

УДК 378.1:330.46

Роскладка А.А.

доктор економічних наук, доцент,
професор кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем
Київського національного торговельно-економічного університету

ТЕОРІЯ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ У ЗАДАЧІ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРУ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН

THEORY OF INVESTMENT PORTFOLIO IN THE PROBLEM OF CHOOSING THE OPTIMAL SET OF ACADEMIC DISCIPLINES

АНОТАЦІЯ

У статті досліджується проблема вибору множини навчальних дисциплін. В основі досліджених у межах статті задач лежить принцип диверсифікації, тобто розподілу фонду вищого навчального закладу між вибірковими дисциплінами з різними ризиками, доходами й кореляціями з метою мінімізації несистематичного ризику. Розглянутий у статті підхід може бути використано вищими навчальними закладами для оптимізації навчального процесу.

Ключові слова: портфель цінних паперів, навчальний процес, вищий навчальний заклад, мінімальний ризик, максимальний дохід.

АННОТАЦИЯ

В статье исследуется проблема выбора множества учебных дисциплин. В основе исследованных в рамках статьи задач лежит принцип диверсификации, то есть распределения фонда высшего учебного заведения между выборочными дисциплинами с различными рисками, доходами и корреляциями с целью минимизации несистематического риска. Рассмотренный в статье подход может быть использован высшими учебными заведениями для оптимизации учебного процесса.

Ключевые слова: портфель ценных бумаг, учебный процесс, высшее учебное заведение, минимальный риск, максимальный доход.

ANNOTATION

The problem of a choice of a set of academic disciplines is investigated in article. The principle of diversification that is distribution of fund of a higher educational establishment between selective disciplines with various risks, the income and correlations for the purpose of minimization of unsystematic risk is the basis of the tasks investigated within this article. Higher educational establishments for optimization of educational process can use the approach considered in article.

Keywords: investment portfolio, educational process, higher educational establishment, minimum risk, maximum income.

Постановка проблеми. Проблема оптимізації навчального процесу в різних типах навчальних закладів усе більше привертає увагу як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників, що зумовлюється пошуком інноваційних підходів до організації процесу.

У процесі демократизації системи вищої освіти вищі навчальні заклади та студенти мають право обирати для викладання або вивчення певний набір навчальних дисциплін. Особливої актуальності проблема вибору переліку навчальних дисциплін набула останнім часом із розвитком системи дистанційної освіти.

Сучасний вищий навчальний заклад (далі – ВНЗ) є повноцінним суб'єктом економіки, тому

організацію діяльності ВНЗ можна здійснювати в межах моделі управління економічною системою. Зокрема, проблема вибору оптимального набору навчальних дисциплін може досліджуватися в межах теорії портфеля цінних паперів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні проблеми впровадження інноваційних методів управління в галузі вищої освіти є предметом активного дослідження українських і зарубіжних науковців [1–6]. Зокрема, математичні методи й моделі управління ВНЗ розглянуто в роботах таких учених, як Б.І. Мокін [4], Т.М. Томана [5], А.С. Вінюков-Проценко [6], а також у нашій розвідці [3].

Сутність теорії портфеля цінних паперів та її застосування для вирішення прикладних економічних задач розкрито, зокрема, у праці В.В. Вітлінського [7] та посібнику «Портфельне інвестування» [8].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На відміну від виробничих підприємств, ВНЗ є слабко вивченою економічною системою. Спонтанне й ситуаційне керування процесами ВНЗ часто призводить до провалу. Лише зважений науковий підхід та обґрунтована адаптація економіко-математичних категорій і методів здатні забезпечити належний рівень якості діяльності вищого навчального закладу.

Для ВНЗ одним із найважливіших завдань є визначення оптимальної структури навчальних дисциплін та вибір методів її формування. Таким чином, теорія портфеля цінних паперів може ефективно використовуватися в системі планування навчальної діяльності вищого навчального закладу.

Метою статті є дослідження ефективності застосування теорії оптимізації портфеля для формування множини вибіркових дисциплін у межах оптимізації управління навчальним процесом діяльності вищого навчального закладу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Узгодження максимізації норми прибутку й мінімізації ризику навіть у класичній теорії портфеля цінних паперів не є простим, оскільки на досить ефективному ринку цінні папери з високою нормою прибутку характеризуються, відповідно, високим ступенем ризику. Особа, яка

приймає рішення, шукає такі можливості щодо розміщення капіталу, за яких зі збільшенням норми прибутку одночасно зменшувався б ступінь ризику.

Суть портфельної оптимізації навчального процесу ВНЗ полягає в тому, щоб вибрати із сукупності альтернативних об'єктів (навчальних дисциплін) ту підмножину, яка протягом заданого періоду принесе власнику портфеля (вищому навчальному закладу) найкращий результат.

Під найкращим результатом у різних випадках будемо розуміти або максимальний дохід, або заданий рівень доходу за мінімального ризику, або певний критерій ефективності навчання, можливо, з урахуванням додаткових обмежень зовнішнього середовища й переваг особи, яка приймає рішення.

Припустимо, що за вільним вибором студентів, які успішно засвоюють модулі індивідуального навчального плану та бажають спеціалізуватися у визначеній галузі знань, можливе вивчення певного блоку кредитних модулів для виконання дипломної чи магістерської роботи або для поглибленого вивчення певних дисциплін.

Введемо умовні позначення:

x_i – частка навчального навантаження, яку студент відвідав для вивчення певної дисципліни;

m_i – загальна вартість викладання дисципліни i ;

σ_i – ризик того, що дисципліну з номером i не буде обрано;

ρ_{ij} – коефіцієнт кореляції дисциплін i та j .

Складаємо цільову функцію, сутність якої полягає у виборі такої структури набору дисциплін, щоб ризик цієї множини був мінімальним.

Сподіваною нормою доходу дисципліни виступає вартість викладання m_i дисципліни, яку студенти сплачують, вивчаючи дисципліну з номером i . Розглянемо множину з 10 навчальних предметів, з якої студенти мають обрати певний набір дисциплін. Нехай сподівані норми прибутку (у тис. грн.) дисциплін мають значення, наведені в таблиці 1, а ризики необрання студентами відповідних дисциплін наведено в таблиці 2.

У запропонованому наборі дисципліни за змістом пов'язані між собою. Якщо вибір однієї дисципліни спричиняє достатню ймовірність вибору іншої, то між ними існує позитивний кореляційний зв'язок. Якщо ж, навпаки, вибір певної дисципліни достатньою мірою спонукає до необрання іншої, то між ними існує нега-

тивна кореляція. Тісноту зв'язку між нормами доходу цих дисциплін відображають коефіцієнти кореляції. Припустимо, що для нашої задачі відповідні коефіцієнти кореляції ρ_{ij} задаються такою кореляційною матрицею:

$$\rho_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 0.3 & 0.7 & 0.4 & 0.9 & 0.4 & -0.8 & 0.4 & 0.9 & -0.3 \\ 0.3 & 1 & 0.5 & 0.8 & -0.6 & 0.5 & 0.6 & 0.6 & 0.8 & 0.4 \\ 0.7 & 0.5 & 1 & -0.6 & 0.7 & 0.9 & 0.2 & -0.8 & 0.7 & 0.5 \\ 0.4 & 0.8 & -0.6 & 1 & 0.3 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.6 & 0.6 \\ 0.9 & -0.6 & 0.7 & 0.3 & 1 & -0.4 & -0.4 & 0.9 & 0.5 & -0.7 \\ 0.4 & 0.5 & 0.9 & 0.8 & -0.4 & 1 & 0.9 & 0.4 & -0.4 & 0.8 \\ -0.8 & 0.6 & 0.2 & 0.8 & -0.4 & 0.9 & 1 & 0.2 & 0.3 & 0.9 \\ 0.4 & 0.6 & -0.8 & 0.8 & 0.9 & 0.4 & 0.2 & 1 & 0.2 & 0.2 \\ 0.9 & 0.8 & 0.7 & 0.6 & 0.5 & -0.4 & 0.3 & 0.2 & 1 & 0.3 \\ -0.3 & 0.4 & 0.5 & 0.6 & -0.7 & 0.8 & 0.9 & 0.2 & 0.3 & 1 \end{pmatrix}$$

Для збереження доходу необхідно сформувати із цих дисциплін портфель, що має мінімальний ризик, і визначити сподівану норму доходу ВНЗ.

Згідно з умовою задачі складаємо матрицю коефіцієнтів цільової функції, елементами якої є відповідні коефіцієнти коваріації σ_{ij} [7, с. 157] навчальних дисциплін:

$$\sigma_{12} = \sigma_{21} = \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \rho_{12} = 10 \cdot 20 \cdot 0.3 = 60;$$

$$\sigma_{13} = \sigma_{31} = \sigma_1 \cdot \sigma_3 \cdot \rho_{13} = 10 \cdot 15 \cdot 0.7 = 105.$$

За цим принципом розраховуємо коефіцієнти σ_{ij} для всіх десяти дисциплін. У результаті маємо таку коваріаційну матрицю:

$$F = \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} x_i x_j \sigma_{ij} \rightarrow \min$$

$$x_1 + \dots + x_{10} = 1;$$

$$x_i \geq 0, i = 1, \dots, 10$$

Математична модель задачі збереження доходу вищого навчального закладу матиме такий вигляд:

$\sigma_{ij} =$	100	60	105	80	162	88	-88	64	81	-51
	60	400	150	192	-216	220	132	192	144	136
	105	150	225	-108	189	297	33	-192	94.5	127.5
	80	192	-108	144	64.8	211.2	105.6	153.6	64.8	122.4
	162	-216	189	64.8	324	-158.4	-79.2	259.2	81	-214.2
	88	220	297	211.2	-158.4	484	217.8	140.8	-79.2	299.2
	-88	132	33	105.6	-79.2	217.8	121	35.2	29.7	168.3
	64	192	-192	153.6	259.2	140.8	35.2	256	28.2	54.4
	81	144	94.5	64.8	81	-79.2	29.7	28.2	81	45.9
	-51	136	127.5	122.4	-214.2	299.2	168.3	54.4	45.9	289

Для знаходження значення змінних і мінімальної величини ризику цього портфеля використовуємо математичний пакет *Maple*, підключивши модулі *Simplex* та *Optimization* (див. рис. 1).

Таблиця 1

m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10
20	35	30	25	33	38	29	31	22	32

Таблиця 2

σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_5	σ_6	σ_7	σ_8	σ_9	σ_{10}
10	20	15	12	18	22	11	16	9	17

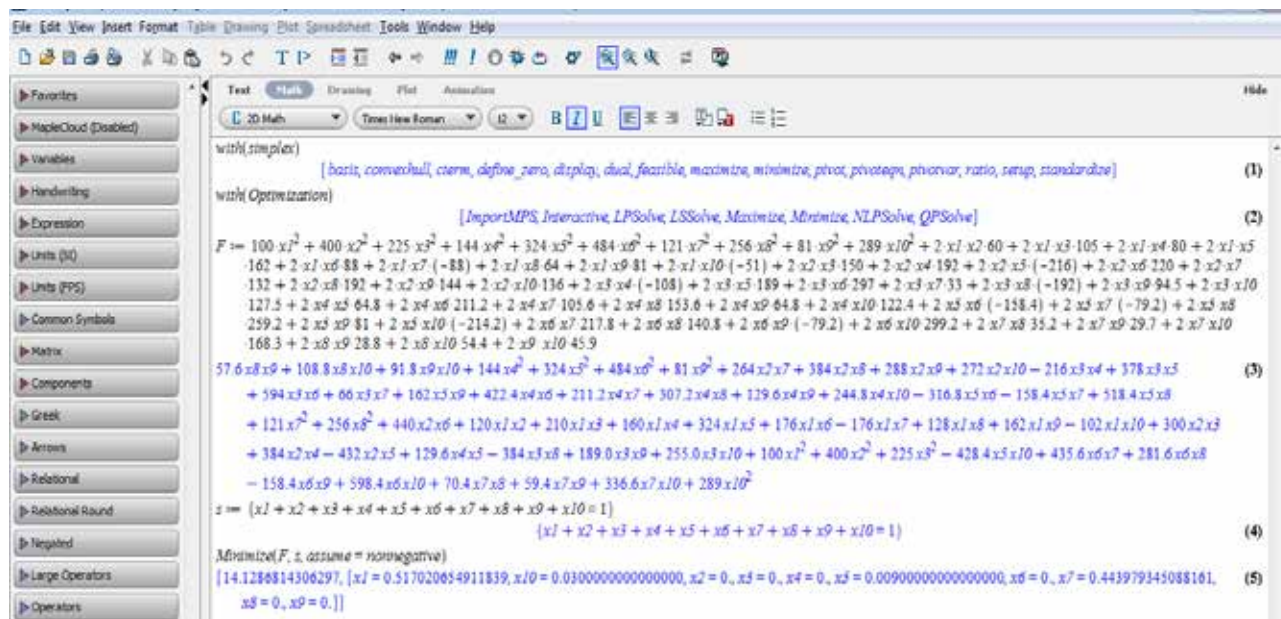


Рис. 1. Розв’язок задачі збереження доходу в Maple

У результаті отримано такі значення:

$$x_1 = 0.517, x_5 = 0.009, x_7 = 0.444, x_{10} = 0.03,$$

$$x_2 = x_3 = x_4 = x_6 = x_8 = x_9 = 0$$

Сподівана норма доходу портфеля становить $m=24473$ грн. При цьому мінімальна величина ризику серед усіх портфельів, сформованих із десяти дисциплін, становить 14,13%.

Таким чином, пріоритет дисципліни з номером 1 складає 52%, на дисципліну 7 припадає, відповідно, 44%, на 10 – 3%, на 5 – 0,9%. Отже, для збереження доходу за мінімізації ризику портфель повинен складатися з таких дисциплін, як 1, 5, 7 та 10. Згідно з оптимальним

розв’язком задачі вивчення інших дисциплін не передбачається.

Структуру оптимального портфеля для задачі збереження доходу наведено на рис. 2.

Розглянемо задачу отримання бажаного доходу.

Сутність цієї задачі полягає у виборі такої структури, щоб сподівана норма доходу цього портфеля була не меншою від зафіксованого рівня m_c , а його ризик при цьому був мінімальним.

Математична модель задачі збереження доходу вищого навчального закладу матиме такий вигляд:

$$F = \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} x_i x_j \sigma_{ij} \rightarrow \min$$

$$\sum_{k=1}^{10} x_k m_k \geq m_c$$

$$x_1 + \dots + x_{10} = 1;$$

$$x_i \geq 0, i = 1, \dots, 10$$

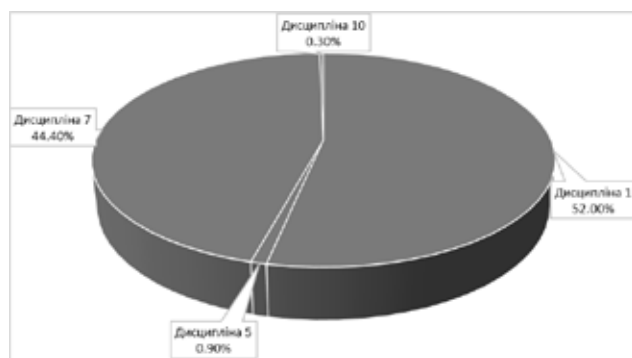


Рис. 2. Відображення структури оптимального портфеля для задачі збереження доходу

Припустимо, що в нашому випадку потрібно сформулювати оптимальну множину дисциплін, сподівана норма доходу якої становила б не менше 12 000 грн.

Проведемо розрахунок задачі отримання бажаного доходу в математичному пакеті Maple, використовуючи модуль Simplex та функцію Minimize (див. рис. 3).

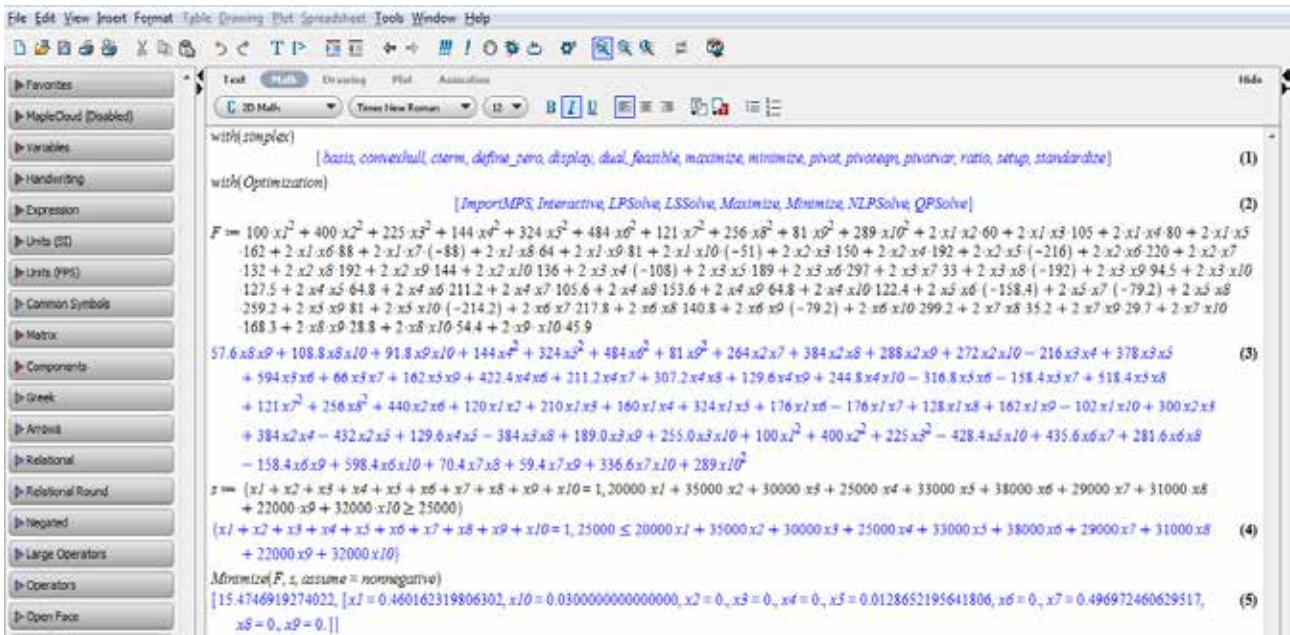


Рис. 3. Розв'язок задачі отримання бажаного доходу в Maple

У результаті отримано такі значення:
 $x_1 = 0.46, x_5 = 0.013, x_7 = 0.497, x_{10} = 0.03,$
 $x_2 = x_3 = x_4 = x_6 = x_8 = x_9 = 0$

Сподівана норма доходу портфеля становить $m=25002$ грн. При цьому мінімальна величина ризику серед усіх портфельів, сформованих із десяти дисциплін, становить 15,47%. Як бачимо, ризик збільшився у зв'язку з додатковою вимогою збільшення доходу.

Таким чином, пріоритет дисципліни з номером 7 складає 49,7%, на дисципліну 1 припадає, відповідно, 46%, на 10 – 3%, на 5 – 1,3%. Отже, для збереження доходу за мінімізації ризику портфель повинен складатися з дисци-

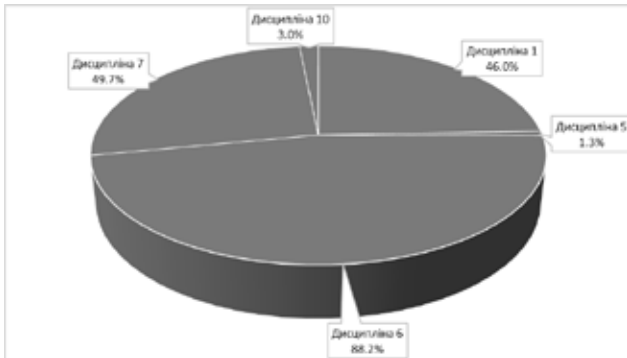


Рис. 4. Відображення структури оптимального портфеля для задачі отримання бажаного доходу

плін 1, 5, 7 та 10. Вивчення інших дисциплін не передбачається.

Структуру оптимального портфеля для задачі отримання бажаного доходу наведено на рис. 4.

Розглянемо задачу забезпечення максимізації доходу вищого навчального закладу.

Сутність її полягає у виборі такої структури множини дисциплін, щоб її ризик не перевищував заданого фіксованого рівня σ_c та при цьому досягалася максимальна за величиною сподівана норма доходу.

Математична модель цієї задачі має такий вигляд:

$$F = \sum_{k=1}^{10} x_k m_k \rightarrow \max$$

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} x_i x_j \sigma_{ij} \leq \sigma_c^2$$

$$x_1 + \dots + x_{10} = 1;$$

$$x_i \geq 0, i = 1, \dots, 10$$

Припустимо, що фіксований рівень ризику складає $\sigma_c=20\%$ за максимально можливою сподіваною норми доходу портфеля.

Проведемо розрахунок задачі забезпечення максимізації доходу в математичному пакеті Maple, використовуючи модуль Simplex та функцію Maximize (див. рис. 5).

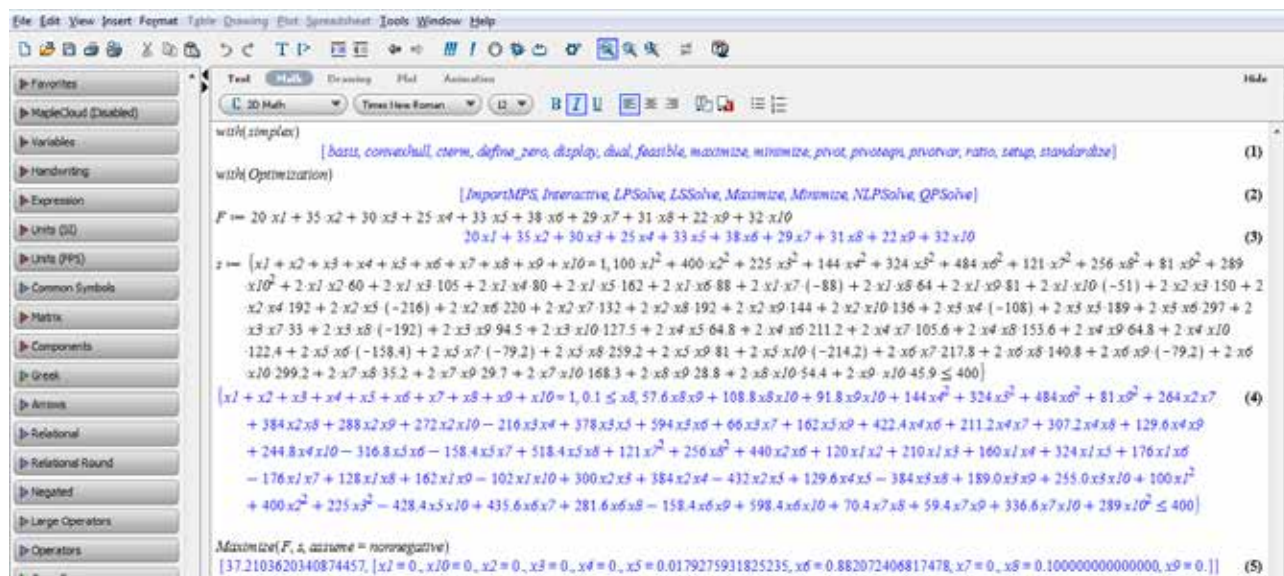


Рис. 5. Розв'язок задачі забезпечення приросту доходу в Maple

У результаті отримано такі значення:

$$x_5 = 0.018, x_6 = 0.882, x_8 = 0.1,$$

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_7 = x_9 = x_{10} = 0$$

Сподівана норма доходу портфеля становить $m=37210$ грн.

Таким чином, пріоритет дисципліни з номером 6 складає 88,2%, на дисципліну 8 припадає, відповідно, 10%, на 5 – 1,8%. Отже, для забезпечення максимального доходу портфель повинен складатися з дисциплін 5, 6 та 8. Вивчення інших дисциплін при цьому не передбачається.

Структуру оптимального портфеля для задачі забезпечення приросту доходу наведено на рис. 6.

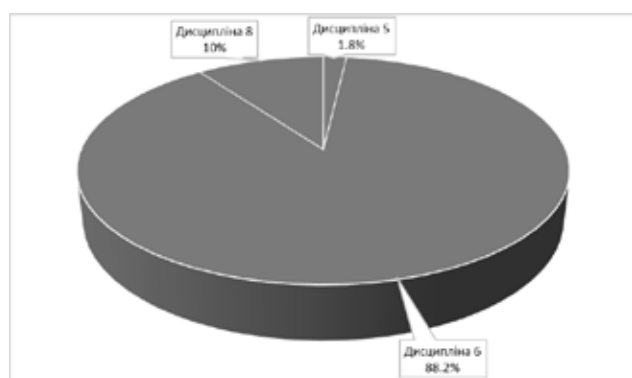


Рис. 6. Відображення структури оптимального портфеля для задачі забезпечення приросту доходу

Висновки. В основі досліджених у межах статті задач лежить принцип диверсифікації, тобто розподілу фонду вищого навчального закладу між вибірковими дисциплінами з різними ризиками, доходами й кореляціями з метою мінімізації несистематичного ризику.

Під час розв'язання оптимізаційних задач було розраховано три оптимальні набори дисциплін, які зводять ризик до мінімуму за збереження доходу ВНЗ, мінімізують ризик за за-

даної величини норми доходу та максимізують дохід вищого навчального закладу за заданої величини ризику.

Розглянутий у статті підхід може бути використаний вищими навчальними закладами для оптимізації навчального процесу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Резник С.Д. Управление высшим учебным заведением : [учебник] / С.Д. Резник, В.М. Филиппов. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 768 с.
2. Колосов В.И. Оптимизация образовательного процесса с применением дистанционных методов обучения / В.И. Колосов // Международный журнал экспериментального образования. – 2010. – № 11. – С. 155–157.
3. Роскладка А.А. Мониторинг, диагностика та контроль процесів в управлінні вищим навчальним закладом : [монографія] / А.А. Роскладка. – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2012. – 316 с.
4. Мокін Б.І. Математичні моделі в системах управління ефективністю діяльності професорсько-викладацького складу вищих навчальних закладів : [монографія] / Б.І. Мокін, Ю.В. Мокіна. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 132 с.
5. Томана Т.М. Математичне моделювання та оптимізація системи дистанційного навчання освітнього закладу : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 01.05.02 «Математичне моделювання та обчислювальні методи» / Т.М. Томана ; Держ. наук.-дослідний ін-т інформ. інфраструктури НАН України. – Львів, 2007. – 36 с.
6. Вінюков-Прощенко А.С. Забезпечення економічної стійкості вищого навчального закладу шляхом оптимізації управління ресурсами : автореф. дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.06.01 «Економіка, організація і управління підприємствами» / А.С. Вінюков-Прощенко ; Нац. авіаційний ун-т. – К., 2006. – 22 с.
7. Вітлінський В.В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком : [навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисципл.] / В.В. Вітлінський, П.І. Верченко. – К. : КНЕУ, 2000. – 292 с.
8. Пересада А.А. Портфельне інвестування : [навч. посібник] / А.А. Пересада, О.Г. Шевченко, Ю.М. Коваленко, С.В. Урванцева. – К. : КНЕУ, 2004. – 408 с.