

УДК 51.7

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАПИТАЛОМ

Холина А.Г.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и информатики

E-mail: [kholina.a@gmail.com](mailto:kholina.a@gmail.com)

### Аннотация

*Холина А.Г. Анализ эффективности алгоритмов динамического управления капиталом. Рассмотрены некоторые традиционные и новые алгоритмы динамического управления капиталом. Проведен сравнительный анализ эффективности данных методов на основе таких критериев, как уровень средней доходности, среднеквадратичного отклонения, коэффициента Шарпа, профит-фактора.*

### Общая постановка проблемы

Работа на финансовых рынках, в банковской и инвестиционной сфере невозможна без эффективной программы размещения средств. Не существует беспроектных систем и алгоритмов, поэтому каждый участник должен не только стремиться к максимизации своего капитала, но также и учитывать возможные риски при управлении инвестиционным портфелем.[1]

В последнее время широкое применение в борьбе с этой проблемой получили модели динамического управления капиталом (ДУК), которые имеют различную эффективность и применимость для конкретной экономической системы. Одним из экспертов в области управления рисками и капиталом является американский ученый Р. Винс, который предложил свою модель ДУК, основанную на расчете «оптимального  $f$ ». Однако, несмотря на широкую известность, данная теория имеет свои негативные стороны. Применение новых методов позволяет существенно повысить эффективность алгоритмов ДУК по критериям достижения максимальной прибыльности, минимального риска и т.д.

### Постановка задачи

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа алгоритмов управления капиталом на основе тестовой последовательности доходностей по ряду критериев. В исследовании использовались некоторые традиционные модели:

1. Алгоритм «оптимального  $f$ » Р. Винса;
2. Алгоритм без ДУК с фиксированным значением  $f_{const} = 0,2$ ;
3. Алгоритм без ДУК с фиксированным значением  $f_{const} = 1$ .

Модель Ральфа Винса заключается в нахождении оптимальной части капитала инвестора, которая соответствует максимальному значению множителя первоначального капитала (TWR - отношения между конечным и начальным состоянием счета инвестора):

$$TWR_n |_{\max} = \prod_{i=1}^n \left[ 1 + f_i \frac{(-P \& L_i)}{P \& L_j} \right], \quad (1)$$

где  $f$  - часть капитала для реинвестирования, т.е. искомая величина;

$(-P \& L_i)$  - убытки или выигрыши, взятые с противоположным знаком;

$P \& L_j$  - самый значительный убыток.[2]

Величина оптимального  $f$  изменяется от 0 до 1 и представляет собой страх инвестора перед вероятностью проигрыша. Соответственно, при  $f = 1$  инвестиционный риск минимален, а при  $f = 0$  инвестору выгоднее не рисковать своим капиталом.

Традиционные алгоритмы инвесторов с фиксированным значением  $f = const$  позволяют рисковать не всем капиталом, а только лишь его постоянной неизменной частью, однако не оценивают величину риска.

Также были реализованы оригинальные алгоритмы ДУК:

4. Оценка скользящего отношения доли прибыльных сделок в общем их количестве на интервале анализа;

5. Оценка скользящего отношения средней доходности выигрышных сделок к средней доходности проигрышных сделок на интервале анализа.

Важнейшим этапом управления капиталом является оценка его эффективности, которая производится с помощью ряда показателей, используемых в расчете величины доходности и риска. Анализ эффективности алгоритмов осуществляется с помощью следующих критериев:

– Получение наибольшего уровня средней доходности ( $\bar{D}$ ) на конец периода наблюдения;

– Достижение наименьшего значения среднеквадратичного отклонения (минимального инвестиционного риска) доходности ( $\sigma_D$ ) на интервале исследования:

$$\sigma_D = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(D_i - \bar{D})^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где  $D_i$  - соответственно  $i$ -я доходность,

$n$  - общее количество доходностей.

– Получение максимального значения коэффициента Шарпа на конец наблюдаемого периода ( $K_{Ш}$ ):

$$K_{Ш} = \frac{\bar{D} - r * K_H}{\sigma_D}, \quad (3)$$

где  $K_H$  - сумма начального капитала,

$r$  - годовая ставка доходности по депозиту, пересчитанная с учетом реальной величины отчетного периода.

– Достижение максимального значения профит-фактора ( $PF$ ) за время функционирования системы:

$$PF = K_1 * K_2, \quad (4)$$

$$K_1 = \frac{n_+}{n_+ + n_-}, \quad (5)$$

$$K_2 = \frac{\sum D_{i+}}{n_+} / \frac{\sum D_{i-}}{n_-}, \quad (6)$$

$n_+$  - количество прибыльных сделок,

$n_-$  - количество убыточных сделок.[3]

### Результаты исследования

В таблице 1 приведены показатели основных критериев эффективности известных и оригинальных алгоритмов ДУК.

Таблица 1 - Результаты эксперимента (в порядке убывания качества)

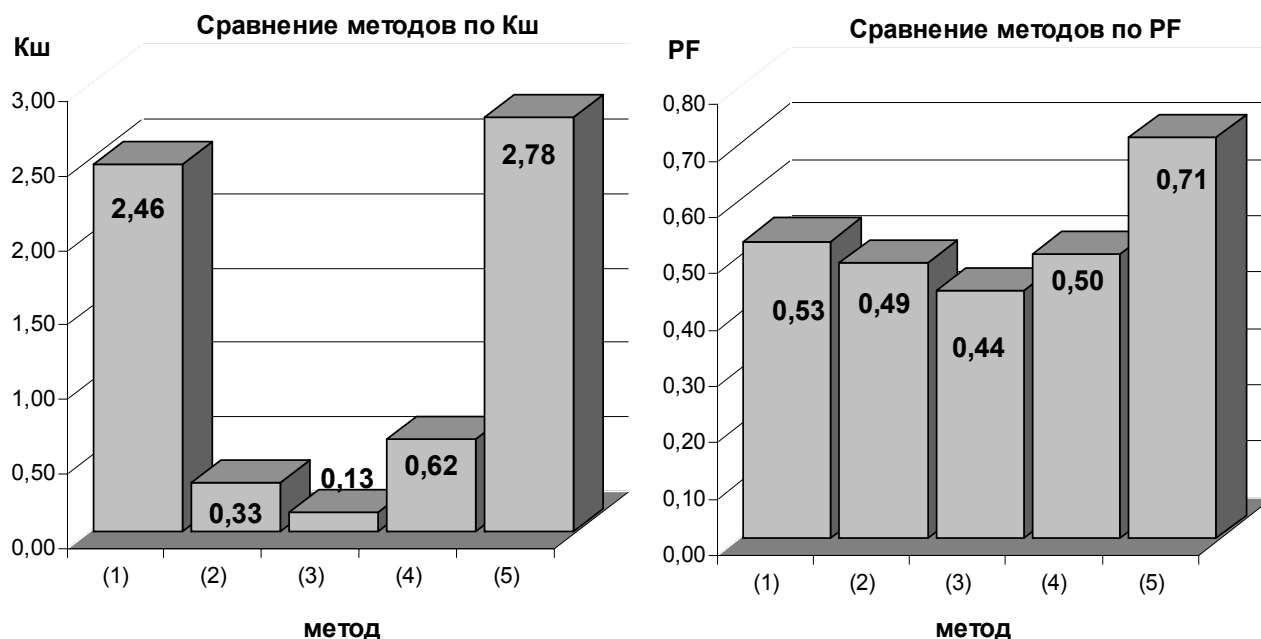
Алгоритм \ Критерий	$\bar{D}$	$c_d$	$K_{ш}$	$PF$
(5)	98,70	33,00	2,78	0,71
(1)	86,99	32,49	2,46	0,53
(4)	28,94	35,27	0,62	0,50
(2)	11,00	12,28	0,33	0,49
(3)	23,76	128,76	0,13	0,44

Исходя из результатов исследования, можно сделать вывод, что адаптивные алгоритмы ДУК оказались более эффективными, чем алгоритмы с фиксированным значением фактора. Последние по всем критериям показали наихудшие результаты, а именно наименьшее значение средней доходности на конец отчетного периода. Большое значение среднеквадратичного отклонения свидетельствует о высокой изменчивости торгового капитала, и как следствие, значительном риске для него. Также и по основным показателям прибыльности, коэффициенту Шарпа и профит-фактору, алгоритмы без ДУК с фиксированным значением  $f_{const} = 0,2$  и  $f_{const} = 1$  дают наименьшие результаты. Это связано с тем, что такие методы не оценивают величину риска.

С учетом используемых критериев рассматриваемые алгоритмы ДУК можно ранжировать следующим образом (в порядке убывания качества):

- Алгоритм, основанный на оценке скользящего отношения средней доходности выигрышных сделок к средней доходности проигрышных сделок на интервале анализа;
- Алгоритм «оптимального  $f$ » Р. Винса;
- Алгоритм, основанный на оценке скользящего отношения доли прибыльных сделок в общем их количестве на интервале анализа.

Таким образом, вышеназванные алгоритмы ДУК максимизируют доходность при меньшей величине риска. Так, выигрыш метода (5) по сравнению с известными неадаптивными алгоритмами (2) и (3) по величине  $\bar{D}$  составляет от 4 до 8 раз, по  $K_{ш}$  - от 8 до 21 раз, по  $PF$  - на 31-38%.

Рисунок 1 – Сравнение алгоритмов управления капиталом по величине  $K_{ш}$  и  $PF$

Коэффициент Шарпа используется для определения того, насколько хорошо доходность системы компенсирует принимаемый инвестором риск. И, следовательно, чем больше значение этого показателя, тем менее рискованный алгоритм. Выигрыш в  $K_{III}$  у этих алгоритмов происходит из-за того, что они обеспечивают более быстрый рост средней доходности по сравнению с ростом среднеквадратичного отклонения (рис. 1).

Рост  $c_d$  во всех алгоритмах ДУК естественен, т.к. все больший и больший объем капитала инвестора при неизменном инвестиционном риске участвует в инвестициях.

Рост  $PF$  в данных адаптивных алгоритмах ДУК заключается в том, что эти алгоритмы косвенно управляют величиной  $PF$  посредством оценок  $F$ , и максимизируют величину  $PF$  при достаточно продолжительном времени адаптации (рис. 1).

### Выводы

На основании исследований можно сделать следующие выводы.

Алгоритмы ДУК гарантируют большую доходность при меньшем риске, чем алгоритмы с фиксированным  $f$ .

Наиболее эффективным из рассматриваемых методов, является алгоритм, основанный на оценке скользящего отношения средней доходности выигрышных сделок к средней доходности проигрышных сделок на интервале анализа. Он не только дает значительный выигрыш по величине средней доходности, но также и по основным показателям эффективности, коэффициенту Шарпа и профит-фактору. Несмотря на некоторый рост риска, т.е. отклонения доходности, наблюдается в большей степени рост средней доходности, что способствует в целом увеличению  $K_{III}$ .

Алгоритм «оптимального  $f$ » Р. Винса для данной системы не является оптимальным, его результаты сильно варьируются в зависимости от закона распределения случайных величин доходностей, снижая качество оперативного управления. Его проигрыш алгоритму (5) происходит потому, что дисперсия оценок управляющего фактора у последнего существенно меньше. Следовательно, алгоритм (5) более точно оценивает рискованность работы управляемой экономической системы.

### Список литературы

1. Математика в трейдинге. Оценка результатов торговых сделок [Electronic resource]/ Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: <http://articles.mql4.com/ru/442> - Загл. с экрана.
2. Смирнов А.В., Гурьянова Т.В. Об «оптимальном  $f$ » Ральфа Винса [Текст]/ Смирнов А.В., Гурьянова Т.В. // Научные труда ДонНТУ, серия «ИКВТ», выпуск 9 (132), Донецк, ДонНТУ, 2008. – С. 216-220.
3. Смирнов А.В., Гурьянова Т.В. Многокритериальный анализ эффективности алгоритмов динамического управления капиталом [Текст] / Смирнов А.В., Гурьянова Т.В. // Научные труда ДонНТУ, серия «ИКВТ», выпуск 10 (153), Донецк, 2009, с. 320-323.
4. Винс Р. Математика управления капиталом. Методы анализа риска для трейдеров и портфельных менеджеров: Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2001.
5. Смирнов А.В., Гурьянова Т.В. Новое в динамическом управлении капиталом [Текст] / Смирнов А.В., Гурьянова Т.В. // Научные труда ДонНТУ, серия «ИКВТ», выпуск 10 (153), Донецк, ДонНТУ, 2008. – С. 230-233.