

А. Е. Рябенко,
к. ф.-м. н., доцент кафедри системного аналізу та вычислительной математики,
Запорожский национальный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ В БАНКОВСКИЕ МЕТАЛЛЫ

A. E. Ryabenko,
Candidate of Physico-mathematical Sciences, associate professor,
Department of systems analysis and computing mathematics, Zaporizhzhya national technical University

INVESTIGATING OF THE PROBLEM OF FINDING THE OPTIMAL STRUCTURE OF INVESTMENT OF FUNDS IN BANK METALS

В статье анализируется структура рынка банковских металлов Украины, исследуется взаимосвязь показателей инвестиционной привлекательности слитков ценных металлов с другими экономическими показателями, предлагается математическая постановка задачи нахождения оптимальной структуры инвестирования денежных средств в ценные металлы.

In this article the structure of Ukrainian bank metals market is analysed, the correlation between indexes of investment affinity and other economic activities is investigated, the problem definition of the task of finding the optimal structure of investment of funds in bank metals is proposed.

Ключевые слова: банковские металлы, золото, серебро, платина, палладий, доля финансовых потерь.
Key words: bank metals, gold, silver, platinum, palladium, the share of financial losses.

В условиях современного финансового рынка банковские металлы не теряют свою инвестиционную привлекательность ввиду их стабильности и высокой ликвидности. Для инвесторов всех форм собственности актуальным является вопрос нахождения оптимального способа вложения средств в банковские металлы с целью их сбережения и минимизации возможных потерь.

В данной работе автор опирался на исследования рынка банковских металлов, приведенные в работах [1—4]. Статья является продолжением работы [5]. В указанном исследовании не решенной оставалась проблема нахождения оптимального способа инвестирования в банковские металлы. Целью данной работы является исследование взаимосвязи показателей инвестиционной привлекательности слитков ценных металлов с другими экономическими показателями, описание математической постановки задачи нахождения

оптимальной структуры инвестирования денежных средств в ценные металлы.

Банковскими металлами называют драгоценные металлы (золото, серебро, платина, палладий) высочайших проб соответственно мировым стандартам в слитках и порошках, которые имеют сертификат качества, а также монеты, произведенные из драгоценных металлов. Наиболее распространенными являются слитки, которые и исследуются в данной работе.

Объектом исследования является финансовая информация за 2012 г. о предложении продажи и покупки банковских металлов в слитках по тридцати банкам, занимающимся на украинском финансовом рынке этим видом деятельности. Данные взяты с официальных сайтов банков.

На рынке банковских металлов к продаже предлагаются слитки драгоценных металлов весом 1 г, 2 г, 2,5 г, 5 г, 10 г, 20 г, 1 тройская унция (31,1 г), 50 г, 100 г, 200 г, 500 г и 1000 г. Здесь и далее будем использовать общепринятые обозначения драгоценных металлов: золото — XAU, серебро — XAG, платина — XPT, палладий — XPD. Долевая структура предложения металлов на рынке Украины представлена на рисунке 1. Более детализированная информация о предложении банковских металлов на рынке с аналитикой по номиналам слитков и с указанием средних цен продажи приведена в таблице 1. Номиналом слитка будем именовать его вес в граммах.

В работе [5] анализировался показатель доли финансовых потерь при покупке-продаже слитка:

$$SFL = 1 - \frac{BID}{ASK} \quad (1)$$

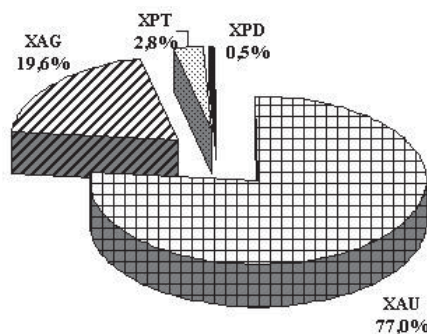


Рис. 1. Долевая структура предложения банковских металлов

где BID — цена покупки слитка банком, грн./г;

ASK — цена продажи слитка банком, грн./г.

Соответственно, если приобретается некоторое количество слитков одного номинала, то сумма финансовых потерь определяется следующим образом:

$$FL = C \cdot N \cdot ASK \cdot SFL \quad (2),$$

где C — количество слитков;

N — номинал слитка, г;

Очевидно, что чем ниже показатель SFL , тем выше инвестиционная привлекательность слитка. Зависимость доли финансовых потерь от цены продажи слитков приведена на рисунке 2. Учитывая неравномерность приращения аргумента (от 6,70 грн. до 480 000 грн.), шкала значений аргумента имеет логарифмический вид.

График наглядно показывает значительное преимущество золота с точки зрения инвестиционной привлекательности. Вынесем на отдельный график изменение доли финансовых потерь и превышение ценой продаж официального курса золота НБУ в зависимости от номинала слитков (рис. 3).

Достаточно надежной регрессионной моделью зависимости доли финансовых потерь золота от стоимости слитка (с коэффициентом детерминации 0,8125) является зависимость вида:

$$SFL = 0,0157(\lg(ASK))^2 - 0,1487\lg(ASK) + 0,4194 \quad (3).$$

Можно отметить минимальное значение доли потерь для золотых слитков номиналом 1 унция. Более детально инвестиционная привлекательность золотых слитков данного номинала исследована в работе [5].

Для удобства планирования инвестиций в драгоценные металлы имеет смысл разделить все предлагаемые слитки на стоимостные категории. В настоящей работе предлагается разбиение на шесть категорий стоимости. Долевая структура распределения количества предложений продажи слитков всех четырех драгоценных металлов по категориям изображена на рисунке 4. Средняя доля финансовых потерь по категориям и видам металла приведена в таблице 2.

Представляет интерес вопрос, какая позиция будет оптимальной с точки зрения минимизации финансовых потерь для каждой стоимостной категории. Под позици-

Таблица 1. Количество предложений продаж банковских слитков и средние цены продаж за 1 грамм металла

Номинал, г	Показатель	XAU	XAG	XPT	XPD
1	количество предложений	30	1	1	
	средняя цена, грн.	508,33	10,00	545,00	
2	количество предложений	23			
	средняя цена, грн.	484,82			
2,5	количество предложений	23		1	
	средняя цена, грн.	478,69		534,00	
5	количество предложений	28	4	1	
	средняя цена, грн.	465,78	23,46	524,00	
10	количество предложений	29	9	1	
	средняя цена, грн.	459,14	19,02	514,00	
20	количество предложений	29	10	1	
	средняя цена, грн.	453,98	16,62	504,00	
31,1	количество предложений	19	5	1	
	средняя цена, грн.	447,41	13,51	502,00	
50	количество предложений	29	9	1	1
	средняя цена, грн.	447,64	12,91	492,00	210,00
100	количество предложений	29	12	1	1
	средняя цена, грн.	445,22	11,47	487,00	205,00
250	количество предложений	22	9	1	
	средняя цена, грн.	444,50	10,47	485,00	
500	количество предложений	21	9	1	
	средняя цена, грн.	442,59	10,17	482,00	
1000	количество предложений	20	9	1	
	средняя цена, грн.	442,23	9,74	480,00	
Всего	количество предложений	302	77	11	2
	средняя цена, грн.	461,08	13,46	504,45	207,50

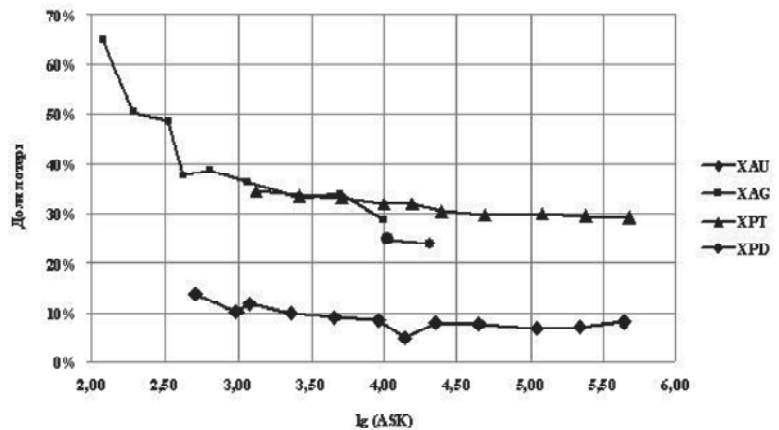


Рис. 2. Зависимость доли финансовых потерь от цены продажи слитка

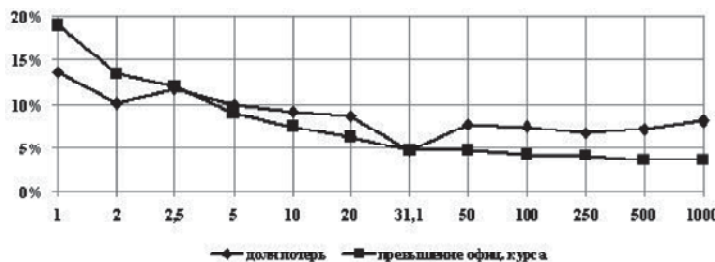


Рис. 3. Доля финансовых потерь и превышение ценой продажи официального курса золота (XAU) для слитков разного номинала

ей будем понимать выражение вида "металл-номинал", например "XAU-2,5" или "XAG-500". В результате анализа средних значений финансовых потерь были выявлены оптимальные позиции для каждой из шести стоимостных

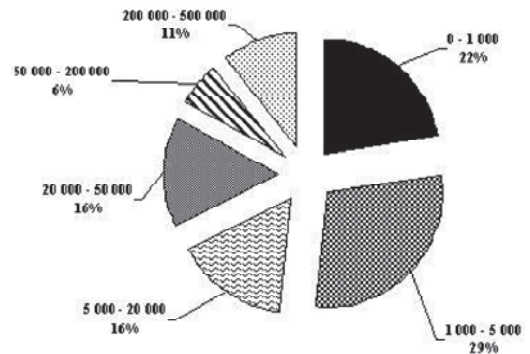


Рис. 4. Долевая структура предложения продаж слитков по категориям стоимости

Таблица 2. Средние значения долей финансовых потерь по категориям стоимости и видам металлов

Категория, грн.	XAU	XAG	XPT	XPD
0 - 1 000	13%	50%	37%	-
1 000 - 5 000	10%	37%	34%	-
5 000 - 20 000	7%	30%	32%	25%
20 000 - 50 000	6%	-	30%	-
50 000 - 200 000	8%	-	30%	-
200 000 - 500 000	7%	-	29%	-
Общий итог	9%	39%	32%	25%

Таблица 3. Оптимальные с точки зрения привлекательности инвестирования позиции для разных стоимостных категорий

i	Категория, грн.	Позиция	Доля фин. потерь (s _i)	Средняя цена 1 грамма (p _i), грн.	Средняя стоимость слитка (q _i), грн.
1	0 - 1 000	XAU - 2	9,1%	479,63	959,25
2	1 000 - 5 000	XAU - 2,5	9,1%	478,69	1 196,72
3	5 000 - 20 000	XAU - 31,1	4,6%	447,41	13 914,58
4	20 000 - 50 000	XAU - 50	5,1%	447,64	22 382,02
5	50 000 - 200 000	XAU - 250	6,8%	444,50	111 125,80
6	200 000 - 500 000	XAU - 500	5,5%	442,59	221 295,24

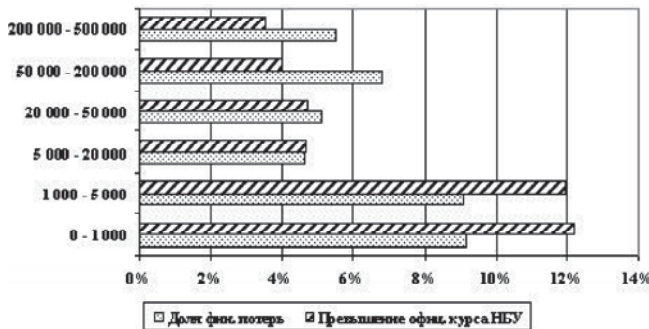


Рис. 5. Минимальные значения долей финансовых потерь по категориям

Таблица 4. Сравнительные экономические показатели решений x* и x'

i	Позиция	q _i	s _i	x*			x'		
				x _i	q _i x _i	s _i q _i x _i	x _i	q _i x _i	s _i q _i x _i
1	XAU - 2	959,25	9,1%	3	2 877,75	263,24	2	1 918,50	175,49
2	XAU - 2,5	1 196,72	9,1%	0	-	-	1	1 196,72	108,49
3	XAU - 31,1	13 914,58	4,6%	8	111 316,66	5 155,56	0	-	-
4	XAU - 50	22 382,02	5,1%	0	-	-	0	-	-
5	XAU - 250	111 125,80	6,8%	0	-	-	1	111 125,80	7 524,41
6	XAU - 500	221 295,24	5,5%	0	-	-	0	-	-
ИТОГ					114 194,41	5 418,80		114 241,02	7 808,40

категорий. Сведения о них представлены в таблице 3, включая средние значения цены 1 грамма и стоимости слитка.

Экономические показатели найденных оптимальных позиций можно использовать в качестве параметров при нахождении оптимальной структуры инвестирования денежных средств в ценные металлы.

Рассмотрим математическую постановку задачи целочисленного линейного программирования.

Целевая функция предполагает минимизацию суммы финансовых потерь и имеет вид:

$$F(x) = \sum_{i=1}^6 s_i q_i x_i \rightarrow \min \quad (4)$$

где x_i — количество слитков, соответствующих оптимальной позиции i-й категории: x_i ≥ 0; x_i ∈ Z;

S_i — доля финансовых потерь для оптимальной позиции i-й категории (табл. 3);

q_i — средняя стоимость слитка, соответствующего оптимальной позиции i-й категории (табл. 3).

В задаче фигурируют два ограничения в виде нестрогих неравенств, ограничивающих величину инвестируемых денежных средств:

$$\sum_{i=1}^6 q_i x_i \geq M_1 \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^6 q_i x_i \leq M_2 \quad (6)$$

где M₁ и M₂ — нижняя и верхняя граница суммы инвестирования соответственно.

Например, если необходимо инвестировать сумму в диапазоне от 114 до 116 тыс. грн., решение можно найти с помощью инструмента "Поиск решения" Microsoft Excel. Оптимальным решением индивидуальной задачи будет вектор x* = (3,0,8,0,0,0), то есть оптимальная структура инвестирования будет состоять из трех слитков "XAU-2" и восьми слитков "XAU-31,1". Сумма инвестирования составит 114 194 грн., а сумма финансовых потерь — 5 419 грн. Для сравнения, другое допустимое решение этой задачи x' = (2,1,0,0,1,0) даст сумму потерь в размере 7808 грн. при сопоставимом объеме инвестирования 114 241 грн. Решения отличаются по сумме инвестирования на 0,04%, а по сумме финансовых потерь — на 44,1% (табл. 4).

ВЫВОДЫ

В работе проведен структурный анализ рынка банковских металлов Украины за 2012 год, исследована зависимость изменения доли финансовых потерь ценных металлов от стоимости слитков. Предложено разделение ассортимента слитков банковских металлов на стоимостные категории и выявлены позиции с минимальной долей финансовых потерь для каждой стоимостной категории.

Предложена математическая постановка задачи нахождения оптимальной структуры инвестирования денежных средств в ценные металлы и обоснована эффективность ее применения на конкретном примере.

Литература:

1. Назимок М.М. Золотарство в Україні. Київ: Воля. 2003. — 255 с.
 2. Льюис Н. Золото: деньги прошлого и будущего. — М.: Графика.ру, 2011. — 296 с.
 3. Питер Бернстайн. Власть золота. История наваждения. — Москва: Олимп-бизнес, 2004. — 400 с.
 4. Современный рынок золота; под ред. В.И. Букато и М.Х. Лapidуса. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 320 с.
 5. Рябенко А.Е., Романиченко Г.В. Определение критериев оценки инвестиционной привлекательности банковских металлов и сравнительный анализ инвестиционной привлекательности банковского золота // Инвестиції: практика та досвід. — 2012. — № 10. — С. 15—17.
- Стаття надійшла до редакції 17.05.2013 р.