

РАСПРАЦОЎКА ШМАТФУНКЦЫЯНАЛЬНАГА ПРАГРАМНАГА ПРАДУКТУ ДЛЯ АПТЫМАЛЬНАГА ПАРТФЕЛЬНАГА ІНВЕСТАВАННЯ

А. А. Губін

На сусветным фінансавым рынку фондавыя рынкі набылі вядучую ролю. У каштоўных паперах увасоблена вялікая частка фінансавых актываў развітых краін свету, кампаній і прыватных інвестараў. Тым не менш інвеставанне капіталу ў каштоўныя паперы шчыльна звязана з рызыкамі, дзеля змагання з якімі існуюць адмысловыя прылады. Адной з самых эфектыўных стратэгія барацьбы з рызыкай з'яўляецца дыверсіфікаванне. Існуе шэраг падыходаў, паводле якіх ажыццяўляецца фарміраванне дыверсіфікаваных партфеляў, сярод іх варта адзначыць падыходы Марковіца, Тобіна, Блэка-Літэрмана, а таксама *SARF* [1, 2].

Задачай дадзенай працы з'яўляецца распрацоўка паўнаўнаважнага працоўнага месца партфелянага менеджэра, якое б дазваляла абнаўляць з сёдня базу дадзеных па коштах акцый і капіталізацыях кампаній, стаўках *Libor* па ўсіх тэрмінах на асноўныя валюты, а таксама будаваць на іх аснове аптымальныя партфелі актываў паводле мадэляў Марковіца, Тобіна, Блэка – Літэрмана, *SARF* [1, 2] і візуалізаваць вынікі для спрашчэння правядзення даследаванняў [3].

МАТЭМАТЫЧЫЯ МАДЭЛІ І МЕТАДЫ

Матэматычная задача ўяўляе сабой атрыманне партфеля структуры $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ дзе x_i – доля інвеставання ў i -ты актыв партфеля. Яна рашаецца пры дапамозе наступных мадэляў [1, 2]:

мадэль Марковіца:

$$\sigma_p^2 = x^T V x \xrightarrow{x} \min, \mu^T x = \mu_p, I^T x = 1, \quad (1)$$

мадэль Тобіна:

$$\sigma_p = x^T V x = \sigma_r \xrightarrow{x} \min, \mu^T x + \mu_0 x_0 = \mu_p, I^T x + x_0 = 1, \quad (2)$$

дзе μ_p – фіксаваная пажаданая прыбытковасць партфеля, μ_0 – прыбытковасць бязрызыкавага актыву, μ_i – чаканая прыбытковасць актыву i , $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)^T$ – вектар матэматычных чаканняў прыбытковасцяў актываў, $V = (\sigma_{ij})$ – каварыяцыйная матрыца прыбытковасцяў. Параметр μ_p задаецца інвестарам ў залежнасці ад ягоных прыарытэтаў, у якасці μ_0 звычайна бяруць стаўку *Libor* па адпаведнай рынку інвеставання ва-

люце на тэрмін роўны гарызонту інвеставання, μ_i і σ_{ij} ацэньваюцца па гістарычных значэннях прыбытковасцяў акцый кампаній R_{it} (i – нумар кампаніі ў партфелі, t – момант часу) наступным чынам:

$$\mu_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_{it}, \sigma_{ij} = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \mu_i)(R_{jt} - \mu_j), i, j = \overline{1, N}.$$

Мадэль Блэка-Літэрмана [1]:

$$\mu = \left[(\tau \Sigma)^{-1} + P' \Omega^{-1} P \right]^{-1} \left[(\tau \Sigma)^{-1} \Pi + P' \Omega^{-1} Q \right], x = (\lambda \Sigma)^{-1} \mu, \quad (3)$$

дзе μ – апастэрыорны камбінаваны вектар прыбытковасцяў, τ – скаляр, які адлюстроўвае ступень упэўненасці ў поглядах, λ – каэфіцыент адваржэння рызыкі, Σ – каварыяцыйная матрыца вектару прыбытковасцяў, P – матрыца актываў, уваходзячых у погляды, Ω – дыяганальная каварыяцыйная матрыца памылак умоваў, выказаных поглядаў, Π – вектар чаканых раўнаважных прыбытковасцяў, які базуецца на ўваходным партфелі структуры u : $\Pi = \lambda \Sigma u$, Q – вектар поглядаў, які задаецца экзагенна інвестарам у залежнасці ад ягоных меркаванняў. Такім чынам, перад прылажэннем стаяць наступныя матэматычныя задачы:

- статыстычнае ацэньванне параметраў прыбытковасцяў;
- аптымізацыя структуры партфелю на аснове абранай мадэлі;
- аналіз эфектыўнасці сфарміраванага партфелю.

АПІСАННЕ РАСПРАЦАВАНАГА ПРАГРАМНАГА ПРАДУКТУ

Для дасягнення вышэйагучаных мэтай на мове праграмавання высокага ўзроўню C# з выкарыстаннем тэхналогій *WinForms*, *SQL-connection*, *net-client*, а таксама паралельных вылічэнняў [3] быў распрацаваны праграмны прадукт. Далей прыведзена ягонае апісанне.

На дадзены момант актыўнымі элементамі асноўнага меню з'яўляюцца наступныя элементы: абнаўленне капіталізацый, абнаўленне ставак *Libor*, абнаўленне коштаў акцый.

У прылажэнні таксама даступнае меню пераключэння закладак (малюнак 1, элемент 14), якое служыць для хуткага аналізу і параўнання партфеляў і мае наступныя спецыфікацыі: закладкі ўводу дадзеных адносна партфелю, доступу да БД (дазваляе ўводзіць *SQL*-запыты і аналізаваць атрыманыя дадзеныя), графікі змянення кошту акцый, графікі прыбытковасцяў акцый, гістаграмы размеркавання прыбытковасцяў, асноўныя параметры і характарыстыкі партфелю, структуры партфелю і памераў актываў партфелю на рынку ў графічнай форме, а таксама структуры вектараў чаканых прыбытковасцяў актываў партфелю у графічнай форме.

Асноўным інструментам для фарміравання партфеляў служыць панэль уводу параметраў партфелю (малюнак 1, элементы 1-13), яна дазваляе: праглядаць спісы кампаній, далучаных да бягучага партфелю (1), усіх даступных кампаній (2), абіраць пачатковую дату перыяду назірання (3), дату сканчэння перыяду назірання (4), стаўкі безрызыкавага актыву (5), мадэль партфелю (6), мадэль аптымізацыі рызыкі (7), фіксаваную прыбытковасць (для адпаведных мадэляў) (8), ступень упэўненасці τ (для мадэлі Блэка-Літэрмана) (9), індывідуальныя погляды (для мадэлі Блэка-Літэрмана) (10), мадэль разліку прыбытковасці (11), праглядаць статус галоўнай кансолі прылажэння, на якую ажыццяўляецца вывад усёй неабходнай інфармацыі пра працу прылажэння і памылкі, якія ўзнікаюць (12), разлічваць уласна характарыстыкі партфелю (13) – пры кожным паспяховым разліку ствараецца новы партфель, які дадаецца ў прылажэнне для далейшага аналізу.

1. Companies list: Agilent Technolog, Barnes Group Inc, Boeing Company, Citigroup Inc. C, Genpact Limited C, United States Ste

2. Select Company dropdown

3. Start Date: 18 лістапада 2010

4. End Date: 19 лістапада 2010

5. Period and Risk Free Rate: Libor 1w

6. Select Portfolio Optimization Model: Black-Litterman

7. Select Risk-Return Optimization: Max Return subtract Risk

8. Fixed Return: 0.15117573

9. Tau: 0.025

10. Views table:

	Out Performed (delimiter - :)	Under Performed (delimiter - :)	Value	Confidence
	Citigroup Inc. C		0.002	0.4
	United States Ste	Agilent Technolog	0.0037	0.4

11. Profitability calculation method: Log(a)-Log(b)

12. Logger output:

```

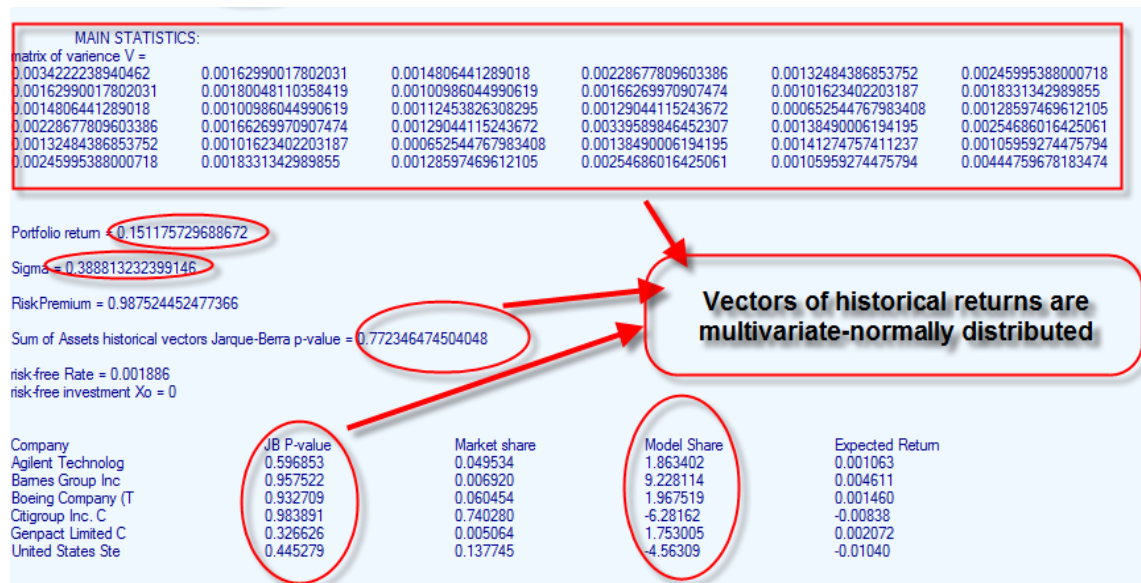
2.669376403988957
Wk 100 =
1.51562621638453
9.22811496400017
1.54431313607605
3.8124962316111
1.753008534871377
1.36405632996453
  
```

13. Calculate button

14. Bottom navigation bar: WorkingSpreadSheet, Data Base Spread Sheet, Adj. Close RatesGraphs #1, ProfitabilityGraphs #1, Histogram #1, Report #1, Weights Bar Charts #1, Weights Pie Charts #1, Returns Bar Charts #1

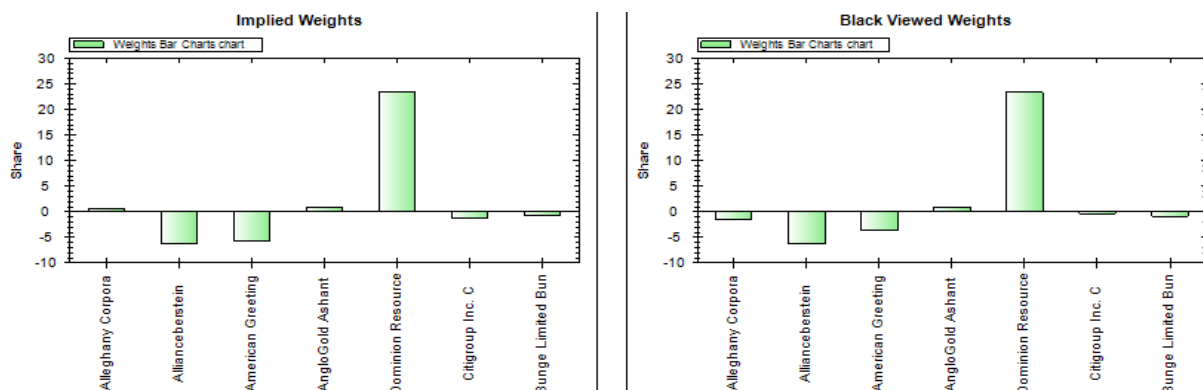
Малюнак 1. Панэлі ўводу дадзеных і пераключэння закладак

Некаторыя вынікі працы прылажэння прадстаўленыя на малюнку 2. У прыватнасці, на дадзенай закладцы можна назіраць каварыяцыйную матрыцу прыбытковасцяў, вектар чаканых прыбытковасцяў, прыбытковасць партфелю, ягоную структуру, валацільнасць, прэмію за рызыку, у дадатак, даступныя P -значэнні статыстыкі Жака – Бера для прыбытковасцяў кожнага актыву і партфелю агулам, таксама даступна структура аб’ёмаў гандлю акцыямі кампаній, якія ўваходзяць у партфель.



Малюнак 2. Справоздача па партфелі

На малюнку 3 графічна прадстаўлена структура партфелю паводле Блэка-Літэрмана, аналагічныя прадстаўленні існуюць для вектараў чаканых прыбытковасцяў. Таксама даступныя графікі гістарычных прыбытковасцяў і коштаў акцый і кругавыя дыяграмы памераў гандлю акцыямі на рынку.



Малюнак 3. Графічнае прадстаўленне структуры партфелю

Такім чынам, распрацаваная праграма ўяўляе сабой паўнаўладнасны інструмент партфельнага менеджэра, які дазваляе наладзіць працэс стварэння аптымальных інвестыцыйных партфеляў, інтэрпрэтавання іх вынікаў і ажыццяўлення прасунутай якаснай і колькаснай аналітыкі.

Літаратура

1. Thomas M. Idzorek Black-Litterman Model. Zephyr , 2004.
2. Малюгин В. И. Рынок ценных бумаг. М.: Дело, 2003.
3. Эндрью Троэлсен Язык программирования C#. М.: Вильямс, 2011.