

Цеслів О.В.

канд. техн. наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-8190-2502

Лисенок В.В.

ORCID ID: 0000-0001-7864-2925

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

РОЗРОБЛЕННЯ СТРАТЕГІЇ ІНВЕСТУВАННЯ У ФАРМАЦЕВТИЧНУ ГАЛУЗЬ

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКУЮ ОТРАСЛЬ

DEVELOPMENT STRATEGY OF INVESTMENT IN PHARMACEUTICAL INDUSTRY

В статті розроблена стратегія інвестування у фармацевтичну галузь. Для адекватної оцінки загальної ситуації на ринку, та вибору найефективніших ліків для кожного класу хвороб, було проаналізовано статистичні показники хвороб населення України, виведено ймовірності попиту на різні ліки. Було описано набір припущень, обчислено попит на ліки, формалізовано задачу максимізації капіталу та показано її розв'язання. Використовуючи метод ковзного середнього, зроблений прогноз ціни на ліки на вересень – грудень 2016 року. Практичні розрахунки наведені для компанії Sandoz Ukraine, яка займається постачанням ліків в Україну. В статті оптимізується календарний план реалізації запасів фармацевтичної продукції у детермінованому випадку та за умовою недетермінованості ринкових цін на продукцію (в умовах цінового ризику). Аналіз отриманих результатів показав суттєву перевагу отриманої інвестиційної стратегії для компанії Sandoz Ukraine. В статті використовується модифікована модель Марковіца.

Ключові слова: максимізація прибутку, максимізація капіталу, модель Марковіца, метод ковзного середнього, ціновий ризик.

В статье рассматривается стратегия инвестирования в фармацевтическую отрасль. Для адекватной оценки общей ситуации на рынке, и выбора эффективных лекарств для каждого класса болезней, были проанализированы статистические показатели болезней населения Украины, выведено вероятности спроса на различные лекарства. Были описаны ограничения, вычислено спрос на лекарства, формализовано задачу максимизации капитала и показано ее решение. Используя метод скользящего среднего, сделан прогноз цены на лекарства на сентябрь – декабрь 2016 года. Практические расчеты приведены для компании Sandoz Ukraine, которая занимается поставкой лекарств в Украине. В статье оптимизируется календарный план реализации запасов фармацевтической продукции в детерминированном случае и при условии недетерминированности рыночных цен на продукцию (в условиях ценового риска). Анализ полученных результатов показал существенное преимущество полученной инвестиционной стратегии для компании Sandoz Ukraine. В статье используется модифицированная модель Марковица.

Ключевые слова: максимизация прибыли, максимизация капитала, модель Марковица, метод скользящего среднего, ценовой риск.

In article development of investment into a pharmaceutical industry, strategy is discussed. For an adequate assessment of a general situation in the market, and the choice of effective drugs for each class of diseases, population of Ukraine diseases statistics were analyzed, demand probability for various drugs was calculated. It was described a set of assumptions, calculated demand for drugs, formal-

ized a task of equity maximization and tasks decision is shown. Using the method of the moving average, the forecast of the price on drugs for September - December, 2016 is made. Practical calculations are given for the Sandoz Ukraine company which delivers drugs in Ukraine. The article optimizes the calendar plan for the sale of pharmaceutical stocks in a deterministic case and subject to the non-determinism of market prices for products (in the conditions of price risk). The analysis of the results showed a significant advantage of the received investment strategy for Sandoz Ukraine. The modified Markovitz model is used in the article.

Keywords: profit maximization, profit maximization, Markovits's model, moving average method, price risk.

Вступ. В статті розроблена інвестиційна стратегія керування розподілом інвестицій у фармацевтичній галузі. Український фармацевтичний ринок на сьогоднішній день один з найбільш швидкозростаючих у світі – починаючи з 2007 року, його обсяг демонструє швидкі темпи приросту. Серед гравців безумовних лідерів поки немає. Станом на кінець 2012 року в Україні працювало 116 фармацевтичних підприємств. Фармацевтичний ринок України дуже фрагментований при жорсткій конкуренції. Загальний обсяг українського ринку лікарських засобів, за даними SMD, в 2015 році склав 2,1 млрд. доларів США. При цьому 85% закупівель всіх лікарських засобів сьогодні фінансується пацієнтом. Компанія «Сандоз» в Україні об'єднує три добре відомі фармацевтичні фірми: «Лек», «Гексал» і «Біохімія», остаточне злиття яких завершилося в 2005 р. Історія об'єднання під загальним брендом почалася в 1995 році, коли в ході злиття і поглинання фірм була утворена компанія «Сандоз». Найбільш вдалим керівництвом компанії вважає придбання в 2002 р фірм «Лек» (Словенія) і «Гексал» (Німеччина) в 2005 р.

При створенні інвестиційної стратегії керування розподілом інвестицій у фармацевтичній галузі, виникає проблема економічного ризику. Майже всі управлінські рішення приймаються в умовах невизначеності. В умовах невизначеності зростає ризик. Сьогодні недостатньо економіко-математичних моделей, для оцінки рівня комерційних ризиків. Можливість оцінити ризики дає модель Марковіца.

Багато вчених спрямовували свої зусилля на дослідження питань інвестицій. Наприклад, відомі науковці у галузі інвестиційного менеджменту Лагоша, Б.А. [1] працювали над визначенням головних принципів реалізації інвестиційної стратегії. Також інтерес до цієї теми проявили Бернстайн Л. А. [2], Бланк І. А. [3], Миллер М., Модильяни Ф. [4], та інші. Проте, не дивлячись на те, що така велика кількість науковців досліджували цю проблему, питання розробки інвестиційної стратегії досі потребує уваги наукового світу.

Постановка завдання. Необхідно реалізувати модифіковану цілочисельну модель Марковіца, для оптимізації інвестиційної стратегії компанії Sandoz Ukraine, яка займається постачанням ліків в Україну. Проаналізувавши класи хвороб в Україні, визначити потреби в ліках, які повинна продавати компанія.

Методологія. В ході дослідження була використана модифікована модель Марковіца, що використовується для прийняття рішень за умов ризику. Оскільки ліки відпускаються в упаковках, була сформована цілочисельна модель. Для прогнозування ціни на ліки використовувався метод ковзного середнього.

Результати дослідження. Для створення економіко-математичної моделі проаналізуємо статистичні дані таблиці 1.

Проаналізувавши класи хвороб в Україні у 2015 році (табл. 1), виділяємо основні ліки, які повинна продавати компанія. Компанія розробила план інвестування коштів у виготовлення таких ліків на вересень-грудень 2016 року, у зв'язку із зростанням показників попиту на дану групу фармацевтичних препаратів: *Оспамокс (Ospatox)*; *Бісопролол (Bisoprolol)*; *Азітро Сандоз (Azithro Sandoz)*; *Небівалол, Амоксіклав Сандоз* (табл. 2).

Таблиця 1

Рівень захворюваності за класами хвороби в Україні у 2015 році [5]

Назва класів хвороб відповідно до МКХ - 10	Всього, тис. людей	Частка, %	Препарат	Симптоми до застосування
1	2	3	4	5
Усі захворювання	62759	100,00%	-	-
у тому числі				
деякі інфекційні та паразитарні хвороби	2266	3,61%	Оспамокс	Лікування таких інфекційних хвороб: лептоспіроз, лістеріоз, інфекційний ендокардит, менінгіт

Продовження Таблиці 1

1	2	3	4	5
новоутворення	847	1,35%	-	-
хвороби крові, кровотворних органів та окремі порушення із залученням імунного механізму	418	0,67%	Ферум Лек	Гострий дефіцит заліза, лікування залізодефіцитної анемії, профілактика дефіциту заліза у вагітних
хвороби ендокринної системи, розладу харчування, порушення обміну речовин	961	1,53%	Лінекс Форте	Лінекс форте застосовують при порушенні рівноваги мікрофлори кишечника - дисбактеріозі
хвороби нервової системи	1521	3,93%	-	-
хвороби ока та додаткового апарату	3257	8,97%	-	-
хвороби системи кровообігу	4389	6,99%	Бісопролол Небівалол	Хронічна серцева недостатність (ХНС)
хвороби органів дихання	27640	44,04%	Азітро Сандоз	Пневмонія, бронхіт
хвороби органів травлення	2650	4,22%	Пангастро	Печія, профілактика виразок
хвороби шкіри та підшкірної клітковини	3666	5,84%	Оспамокс	Лікування інфекцій шкіри і м'яких тканин
хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини	2912	4,64%	Диклак	Ревматичні захворювання, больовий синдром з локалізацією у хребті
хвороби сечостатевої системи	4100	6,53%	Амоксіклав	Лікування інфекцій сечостатевої системи
вагітність, пологи та післяпологовий періоді	4473	7,13%	-	-
окремі стани, що виникають у перинатальному періоді	12257	19,53%	-	-
уроджені аномалії (вади розвитку), деформації і хромосомні порушення	112	0,18%	-	-
симптоми, ознаки та відхилення від норми, що виявлені під час лабораторних та клінічних досліджень	77	0,12%	-	-
травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин	4023	6,41%	-	-

Таблиця 2

Ціни на ліки в Україні 2014-2015 рр.

Рік	Місяць	Ціна препарату 2014-2015 рр.				
		Азітро Сандоз	Бісопролол	Небівалол	Амоксіклав Сандоз	Оспамокс
1	2	3	4	5	6	7
2014	Січень	137,66	134,90	73,30	93,57	105,30
	Лютий	135,80	134,67	69,70	89,82	103,72
	Березень	131,33	135,68	79,29	90,17	103,55
	Квітень	129,26	134,78	73,22	92,65	101,89
	Травень	136,16	135,89	68,90	90,17	105,59
	Червень	136,89	136,70	71,49	92,78	101,64
	Липень	134,69	136,46	76,63	88,85	105,49
	Серпень	136,36	134,63	79,56	92,89	103,58
	Вересень	136,12	135,48	76,27	93,36	98,82
	Жовтень	126,62	133,70	74,57	94,82	100,91

Продовження Таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
2014	Листопад	130,61	136,47	71,51	88,91	104,63
	Грудень	136,12	135,46	73,26	90,22	105,22
2015	Січень	139,53	139,67	89,94	96,19	110,59
	Лютий	143,88	138,53	86,44	97,29	107,59
	Березень	144,21	140,81	88,71	96,75	111,31
	Квітень	150,46	141,35	91,82	99,66	108,28
	Травень	140,69	138,11	89,16	100,13	109,33
	Червень	150,48	139,91	86,16	99,36	107,72
	Липень	147,43	140,18	81,51	100,17	106,68
	Серпень	144,71	139,56	87,26	100,56	107,14
	Вересень	139,93	140,45	86,70	100,61	107,92
	Жовтень	142,94	141,28	83,32	98,64	108,44
	Листопад	147,28	140,39	90,46	99,83	110,69
	Грудень	148,25	138,21	86,80	100,86	106,41

Прогнозування ринкових цін на фармацевтичну продукцію можна здійснювати за допомогою методів екстраполяції. При цьому передбачається, що прогнозований показник формується під впливом великої кількості факторів, виділити які або неможливо, або за якими відсутня інформація.

Використовуючи метод ковзного середнього спрогнозуємо ціни на ліки на вересень - грудень 2016 року (рисунок).

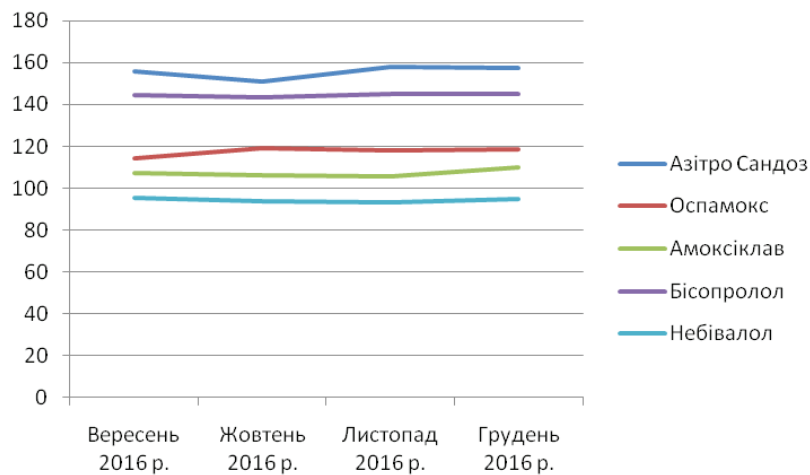


Рисунок. Прогнозні ціни компанії ТОВ «Сандоз Україна» у 2016 році

Методика розв’язання задачі складається з трьох етапів.

На першому етапі обчислюються межі варіації показників очікуваного загального чистого доходу та стандартного відхилення доходу на множині ефективних планів.

Вважатимемо майбутню ціну p_t реалізації одиниці продукції в момент часу t випадковою величиною з відомими її очікуваним значенням \bar{p}_t і стандартним відхиленням σ_t , c_t – собівартість продукції, x – кількість продукції.

$$p_t = \bar{p}_t + \varepsilon_t \tag{1}$$

де ε_t – випадкова величина, математичне сподівання якої дорівнює 0, а стандартне відхилення – $\sigma_t (t = \bar{1}, T)$. Випадкові величини вважатимемо статистично незалежними.

Спочатку обчислюються найкращі значення цих показників:

$$\bar{z}_{\max} = (\bar{p}_{t^*} - c_{t^*})x, \quad (2)$$

(де момент t^* визначається з умови: $\bar{p}_{t^*} - c_{t^*} = \max_{t=1, T}(\bar{p}_t - c_t)$),

$$\sigma(z)_{\min} = \frac{x}{\sqrt{\sum_{t=1}^T \frac{1}{\sigma_t^2}}} \quad (3)$$

Далі обчислюються найгірші значення критеріальних показників на множенні ефективних варіантів календарного плану:

$$\bar{z}_{\min} = \frac{x}{\sum_{t=1}^T \frac{1}{\sigma_t^2}} \sum_{t=1}^T \frac{\bar{p}_t - c_t}{\sigma_t^2} \quad (4)$$

$$\sigma(z)_{\max} = x\sigma_{t^*}$$

(де момент часу t^* обрано з попередньої умови).

На другому етапі, після ознайомлення з діапазонами варіації критеріальних показників, вважаємо припустимі, рівні цих показників \bar{z}_0 та σ_0 ($\bar{z}_{\min} \leq \bar{z}_0 < \bar{z}_{\max}$, $\sigma(z)_{\min} < \sigma_0 \leq \sigma(z)_{\max}$).

На третьому етапі визначається оптимальний календарний план реалізації запасів ліків. Цей план $x^* = (x_1^*, \dots, x_T^*)$ обчислюється розв'язуванням задачі опуклого програмування:

$$\left. \begin{aligned} s &\rightarrow \max, \\ \sum_{t=1}^T (\bar{p}_t - c_t)x_t &\geq \bar{z}_0 + s(\bar{z}_{\max} - \bar{z}_0), \\ \sum_{t=1}^T \sigma_t^2 x_t^2 &\leq \sigma_0^2 - s(\sigma_0^2 - \sigma^2(z)_{\min}), \\ \sum_{t=1}^T x_t &= a, \\ x_t &\geq 0, \quad t = \overline{1, T} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Одночасно відзначаємо, що оптимальне значення s^* покажуть, чи були обрані припустимі рівні критеріальних показників реальними (при $s^* \geq 0$), чи ні (при $s^* \leq 0$).

Випадок цінового ризику. Якщо майбутні ринкові ціни не детерміновані, то завжди маємо ризик отримати у майбутньому дохід від реалізації продукції менший, ніж очікуваний. Методика, що пропонується, дозволяє найкращим чином врахувати індивідуальне ставлення до цього ризику власника конкретної фірми, виходячи з економічних інтересів.

При прийнятті рішення необхідно керуватись двома критеріями: максимізувати очікуваний загальний чистий дохід та мінімізувати дисперсію загального чистого доходу. Ці критеріальні показники обчислюються за такими формулами:

1) очікуваний загальний чистий дохід:

$$\bar{z} = \sum_{t=1}^T (\bar{p}_t - c_t)x_t; \quad (6)$$

де c_t собівартість продукції;

2) дисперсія загального чистого доходу:

$$\sigma^2(z) = \sum_{t=1}^T \sigma_t^2 x_t^2. \quad (7)$$

Таким чином, календарний план реалізації запасів фармацевтичної продукції визначатиметься двокритеріальною задачею:

$$\left. \begin{aligned} \bar{z} &= \sum_{t=1}^T (\bar{p}_t - c_t) x_t \rightarrow \max, \\ \sigma^2(z) &= \sum_{t=1}^T \sigma_t^2 x_t^2 \rightarrow \min, \\ \sum_{t=1}^T x_t &= a, \\ x_t &\geq 0, \quad t = \overline{1, T} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

За розв'язок цієї задачі слід обрати такий із її ефективних планів, за якими співвідношення показників очікуваного загального чистого доходу та дисперсії загального чистого доходу буде найкращі з точки зору власника продукції.

Оскільки ліки постачаються в упаковках, модель Марковіца необхідно модифікувати в цілочисельну модель.

Припустимо, що відома обмежена сума інвестицій F , необхідно визначити кількість упаковок ліків, продавши, які фірма Сандоз Україна, отримала б максимальний прибуток. Початкова вартість кожної препарату α_i , прогнозована вартість ліків γ_i . Ймовірність попиту на ліки p_i , рівномірно розподілені величини. Необхідно визначити кількість упаковок V_i кожного препарату x_i , для отримання максимального доходу, враховуючи обмеження на кількість упаковок.

Тоді модель Марковіца можна записати наступним чином.

Очікуваний дохід

$$\bar{z} = \sum_{i=1}^n (\gamma_i - \alpha_i) x_i \rightarrow \max, \quad \sum_{i=0}^n \alpha_i x_i \leq F \quad (9)$$

$$\frac{Fp_1}{\alpha_1} \leq x_1 \leq V_1; \quad \frac{Fp_2}{\alpha_2} \leq x_2 \leq V_2; \quad \frac{Fp_3}{\alpha_3} \leq x_3 \leq V_3; \quad \frac{Fp_4}{\alpha_4} \leq x_4 \leq V_4; \quad \frac{Fp_5}{\alpha_5} \leq x_5 \leq V_5$$

Дисперсія чистого доходу

$$\sigma^2(z) = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 x_i^2 \quad (10)$$

Таким чином отримали двокритеріальну задачу:

$$\left. \begin{aligned} \bar{z} &= \sum_{i=1}^n (\gamma_i - \alpha_i) x_i \rightarrow \max, \\ \sigma^2(z) &= \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 x_i^2 \rightarrow \min, \\ \sum_{i=0}^n \alpha_i x_i &\leq F \\ \frac{Fp_1}{\alpha_1} &\leq x_1 \leq V_1; \quad \frac{Fp_2}{\alpha_2} \leq x_2 \leq V_2; \quad \frac{Fp_3}{\alpha_3} \leq x_3 \leq V_3; \quad \frac{Fp_4}{\alpha_4} \leq x_4 \leq V_4; \quad \frac{Fp_5}{\alpha_5} \leq x_5 \leq V \\ \sum_{i=1}^n p_i &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

**Чистий дохід від планової реалізації продукції компанії ТОВ
«Сандоз Україна» у 2016 році з врахуванням потреб населення у ліках**

Вид ліків	Кількість упаковок, шт.	Ймовірність попиту	Очікувана ціна реалізації грн.	Стандартне відхилення ціни реалізації продукції від очікуваного значення, грн.	Чистий дохід грн.
Азітро	56500	0,6608	155,47	7,22	407930
Оспамокс	11500	0,1345	114,14	6,3375	72881,25
Амоксілав	8500	0,0994	107,29	6,475	55037,5
Бісопролол	4500	0,0526	144,45	7,5625	34031,25
Небівалол	4500	0,0526	94,58	11,21	50445
Всього	85500	1			620325

Висновки. Використовуючи розроблену стратегію керування розподілом інвестицій для компанії Sandoz Ukraine, отримали максимальний дохід, враховуючи потреби в ліках хворих. Результати розрахунків, які були проведені, з використання цілочисельної моделі (11), наведено в таблиці 3.

Як і очікувалося, безперервні інвестиційні моделі більш ефективні за співвідношенням показників ризик-прибутковість, у порівнянні з цілочисельними, але вони не завжди можуть бути використані на практиці.

Внаслідок додаткових обмежень на цілочисельність інвестиційні ресурси використовуються не в повному обсязі.

Наукова новизна статті полягає в розробці ефективної інвестиційної стратегії керування розподілом інвестицій у фармацевтичній галузі, зокрема для компанії Sandoz Ukraine, з метою отримання максимального доходу, з використанням модифікованої моделі Марковіца.

Практична значимість. Використовуючи результати дослідження можна сформулювати ефективну інвестиційну стратегію керування розподілом інвестицій для компанії Sandoz Ukraine.

Перспективи подальших наукових розробок за даним напрямом це врахування інфляції, стохастичного характеру попиту на продукцію.

Література:

1. Лагоша Б.А. Оптимальное управление в экономике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Лагоша, Т.Г. Апалькова. – М. : Финансы и статистика, 2008. – 224 стр.
2. Бернштейн Л. А. Анализ финансовой отчетности: теория практика и интерпретация [Текст] / Л. А. Бернштейн ; пер. с англ., гл. редактор проф. Я. В. Соколов. – М. : Финансы и статистика 1996 .– 624 с.
3. Бланк И. А. Управление инвестициями предприятия [Текст] / И. А. Бланк. – К. : Ника-Центр, Ельга, 2003. – 480 с.
4. Миллер М., Модильяни Ф. Стоимость капитала, финансы корпорации и теория инвестиций [Текст] / М. Миллер, Ф. Модильяни. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2001. – 270 с.
5. Міжнародна класифікація хвороб. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mkh10.com.ua/>