

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ ЦЕННЫХ БУМАГ ПО МОДЕЛИ МАРКОВИЦА НА ПРИМЕРЕ АКЦИЙ КРУПНЕЙШИХ НЕФТЯНЫХ КОМПАНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.А. Ярош

магистрант Уфимского филиала

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Финансовый университет)

Ю.А. Рахматуллина

научный руководитель, канд. экон. наук, доцент кафедры финансов и кредита

Уфимского филиала Финансового университета (Уфа)

В данной статье рассмотрен механизм формирования оптимального инвестиционного портфеля ценных бумаг по модели Марковица на примере акций крупнейших нефтяных компаний Российской Федерации; автоматизированным способом с применением MS Excel последовательно решены прямая задача оптимизации, максимизирующая ожидаемую доходность портфеля акций, и обратная оптимизационная задача, минимизирующая общий риск при заданных ограничениях; на основании полученных решений вышеуказанных задач сделаны выводы о структуре портфеля ценных бумаг.

Ключевые слова: риск, доходность, портфель ценных бумаг, модель Марковица, инвестиционный портфель.

Впервые задача оптимизации структуры инвестиционного портфеля была сформулирована и решена Г. Марковицем. Центральное место в теории Г. Марковица занимает выбор определенного набора активов (например, акций) и расчет их долей с учетом оценки доходности и риска финансовых инструментов. На основе модели Г. Марковица было разработано множество теорий. Наиболее известной стала индексная модель, предложенная У. Шарпом и предполагающая построение уравнения линейной регрессии, описывающего связь между доходностями рыночного портфеля и ценной бумаги (акции) [1]. В статье Е.В. Назаровой и И.П. Левичева справедливо отмечается, что несмотря на множество попыток повысить эффективность применения модели Марковица путем ее модернизации, существенного улучшения в портфельном инвестировании не произошло [2]. Поэтому некоторые инвесторы по-прежнему используют эту модель в чистом виде на этапе построения портфеля.

Учитывая вышесказанное, в рамках нашего исследования последовательно решаются задачи поиска оптимального портфеля (из акций нефтяных компаний РФ) по модели Г. Марковица.

Согласно портфельной теории Г. Марковица, для оптимизации портфеля ценных бумаг необходимо решить задачу целевой оптимизации, максимизирующую

ожидаемую доходность всего портфеля либо, в рамках обратной задачи, минимизирующую общий риск при заданных ограничениях. Задача распадается на два вида задач квадратичного программирования.

1. Портфель максимальной доходности – система (1) представленная ниже, включает целевую функцию и ряд ограничений:

$$\begin{cases} r_p = \sum_{i=1}^N X_i r_i \rightarrow \max; \\ \sigma_p \leq \sigma_{\max}; \\ \sum_{i=1}^N X_i = 1, X_i \geq 0. \end{cases} \quad (1)$$

2. Портфель минимального риска – представленная ниже система (2), которая также состоит из целевой функции и ряда ограничений:

$$\begin{cases} \sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \sigma_{ij}} \rightarrow \min; \\ r_p \geq r_{\min}; \\ \sum_{i=1}^N X_i = 1, X_i \geq 0. \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, в модель Марковица включены следующие показатели: r_p – доходность инвестиционного портфеля; $r_{\min}$ – минимальный заданный уровень доходности портфеля; σ_p – риск инвестиционного портфеля; $\sigma_{\max}$ – максимальный заданный показатель риска портфеля; σ_{ij} – ковариация между доходностями i -го и j -го активов; X_i – доля инвестиций в i -й актив от общей суммы инвестиционного портфеля ценных бумаг [3].

Исходными данными для моделирования являются данные о ценах закрытия акций соответствующих эмитентов¹. В таблице 1 представлены данные о доходности и риске акций следующих крупнейших нефтяных компаний России:

– публичное акционерное общество «Нефтяная компания «Роснефть» (ПАО «НК «Роснефть»), далее – Роснефть; уставный капитал Общества в соответствии с его действующим уставом² составляет 105 981 778,17 руб., рыночная капитализация, согласно данным Отчета эмитента за 4-й квартал 2020 г.³, на 31 декабря 2019 г. составляла 4 775 538 924 340,20 руб., а на 31 декабря 2020 г. – 4 619 745 710 430,30 руб.;

– публичное акционерное общество «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ» (ПАО «ЛУКОЙЛ», далее – Лукойл; уставный капитал Общества в соответствии с его действующим уставом⁴ составляет 17 321 644,05 руб.; рыночная капитализация, согласно данным Отчета эмитента за 4-й квартал 2020 г.⁵, на 31 декабря 2019 г. составляла 4 405 473 млн руб., а на 31 декабря 2020 г. – 3 590 430 млн руб.;

– публичное акционерное общество «Газпром нефть» (ПАО «Газпром нефть»), далее – Газпром нефть; уставный капитал Общества в соответствии с его действующим уставом⁶ составляет 7 586 079,42 руб.; рыночная капитализация, согласно данным Отчета эмитента за 4-й квартал 2020 г.⁷, на 31 декабря 2019 г. составляла 6 075 333 615 527 руб., а на 31 декабря 2020 г. – 5 024 939 848 154 руб.;

– публичное акционерное общество «Сургутнефтегаз» (ПАО «Сургутнефтегаз»), далее – Сургутнефтегаз; уставный капитал Общества в соответствии с его действующим уставом⁸ составляет 43 427 992 940 руб., в том числе привилегированные акции – 7 701 998 235 штук номинальной стоимостью 1 (один) рубль и обыкновенные акции – 35 725 994 705 штук номинальной стоимостью 1 (один) рубль.; рыночная капитализация, согласно данным Отчета эмитента за 4-й квартал 2020 г.⁹, на 31 декабря 2019 г. составляла 2 107 38 1083,93 руб., а на 31 декабря 2020 г. – 1 608 992 905,36 руб.

Как видно из таблицы, в нашем случае формирование оптимального портфеля ценных бумаг производится на основе голубых фишек (акций крупных компаний, удовлетворяющих требованиям – высокая ликвидность и растущая в долгосрочной перспективе курсовая стоимость).

Сделаем краткие пояснения к таблице 1.

Ежемесячная доходность определяется как относительное изменение цен закрытия акций (на начало следующего и текущего месяца). В свою очередь, среднемесячная доходность акций рассчитывается по формуле простой среднеарифметической из значений их ежемесячной доходности за весь анализируемый период. Мерой риска акций является стандартное отклонение по выборке также из значений ежемесячной их доходности.

Как видно из данных таблицы 1, наименьшая среднемесячная доходность акций наблюдалась у ПАО «НК «Роснефть» (составляла лишь 0,04 %). При этом наибольшая среднемесячная доходность акций составляла 0,8 % и фиксировалась у ПАО «Газпром нефть». Наибольшая и наименьшая рискованность акций была, соответственно, у ПАО «НК «Роснефть» и ПАО «ЛУКОЙЛ». Учитывая вышесказанное, наименее привлекательными среди четырех крупнейших нефтяных компаний России (исходя из доходности и риска) для портфельных инвесторов являются обыкновенные акции ПАО «НК «Роснефть».

¹ Официальный сайт Московской биржи. URL: <https://www.moex.com/ru/bondization/portfolio> (дата обращения: 20.02.2021).

² Устав ПАО «НК «Роснефть» (в ред. от 29 сентября 2017 г.). URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/rosneft_charter2.pdf (дата обращения: 20.02.2021).

³ Отчет эмитента ПАО «НК «Роснефть» за 4-й квартал 2020 г. URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/rep11_ezho4kv2020.pdf (дата обращения: 20.02.2021).

⁴ Устав ПАО «ЛУКОЙЛ» в ред. от 3 декабря 2019 г. URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/rosneft_charter2.pdf (дата обращения: 20.02.2021).

⁵ Отчеты эмитента ПАО «ЛУКОЙЛ» за 2019–2020 гг. URL: <https://lukoil.ru/InvestorAndShareholderCenter/RegulatoryDisclosure/EmitentReports> (дата обращения: 20.02.2021).

⁶ Устав ПАО «Газпром нефть» в ред. от 18 декабря 2020 г. URL: <https://ir.gazprom-neft.ru/disclosure/internal-regulations/#ustav-i-registratsionnye-dokumenty> (дата обращения: 20.02.2021).

⁷ Отчет эмитента ПАО «Газпром нефть». URL: <https://www.gazprom.ru/ff/posts/05/118974/gazprom-emitent-report-4q-2020.pdf> (дата обращения: 20.02.2021).

⁸ Устав ПАО «Сургутнефтегаз» в ред. от 29 июня 2018 г. URL: <https://www.surgutneftegas.ru/investors/documentation/vnutrennie-dokumenty/> (дата обращения: 20.02.2021).

⁹ Центр раскрытия корпоративной информации. Карточка компании ПАО «Сургутнефтегаз». URL: <https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=312&type=5&attempt=1> (дата обращения: 20.02.2021).

Доходность и риск акций крупнейших нефтяных компаний России*

Наблю- дение	Период	Доходность акций, %				
		Роснефть (ROSN)	Лукойл (LKOH)	Газпром нефть (SIBN)	Сургутнефтегаз (SNGS)	Сургутнефтегаз (SNGSP)
		Обыкновенные акции				Привилегированные акции
1	2	3	4	5	6	7
1	январь 2017 г.	-11,3	-2,1	7,6	4,4	8,6
2	февраль 2017 г.	-4,3	-7,6	-2,7	-7,5	-7,3
3	март 2017 г.	-3,9	-3,0	-7,2	-2,3	-0,9
4	апрель 2017 г.	-3,4	-6,9	-3,7	-4,4	-4,7
5	май 2017 г.	-5,0	-4,2	-1,2	-2,7	-9,2
6	июнь 2017 г.	9,3	8,1	-8,5	-3,6	3,4
7	июль 2017 г.	-4,0	-1,9	11,8	5,3	3,7
8	август 2017 г.	-3,8	1,8	2,7	-1,2	-1,0
9	сентябрь 2017 г.	3,6	4,4	8,4	8,2	0,6
10	октябрь 2017 г.	2,6	3,3	9,6	0,9	0,4
11	ноябрь 2017 г.	-9,6	6,3	2,8	-7,0	-2,8
12	декабрь 2017 г.	-0,2	-0,3	-3,8	0,7	-2,6
13	январь 2018 г.	18,3	12,8	15,2	4,9	6,0
14	февраль 2018 г.	-6,2	-0,2	4,8	-2,5	0,4
15	март 2018 г.	-4,5	5,4	1,5	-0,1	-2,2
16	апрель 2018 г.	23,9	5,1	3,0	3,3	6,0
17	май 2018 г.	-0,1	1,2	3,2	-2,0	0,1
18	июнь 2018 г.	3,2	4,1	1,9	-0,8	1,8
19	июль 2018 г.	5,5	2,7	3,0	1,9	10,8
20	август 2018 г.	5,3	5,2	1,9	-1,5	9,0
21	сентябрь 2018 г.	12,6	6,1	8,4	-3,3	0,6
22	октябрь 2018 г.	-6,9	-1,6	4,9	-4,7	0,5
23	ноябрь 2018 г.	-5,7	3,3	-2,1	5,0	-2,4
24	декабрь 2018 г.	-0,3	-2,0	-8,3	-3,4	4,6
25	январь 2019 г.	-4,8	6,5	-0,4	2,0	2,9
26	февраль 2019 г.	-3,3	3,4	-4,2	-6,7	-0,7
27	март 2019 г.	5,4	7,4	-1,9	-1,0	3,6
28	апрель 2019 г.	2,2	-6,7	10,9	-2,9	-6,1
29	май 2019 г.	2,4	-4,7	2,9	2,2	4,3
30	июнь 2019 г.	-4,8	2,4	8,9	5,0	6,1
31	июль 2019 г.	0,4	-2,9	8,1	2,7	-26,9
32	август 2019 г.	-1,8	4,9	-4,9	13,8	6,7
33	сентябрь 2019 г.	2,1	1,0	2,1	16,8	10,5
34	октябрь 2019 г.	3,3	8,9	-1,5	28,5	1,7
35	ноябрь 2019 г.	0,2	2,3	1,1	-6,5	-6,3
36	декабрь 2019 г.	3,3	0,2	-0,2	16,6	6,0
37	январь 2020 г.	6,7	6,9	5,4	-11,9	-8,0
38	февраль 2020 г.	-17,8	-15,8	-10,0	-12,7	-5,8
39	март 2020 г.	-18,6	-15,8	-24,6	-9,8	15,6

1	2	3	4	5	6	7
40	апрель 2020 г.	4,6	3,3	11,6	6,1	-3,9
41	май 2020 г.	12,8	10,2	0,6	7,6	-2,6
42	июнь 2020 г.	-4,7	-0,7	-1,5	-3,9	-0,9
43	июль 2020 г.	-1,3	-4,5	-4,1	-3,6	5,1
44	август 2020 г.	4,5	-2,4	-0,3	-0,9	1,0
45	сентябрь 2020 г.	3,4	-10,5	-7,8	-3,7	5,9
46	октябрь 2020 г.	-7,2	-6,6	-6,5	-5,0	-6,0
Среднемесячная доходность акций, %		0,04	0,58	0,80	0,45	0,56
Риск акций, %		7,8	6,1	7,0	7,6	6,8

* Источник: расчеты автора.

Определение риска портфеля ценных бумаг предполагает расчет парных коэффициентов ковариации для всех его активов. В таблице 2 представлены результаты расчета ковариации между доходностями акций нефтяных компаний России.

Как видно из данных таблицы 2, практически все парные коэффициенты ковариации являются положительными величинами, за исключением сочетания: обыкновенные акции ПАО «Газпром нефть» и привилегированные акции ПАО «Сургутнефтегаз». Отрицательное значение показателя означает, что доходности акций двух вышеуказанных компаний имеют тенденцию компенсировать друг друга.

Решение обеих оптимизационных задач в ранее рассмотренных постановках осуществлялось автоматизированным способом в MS Excel (применялись

следующие опции: «Данные» – «Анализ данных» – «Поиск решения»).

1. Прямая оптимизационная задача – максимальная доходность портфеля при заданном уровне риска (подход Марковица).

В таблицах 3 и 4 представлены результаты моделирования, соответственно, структура оптимального инвестиционного портфеля, его доходность и риск.

Как видно из данных таблицы 3, при варьировании максимального заданного уровня риска портфеля от 5 до 7 % неизменно включались только два актива: обыкновенные акции ПАО «Газпром нефть» и привилегированные акции ПАО «Сургутнефтегаз». При этом, в случае «смягчения» требования к риску портфеля наблюдалась тенденция роста доли в инвестиционном портфеле такого актива как обыкновенные акции ПАО «Газпром нефть».

Таблица 2

Матрица парных коэффициентов ковариации активов*

Актив	ROSN	LKOH	SIBN	SNGS	SNGSP
ROSN	61,5				
LKOH	29,8	37,6			
SIBN	23,1	20,7	49,6		
SNGS	18,6	19,6	15,1	57,4	
SNGSP	4,6	3,7	-9,3	13,0	45,7

* Источник: расчеты автора по данным таблицы 1.

Таблица 3

Структура оптимального инвестиционного портфеля*

Актив	Доля актива в инвестиционном портфеле, %		
	При максимальном заданном риске портфеля в размере		
	5 %	6 %	7 %
ROSN	0	0	0
LKOH	0	0	0
SIBN	71	86,8	99,5
SNGS	0	0	0
SNGSP	29	13,2	0,5

* Источник: подготовлено автором.

Таблица 4

Доходность и риск оптимального инвестиционного портфеля*

Параметр	Варианты инвестиционного портфеля		
	1-й	2-й	3-й
Доходность портфеля, %	0,73	0,76	0,8
Риск портфеля, %	5	6	7

* Источник: подготовлено автором.

Таблица 5

Структура оптимального инвестиционного портфеля*

Актив	Доля актива в инвестиционном портфеле, %		
	При минимальной заданной доходности портфеля в размере		
	0,65 %	0,75 %	0,80 %
ROSN	0	0	0
LKOH	19,3	0	0
SIBN	37,4	80,5	100
SNGS	1,2	0	0
SNGSP	42,1	19,5	0

* Источник: подготовлено автором.

Таблица 6

Доходность и риск оптимального инвестиционного портфеля*

Параметр	Варианты инвестиционного портфеля		
	1-й	2-й	3-й
Доходность портфеля, %	0,65	0,75	0,8
Риск портфеля, %	4,2	5,6	7

* Источник: подготовлено автором.

Как видно из данных таблицы 4 (с учетом данных предыдущей таблицы), между доходностью и риском инвестиционного портфеля существует прямая зависимость, то есть рост его доходности приводит к повышению рисков. В нашем случае, например, при 7 %-ном риске ожидаемая ежемесячная доходность оптимального портфеля (сформированного преимущественно из обыкновенных акций ПАО «Газпром нефть») составляет 0,8 %.

Аналогичным образом решим и обратную задачу.

2. Обратная оптимизационная задача – минимальный риск портфеля при заданной доходности (подход Марковица).

В таблицах 5 и 6 представлены результаты моделирования, соответственно, структура оптимального инвестиционного портфеля, его доходность и риск.

Как видно из данных таблицы 5, в нашем случае рост ожидаемой доходности приводил к сокращению числа активов, включаемых в инвестиционный портфель. Также при условии «ужесточения» требования к доходности портфеля в нем увеличивалась и доля обыкновенных акций ПАО «Газпром нефть».

Как видно из данных таблицы 6 (с учетом данных предыдущей таблицы), в частности при 0,65 % ежемесячной доходности и оптимальной структуре портфеля (42,1 % привилегированных акций ПАО «Сургутнефте-

газ», 37,4 и 19,3 %, соответственно, обыкновенных акций ПАО «Газпром нефть» и ПАО «ЛУКОЙЛ», а также 1,2 % привилегированных акций ПАО «Сургутнефтегаз») уровень его прогнозируемого риска – 4,2 %.

Таким образом, был раскрыт механизм формирования оптимального инвестиционного портфеля ценных бумаг по моделям Марковица на примере акций четырех крупнейших нефтяных компаний России, исходя из официальных данных котировок ценных бумаг на Московской бирже, и определена структура инвестиционного портфеля, исходя из заданных ограничений.

Литература

1. Назарова Е.В., Жданова О.А. Модели формирования и оптимизации инвестиционного портфеля // Ученые записки Российской академии предпринимательства. 2017. Т. 16. № 1. С. 111–117.
2. Назарова В.В., Левичев И.П. Разработка модели повышения эффективности управления инвестиционным портфелем // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2017. Т. 21. № 3. С. 451–481.
3. Иванюк В.А., Абдикеев Н.М. Управление рыночными активами в условиях кризиса // Управленческие науки. 2018. Т. 8. № 1. С. 72–81.