору в момент часу T за умови 100% хеджування відповідної акції обчислюють за формулою [6]

$$I_{i,p}=\max\{0,X_{i,p}-S_{i-n}\}-C_{i,p}=\begin{cases} X_{i,p}-S_{i-n}-C_{i,p}, & X_{i,p}>S_{i-n},\\ -C_{i,p}, & X_{i,p}\leqslant S_{i-n},\end{cases}$$

де S_{i-n} ($i=\overline{n+1,2n}$) – ринкова ціна відповідної акції в момент часу T, тому дохідність збірки "акція i-го типу – put-опціон з i-го набору" в момент часу T характеризується нечітким числом r_i^{op} прямокутного вигляду

$$r_i^{op}=[r_{i,min}^{op},r_{i,max}^{op}]=$$
$$=\left[\frac{X_{i,p}-S_{i-2n,0}-C_{i,p}}{T\cdot(C_{i,p}+S_{i-2n,0})},\frac{S_{i-2n,max}-S_{i-2n,0}-C_{i,p}}{T\cdot(C_{i,p}+S_{i-2n,0})}\right],\quad (i=\overline{2n+1,3n}). \tag{5}$$

Використовуючи формули (4), (5), легко показати, що дохідність збірки "акція i-го типу – call-опціон з i-го набору, який повністю форсує цю акцію – put-опціон з i-го набору, який повністю хеджує цю акцію" в момент часу T характеризується нечітким числом r_i^{ocp} прямокутного вигляду

$$r_i^{ocp}=[r_{i,min}^{ocp},r_{i,max}^{ocp}]=\left[\frac{X_{i-n,p}-S_{i-3n,0}-C_{i-n,p}-C_{i-2n,c}}{T\cdot(C_{i-n,p}+C_{i-2n,c}+S_{i-3n,0})},\right.$$
$$\left.\frac{2S_{i-3n,max}-X_{i-2n,c}-S_{i-3n,0}-C_{i-n,p}-C_{i-2n,c}}{T\cdot(C_{i-n,p}+C_{i-2n,c}+S_{i-3n,0})}\right],\quad (i=\overline{3n+1,4n}). \tag{6}$$

Тепер на підставі (3) – (6) знайдемо, що дохідність розширеного фондового портфеля акцій, одночасно покритих call та put опціонами європейського стилю виконання, в момент часу T характеризується нечітким числом r прямокутного вигляду

$$r(x)=[r_{min}(x),r_{max}(x)]=\left[\sum_{i=1}^{n}x_i\cdot\frac{S_{i,min}-S_{i,0}}{T\cdot S_{i,0}}+\sum_{i=n+1}^{2n}x_i\frac{S_{i-n,min}-S_{i-n,0}-C_{i,c}}{T\cdot(C_{i,c}+S_{i-n,0})}+\right.$$
$$+\sum_{i=2n+1}^{3n}x_i\frac{X_{i,p}-S_{i-2n,0}-C_{i,p}}{T\cdot(C_{i,p}+S_{i-2n,0})}+\sum_{i=3n+1}^{4n}x_i\frac{X_{i-n,p}-S_{i-3n,0}-C_{i-n,p}-C_{i-2n,c}}{T\cdot(C_{i-n,p}+C_{i-2n,c}+S_{i-3n,0})},$$
$$\sum_{i=1}^{n}x_i\cdot\frac{S_{i,max}-S_{i,0}}{T\cdot S_{i,0}}+\sum_{i=n+1}^{2n}x_i\frac{2S_{i-n,max}-X_{i,c}-S_{i-n,0}-C_{i,c}}{T\cdot(C_{i,c}+S_{i-n,0})}+$$
$$+\sum_{i=2n+1}^{3n}x_i\frac{S_{i-2n,max}-S_{i-2n,0}-C_{i,p}}{T\cdot(C_{i,p}+S_{i-2n,0})}+$$
$$\left.+\sum_{i=3n+1}^{4n}x_i\frac{2S_{i-3n,max}-X_{i-2n,c}-S_{i-3n,0}-C_{i-n,p}-C_{i-2n,c}}{T\cdot(C_{i-n,p}+C_{i-2n,c}+S_{i-3n,0})}\right]. \tag{7}$$

Формуючи розширений фондовий портфель, інвестор передусім обов'язково фіксує нормативний параметр – нижню межу дохідності портфеля. У випадку, який розглядається, нижню межу дохідності портфеля задамо у вигляді нечіткого прямокутного числа

$$r^P=[r_{min}^P,r_{max}^P]. \tag{8}$$

Оскільки ступінь ризику інвестицій у портфель залежатиме від того, наскільки дохідність портфеля буде нижчою від нормативної, то очевидно, що рівень ризику інвестицій у розширений фондовий портфель з дохідністю (7) буде визначатися взаємним розміщенням інтервалів (7), (8). У цьому зв'язку ризик того, що дохідність розширеного фондового портфеля, який розглядається, буде нижчою (вищою) від нормативної, можна обчислити за такою формулою [7]:

$$R = \begin{cases} 0, & r^P_{max} \leqslant r_{min}, \\ \dfrac{(r^P_{max} - r_{min})^2}{2(r^P_{max} - r^P_{min})(r_{max} - r_{min})}, & r^P_{min} < r_{min} < r^P_{max} \leqslant r_{max}, \\ \dfrac{r^P_{min} + r^P_{max} - 2r_{min}}{2(r_{max} - r_{min})}, & r_{min} \leqslant r^P_{min} < r^P_{max} \leqslant r_{max}, \\ \dfrac{2r^P_{max} - r_{min} - r_{max}}{2(r^P_{max} - r^P_{min})}, & r^P_{min} \leqslant r_{min} < r_{max} \leqslant r^P_{max}, \\ 1 - \dfrac{(r_{max} - r^P_{min})^2}{2(r^P_{max} - r^P_{min})(r_{max} - r_{min})}, & r_{min} \leqslant r^P_{min} \leqslant r_{max} \leqslant r^P_{max}, \\ 1, & r_{max} \leqslant r^P_{min}. \end{cases} \tag{9}$$

За цільову функцію в задачі оптимізації розширеного фондового портфеля акцій, одночасно покритих call та put опціонами європейського стилю виконання, природно вибрати його середньо-очікувану дохідність, тобто половину алгебричної суми кінців інтервалу дохідності (7). Оптимізувати портфель в такому формулюванні означає максимізувати його середньо-очікувану дохідність у момент часу T при заданому (фіксованому) значенні ризику $R = R_0$. З огляду на це формалізований запис задачі оптимізації розширеного фондового портфеля акцій, одночасно покритих call та put опціонами європейського стилю виконання, набуде такого вигляду

$$r(x_1, ..., x_{4n}) = \frac{r_{min}(x_1, ..., x_{4n}) + r_{max}(x_1, ..., x_{4n})}{2} = \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot \frac{S_{i,min} + S_{i,max} - 2S_{i,0}}{2 \cdot T \cdot S_{i,0}} +$$
$$+ \sum_{i=n+1}^{2n} x_i \frac{S_{i-n,min} + 2S_{i-n,max} - X_{i,c} - 2S_{i-n,0} - 2C_{i,c}}{2 \cdot T \cdot (C_{i,c} + S_{i-n,0})} +$$
$$+ \sum_{i=2n+1}^{3n} x_i \frac{S_{i-2n,max} + X_{i,p} - 2S_{i-2n,0} - 2C_{i,p}}{2 \cdot T \cdot (C_{i,p} + S_{i-2n,0})} +$$
$$+ \sum_{i=3n+1}^{4n} x_i \frac{2S_{i-3n,max} - X_{i-2n,c} + X_{i-n,p} - 2S_{i-3n,0} - 2C_{i-n,p} - 2C_{i-2n,c}}{2 \cdot T \cdot (C_{i-n,p} + C_{i-2n,c} + S_{i-3n,0})} \to \max, \tag{10}$$

$$\sum_{i=1}^{4n} x_i = 1, \tag{11}$$

$$0 \leqslant x_i \leqslant 1, \quad (i = \overline{1, 4n}), \tag{12}$$

$$R(x_1, ..., x_{4n}, r^P_{min}, r^P_{max}) = R_0. \tag{13}$$

Для побудови розв'язку задачі (10)-(13) в загальному випадку потрібно врахувати те, що умова (13) має нестандартний ("гіллястий") вигляд: за відомої структури розширеного фондового портфеля притаманний йому рівень ризику обчислюється на підставі однієї з гілок формули (9) залежно від взаємного розміщення інтервалів дохідності (7), (8). Якщо ж структуру розширеного фондового портфеля визначають шляхом розв'язування задачі оптимізації, то відповідну гілку формули (9) потрібно включити в обмеження на шуканий розв'язок. Тоді задача (10)-(13) зводиться до однієї з таких шести задач математичного програмування, для кожної з яких умову (13) треба конкретизувати на підставі співвідношення (9).

Для теоретично безризикового розширеного портфеля акцій і опціонів ($R_0 = 0$) умова, еквівалентна (13), запишемо у вигляді

$$r_{min}(x) \geqslant r^P_{max}. \tag{14}$$

Аналогічно, для портфеля з ризиком $R_0 = 1$ замість умови (13) потрібно розглянути умову

$$r_{max}(x) \leqslant r^P_{min}. \tag{15}$$

Для визначення складових оптимального за дохідністю розширеного фондового портфеля акцій і опціонів у випадку, коли ризик портфеля $R_0 \in (0, 1)$, умову (13) в задачі оптимізації потрібно конкретизувати так.

Якщо

$$r^P_{min} < r_{min}(x) < r^P_{max} \leqslant r_{max}(x),$$

то (13) треба замінити такими умовами:

$$(r^P_{max} - r_{min}(x))^2 = 2R_0(r^P_{max} - r^P_{min})(r_{max}(x) - r_{min}(x)),$$

$$r_{min}(x) > r^P_{min}, \quad r_{min}(x) < r^P_{max}, \quad r_{max}(x) \geqslant r^P_{max}. \tag{16}$$

Коли

$$r_{min}(x) \leqslant r^P_{min} < r^P_{max} \leqslant r_{max}(x),$$

то замість умови (13) потрібно розглянути такі умови:

$$r^P_{min} + r^P_{max} - 2r_{min}(x) = 2R_0(r_{max}(x) - r_{min}(x)),$$

$$r_{min}(x) \leqslant r^P_{min}, \quad r^P_{min} < r^P_{max}, \quad r_{max}(x) \geqslant r^P_{max}. \tag{17}$$

У випадку

$$r^P_{min} \leqslant r_{min}(x) < r_{max}(x) \leqslant r^P_{max}$$

умова (13) еквівалентна умовам

$$2r^P_{max} - r_{min}(x) - r_{max}(x) = 2R_0(r^P_{max} - r^P_{min}),$$

$$r_{min}(x) \geqslant r^P_{min}, \quad r_{min}(x) < r_{max}(x), \quad r_{max}(x) \leqslant r^P_{max}. \tag{18}$$

Якщо

$$r_{min}(x) \leqslant r^P_{min} \leqslant r_{max}(x) \leqslant r^P_{max},$$

то умову (13) треба замінити системою умов

$$(r_{max}(x) - r^P_{min})^2 = 2(1 - R_0)(r^P_{max} - r^P_{min})(r_{max}(x) - r_{min}(x)),$$

$$r_{min}(x) \leqslant r^P_{min}, \quad r_{max}(x) \leqslant r^P_{max}, \quad r_{max}(x) \geqslant r^P_{min}. \tag{19}$$

Зауважимо, що співвідношення (14)-(19) явно записують через невідомі частки x_i $(i = \overline{1, 4n})$ відповідних компонент фондового портфеля опціонів, оскільки через ці параметри явно виражаються функції $r_{min}(x)$, $r_{max}(x)$ з (7).

Отже, за заданих значень параметрів $S_{i,min}$, $S_{i,max}$ $(i = \overline{1, n})$, $C_{i,c}$, $X_{i,c}$ $(i = \overline{n+1, 2n})$, $C_{i,p}$, $X_{i,p}$ $(i = \overline{2n+1, 3n})$, r^P_{min}, r^P_{max}, T, R_0, складові x_i $(i = \overline{1, 4n})$ фондового портфеля акцій і опціонів європейського стилю повинні бути розв'язком однієї з задач ((8), (9), (10), (14)) - ((8), (9), (10), (19)) залежно від взаємного розміщення інтервалів (7), (8). Для побудови межі ефективності цього портфеля в системі координат "ризик недопустимо низької дохідності портфеля – максимум середньо-очікуваної дохідності портфеля" потрібно розв'язати відповідну задачу оптимізації, змінюючи параметр R_0 в межах $R_{0,min} \leqslant R_0 \leqslant R_{0,max}$, де $R_{0,min}$, $R_{0,max}$ – ризик компоненти портфеля з найменшою та найбільшою дохідністю відповідно.

3. Висновки. Заміна стандартного способу моделювання дохідності активів (як випадкових величин) нечіткими значеннями (інтервалами) дохідностей цих активів допомогла сформулювати й описати схему розв'язування задачі оптимізації розширеного фондового портфеля акцій, одночасно покритих опціонами європейського стилю виконання. Побудова розв'язку задачі оптимізації зводиться до розв'язування деякої задачі математичного програмування. Це дає змогу не тільки побудувати межу ефективності портфеля в системі координат "ризик недопустимо низької дохідності портфеля – максимум середньо-очікуваної дохідності портфеля", але і значно зменшити затрати оперативного часу на розв'язування задачі оптимізації.

Список використаної літератури

1. *Markovitz H.M.* Portfolio Selection / *Markovitz H.M.* // Journal of Finance. – 1952. – Vol. 7. – P. 77-91.
2. *Sharpe W.F.* Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk / *Sharpe W.F.* // Journal of Finance. – 1964. – Vol. 19. – P. 425-442.
3. *Заде Л.А.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / *Заде Л.А.* – М., 1976.
4. *Недосекин А.О.* Оптимизация фондового портфеля, содержащего как подлежащие активы, так и опционы / *Недосекин А.О.* // Банки и Риски. – 2005. – № 2. (http://www.ifel.ru/br2/12.pdf)
5. *Сявавко М.* Математичне моделювання за умов невизначеності. / *Сявавко М., Рибицька О.* – Л., 2000.
6. *Іващук Н.Л.* Ринок деривативів: економіко-математичне моделювання процесів ціноутворення. / *Іващук Н.Л.* – Л., 2008.
7. *Недосекин А.О.* Оценка риска инвестиций для произвольно-размытых факторов инвестиционного проекта. / *Недосекин А.О., Кокош А.М.* http://sedok.narod.ru/sc_group_2003.html

Стаття: надійшла до редакції 01.05.2011
прийнята до друку 21.09.2011

ON SOME OPTIMIZATION PROBLEM OF THE STOCK PORTFOLIO COVERED BY OPTIONS OF EUROPEAN STYLE

Mykola BUGRIY

Ivan Franko National University of L'viv,
Universytets'ka Str., 1, L'viv, 79000
e-mail: ol_buhrii@i.ua

Using fuzzy-plural theory we find the method of solving of optimization's problems for the extended portfolio of the stocks. This stocks are covered by the call and put-options of European style.

Key words: extended portfolio, option.

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ ФОНДОВОГО ПОРТФЕЛЯ АКЦИЙ И ОПЦИОНОВ ЄВРОПЕЙСКОГО СТИЛЯ

Николай БУГРИЙ

Львовский национальный университет имени Ивана Франко,
ул. Университетская, 1, Львов, 79000
e-mail: ol_buhrii@i.ua

Используя нечётно-множественную теорию предложено метод решения задачи оптимизации расшыренного фондового портфеля акций, покрытых опционами европейского стиля.

Ключевые слова: расширенный фондовой портфель, опционы.