

## ОЦЕНКА РЫНОЧНЫХ РИСКОВ ПО (Т+)-ОПЕРАЦИЯМ

Радик Бегович Бегов<sup>1</sup>, Михаил Николаевич Прокофьев<sup>2</sup>,  
Александр Сергеевич Трусов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московская Биржа  
125009, г. Москва, Воздвиженка, д. 4/7

<sup>2-3</sup>ФГБОУ ВО Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации  
125993, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 49

<sup>1</sup>Ведущий специалист Департамента рынка РЕПО и депозитно-кредитных операций  
E-mail: rbegov@mail.ru

<sup>2</sup>Кандидат экономических наук, доцент кафедры государственных и муниципальных финансов  
E-mail: mikaelprokoffiev@mail.ru

<sup>3</sup>Кандидат технических наук, доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики  
E-mail: prero@bk.ru

Поступила в редакцию: 15.06.2016      Одобрена: 20.06.2016

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы анализа и оценки рыночных рисков операций Т+ в том их виде, в каком они реализуются на Московской Бирже. Необходимость решения этой задачи обусловлена запуском нового продукта РЕПО с Центральным контрагентом. В этом продукте сделка РЕПО осуществляется через Национальный клиринговый центр (НКЦ), являющийся банком и клиринговой организацией в составе группы Московская Биржа. НКЦ выступает в роли посредника, так называемого «центрального контрагента», между участниками торгов. У контрагентов по сделке «РЕПО с ЦК» появляются требования и обязательства перед центральным контрагентом, который берет на себя риск неисполнения обязательств недобросовестной стороной по сделке.

Запуск РЕПО с центральным контрагентом подготовил технологическую базу для реализации торгов Т+2 на Московской Бирже, в результате которой появилась возможность заключать сделки купли/продажи ценных бумаг с частичным обеспечением. Все эти операции (РЕПО с ЦК, Т+) вызвали необходимость расчета рыночных рисков по ценным бумагам.

Цель статьи заключается в обсуждении полученных ГП-подобных числовых оценок риска. Используемые методы относятся к области нового формируемого направления «компьютерных финансов». Предлагается оригинальный показатель доходности для временных рядов, который и используется для построения оптимальных портфелей Марковица. Портфели служат основой для прогноза потерь для заданных реальных рядов цен акций («больших данных») и горизонтов. Основным результатом работы является процедура прогнозирования предельных значений доходности и потерь портфеля. Для этого прогнозируемые значения рассчитываются для трех горизонтов прогноза (на 2, 5 и 10 дней) и трех уровней значимости. Для каждого случая разработаны программы, составленные на базе R-системы, электронной таблицы Excel и профессиональной сервисной системы Bloomberg. Все предложенные вычислительные этапы в совокупности, а также сопровождающие их таблицы вместе с графиками, могут трактоваться как потенциальные компоненты будущих стандартов по расчету рыночных рисков. Результаты работы позволяют участникам фондового рынка осуществлять подбор подходящих (с точки зрения минимизации риска) акций.

**Ключевые слова:** программное обеспечение по рыночным рискам; компьютерные финансы; С-ГП (M-VaR); портфельные риски; доходность; оценка потерь; стандарты управления рисками по операциям Т+; «большие данные»; Московская биржа; центральный контрагент (ЦК); Национальный клиринговый центр (НКЦ).

**Для ссылки:** Бегов Р. Б., Прокофьев М. Н., Трусов А. С. Оценка рыночных рисков по (Т+)-операциям // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. Т. 7. № 2. С. 224–233. doi:10.18184/2079-4665.2016.7.2.224.233

Сегодня любое исследование в области компьютерных финансов не может выполняться на соответствующем уровне без привлечения современных статистических средств и передовых информационных технологий. В рамках этих исследований находится и затрагиваемая в работе проблема реального построения финансовых портфелей в сочетании с последующим отслеживанием их рыночных рисков [1–4].

Московская биржа играет существенную роль в работе фондового, денежного, валютного и срочного рынков<sup>1</sup>. По данным за февраль 2016 г. на Московской бирже среднесуточный объем валютных сделок составил 1,5 трлн. руб., т.е. объем валютных операций (вложений в финансовое посредничество) с 2005 г. возрос почти в 22 раза. На финансовых рынках можно было получить 80% прибыли. Объем торгов РЕПО в 2014 г. составил 240,4 трлн. руб. Как

<sup>1</sup> <http://moex.com/s954>

и любые финансовые операции, РЕПО сопровождается рядом рисков. Например, она является объектом рыночного, процентного, операционного и кредитного (связанного с контрагентами) рисков, в отношении существенности которых до сих пор нет единого мнения [5–9]. И все же наиболее критичным среди них признается рыночный риск. Для его снижения возможно использование лимитов по ценным бумагам, маржинальных требований, проверок достаточности обеспечения с ежедневным приведением его цен к рыночным, и т.д.

В 2013 г. на денежном рынке Московской биржи был запущен проект «РЕПО с центральным контрагентом» [5]. В связи с этим у банка «Национальный клиринговый центр (НКЦ)», который и является «Центральным Контрагентом» (ЦК), появилась необходимость расчета и прогнозирования рыночных рисков. Далее для сделок Т+ использовался тот же алгоритм расчета рыночных рисков.

Для решения этой задачи предлагается сначала сформировать оптимальные портфели по Марковицу, а затем построить прогноз их потерь в виде границы потерь «ГП» на срок 2, 5 и 10 дней [10]<sup>2</sup>. Работа носит экспериментальный характер и связана с необходимостью разработки методики расчета возможных убытков, связанных с рыночными рисками. В предлагаемой методике наряду с традиционными средствами используется модифицированная мера риска, так называемая скользящая граница потерь «С-ГП» («Скользкая ГП»).

Все расчеты проводились с использованием сервисной системы BPS (BloombergProfessional), электронной таблицы Excel и системы статистической обработки R (R-системы) [11–13].

#### Портфели Марковица и оценка их риска

Процедура управления портфелем сводится к реализации единого набора действий, согласованно предпринимаемых для формирования и обслуживания портфеля, отвечающего сформулированным владельцем критериям.

В качестве исходных данных используются ежедневные цены закрытия торгов в течение 2 лет (с 22 мая 2012 г. по 22 мая 2014 г.). В этом случае объем выборки составляет 502 наблюдения по каждой акции (табл. 1 и 2, рис. 1). Рассматриваемые акции пользуются на Московской Бирже (МБ) наибольшим спросом. В качестве эталонного используется индекс INDEXCF (MICEX).

Здесь приводятся временные и пространственные представления исходных данных (табл. 1 и рис. 1).

Для построения оптимальных портфелей предлагается воспользоваться рыночными моделями ценных бумаг, которые нетрудно построить с помощью имеющихся данных. Рыночная модель задается равенствами:

$$r = \alpha + \beta r_{\text{МБ}} + u \quad (1)$$

$$E(u) = 0; E(u^2) = \sigma_u^2,$$

где  $r$  – доходность акции;  $r_{\text{МБ}}$  – доходность индекса ММВБ;  $u$  – остаток;  $\alpha$  – разность между прогнозируемой (в соответствии с моделью) и ожидаемой доходностью;  $\beta$  – чувствительность доходности акции по отношению к индексу ММВБ.

Таблица 1

Динамика цен портфельных акций

Дата	GAZP	ROSN	SBER	LKOH	NVTK	GMKN	SNGSP	MGNT	VTBR	URKA	INDEXCF
22.05.2012	143,41	198,30	82,82	1629,00	318,39	4992,00	25,23	3351,50	0,0567	214,82	1297,70
23.05.2012	138,69	193,39	78,65	1601,00	295,01	4893,00	24,45	3267,50	0,0533	216,95	1263,64
24.05.2012	142,16	197,18	81,44	1645,80	300,02	4901,00	25,36	3345,00	0,0543	220,87	1279,83
...											
22.05.2014	144,78	230,01	83,26	1965,20	387,71	6555,00	26,13	8250,00	0,0470	164,90	1430,54

<sup>2</sup>Пока более распространенным обозначением служит VaR.

Таблица 2

Основные параметры логарифмических доходностей (%)

	GAZP	ROSN	SBER	LKOH	NVTK	GMKN	SGNS	MGNT
Min	-14,959	-5,507	-16,144	-7,718	-17,038	-8,490	-4,245	-12,270
Среднее	0,002	0,030	0,001	0,038	0,039	0,054	0,007	0,180
Max	7,620	5,749	7,023	4,440	9,363	6,125	5,925	9,880
Ст. откл.	1,676	1,340	1,849	1,147	2,068	1,512	1,497	2,070
Дисперсия	2,808	1,795	3,420	1,315	4,275	2,287	2,242	4,290
	VTBR	URKA						
Min	-19,043	-20,984						
Среднее	-0,038	-0,053						
Max	7,205	8,335						
Ст. откл.	1,937	1,892						
Дисперсия	3,751	3,580						

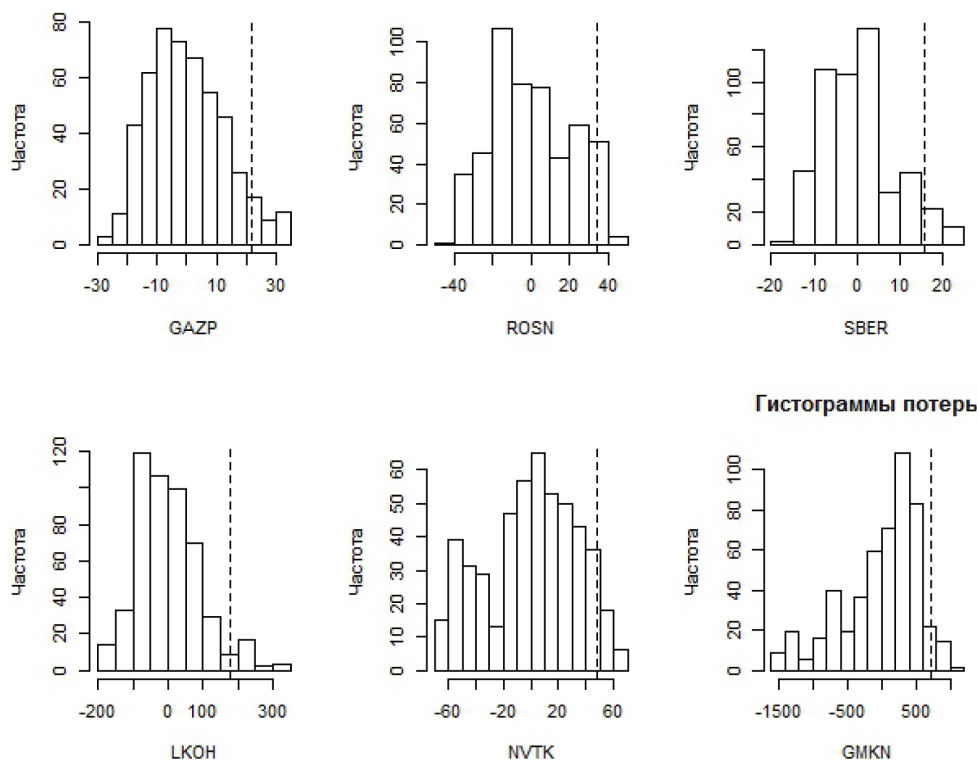


Рис. 1. Гистограммы потерь акций российских компаний с 0,95-ГП (вертикальные пунктирные линии)

Доходность индекса ММВБ равна среднему значению его изменений ( $E(r_{МБ}) = 0,0195$ ), а его дисперсия  $s^2_{r_{МБ}} = 1,4103$ . При расчете характеристик портфелей использовались логарифмические доходности. С помощью линейной регрессии можно найти оценки значений  $\alpha$  и  $\beta$ , а также  $\sigma_u$  для всех

активов (для указания на отдельные активы теперь используется индекс  $i$ , например, им теперь сопровождаются требующие этого коэффициенты из (1))<sup>3</sup>. Кроме того, из (1) следует, что ожидаемые доходности, дисперсии и ковариации активов можно найти из равенств (табл. 3, 4)<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Латинскими аналогами для греческих букв обозначаются оценки соответствующих параметров.

<sup>4</sup> Ранее SNGSP обозначался как SGNS, а индекс Московской биржи INDEXCF как MICEX.

$$E(r_i) = a_i + b_i E(r_{\text{МБ}}),$$

$$D(r_i) = b_i^2 s_{r_{\text{МБ}}}^2 + s_u^2,$$

$$s_{ij} = b_i b_j s_{r_{\text{МБ}}}^2 \quad (i \neq j),$$

$$b_i = \frac{\text{cov}(r_i, r_{\text{МБ}})}{s_{r_{\text{МБ}}}^2}$$

Таблица 3

Значения параметров рыночной модели для акций

Тикер	$a_i$	$b_i$	$s_u$	$E(r_i)$	$D(r_i)$
GAZP	-0,0213	1,1921	0,8974	0,0019	2,8094
ROSN	0,0158	0,7085	1,0435	0,0296	1,7968
SBER	-0,0253	1,3547	0,9128	0,0011	3,4215
LKOH	0,0231	0,7386	0,7391	0,0375	1,3157
NVTK	0,0141	1,2981	1,3794	0,0393	4,2791
GMKN	0,0392	0,7792	1,1974	0,0544	2,2901
SNGSP	-0,0096	0,8557	1,1018	0,007	2,2466
MGNT	0,1615	0,9406	1,7449	0,1798	4,2923
VTBR	-0,062	1,2663	1,2237	-0,0374	3,7588
URKA	-0,0653	0,6424	1,7331	-0,0528	3,5857

Таблица 4

Ковариационная матрица доходностей ценных бумаг

	GAZP	ROSN	SBER	LKOH	NVTK	GMKN	SNGSP	MGNT	VTBR	URKA
GAZP	2,81	1,19	2,28	1,24	2,18	1,31	1,44	1,58	2,13	1,08
ROSN	1,19	1,8	1,35	0,74	1,3	0,78	0,85	0,94	1,27	0,64
SBER	2,28	1,35	3,42	1,41	2,48	1,49	1,63	1,8	2,42	1,23
LKOH	1,24	0,74	1,41	1,32	1,35	0,81	0,89	0,98	1,32	0,67
NVTK	2,18	1,3	2,48	1,35	4,28	1,43	1,57	1,72	2,32	1,18
GMKN	<b>1,31</b>	<b>0,78</b>	1,49	0,81	1,43	2,29	0,94	1,03	1,39	0,71
SNGSP	1,44	0,85	1,63	0,89	1,57	0,94	2,25	1,14	1,53	0,78
MGNT	1,58	0,94	1,8	0,98	1,72	1,03	1,14	4,29	1,68	0,85
VTBR	2,13	1,27	2,42	1,32	2,32	1,39	1,53	1,68	3,76	1,15
URKA	1,08	0,64	1,23	0,67	1,18	0,71	0,78	0,85	1,15	3,59

Теперь имеется все необходимое для решения задачи по формированию оптимальных портфелей по Марковицу, которая формулируется следующим образом:

При заданной доходности портфеля  $r_p$  минимизировать его риск:

$$\min_w \sqrt{w^T V w}$$

при условиях:

$$w^T r = r_p; \quad w^T \mathbf{1} = 1; \quad \forall_{i=1 \dots 10} w_i \geq 0.$$

Итак, для заданной доходности, например, 0,1% оптимальный портфель можно определить с помощью надстройки «Поиск решений», встроенной в электронную таблицу Excel. А можно воспользоваться многочисленными пакетами, разработанными для R-системы. Так, например, для указанной доходности портфель будет складываться из активов, взятых в следующих долях (табл. 5), а его волатильность будет составлять 1,27%.

Таблица 5

Таблица весов  $w_k$  ( $k=1, \dots, 10$ ) для  $r=0,1$ 

GAZP	ROSN	SBER	LKOH	NVTK	GMKN	SNGSP	MGNT	VTBR	URKA
0,0000	0,1054	0,0000	0,2835	0,0000	0,1884	0,0000	0,4228	0,0000	0,0000

В данном случае в оптимальный портфель по Марковицу было включено всего 4 актива из 10 возможных: Роснефть (ROSN), Лукойл (LKOH), ГМК НорНикель (GMRN) и Магнит (MGNT).

Аналогично были рассчитаны веса для всех портфелей с доходностями из набора заданных значений  $r_p = -0,05; -0,04; \dots; 0,18$ .

**Мера риска – «граница потерь»**

Обозначим через  $\Delta P(t, T)$  случайную величину доходов-убытков на интервале  $(t, T)$  с интегральной функцией распределения  $F_p$  (и обратной  $F_p^{-1}$ ).

Для определения понятия границы потерь в точке  $t$  ( $ГП_\alpha$ ) целесообразно сначала ввести две случайные величины:

- 1)  $\Delta P(t, T)$  – доходы/убытки (портфеля  $w$ )<sup>5</sup> на интервале удержания  $h = T-t$ , означающем период, на который рассчитываются потери;
- 2)  $L \stackrel{def}{=} P(t, T)$  – потери портфеля.

Тогда граница потерь в точке  $t$  ( $ГП_\alpha$ ) представляет собой потенциально минимально (реально с уровнем значимости  $\alpha$ ) возможные потери среди наибольших или формально [10]:

$$P(L \leq ГП_\alpha(h)) = F_L(ГП_\alpha(h)) = \alpha. \quad (2)$$

Для необратимой функции  $F$

$$ГП_\alpha(h) = \inf\{x: F_L(x) \leq \alpha\}.$$

В случае финансовых портфелей, кроме периода удержания (горизонта прогнозирования)  $h$  и уровня значимости  $\alpha$  для вычисления ГП портфеля необходимо знать входящие в него активы вместе с их долями (весами  $w$ ). Неопределенность цены портфелей и определяется этими активами, так как они сопровождаются риском и характеризуются факторами риска. Известно три основных способа оценки ГП:

1. Исторический (непараметрический). Он и используется в данной работе. Для его применения необходимо знать три фактора:
  - интервал прогнозирования  $T$ , т.е. период на который рассчитываются потери  $L$ ;
  - уровень  $\alpha$ , соответствующий вероятности того, что потери будут ниже ГП;
  - портфель, задающий выделяемые доли активов с риском и зависящий от факторов риска.
2. Аналитический (параметрический), базирующийся на определениях:

$$\begin{aligned} ГП_\alpha(t, T) &= -F^{-1}(\alpha), \\ P(\Delta P(t, T) \leq -ГП_\alpha(t, T)) &= \alpha \end{aligned}$$

и применимый главным образом в предположении нормального распределения потерь или доходностей.

3. Монте Карло (имитационный): практически сочетание исторического подхода и аналитического.

Так как термин «граница потерь» до сих пор относится к числу неустоявшихся, то, возможно, имеет смысл привести здесь предложенный авторами вариант – «максимально возможные (практически) потери» [14, 15]. В определении выше они трактуются как «минимальные потери», что может показаться противоречивым. Однако это противоречие объясняется достаточно сложным характером самого понятия: к ГП можно приближаться при перемещении по оси абсцисс как слева, так и справа. Для исключения возможности такого противоречия, приведем дополнительно еще такую особенность этой меры риска: при проверке гипотезы о превышении квантиль заданного значения вероятность превышения ГП совпадает с порядком квантили, равным уровню  $\alpha$ .

Сегодня отличительной особенностью управления финансовыми рисками можно считать то, что определяющим направление развития в этой сфере служит главным образом практика финансового регулирования, а не достижения в области соответствующих статистических математических методов и моделей.

Базельскими документами диктуются требования по капиталу для банков [16]. Через ГП требуемый капитал определяется следующим образом:

$$K_t = \left( \max ГП(t-1), (3 + \xi) \times \right. \\ \left. \times \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} ГП(t-i) \right).$$

Здесь дополнительный множитель  $m_c = 3 + \xi$  включает штрафной коэффициент  $\xi$ .

Одна из первых попыток применения ГП для расчета рыночных банковских рисков в России была предпринята в Мосбизнесбанке в середине 90-х годов прошлого века с использованием методики RiskMetrics, разработанной в JPMorgan [17].

<sup>5</sup> При необходимости указания на характеристики портфеля их обозначения в литературе принято сопровождать буквой  $w$  (по аналогии с их весами – векторами  $w$ ).

### «Скользкая» граница потерь

В работе на примере портфеля акций 10 ведущих капитализированных топ-компаний России используется два подхода к расчету рыночного риска с помощью ГП: традиционный непараметрический («исторический») и оригинальный более консервативный вариант «скользящей ГП (С-ГП или СГП)», аналогичный по схеме скользящему среднему, но с использованием максимума абсолютных значений доходностей в рамках очередного «окна» («горизонта»). Второй модифицированный подход допускает и очевидные разновидности с минимумами и средними. Среднее легко вычисляется в R-системе с помощью имеющейся функции  $ma()$ . Обычно в качестве аргумента ГП вместо случайной величины в виде указанного максимума используется стоимость финансовых инструментов или их доходность. Последняя позволяет провести сравнительный анализ результатов при использовании в качестве исходных различных случайных величин. В случае варианта модифицированной или «скользящей ГП» для каждого горизонта оценки рисков  $\tau$  (равного в нашем случае 2, 5 и 10 дням) по истории цен закрытия торгов (цен последних сделок  $P_t$ ) вычисляется  $GP_\alpha(\tau)$  как  $\alpha$ -ная квантиль по выборке случайной величины

$$\xi_t = \xi_t(\tau) = \left( \max_{i=1, \dots, \tau} \left| \frac{P_{t+i}}{P_t} \right| - 1 \right) 100\%$$

и определяется модифицированная граница потерь

$$СГП_\alpha(h) = F_L^{-1}(\alpha),$$

где  $F_L$  – функция распределения потерь  $\xi$ . Видно, что при расчете потерь используются процентные доходности.

Данная мера относится к числу «пессимистических» и степень ее пессимизма контролируется горизонтом оценки рисков («длиной окна»)  $\tau$ . С другой стороны, особенности ее построения позволяют использовать ее для прогноза потерь сразу на несколько различных сроков (что определяется длиной окна).

### Прогнозирование потерь по портфелям

В условиях рассматриваемой прикладной задачи значение  $\alpha = 99,5\%$ . Ставки первого, второго и третьего уровней принимаются равными  $GP_\alpha(\tau)$  ( $\tau = 2, 5, 10$ ). Так как имеется 502 наблюдения, то для  $\xi_t$  в случае  $\tau = 2, 5$  и 10 будет 500, 497 и 492 реализаций.

Данные были получены с использованием терминалов Блумберг и сайта МБ для «плавного» периода (с 21 мая 2012 г. по 22 мая 2014 г. (счислом наблюдений 503)) [18–19]. С помощью функции

$quantile()$  были получены значения меры С-ГП случайных величин  $\xi$  для всех компаний при каждом значении  $\tau$  (табл. 6). Как отмечалось, для расчетов используются система статистической обработки R, а для получения характеристик портфелей – входящий в нее пакет fPortfolio [20].

Таблица 6

### Показатели С-ГП по отдельным активам для каждого периода упреждения (в %)

Тикер	СГП <sub>99,5</sub> (2)	СГП <sub>99,5</sub> (5)	СГП <sub>99,5</sub> (10)
GAZP	7,73	16,04	19,98
ROSN	6,1	8,32	12,57
SBER	11,87	16,29	22,8
LKOH	5,44	9,4	10,76
NVTK	12,8	16,32	19,42
GMKN	7,95	10,57	15,56
SNGSP	7,11	9,48	12,55
MGNT	9,66	12,84	17,21
VTBR	9,53	19,65	25,55
URKA	12,61	23,31	32,52

По портфелям формируется аналогичная таблица и график С-ГП, только вместо строк с обозначением акций идет строка номеров портфелей (или их доходностей), а по второму измерению идет величина потерь для трех горизонтов. При расчетах использовались ранее сформированные портфели Марковица. Прежде чем переходить к этому вопросу, несколько замечаний по организации торгов на Московской бирже.

Акции в данном случае реализуются лотами, что позволяет перенести этот портфель в Блумберг помощью функции PRTU (табл. 7). С учетом размеров лотов определяющая портфель таблица в Блумберг выглядит следующим образом:

Таблица 7

### Размеры торгуемых на бирже лотов для анализируемого портфеля

N	Имя/порт	Тикер	Позиция	Дата
1	RAF	GAZP RX Equity	10	20120101
2	RAF	ROSN RX Equity	10	20120101
3	RAF	SBER RX Equity	10	20120101
4	RAF	LKOH RX Equity	1	20120101
5	RAF	NVTK RX Equity	10	20120101
6	RAF	GMKN RX Equity	1	20120101
7	RAF	SNGSP RX Equity	100	20120101
8	RAF	MGNT RX Equity	1	20120101
9	RAF	VTBR RX Equity	10000	20120101
10	RAF	URKA RX Equity	10	20120101

С учетом общей суммы денежных средств, доступных для инвестирования в начальный момент, в

100 млн. руб., а также весов для каждого оптимального портфеля можно пропорционально им распределить общую сумму по акциям и далее пользоваться полученными в этот момент числами лотов.

Тогда в качестве факторов риска выступают текущие стоимости акций (лотов). Ниже приводится пример такого распределения для портфеля с  $r_p = 0,04$  (так называемого 0,04-портфеля) (табл. 8).

Таблица 8

Расчет числа лотов

Тикер	Сумма, руб.	цена 22.05.2012	число лотов	Сумма, руб.
GAZP	0	1 434,1	0	0
ROSN	23 263 732	1 983,0	11732	23 264 556,0
SBER	0	828,2	0	0
LKOH	42 473 634	1 629,0	26073	42 472 917,0
NVTK	0	3 183,9	0	0
GMKN	14 789 158	4 992,0	2963	14 791 296,0
SNGSP	5 488 063	2 523,0	2175	5 487 525,0
MGNT	6 949 130	3 351,5	2073	6 947 659,5
VTBR	0	566,9	0	0
URKA	7 036 284	2 148,2	3275	7 035 355,0
<b>остаток</b>				<b>691,5</b>

Теперь по ценам на каждый момент можно найти стоимость портфеля и в итоге построить временной ряд. Если трактовать его как случайную величину, можно построить, скажем, гистограмму или найти ГП стоимости портфеля. Если же сначала преоб-

разовать его значения в значения величины  $\xi_t$ , то можно определить все требуемые значения С-ГП (табл. 9, рис. 2). Заслуживает внимания сходжение двух кривых СГП(2) и СГП(5) в области для  $t$  в диапазоне от 0,05 до 0,08. Удивительно схожие потери!

Таблица 9

Показатели С-ГП по отдельным портфелям для каждого периода упреждения (в %)

Портфель #	$r_p$	СГП <sub>99,5</sub> (2)	СГП <sub>99,5</sub> (5)	СГП <sub>99,5</sub> (10)
1	0,03	4,46	7,29	8,41
2	0,04	4,76	7,71	8,60
3	0,05	5,03	8,08	8,80
4	0,06	5,27	8,41	8,93
5	0,07	5,73	8,77	9,23
6	0,08	6,29	9,09	9,77
7	0,09	6,79	9,38	10,44
8	0,1	7,25	9,66	11,11
9	0,11	7,67	9,92	11,71
10	0,12	8,05	10,16	12,43
11	0,13	8,40	10,42	13,31
12	0,14	8,72	10,67	13,97
13	0,15	9,01	11,15	14,73
14	0,16	9,27	11,60	15,67
15	0,17	9,48	12,19	16,46

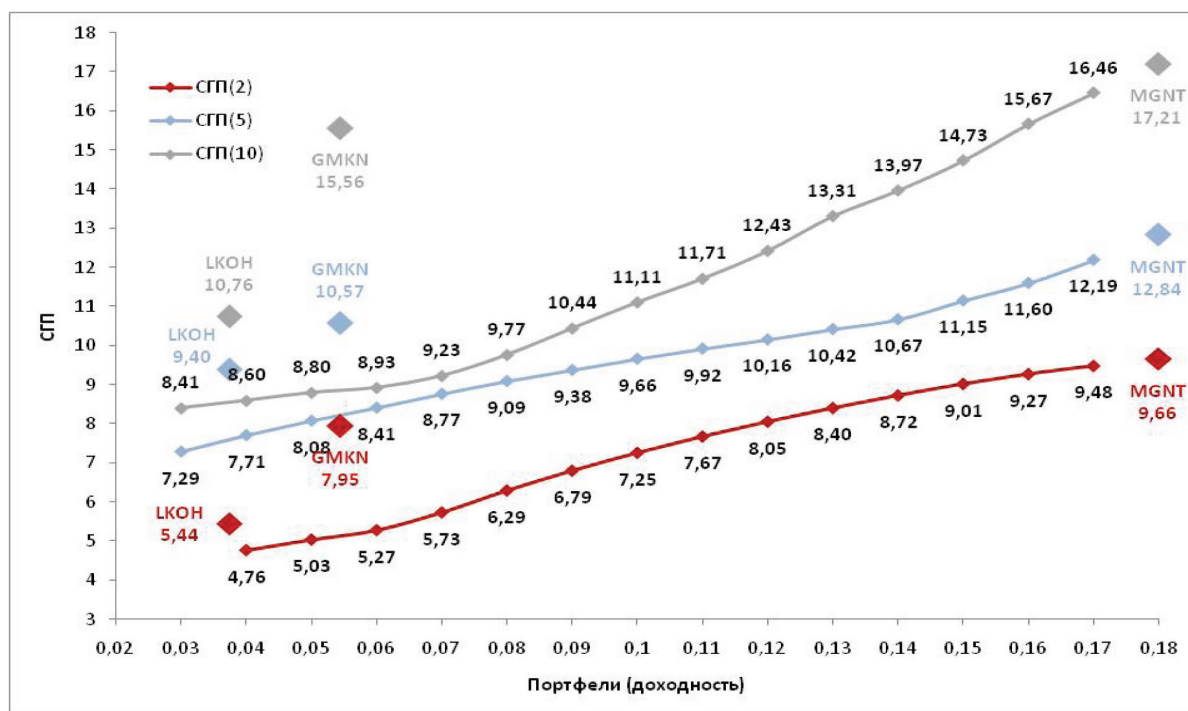


Рис. 2. Показатель С-ГП портфелей для 3 интервалов прогнозирования

### Заключение

Инвестиционная деятельность неразрывно связана с рисками, актуальность которых изменяется в процессе развития существующих и с появлением новых технологий. Ее успешное осуществление во многом зависит от того, насколько полно удастся, во-первых, решить задачу определения оптимального соотношения между доходностью и рисками, во-вторых, квалифицировано управлять последними [21–22].

Одним из основных показателей оценки риска в финансовой сфере на данный момент служит граница потерь (ГП), которая постоянно подвергается различным модификациям. В работе применяется непараметрический подход к оценке ГП с различными периодами упреждения. Приводятся экспериментальные результаты, позволяющие рационализировать процедуру оценки рисков на практике как отдельных бумаг (принимаемых в обеспечение по сделкам РЕПО с ЦК и Т+, котируемым на Московской бирже), так и их портфелей. Предлагаемая методика оценки рыночных рисков может быть представлена следующим образом.

1. Построение (предварительное) потенциальных портфелей Марковица для заданного набора акций и значений доходностей.
2. Выбор подходящих портфелей по Марковицу.

3. (Предварительное) построение прогнозируемых значений ГП для различных портфелей, горизонтов прогнозирования и уровней значимости.
4. Выбор подходящих портфелей специалистами.
5. Бэк-тестирование и стресс-тестирование.

Элементы этой методики вместе с результатами могут быть включены в стандарты по рыночным рискам и использоваться в качестве «численного» ответа на вопрос о существенности этих рисков.

### Список литературы

1. Markowitz, Harry. Portfolio Selection // Journal of Finance, 1952. No.1, Vol. 7. P. 77–91.
2. Касимов Ю.Ф. Основы теории оптимального портфеля ценных бумаг. М.: Информационно-издательский дом «Филин», 1998. 144 с.
3. Elton Edwin, Martin Gruber, Stephen Brown, and William Goetzmann. Modern Portfolio Theory and Investment Analysis, 6th ed. Hoboken, NJ: J., Wiley & Sons, 2003. 705 p.
4. Bodie, Z., Kane, A., and Marcus, A. Essentials of Investments, 5th ed. McGraw-Hill, 2004. 775 p.
5. Развитие РЕПО с центральным контрагентом. Московская биржа, 2016. 19 с.



6. Кудрявцева М. Риски РЕПО: первые стандарты // Банковское дело. 2008. № 5. С. 73–77.
7. Гусев А.В. Операции РЕПО: значение и управление рисками // Российское предпринимательство. 2011. № 6, Вып. 1 (185). С. 145–151.
8. Копытов С. Оценка рисков операций обратного РЕПО // Рынок ценных бумаг. 2005. № 23–24. С. 91–94.
9. Кудрявцева М. Риски по операциям РЕПО: В тихом омуте... // Рынок ценных бумаг. 2006. № 16 (319). С. 17–20.
10. Айвазян С.А., Фантаццини Д. Эконометрика-2: продвинутый курс приложениями в финансах. М.: Магистр: Инфра-М, 2015. 944 с.
11. Буховец А.Г., Москалев П.В. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R. 2-е изд. СПб.: Лана, 2015. 160 с.
12. Ruppert D. Statistics and Data Analysis for Financial Engineering. Springer, 2011. 638 p.
13. Трусов А.С. Excel для решения задач эконометрики. В сб.: Введение в эконометрические модели. М.: изд-во ГУМФ, 2011. С. 69–110.
14. Prokofiev, M.N. International Practice of Generation of the National Budget Income on the Basis of the Generally Accepted Financial Reporting Standards (IFRS) / M.N. Dudin, M.N. Prokofiev, I.J. Fedorova, A.V. Frygin, G.N. Kucuri // Asian Social Science. 2015. Т. 11. № 8. С. 119–126.
15. Мещеряков Г.А., Трусов А.С. «Глобальное» моделирование и финансовые риски. В сб.: Глобализация и проблемы развития Российской Федерации. М.: МВШ, 2002. С. 185–193.
16. Basel Committee on Banking Supervision, Revisions to the Basel II Market Risk Framework, July 2009.
17. RiskMetrics, JPMorgan & Co. Incorporated. Technical Document. New York, November 1994
18. Московская биржа. Итоги торгов. URL: <http://moex.com/s157>
19. Bloomberg Professional Service (the Terminal). URL: [www.bloomberg.com/professional/](http://www.bloomberg.com/professional/)
20. R/Rmetrics.Zurich, Finance Online GmbH, 2009. 419 p.
21. Dudin M.N., Prokof'ev M.N., Fedorova I.J., Frygin A.V. The world experience of transformation of innovative approaches to assurance of financial stability of social economic systems // Life Science Journal. 2014. Vol. 11, № 9. P. 370–373.
22. Dudin M.N., Prokof'ev M.N., Fedorova I.J., Frygin A.V., Kucuri G.N. International Practice of Generation of the National Budget Income on the Basis of the Generally Accepted Financial Reporting Standards (IFRS) // Asian Social Science. 2015. Vol. 11, № 8. P. 119–126.

**M.I.R. (Modernization. Innovation. Research)**

ISSN 2411-796X (Online)

ISSN 2079-4665 (Print)

**MODERNIZATION**

## MARKET RISK ESTIMATION IN (T+)-TRANSACTIONS

Radik Begov, Michael Prokofyev, Alexander Trusov

**Abstract**

*Market risk analysis and estimation are presented in T+ transactions as they are used within the Moscow Exchange. There is a need to do so as a result of the cut-off of a new REPO product with Central Counterparty (CCP). Here repurchase agreement goes through the National Clearing Center (NCC), the last being a bank and a clearing structure within the Moscow Exchange group. NCC acts as an intermediary (so called "Central Counterparty") between trading participants. REPOs with CCP raise contractor claims and commitments to the CCP which takes the risk of default on commitments from unfair contract side.*

*The REPO with CCP cut-off made ready a technological platform to implement T+2 trades at the Moscow Exchange. As a result of it there appeared the possibility to enter security purchase/sell contracts partially collateralized. All these transactions (the REPO with CCP, T+) made it a must determining security market risks.*

*The paper is aimed at presenting VaR-like risk estimates. The methods used are from the computer finance. Unusual TS rate of return indicator is proposed and applied to find optimal portfolios under the Markowitz approach and their VaRs (losses) forecasts given the real "big" share price data and various horizons. Portfolio extreme rate and loss forecasting is our goal. To this end the forecasts are computed for three horizons (2, 5 and 10 days) and for three significance levels. There were developed R-, Excel- and Bloomberg-based software tools as needed. The whole range of proposed computing steps and the tables with charts may be considered as candidates to be included in the future market risk standards. Paper results permit capital market participants to choose the correct (as to the required risk level) common stocks.*

**Keywords:** market risk software; computer finance, Moving VaR-like measures, portfolio risks, rate of returns, loss estimates, market risk standards, "big data"; Moscow Exchange, Central Counterparty (CCP), National Clearing House Center (NCC).

**Correspondence:** Begov Radik B., Moscow Exchange (4/7, Vozdvizhenka, Moscow 125009), Russian Federation, [rbegov@mail.ru](mailto:rbegov@mail.ru)

**Prokofyev Michael N.**, Financial University under the Government of the Russian Federation (49, Leningradsky Prospect, Moscow, 125993), Russian Federation, [mikaelprokofiev@mail.ru](mailto:mikaelprokofiev@mail.ru)

**Trusov Alexander S.**, Financial University under the Government of the Russian Federation (49, Leningradsky Prospect, Moscow, 125993), Russian Federation, [prepo@bk.ru](mailto:prepo@bk.ru)

**Reference:** Begov R. B., Prokofyev M. N., Trusov A. S. Market risk estimation in (T+)-transactions. *M.I.R. (Modernization. Innovation. Research)*, 2016, vol. 7, no. 2, pp. 224–230. doi: 10.18184/2079-4665.2016.7.2.224.230

## References

1. Markowitz, Harry. Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 1952. no. 1, vol. 7, pp. 77–91.
2. Kasimov Yu.F. Osnovy teorii optimal'nogo portfelya tsennykh bumag. M.: Informatsionno-izdatel'skii dom «Filin», 1998. 144 p.
3. Elton Edwin, Martin Gruber, Stephen Brown, and William Goetzmann. *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, 6th ed. Hoboken, NJ: J., Wiley & Sons, 2003. 705 p.
4. Bodie, Z., Kane, A., and Marcus, A. *Essentials of Investments*, 5th ed. McGraw-Hill, 2004. 775 p.
5. Razvitie REPO s tsentral'nym kontragentom. *Moskovskaya birzha*, 2016. 19 p.
6. Kudryavtseva M. Riski REPO: pervye standarty. *Bankovskoe delo*, 2008, no. 5, pp. 73–77.
7. Gusev A.V. Operatsii REPO: znachenie i upravlenie riskami. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo*, 2011, no. 6, vyp. (185), pp. 145–151.
8. Kopytov S. Otsenka riskov operatsii obratnogo REPO. *Rynok tsennykh bumag*, 2005, no. 23–24, pp. 91–94.
9. Kudryavtseva M. Riski po operatsiyam REPO: V tikhom omute... *Rynok tsennykh bumag*, 2006, no. 16 (319), pp. 17–20.
10. Aivazyan S.A., Fantatsini D. *Ekonometrika-2: prodvnutyi kurs sprilozheniyami v finansakh*. M.: Magistr: Infra-M, 2015. 944 p.
11. Bukhovets A.G., Moskalev P.V. *Algoritmy vychislitel'noi statistiki v sisteme R*. 2-e izd. SPb.: Lana, 2015. 160 p.
12. Ruppert D. *Statistics and Data Analysis for Financial Engineering*. Springer, 2011. 638 p.
13. Trusov A.S. Excel dlya resheniya zadach ekonometriki. V sb.: *Vvedenie v ekonometricheskie modeli*. M.: izd-vo GUMF, 2011. pp. 69–110.
14. Prokofyev, M.N. International Practice of Generation of the National Budget Income on the Basis of the Generally Accepted Financial Reporting Standards (IFRS) / M.N. Dudin, M.N. Prokofyev, I.J. Fedorova, A.V. Frygin, G.N. Kucuri // *Asian Social Science*. 2015. T. 11. № 8. C. 119–126.
15. Meshcheryakov G.A., Trusov A.S. «Global'noe» modelirovanie i finansovye riski. V sb.: *Globalizatsiya i problemy razvitiya Rossiiskoi Federatsii*. M.: MVSh, 2002. pp. 185–193.
16. Basel Committee on Banking Supervision, Revisions to the Basel II Market Risk Framework, July 2009.
17. RiskMetrics, JPMorgan & Co. Incorporated. Technical Document. New York, November 1994
18. *Moskovskaya birzha. Itogi torgov*. URL: <http://moex.com/s157>
19. Bloomberg Professional Service (the Terminal). URL: [www.bloomberg.com/professional/](http://www.bloomberg.com/professional/)
20. R/Rmetrics.Zurich, Finance Online GmbH, 2009. 419 p.
21. Dudin M.N., Prokof'ev M.N., Fedorova I.J., Frygin A.V. The world experience of transformation of innovative approaches to assurance of financial stability of social economic systems // *Life Science Journal*. 2014. Vol. 11, № 9. P. 370–373.
22. Dudin M.N., Prokof'ev M.N., Fedorova I.J., Frygin A.V., Kucuri G.N. International Practice of Generation of the National Budget Income on the Basis of the Generally Accepted Financial Reporting Standards (IFRS) // *Asian Social Science*. 2015. Vol. 11, № 8. P. 119–126.