

8.2. ФОРМИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ ЦЕННЫХ БУМАГ, ОСНОВАННОЕ НА ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ И МОДЕЛИ МАРКОВИЦА

Ишманов И.Н., аспирант

ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

В работе рассматривается динамическая задача формирования инвестиционного портфеля и предлагается методика его формирования, основанная на модели Марковица и теории распознавания образов. Применяются различные критерии отбора активов. Исследуется эффективность предложенной методики на фактических данных.

Проблема выбора активов для формирования портфеля ценных бумаг

Данная работа является развитием статьи [2] в следующих направлениях.

1. Рассматриваются различные вариации динамической задачи формирования портфеля, в частности изменяются период владения портфелем, и период времени, предшествующий формированию портфеля на основе статистической информации стоимостей ценных бумаг.
2. В рассмотрении включены еженедельные доходности акций 256 американских компаний за период с 5 января 1990 г. по 7 января 2010 г.
3. Учитывается комиссия брокерской компании, сравниваются полученные результаты с ростом индекса S&P 500.

В настоящий момент существуют два основных подхода анализа финансовых рынков – технический и фундаментальный. Первый основан на анализе изменения цен и объемов торгов в прошлом, предполагая, что в исторических значениях стоимостей акций уже заложена основная информация, характеризующая ее будущую стоимость. Задачей данного метода является исследование текущего направления движения цены акции. Используется он, как правило, для краткосрочных спекуляций, и не предназначен для выбора активов с последующим формированием инвестиционного портфеля [7].

Второй подход основан на изучении и сравнении финансовых и производственных показателей деятельности фирмы. При таком подходе анализу подвергается чистая прибыль компании, ее выручка, *EBITDA*, денежный поток, чистая стоимость компании, ее обязательства и производственные показатели. Суть данного метода сводится к приобретению акций «недооцененных» в настоящий момент компаний, рассчитывая на их рост в будущем, и последующей продажи [4].

Применяя данный метод, инвестор может произвести отбор активов для формирования портфеля, но стоит отметить, что на рынке обращаются акции сотен компаний, и, не обладая целой командой аналитиков, практически невозможно изучить финансовые показатели всех компаний – эмитентов акций. Таким образом, недостатком фундаментального анализа является его большая трудоемкость.

Автор по аналогии с техническим анализом предполагает, что в исторических значениях стоимостей акций уже заложена основная информация характеризующая эффективность деятельности фирмы, и предлагает решить задачу выбора активов в инвестиционный портфель, опираясь на теорию распознавания образов [3].

Постановка задачи

Пусть инвестор имеет определенное количество денежных средств для инвестирования, которые он намерен вложить в ценные бумаги. На эти деньги инвестор планирует купить акции и держать их в течение определенного периода времени (период владения). В начальный момент периода владения инвестор приобретает ценные бумаги (формирует инвестиционный портфель). При этом он должен иметь в виду, что стоимость ценных бумаг и, таким образом, стоимость портфеля в предстоящий период владения неизвестна. В конце периода владения инвестор продает ценные бумаги, которые были куплены в начале периода, после чего сразу же формирует новый портфель. Так продолжается I раз. Требуется получить максимальный доход после продажи активов последнего (I -го) периода владения. Инвестор обладает информацией о стоимости ценных бумаг за некоторый предыдущий период времени.

Поскольку, предлагается переформировывать портфель периодически, данная задача является динамической, она описывается следующим образом.

1. Процесс разбивается на I шагов (портфель переформировывается I раз).

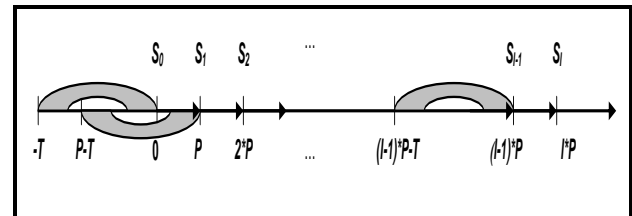


Рис. 1. Динамический процесс переформирования портфеля ценных бумаг

T – период времени, предшествующий формированию портфеля на основе статистической информации стоимостей ценных бумаг;

P – период времени (период владения), в течение которого инвестор держит купленные бумаги;

K – сокращенное количество ценных бумаг;

S_i – денежные средства инвестора в i -й момент ($i = \overline{0, I}$).

Требуется найти такие K, P, T , что:

$$S_i \rightarrow \max /$$

2. На i -м шаге ($i = \overline{1, I}$) решается оптимизационная задача формирования портфеля ценных бумаг по критерию Марковица [5, 6], которая формулируется следующим образом:

Найти такой вектор:

$$X(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}),$$

где x_{ji} – доля j -й акции в портфеле, сформированном на i -м шаге, таким образом, что $\sum_{j=1}^k x_{ji} = 1$, $x_{ji} \geq 0$, (операции вида «короткие продажи» не разрешены), и при этом:

$$E_{pi} - \alpha * \sigma_{pi} \rightarrow \max,$$

где E_{pi} – статистическая оценка ожидаемой доходности портфеля, сформированного на i -м шаге.

σ_{pi} – оценка стандартного отклонения портфеля, сформированного на i -м шаге.

α – коэффициент несклонности к риску.

Кластеризация и критерии отбора акций при формировании портфеля

Исследуемое множество акций предлагается разбить на заданное число кластеров таким образом, чтобы акции из различных кластеров в некотором смысле максимально отличались друг от друга.

В качестве критериев кластеризации используются основные характеристики случайной величины: начальный момент первого порядка и нормализованные центральные моменты второго, третьего и четвертого порядка или выборочное среднее, выборочная дисперсия, выборочная асимметрия и выборочный эксцесс.

Отметим, что асимметрия и эксцесс являются безразмерными величинами. Поэтому в качестве третьего критерия кластеризации будем использовать отношение квадрата математического ожидания к дисперсии, поскольку полученная величина также является безразмерной.

Учитывая, что разбиение множества акций происходит на заранее определенное число кластеров, в качестве алгоритма кластеризации уместнее всего использовать метод *k*-средних [1].

Далее предлагается формировать портфель из множества акций, выбранных по одной из каждого кластера. Используются три критерия отбора.

1. По максимуму выборочной средней;
2. По минимуму выборочной дисперсии;
3. По максимуму коэффициента Шарпа [8].

Коэффициент Шарпа используется для определения того, насколько хорошо доходность актива компенсирует принимаемый инвестором риск. Коэффициент Шарпа отражает превышение доходности актива над доходностью безрискового актива с учетом общего риска актива, в качестве меры которого выступает стандартное отклонение. В качестве безрисковой ставки при расчетах использовалась ставка **LIBOR**. Чем выше коэффициент Шарпа, тем выше доходность по сравнению с безрисковой ставкой при том же риске.

Коэффициент Шарпа рассчитывается следующим образом:

$$Sh_j = \frac{\bar{c}_j - R_f}{\sigma_j},$$

где

\bar{c}_j – средняя доходность акции,

σ_j – выборочное стандартное отклонение акции,

R_f – доходность безрисковой процентной ставки (ставка **LIBOR**).

Вычислительный эксперимент

Был проведен вычислительный эксперимент, где в качестве исходных данных выступили еженедельные котировки 256 акций различных американских компаний¹ за период с 5 января 1990 г. по 7 января 2011 г. (1097 значений).

Отметим, что за указанный период индекс S&P 500 вырос в 3,6 раз (на 260%).

В каждом опыте все множество акций разбивалось на заданное количество кластеров (от 5 до 15). Далее из каждого кластера в соответствии с методикой отби-

рались акции (по наибольшему значению математического ожидания, по наименьшему значению дисперсии или по наибольшему значению коэффициента Шарпа), после получения сокращенного множества акций формировался портфель ценных бумаг, оптимизирующий целевую функцию. Схематично работа *i*-го шага алгоритма представлена на рис. 2.

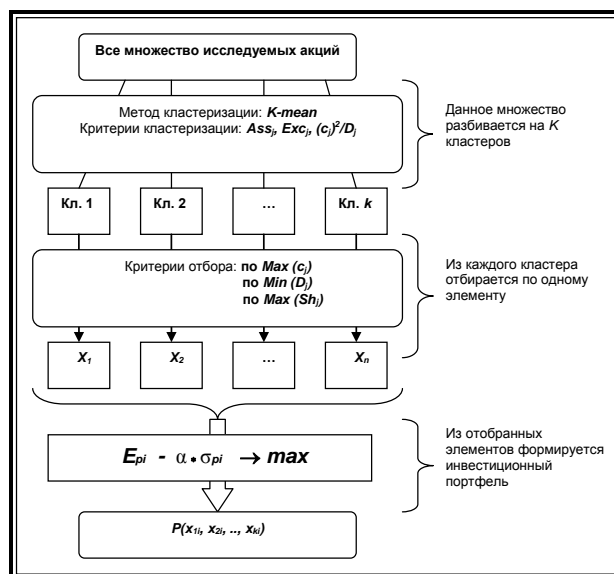


Рис. 2. Схема работы алгоритма сокращения множества акций и формирования инвестиционного портфеля на *i*-м шаге

Задача оптимизации решалась пошаговым перебором долей каждой акции от нуля до единицы с шагом, равным 0,1 (при сумме долей, равной единице).

Таким образом, менялись пять параметров, комбинация которых составляет ту или иную инвестиционную стратегию, которую можно описать следующим образом:

$$F : K - T - P [\alpha; \alpha],$$

где

F – критерий отбора акций из кластера, принимает следующие значения: E – при отборе актива из кластера по наибольшей средней, D – по наименьшему значению дисперсии, Sh – по наибольшему значению коэффициента Шарпа;

K – сокращенное количество ценных бумаг, принимает целые значения от 5 до 15 (равняется количеству кластеров, на которое разбивалось исходное множество ценных бумаг);

T – период времени, предшествующий формированию портфеля на основе статистической информации стоимостей ценных бумаг, принимает значения: 20, 28, 36, 44 и 52 недели;

P – период времени (период владения), в течение которого инвестор держит купленные бумаги без изменений, принимает значения: 1, 2 и 4 недели.

$[\alpha; \alpha]$ – диапазон значений коэффициента несклонности к риску. Инвестор сам для себя выбирает значение данного коэффициента. Чем оно меньше (ближе к нулю), тем более инвестор склонен к риску. Но, как правило, коэффициент выбирают таким образом, чтобы значение целевой функции было близким к нулю (вес доходности примерно равен весу риска). В ходе проведения экспериментов, было обнаружено, что чем

¹ Данные импортированы с <http://www.google.com/finance>

реже переформируется портфель, тем меньше влияние на целевую функцию оказывает $\alpha * \sigma_{pi}$ по сравнению с E_{pi} . Поэтому при увеличении периода владения, принято решение пропорционально увеличивать коэффициент α , который, таким образом, принимает значения от нуля до $1 * P$, с шагом $0,1 * P$.

Итого было решено 5445 задач. Дополнительно для всех них были проведены расчеты доходностей, учитывающие комиссию брокерской фирмы, размер которой составлял 0,05 % от суммы каждой сделки.

Выводы

Результаты формирования портфеля из акций, каждая из которых обладает максимальной средней доходностью в своем кластере, отражены в табл. 1 и 2.

- при разбиении множества на 5-7 кластеров лучшая доходность достигается при еженедельном переформировании портфеля (период владения равен одной неделе, $P = 1$), основанном на информации 20 предшествующих недель ($T = 20$);
- при разбиении множества на 8-11 кластеров наибольшая доходность достигается при переформировании портфеля каждые 2 недели ($P = 2$), используя статистическую информацию предшествующих 44 недель ($T = 44$);
- при разбиении множества на 12 кластеров наибольшая доходность достигается при переформировании портфеля каждые 2 недели ($P = 2$), используя статистическую информацию предшествующих 52 недель ($T = 52$);
- при разбиении множества на 13-15 кластеров наибольшая доходность достигается при переформировании

портфеля каждые 4 недели ($P = 4$), используя статистическую информацию предшествующих 44 недель ($T = 44$). Таким образом, стратегия E: 9-44-2 [0,4; 2] показывает лучшие результаты.

Отметим, что с увеличением числа кластеров, на которое разбивается исходное множество акций, стратегии с большим периодом владения инвестиционным портфелем показывают большую доходность.

При $0 \leq \alpha \leq 0,1 * P$ доходность отрицательная (убыток) либо очень низкая, тем не менее, с увеличением α доходность растет, и уже при $\alpha \geq 0,3 * P$ практически все стратегии показывают результат лучше, чем индекс S&P 500.

Формирование портфеля из акций с наименьшими значениями дисперсии не дает высоких результатов (табл. 3 и 4). Только при разбиении множества на 12, 14 и 15 кластеров максимальная доходность является соразмерной с ростом индекса S&P 500.

Стоит отметить, что лучшие результаты данная стратегия показывает, когда период владения равен 4 неделям ($P = 4$).

Как правило, при увеличении α до $0,7 * P - 0,8 * P$ доходность растет, после чего начинает снижаться.

Результаты формирования портфеля из акций, каждая из которых обладает максимальной в своем кластере значением коэффициента Шарпа, отражены в табл. 5 и 6.

Таблица 1

МИНИМАЛЬНЫЕ, МАКСИМАЛЬНЫЕ И СРЕДНИЕ ДОХОДНОСТИ ЗА ВЕСЬ ПЕРИОД ЛУЧШИХ ДЛЯ КАЖДОГО КЛАСТЕРА СТРАТЕГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРТФЕЛЯ ИЗ АКЦИЙ С МАКСИМАЛЬНЫМИ В СВОЕМ КЛАСТЕРЕ СРЕДНИМИ ДОХОДНОСТЯМИ

Стратегия	Min доходность		% потери	Max доходность		% потери	Средняя доходность		% потери
	С учетом комиссии	Без учета комиссии		С учетом комиссии	Без учета комиссии		С учетом комиссии	Без учета комиссии	
E: 5-20-1 [0,2; 1]	390,01	810,03	51,85	490,02	1057,39	53,66	462,64	967,71	52,19
E: 6-20-1 [0,2; 1]	118,20	341,48	65,39	763,24	1352,29	43,56	284,24	623,23	54,39
E: 7-20-1 [0,2; 1]	208,29	533,36	60,95	585,22	1072,23	45,42	328,58	717,98	54,24
E: 8-44-2 [0,6; 2]	269,60	421,60	36,05	540,72	816,66	33,79	433,26	660,53	34,41
E: 9-44-2 [0,4; 2]	266,84	403,87	33,93	1097,45	1601,92	31,49	777,14	1140,37	31,85
E: 10-52-2 [0,8; 2]	168,47	274,62	38,65	334,65	510,34	34,43	243,51	381,08	36,10
E: 11-44-2 [0,6; 2]	292,49	446,69	34,52	583,69	865,72	32,58	510,81	760,49	32,83
E: 12-52-2 [0,6; 2]	294,37	443,47	33,62	422,53	628,63	32,79	379,06	566,85	33,13
E: 13-44-4 [0,8; 4]	233,83	307,09	23,86	567,86	724,84	21,66	464,23	595,32	22,02
E: 14-44-4 [1,2; 4]	232,16	304,89	23,85	644,52	812,83	20,71	491,94	624,79	21,26
E: 15-44-4 [0,8; 4]	403,15	509,85	20,93	912,57	1144,21	20,24	688,56	866,83	20,57

Таблица 2

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА α И ЧИСЛА КЛАСТЕРОВ НА ДОХОДНОСТЬ СТРАТЕГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРТФЕЛЯ ИЗ АКЦИЙ С МАКСИМАЛЬНЫМИ В СВОЕМ КЛАСТЕРЕ СРЕДНИМИ ДОХОДНОСТЯМИ (С УЧЕТОМ КОМИССИИ БРОКЕРА)

Стратегия	Доходность за весь период в зависимости от коэффициента α										
	0	$0,1 * P$	$0,2 * P$	$0,3 * P$	$0,4 * P$	$0,5 * P$	$0,6 * P$	$0,7 * P$	$0,8 * P$	$0,9 * P$	$1 * P$
E: 5-20-1 [0; 1]	-38,71	248,16	490,02	487,82	390,01	442,54	421,04	486,19	484,07	477,29	484,82
E: 6-20-1 [0; 1]	-38,71	218,97	763,24	440,79	265,57	202,30	216,77	200,25	192,56	158,51	118,20
E: 7-20-1 [0; 1]	-38,71	130,79	585,22	541,94	376,23	361,81	219,99	221,24	228,14	214,32	208,29
E: 8-44-2 [0; 1]	103,33	21,59	86,69	269,60	371,27	386,73	328,70	520,83	528,39	519,85	540,72
E: 9-44-2 [0; 2]	103,33	17,62	266,84	434,10	712,14	728,31	862,04	965,96	871,56	1055,82	1097,45
E: 10-52-2 [0; 2]	-14,65	-83,94	14,14	133,89	180,50	168,47	179,17	299,83	254,69	287,26	334,65
E: 11-44-2 [0; 2]	103,33	-9,25	124,99	292,49	532,23	546,49	503,51	535,61	540,75	551,73	583,69
E: 12-52-2 [0; 2]	-14,65	-53,85	126,39	294,37	342,51	397,75	391,11	422,53	382,80	394,46	406,92
E: 13-44-4 [0; 4]	7,54	54,08	233,83	354,20	419,47	492,02	528,73	567,86	562,56	514,56	504,80
E: 14-44-4 [0; 4]	7,54	-65,19	111,32	232,16	372,29	384,22	507,96	589,70	610,07	594,59	644,52
E: 15-44-4 [0; 4]	7,54	13,99	403,15	494,97	613,48	690,73	776,03	853,06	912,57	722,21	730,88

Таблица 3

МИНИМАЛЬНЫЕ, МАКСИМАЛЬНЫЕ И СРЕДНИЕ ДОХОДНОСТИ ЗА ВЕСЬ ПЕРИОД ЛУЧШИХ ДЛЯ КАЖДОГО КЛАСТЕРА СТРАТЕГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРТФЕЛЯ ИЗ АКЦИЙ С МИНИМАЛЬНЫМИ В СВОЕМ КЛАСТЕРЕ ЗНАЧЕНИЯМИ ДИСПЕРСИИ

Стратегия	Min доходность		% потери	Max доходность		% потери	Средняя доходность		% потери
	С учетом комиссии	Без учета комиссии		С учетом комиссии	Без учета комиссии		С учетом комиссии	Без учета комиссии	
D: 5-52-4 [0,8; 4]	123,86	153,86	19,50	152,97	185,36	17,47	141,65	171,99	17,64
D: 6-52-4 [0,4; 4]	149,46	182,81	18,24	195,57	231,28	15,44	179,41	213,75	16,07
D: 7-52-4 [0,4; 4]	115,46	148,74	22,37	187,87	221,65	15,24	163,45	195,76	16,50
D: 8-52-4 [1,2; 4]	150,52	182,70	17,61	213,09	251,79	15,37	191,86	228,39	16,00
D: 9-52-4 [1,2; 4]	77,72	100,81	22,90	132,95	161,15	17,50	114,37	140,47	18,58
D: 10-52-4 [0,8; 4]	54,22	73,79	26,52	110,95	136,18	18,53	89,44	112,44	20,45
D: 11-20-4 [2; 4]	138,59	190,83	27,38	231,50	304,50	23,97	203,70	270,27	24,63
D: 12-20-4 [0; 4]	97,39	143,40	32,09	369,52	490,58	24,68	199,87	269,15	25,74
D: 13-20-4 [2; 4]	99,56	144,01	30,87	208,66	277,91	24,92	167,60	227,18	26,23
D: 14-20-4 [0; 4]	81,45	123,58	34,09	330,56	448,10	26,23	196,95	265,87	25,92
D: 15-20-4 [0; 4]	60,81	98,39	38,19	422,97	566,41	25,32	166,98	230,13	27,44

Таблица 4

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА А И ЧИСЛА КЛАСТЕРОВ НА ДОХОДНОСТЬ СТРАТЕГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРТФЕЛЯ ИЗ АКЦИЙ С МИНИМАЛЬНЫМИ В СВОЕМ КЛАСТЕРЕ ЗНАЧЕНИЯМИ ДИСПЕРСИИ (С УЧЕТОМ КОМИССИИ БРОКЕРА)

Стратегия	Доходность в зависимости от коэффициента α										
	0	0,1 * P	0,2 * P	0,3 * P	0,4 * P	0,5 * P	0,6 * P	0,7 * P	0,8 * P	0,9 * P	1 * P
D: 5-52-4 [0,8; 4]	-77,25	63,82	123,86	152,97	140,54	136,64	141,58	145,22	150,38	142,70	140,93
D: 6-52-4 [0,4; 4]	-89,27	85,81	149,46	177,08	177,76	174,00	186,69	195,57	194,88	178,34	180,89
D: 7-52-4 [0,4; 4]	-61,96	115,46	126,93	147,64	178,30	181,15	177,10	187,87	177,67	170,31	172,05
D: 8-52-4 [1,2; 4]	214,44	44,56	56,01	62,17	114,10	103,95	150,25	150,75	209,44	203,57	213,34
D: 9-52-4 [1,2; 4]	-54,31	24,55	65,51	77,72	94,81	113,23	132,95	129,75	118,50	122,97	125,01
D: 10-52-4 [0,8; 4]	-42,66	-1,42	56,29	54,22	76,46	89,87	110,95	109,39	102,41	99,89	105,51
D: 11-20-4 [2; 4]	56,78	71,28	86,28	41,16	78,62	138,59	194,49	226,48	231,50	227,98	203,17
D: 12-20-4 [0; 4]	369,52	253,25	154,31	97,39	143,83	135,95	200,81	206,33	197,54	226,82	212,79
D: 13-20-4 [2; 4]	5,69	54,67	44,94	4,32	41,50	99,56	193,97	208,66	172,95	177,65	152,82
D: 14-20-4 [0; 4]	330,56	315,49	94,57	81,45	142,70	144,95	190,42	234,72	199,94	218,86	212,78
D: 15-20-4 [0; 4]	422,97	227,78	131,60	60,81	86,34	107,48	156,55	172,50	146,74	164,95	159,11

Таблица 5

МИНИМАЛЬНЫЕ, МАКСИМАЛЬНЫЕ И СРЕДНИЕ ДОХОДНОСТИ ЗА ВЕСЬ ПЕРИОД ЛУЧШИХ ДЛЯ КАЖДОГО КЛАСТЕРА СТРАТЕГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРТФЕЛЯ ИЗ АКЦИЙ С МАКСИМАЛЬНЫМИ В СВОЕМ КЛАСТЕРЕ ЗНАЧЕНИЯМИ КОЭФФИЦИЕНТА ШАРПА

Стратегия	Min доходность		% потери	Max доходность		% потери	Средняя доходность		% потери
	С учетом комиссии	Без учета комиссии		С учетом комиссии	Без учета комиссии		С учетом комиссии	Без учета комиссии	
Sh: 5-20-1 [0,1; 1]	229,18	453,10	49,42	1433,18	2565,09	44,13	792,08	1534,48	48,38
Sh: 6-20-1 [0,2; 1]	231,07	449,30	48,57	1233,19	2291,59	46,19	823,80	1554,99	47,02
Sh: 7-20-1 [0,1; 1]	463,79	765,08	39,38	1353,54	2474,86	45,31	989,03	1802,94	45,14
Sh: 8-20-1 [0,2; 1]	189,47	374,84	49,45	1135,93	2131,59	46,71	768,51	1441,70	46,69
Sh: 9-52-1 [0,3; 1]	220,89	383,71	42,43	870,77	1392,00	37,44	491,96	806,18	38,98
Sh: 10-28-4 [1,2; 4]	619,09	779,01	20,53	1329,40	1664,48	20,13	1042,88	1307,96	20,27
Sh: 11-52-1 [0,3; 1]	214,13	384,25	44,27	888,95	1470,90	39,56	627,17	1050,54	40,30
Sh: 12-52-2 [0,6; 2]	265,76	386,82	31,30	1197,06	1650,49	27,47	776,65	1078,75	28,00
Sh: 13-52-1 [0,3; 1]	272,07	511,21	46,78	753,66	1319,68	42,89	559,44	999,83	44,05
Sh: 14-52-1 [0,3; 1]	191,62	357,98	46,47	784,23	1321,10	40,64	564,32	963,47	41,43
Sh: 15-44-1 [0,3; 1]	356,69	619,01	42,38	1020,92	1761,35	42,04	739,24	1274,74	42,01

- при разбиении множества на 5-8 кластеров высокая доходность достигается при еженедельном реформировании портфеля ($P = 1$), основанном на информации 20 предшествующих недель ($T = 20$);
- при разбиении множества на 9, 11, 13 и 14 кластеров высокая доходность достигается при еженедельном реформировании портфеля ($P = 1$), основанном на информации 52 предшествующих недель ($T = 52$);
- при разбиении множества на 10 кластеров высокая доходность достигается при реформировании портфеля каждые 4 недели ($P = 4$), основанном на информации 28 предшествующих недель ($T = 28$);
- при разбиении множества на 12 кластеров высокая доходность достигается при реформировании портфеля каждые 2 недели ($P = 2$), основанном на информации 52 предшествующих недель ($T = 52$);
- при разбиении множества на 15 кластеров высокая доходность достигается при реформировании портфеля каждую неделю ($P = 1$), основанном на информации 44 предшествующих недель ($T = 44$).

Таблица 6

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА α И ЧИСЛА КЛАСТЕРОВ НА ДОХОДНОСТЬ СТРАТЕГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРТФЕЛЯ ИЗ АКЦИЙ С МАКСИМАЛЬНЫМИ В СВОЕМ КЛАСТЕРЕ ЗНАЧЕНИЯМИ КОЭФФИЦИЕНТА ШАРПА (С УЧЕТОМ КОМИССИИ БРОКЕРА)

Стратегия	Доходность в зависимости от коэффициента α										
	0	0,1 * P	0,2 * P	0,3 * P	0,4 * P	0,5 * P	0,6 * P	0,7 * P	0,8 * P	0,9 * P	1 * P
Sh: 5-20-1 [0,1; 1]	78,96	249,74	314,95	229,18	400,59	747,86	859,09	1004,94	1288,36	1392,88	1433,18
Sh: 6-20-1 [0,2; 1]	3,05	127,64	231,07	330,42	624,49	813,42	1233,19	1191,46	1102,86	972,96	914,30
Sh: 7-20-1 [0,1; 1]	-16,73	463,79	796,24	786,47	1216,72	1125,53	1353,54	1304,00	1078,27	904,44	861,26
Sh: 8-20-1 [0,2; 1]	-6,51	70,63	189,47	273,99	570,02	773,12	1005,36	946,77	1106,64	1135,93	915,32
Sh: 9-52-1 [0,3; 1]	99,13	-54,81	110,99	220,89	328,91	238,60	352,06	598,97	536,51	788,94	870,77
Sh: 10-28-4 [1,2; 4]	286,32	77,29	155,31	619,09	794,74	968,63	1152,03	1263,11	1329,40	1104,43	1111,61
Sh: 11-52-1 [0,3; 1]	57,27	-68,10	77,71	214,13	444,74	507,77	657,53	761,57	888,95	787,22	755,41
Sh: 12-52-2 [0,6; 2]	72,79	-62,21	58,54	265,76	365,97	528,63	521,83	1089,65	1108,96	1135,33	1197,06
Sh: 13-52-1 [0,3; 1]	-23,66	-56,83	65,49	272,07	385,54	517,96	551,93	613,77	753,66	704,91	675,68
Sh: 14-52-1 [0,3; 1]	-17,28	-46,66	115,91	191,62	317,79	507,44	607,10	707,31	784,23	705,10	693,99
Sh: 15-44-1 [0,3; 1]	420,54	46,96	199,46	356,69	679,42	825,83	745,09	770,02	1020,92	780,03	735,93

Таким образом, стратегия **Sh: 10-28-4 [1,2; 4]** показывает лучшие результаты.

Как правило, при $0 \leq \alpha \leq 0,1 * P$ доходность низкая либо отрицательная, с увеличением α доходность растет, достигает своего пика, после чего начинает снижаться. Так при $\alpha \geq 0,4 * P$ все стратегии показывают результат лучше, чем индекс S&P 500.

Следует отметить, что при формировании портфеля из акций, каждая из которых обладает максимальным в своем кластере значением коэффициента Шарпа доходность стратегий оказывается выше, чем при максимальной средней. Таким образом, предпочтительней использовать критерий отбора акций из кластеров по коэффициенту Шарпу. Рекомендуемые стратегии: **Sh: 7-20-1 [0,1; 1]** и **Sh: 10-28-4 [1,2; 4]**. Средняя доходность за весь рассматриваемый период с учетом комиссии брокера первой стратегии составляет 989,03%, второй – 1042,88%. Доходность второй стратегии выше, поскольку ее транзакционные издержки оказались ниже вследствие того, что переформировывать портфель необходимо в четыре раза реже по сравнению с первой. Тем не менее, при возникновении неблагоприятных ситуаций на рынке первая стратегия реагирует быстрее, и падения, как правило, оказываются ниже.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассматривается динамическая задача формирования портфеля ценных бумаг, основанная на классической модели Марковица. Построена соответствующая математическая модель. Для решения задачи предложен метод отбора активов, в основе которого лежит теория распознавания образов. Проведен вычислительный эксперимент на реальных данных, позволяющий судить об эффективности предложенного метода.

На рассматриваемом временном промежутке стратегия **Sh: 10-28-4 [1, 2; 4]** является лучшей, минимальная, максимальная и средняя доходность которой (в зависимости от коэффициента α) составляет 619,09%; 1329,4 % и 1042,88% соответственно (с учетом транзакционных издержек). Таким образом, доходность данной стратегии превышает рост индекса S&P 500 в 2,38-5,11 раз. Причем, если учитывать, что при приобретении активов, входящих в S&P 500, возникли бы транзакционные издержки, то эффективность рекомендуемой стратегии по сравнению с индексом окажется еще выше.

Ишманов Ильядар Наилевич

Литература

1. Айвзян С.А. и др. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности [Текст] / С.А. Айвзян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1989.
2. Бронштейн Е.М. Формирование портфеля ценных бумаг на основе теории распознавания образов [Текст] / Е.М. Бронштейн, И.Н. Ишманов // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2011. – №30. – С. 2-7.
3. Вапник В.Н. Теория распознавания образов [Текст] / В.Н. Вапник, А.Я. Червоненкис. – М.: Наука, 1974.
4. Грэхем Б. Анализ ценных бумаг [Текст] / Бенджамин Грэхем, Дэвид Додд. – 3-е изд. – М.: Диалектика-Вильямс, 2011.
5. Марковиц Г. Выбор портфеля [Текст] / Г. Марковиц // Финансовый журнал. – 1952. – №7. – С. 77-91.
6. Марковиц Г. Выбор портфеля: эффективная диверсификация инвестиций [Текст] / Г. Марковиц. – Нью-Йорк: Уайли, 1959.
7. Найман Э.Л. Малая энциклопедия трейдера [Текст] / Э.Л. Найман. – Киев: ВИРА-Р Альфа Капитал, 1999.
8. Шарп У.Ф. Теория портфеля и рынки капиталов [Текст] / У.Ф. Шарп. – Мак Гроу-Хилл, 1970.

Ключевые слова

Формирование портфеля; теория распознавания образов; модель Марковица, кластеризация.

РЕЦЕНЗИЯ

Автор предлагает решение задачи выбора активов для формирования портфеля путем кластеризации исходного множества акций с последующим применением различных критериев отбора активов.

Поставлена динамическая задача формирования инвестиционного портфеля, основанная на модели Марковица и теории распознавания образов, и предложен новый метод ее решения, эффективность которого была исследована на реальных данных на достаточно длинном временном интервале. Предложенный метод имеет практическую значимость при торговле на западных площадках, тем не менее, вызывает сомнения возможность его применения в Российской Федерации, поскольку фондовый рынок нашей страны существует довольно короткий исторический промежуток.

Рукопись четко структурирована, материал изложен в логической последовательности. Считаю, что рецензируемая статья имеет научную ценность и может быть рекомендована к опубликованию.

Мустаев И.З., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Управление инновациями» Уфимского государственного авиационного технического университета