ЭКСПЕРТНО-ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЕЙ ДОХОДНОСТИ АКЦИИ

© Куликова Т.В.[♣], Тинякова В.И.[♦]

Воронежский государственный университет, г. Воронеж

Предлагается подход, обеспечивающий возможность прогнозирования в ранговой шкале за счет совместного использования метода парных сравнений и модели бинарного выбора. Приводятся результаты применения данного подхода для прогнозирования наиболее вероятного уровня доходности акций ОАО Лукойл.

Точное предсказание уровня (высокий / средний / низкий / очень низкий) доходности по понятным причинам практически невозможно, поэтому целесообразно решение данной задачи получать в вероятностной форме, т.е. вычислить вероятности, по которым оценивается реальность сравниваемых альтернатив.

Формально процедура вычисления этих вероятностей осуществляется в несколько этапов. На первом этапе определяются возможные уровни доходности r, для чего вводятся фиктивные переменные f_1, f_2, в принимающие всего два значения: -1 и 1. В этом случае с помощью построенной модели:

$$r_t = \hat{d}_0 + \hat{d}_1 f_1 + \hat{d}_2 f_2 \qquad (1)$$

можно рассчитать четыре уровня ожидаемой доходности:

$$r_{t+1}^1 = \hat{d}_0 + \hat{d}_1 \cdot 1 + \hat{d}_2 \cdot 1;$$
$$r_{t+1}^2 = \hat{d}_0 + \hat{d}_1 \cdot 1 + \hat{d}_2 \cdot (-1);$$
$$r_{t+1}^3 = \hat{d}_0 + \hat{d}_1 \cdot (-1) + \hat{d}_2 \cdot 1;$$
$$r_{t+1}^4 = \hat{d}_0 + \hat{d}_1 \cdot (-1) + \hat{d}_2 \cdot (-1).$$

Для определения предпочтительности каждого из вариантов в упреждающий момент времени строится матрица парных предпочтений:

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} 0{,}5 & \mathrm{P}_{12} & \cdots & \mathrm{P}_{1m} \\ \mathrm{P}_{21} & 0{,}5 & \cdots & \mathrm{P}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \mathrm{P}_{m1} & \mathrm{P}_{m2} & \cdots & 0{,}5 \end{pmatrix} \qquad (2)$$

где m – количество сравниваемых альтернативных вариантов.

[♣] Аспирант кафедры Информационных технологий и математических методов в экономике.

[♦] Профессор кафедры Информационных технологий и математических методов в экономике, доктор экономических наук.

Элементы такой матрицы P_{ij} представляют собой вероятности предпочтительности одного варианта другому. Для определения вероятностей с этим смыслом введем в рассмотрение отклонения полученных вариантов от фактически наблюдаемой доходности исторического периода:

$$u_t^1 = r_t - r_t^1,\ u_t^2 = r_t - r_t^2,\ u_t^3 = r_t - r_t^3,\ u_t^4 = r_t - r_t^4$$

Из двух сравниваемых вариантов более предпочтительным в момент времени t будем считать тот, абсолютная величина отклонения которого от фактического значения меньше. Факт предпочтительности будем фиксировать в значениях переменной, используемой в качестве зависимой переменной при построении модели бинарного выбора. Для каждой пары сравниваемых альтернативных вариантов формируется своя зависимая переменная. Правило формирования этой переменной при сравнении i-го варианта с k-м записывается следующим образом:

$$y_t^{ik} = \begin{cases} 1, & \left|u_t^i\right| \le \left|u_t^k\right| \\ 0, & \left|u_t^i\right| > \left|u_t^k\right| \end{cases},\ i, k = 1,\ 2,\ 3,\ 4 \qquad (3)$$

Предполагается, что результат сравнения зависит от того, какой уровень доходности был в предыдущий момент времени r_t, и ожидаемой ситуацией на рынке S_{t+1}, которую можно оценить в результате фундаментального анализа:

$$\mathrm{P}_{t+1}^{ik} = \mathrm{P}\left(y_t^{ik} = 1 \middle| r_t, S_{t+1}\right) = \mathrm{F}\left(r_t, S_{t+1}\right) \qquad (4)$$

Окончательное решение задачи ранжирования альтернатив получается в виде вероятностей, по которым определяется степень реализуемости сравниваемых альтернатив.

Если пользоваться терминологией метода парных сравнений [1], то прогнозные оценки, получаемые с помощью рангового предиктора, представляют собой итерированную значимость сравниваемых альтернатив:

$$\mathbf{p}_{t+1} = \mathbf{P}_{t+1}\mathbf{i} \qquad (5)$$

где $\mathbf{p}_{t+1}$ – вектор с компонентами, интерпретируемыми как вероятности, с которыми соответствующие варианты считаются наиболее предпочтительными;

$\mathbf{P}_{t+1}$ – матрица парных сравнений с элементами, определенными через функции бинарного выбора для момента $t + 1$;

$\mathbf{i}$ – вектор из единиц.

Пусть требуется определить прогнозную величину наиболее вероятного уровня доходности акций компании ОАО Лукойл. Динамика доходностей акций этой компании отражена в табл. 1.

Известно, что доходности являются независимыми случайными величинами. В силу этого построение моделей на основе взаимосвязи между прошлыми и текущими уровнями доходности в принципе невозможно.

Предполагается, что динамика доходности акций может быть представлена как процесс с несколькими уровнями возможных состояний. Будем считать, что в рассматриваемом примере для описания динамики моделируемого процесса достаточно выделить четыре уровня доходности, о которых речь шла выше.

Таблица 1

Доходность акций компании ОАО Лукойл, %

Время	Доходность	Время	Доходность	Время	Доходность	Время	Доходность	Время	Доходность
1	-1,4880	21	-0,4650	41	1,8703	61	1,4103	81	0,5398
2	1,3740	22	3,7630	42	2,6928	62	-2,1492	82	1,4094
3	0,5420	23	0,8100	43	0,2384	63	-4,0052	83	-1,2574
4	2,5610	24	-0,6380	44	0,3567	64	3,6339	84	0,1609
5	1,4450	25	0,5130	45	0,5924	65	-0,7792	85	0,9101
6	0,3890	26	1,7880	46	-1,2956	66	-2,2251	86	-1,0610
7	-3,0320	27	-0,5646	47	2,5060	67	-3,1459	87	1,6086
8	-0,8650	28	-1,1987	48	-1,0477	68	1,1748	88	1,5831
9	0,6710	29	-1,8519	49	1,0000	69	0,0000	89	-2,3377
10	-1,8670	30	2,1470	50	-2,5044	70	-1,7760	90	1,7287
11	-0,6790	31	-1,9745	51	-0,2389	71	1,9471	91	4,5752
12	0,1370	32	0,3249	52	-2,3952	72	-0,0682	92	0,0000
13	3,6890	33	-0,6477	53	-1,8405	73	0,3413	93	0,8125
14	2,1080	34	-0,5215	54	-0,4375	74	1,7687	94	0,5580
15	-0,6450	35	2,8834	55	1,5066	75	-1,2032	95	-0,9864
16	-0,9090	36	0,3822	56	-3,8961	76	-2,5710	96	1,6189
17	0,2620	37	1,1421	57	0,9009	77	1,8056	97	1,2255
18	-1,6990	38	0,7528	58	1,1480	78	1,9100	98	0,8475
19	0,0000	39	1,1208	59	-2,2699	79	0,4016	99	-1,5606
20	0,1330	40	-1,2315	60	0,6452	80	-1,2000	100	3,1707
								101	0,8865

Тогда модель такого процесса должна отражать эффекты, возникающие при моделировании данных, которые обладают панельной структурой. В нашем случае оцененная модель подобного типа имеет вид (в скобках указаны значения t-статистик Стьюдента):

$$y = \underset{}{0{,}1462} + \underset{(1{,}9271)}{1{,}1379}\, f_1 + \underset{(15{,}0063)}{1{,}0171}\, f_2, \qquad R^2 = \underset{(13{,}4265)}{0{,}8104}.$$

Построенная модель позволяет количественно оценить четыре уровня доходности (см. табл. 2).

Полученные оценки принимаются за альтернативные варианты ожидаемой доходности и используются для сравнения на предпочтительность в каждый момент времени по формуле (3). Результатом сравнения является после-

довательность из нулей и единиц, которая принимается за зависимую переменную модели бинарного выбора. Факторы этой модели формируются на основе: 1) доходности предшествующего момента времени; 2) отклонений фактических значений доходности от среднего в текущей момент времени.

Таблица 2

Результаты моделирования уровня доходности

Фиктивные переменные		Усредненный уровень доходности	
f_1	f_2	Оценка, r_t^i	Интерпретация
1	1	2,3012	высокий
1	-1	0,2670	средний
-1	1	0,0254	низкий
-1	-1	-2,0088	очень низкий

В основу формирования второго фактора положено предположение, в соответствии с которым его значения монотонно связаны с отклонениями доходности от среднего. Кроме того, будем предполагать, что этот фактор формируется вне рынка. Вычислим отклонение по формуле:

$$\tilde{u}_t = \frac{u_t - u_{\min}}{u_{\max} - u_{\min}}, \ t = \overline{1,T} \qquad (6)$$

и проведем преобразования:

$$z_t = (u_t + \xi_t) \cdot 100 \qquad (7)$$

где ξ_t – равномерно распределенная случайная величина с небольшим диапазоном возможных значений (в наших исследованиях $\xi_t \in [0; 0{,}1]$).

С помощью случайной величины удается получить эффект частичной рандомизации, который необходим для построения логит-модели, а с помощью постоянного множителя сформированная переменная привязывается к стобалльной шкале. Частичная рандомизация фактора, значения которого сформированы на основе отклонений от среднего, устраняет вырожденность матрицы, получаемой в результате дифференцирования логарифмической функции правдоподобия при построении модели бинарного выбора [1, 2].

С помощью описанных процедур было сформировано шесть наборов данных и, соответственно, построено шесть моделей:

$$P_{1,2} = \frac{1}{1 + e^{-(-25{,}6186 - 0{,}3537 r_t + 0{,}3485 s_{t+1})}}, \ LRI = 0{,}6797;$$

$$P_{1,3} = \frac{1}{1 + e^{-(-24{,}7830 - 0{,}4235 r_t + 0{,}3417 s_{t+1})}}, \ LRI = 0{,}6803;$$

$$P_{1,4} = \frac{1}{1+e^{-(-22,6641-0,5784r_t+0,3984s_{t+1})}},\ \text{LRI} = 0,7985;$$

$$P_{2,3} = \frac{1}{1+e^{-(-22,6641-0,5784r_t+0,3984s_{t+1})}},\ \text{LRI} = 0,7985;$$

$$P_{2,4} = \frac{1}{1+e^{-(-25,6169-0,8851r_t+0,5585s_{t+1})}},\ \text{LRI} = 0,8789;$$

$$P_{3,4} = \frac{1}{1+e^{-(-25,7123-0,9680r_t+0,5812s_{t+1})}},\ \text{LRI} = 0,8719.$$

Построенные логит-модели использовались как элементы матрицы парных сравнений, причем при ее формировании учитывалось соотношение $P_{ki} = 1 - P_{ik}$. Таким образом, матрица парных сравнений зависит от уровня доходности предшествующего периода и экспертно-аналитической оценки, измеряемой в баллах.

Рассмотрим процедуру прогнозирования, осуществляемую с помощью построенной модели – рангового предиктора. Предположим, что ситуация на фондовом рынке оценена в 40 баллов. Тогда при условии, что в предшествующий момент времени доходность была равна 0,8865 %, можно вычислить все элементы матрицы рангового предиктора:

$$\mathbf{P}_{0,8865;40} = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,000006 & 0,000010 & 0,000017 \\ 0,999994 & 0,5 & 0,000017 & 0,016945 \\ 0,999990 & 0,999283 & 0,5 & 0,034828 \\ 0,999283 & 0,983055 & 0,965172 & 0,5 \end{pmatrix}$$

Вектор, соответствующий первой итерированной значимости, получается равным:

$$\mathbf{p}_{0,8865;40} = \begin{pmatrix} 0,062592 \\ 0,189707 \\ 0,316763 \\ 0,430939 \end{pmatrix}$$

Данный результат можно проинтерпретировать следующим образом. Экспертно-аналитическая оценка будущего была столь низкой, что вероятность реальности четвертого варианта – «очень низкая доходность» – оказалась самой высокой.

Список литературы:

1. Давнис В.В. Прогнозные модели экспертных предпочтений: монография [текст] / В.В. Давнис, В.И. Тинякова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 248 с.

2. Gourieroux Ch. Econometrics of Qualitative Dependent Variables [текст] / Ch. Gourieroux. – Cambridge: The PittBuilding, 2000. – 371 p.