

АНАЛИЗ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕРЫ РИСКА *COVAR* НА ПРИМЕРЕ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ

Барабаш В.А.¹, Сидоров С.П.²

Недостаточная идентификация связей между экономическими институтами (отраслями, секторами, компаниями и т.п.) и их взаимного влияния друг на друга приводит к опасности возникновения феномена системных рисков, которые грозят всей финансово-экономической системе катастрофическими последствиями. В связи с этим вопросы раннего выявления, прогнозирования и предотвращения факторов, способствующих возникновению и развитию системного риска, являются в настоящее время важнейшей научно-практической задачей. В данной работе рассматривается качественно новая мера рисков *CoVaR* и приводятся варианты ее применения на примере трех российских компаний. Величина *CoVaR* и производные от нее величины являются крайне перспективными применительно к финансовому риск-менеджменту, особенно в аспекте выявления потенциальных опасностей для системы и институтов в рамках системных рисков. Более того, за счет направленности этой величины можно различать влияние системы на институт и института на систему. Вычисление описанного показателя является нетривиальной задачей и может быть реализовано несколькими способами, в частности методом квантильных регрессий, который и был выбран для получения эмпирических результатов. В то время как метод наименьших квадратов (часто используемый в российских исследованиях) позволяет вычислить оценки, аппроксимирующие условное среднее значение переменной при определенных входящих в регрессию значениях, квантильные регрессии направлены на оценку как при 50%-ных (условных средних) квантилях, так и при любых других его значениях. Также одним из преимуществ данного подхода является и то, что он гораздо более устойчив к существенным отклонениям («выбросам») используемых измерений. В результате были получены данные по взаимному влиянию для двух пар компаний – ОАО «Газпром» и ОАО «Сбербанк», ОАО «Сбербанк» и ОАО «Группа компаний ПИК», – трактовка которых демонстрирует применимость величины *CoVaR* в условиях российского рынка и показывает адекватность полученных величин реальному состоянию экономики институтов.

Ключевые слова: системный риск, меры риска, Value-at-Risk, квантильная регрессия, финансовый риск

JEL: G01, G10, G18, G20, G28, G32, G38

Введение

В настоящее время мировая экономика в целом является сложнейшей системой. В первую очередь это означает тесную связь экономик отдельных стран и в то же время отдельных секторов внутри национальных экономик. Недостаточная идентификация связей между экономическими институтами (отраслями, секторами, компаниями и т.п.) и их взаимного влияния друг на друга приводит к увеличению вероятности возникновения феномена системных рисков. Как показал кризис 2008 года (хоть и на глобальном уровне), появление системных рисков грозит финансово-экономической системе государства глубочайшей депрессией за счет так называемого «эффекта домино» – краха отдельных институтов и отраслей одного за другим (De Nicolò and Lucchetta, 2011; Adrian and Brunnermeier and Nguyen, 2011; Каурова, 2011; Lehar, 2005).

Во время финансового кризиса, как правило, потери затрагивают большинство финансовых институтов, угрожая всей системе экономики в целом. Распространяющийся экономический упадок служит почвой для появления системных рисков – рисков, связанных с утерей всей финансовой системой посреднических возможностей, что сопряжено в свою очередь с веро-

1. Стажер-исследователь Института рисков Саратовского госуниверситета, студент.

2. Канд. физ.-матем. наук, рУководитель Института рисков Саратовского госуниверситета

яностью неблагоприятных последствий в сфере обеспечения кредитами реального сектора экономики (Lehar, 2005; Huang and Zhou and Zhu, 2011). В связи с этим вопросы раннего выявления, прогнозирования и предотвращения факторов, способствующих возникновению и развитию системного риска, являются в настоящее время важнейшей научно-практической задачей.

Одной из самых распространенных мер риска на данный момент является величина *VaR* (Value-at-Risk) (Jorion, 2006; Энциклопедия... 2009), которая показывает, что с определенной вероятностью потенциальные убытки не превзойдут величину *VaR* за указанный период времени. Однако упомянутая величина характеризует лишь риски отдельно рассматриваемых экономических субъектов, не учитывая риски, которым подвергается вся финансовая система в целом.

Цель данной работы заключается в рассмотрении качественно новой меры риска – *CoVaR* и вариантов ее применения. Данная величина была предложена в 2011 году американскими экономистами Маркусом Браннермейером и Тобиасом Адриани (Brunnermeier and Adriany, 2011), однако в российских источниках она не освещена до сих пор.

Определение и свойства *CoVaR*

Чтобы раскрыть понятие *CoVaR* и ее основные свойства, удобно использовать связь этой величины с мерой риска Value-at-Risk (*VaR*), которая является широко известной и часто используемой на практике (Jorion, 2006; Энциклопедия... 2009; Шоломицкий, 2005). Само название меры риска (*CoVaR*) подчеркивает его системную природу. Префикс «Со-» в данном случае используется для обозначения трех маркеров целостной финансовой системы – условности, взаимного «заражения» и параллельной динамики институтов.

Таким образом, величина *CoVaR*, рассчитанная для некоторого института относительно системы в целом, определяется как значение *VaR* всего финансового сектора при условии спада в данном институте. В связи с этим возникает закономерный вопрос: как различаются величины *CoVaR* для систем при условии нахождения институтов в обычном состоянии и в упадке.

Такая разница обозначается $\Delta CoVaR$ и фиксирует предельный вклад конкретного института в формирование системного риска в целом. Эта мера обладает рядом преимуществ (Brunnermeier and Adriany, 2011):

В то время как традиционные меры риска сосредотачивают внимание на рисках отдельного института, $\Delta CoVaR$ фокусируется на роли этого института в системном риске. Регулирование, основанное на оценке рисков отдельного института безотносительно к системе, может привести к выявлению избытка рисков. Этого и позволяет избежать применение меры $\Delta CoVaR$.

В общем случае данная мера является достаточной для изучения риска внешнего эффекта одного института на другой в пределах финансовой сети.

Рассмотрим далее формальное определение величины *CoVaR* и ее свойства.

Напомним, что величина VaR_q^i в неявной форме определяется через квантиль q следующим образом [5]:

$$\Pr(X^i \leq VaR_q^i) = q, \tag{1}$$

где:

X^i – это переменная, относящаяся к институту i , для которого и определяется VaR_q^i ,

$Pr(A)$ означает вероятность события A .

Исходя из этого, $CoVaR_q^{j|i}$ – это величина, равная величине VaR института j (или всей финансовой системы) при условии наступления некоторого события $C(X_i)$ в институте i . Таким образом, $CoVaR_q^{j|i}$ в неявном виде определяется через квантиль q распределения условной вероятности следующим образом:

$$\Pr(X^j \leq CoVaR_q^{j|i} | C(X^i)) = q. \quad (2)$$

$\Delta CoVaR_q^{j|i} = CoVaR_q^{j|X^i=VaR_q^i} - CoVaR_q^{j|X^i=Median^i}$ Тогда влияние института i на институт j можно выразить в виде

$$\Delta CoVaR_q^{j|i} = CoVaR_q^{j|X^i=VaR_q^i} - CoVaR_q^{j|X^i=Median^i} \quad (3)$$

Более того, особый интерес представляет ситуация, когда j представляет не отдельный институт, а всю финансовую систему в целом, т.е. когда доходность портфелей всех финансовых институтов находится на уровне VaR и индекс j можно опустить. Следовательно, $\Delta CoVaR^i$ обозначает разницу между величиной VaR , подсчитанной для финансовой системы, при условии спада соответствующего финансового института i и среднестатистического состояния упомянутого института.

Более общее определение $CoVaR_q^{j|i}$ позволяет изучать побочные эффекты всего процесса на финансовую сеть. Более того, мы можем получить величину $CoVaR^{j|system}$, которая позволяет дать ответ на вопрос о том, какие институты подвергаются большим рискам в период наступления финансового кризиса: она отражает увеличение VaR института в условиях экономического спада.

В работе Браннермейера и Адриани (Brunnermeier and Adriany, 2011) указаны некоторые характерные особенности величины $CoVaR$:

1. **Свойство «клонирования».** Выражается в том, что при разделении института i на n идентичных частей («клонов») $CoVaR$ исходного института равен соответствующей величине, вычисленной для «клонов»
2. **Свойство причинности.** Величина $\Delta CoVaR$ не делает различий между тем, вызван ли финансовый кризис конкретным спадом или рядом аналогичных спадов, продиктованных изменением некоторого общего фактора. На практике падение одной компании не обязательно повлечет за собой кризис всей системы. Но если это падение обусловлено ключевым для системы фактором, то неизбежно падение компаний, завязанных на том же факторе, который обуславливает появление финансового кризиса.
3. **«Хвост» кривой распределения.** Величина $CoVaR$ является более экстремальной, чем безусловный VaR , за счет того, что он принимает во внимание VaR в условиях наступления негативного события. Этот фактор обычно сдвигает среднее значение вниз, увеличивает дисперсию и потенциально влияет на отрицательную асимметрию и степень, на которую частотное распределение выравнивается или поднимается.
4. **Эндогенность системного риска.** Величина $CoVaR$ каждого института эндогенна и зависит от степени подверженности риску других институтов.
5. **Направленность.** Это означает, что величина $CoVaR$, вычисленная для некоторой системы при условии упадка конкретного института, не равна величине $CoVaR$, вычисленной для некоторого института в условиях кризиса системы. Что и будет продемонстрировано в практической части исследования.

Таким образом, величина $CoVaR$ и производные от нее величины являются крайне перспективными применительно к финансовому риск-менеджменту, особенно в аспекте выявления потенциальных опасностей для системы и институтов в рамках системных рисков и степени

опасности этих рисков для конкретного института в условиях системы или системы в условиях упадка конкретного института. Вычисление описанного показателя является нетривиальной задачей и может быть реализовано несколькими способами, в частности – методом квантильных регрессий или с использованием GARCH моделей.

Анализ взаимного влияния экономических субъектов

В рамках нашего эмпирического исследования были использованы квантильные регрессии – метод регрессионного анализа, широко используемый в статистике и эконометрике (Болдин, Симонова, Тюрин, 1997; Koenker and Hallock, 2001; Koenker, 2005). В то время как метод наименьших квадратов (часто используемый в российских исследованиях) позволяет вычислить оценки, аппроксимирующие условное среднее значение переменной при определенных входящих в регрессию значениях, квантильные регрессии направлены на оценку как при 50%-ных (условных средних) квантилях, так и при любых других его значениях. Также одним из преимуществ данного подхода является и то, что он гораздо более устойчив к существенным отклонениям («выбросам») используемых измерений. Дело в том, что такого рода «выбросы» часто встречаются на практике, особенно в случае изучения финансово-экономической системы и, соответственно, ее показателей. Поэтому при поиске решений задач данной области использование метода квантильных регрессий более предпочтительно, чем использование классических моделей. В нашем исследовании мы применяли описанный метод для получения величины *CoVaR* некоторых институтов российской финансово-экономической системы.

Мы будем строить квантильную регрессию для нахождения оценок коэффициентов для институтов *i* и *j* финансово-экономической системы:

$$\hat{X}_q^{system,i} = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\beta}_q^i X^i \quad (4)$$

Здесь $\hat{X}_q^{system,i}$ представляет собой прогнозные значения по выбранному квантилю и значениям доходности института *i*. Мы рассматриваем случай, когда $X^i = VaR_q^i$, то есть институт *i* находится в состоянии *VaR*.

Для вычисления оценок коэффициентов мы использовали среду R Project for Statistical Computing, основанную на применении одноименного языка программирования для статистической обработки данных. Для построения квантильных регрессий мы воспользовались библиотекой *quantreg*, с помощью которой и были осуществлены необходимые вычисления.

После нахождения коэффициентов квантильной регрессии находим значение *CoVaR* по следующей формуле:

$$CoVaR_q^{system|X^i=VaR_q^i} = VaR_q^{system|VaR_q^i} = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\beta}_q^i VaR_q^i \quad (5)$$

После этого мы можем рассчитать показатель $\Delta CoVaR$:

$$\Delta CoVaR_q^{j|i} = CoVaR_q^{j|X^i=VaR_q^i} - CoVaR_q^{j|X^i=Median^i} = \hat{\beta}_q^i (VaR_q^i - VaR_{\mathfrak{B}}^i \%) \quad (6)$$

Перейдем к изложению полученных результатов. В качестве исходных данных в рамках данного исследования были взяты недельные доходности акций трех компаний, входящих в индекс РТС: ОАО «Газпром», ОАО «Сбербанк», ОАО «Группа компаний ПИК» за период с 2007 по 2013 год (т.е. за семь лет); для вычисления были взяты последовательно три квантиля: 50%, 5%, 1%.

Квантильные регрессии (1%, 5%, 50%) и МНК для пар компаний – ОАО «Газпром» и ОАО «Сбербанк» и ОАО «Группа компаний ПИК» и ОАО «Сбербанк» – приведены на рис. 1 (Сбербанк ← Газпром), рис. 2 (Газпром ←Сбербанк), рис. 3 (Сбербанк ← ПИК) и рис. 4 (ПИК ← Сбербанк).

Описательные статистики доходностей трех российских компаний за указанный период приведены в таблице 1.

Описательные статистики

Формула 1 Показатель	«Сбербанк»	«Газпром»	«ПИК»
<i>Mean</i>	-0,030	-0,004	-0,016
<i>Std.Dev</i>	0,069	0,055	0,150
<i>Min</i>	-0,366	-0,329	-1,643
<i>Max</i>	0,295	0,220	0,399
$1\% VaR_q^i$	-0,295	-0,176	-0,460
$5\% VaR_q^i$	-0,110	-0,091	-0,138
$50\% VaR_q^i$	0,002	0,000	-0,005
<i>Cor</i>	0,993	0,853	

Для выявления взаимосвязей были взяты пары компаний – ОАО «Газпром» и ОАО «Сбербанк», ОАО «Сбербанк» и ОАО «Группа компаний ПИК». Однако в сводных итоговых таблицах приведены четыре пары компаний, т.к. величина *CoVaR* имеет направленность и данные результаты интересны для изучения. Помимо величин *VaR* и *CoVaR* для института *i* и соответствующего значения квантиля *q* в сводной таблице также приведены значения коэф-

фициентов квантильной регрессии $\hat{\alpha}_q^i$ и $\hat{\beta}_q^i$. Следует также отметить, что *CoVaR* показывает *VaR* института *i* при условии наступления события $C(x)$, то есть величину, которая, по сути, представляет собой новое значение доходности на границе наступления 1%, 5% или 50% «наихудших случаев» для данной компании за рассматриваемый промежуток времени. Поэтому величина *CoVaR* может достигать значений более 1 или менее -1.

Для анализа возьмем соответствующие пары институтов.

ОАО «Газпром» и ОАО «Сбербанк»

Из данных в таблице 2 следует, что величина *CoVaR* ОАО «Сбербанк» при условии нахождения доходности ОАО «Газпром» на уровне *VaR* составляет -0,166, что значительно больше, чем значение *VaR* этой компании. Объяснением служит возможное поведение инвесторов. Дело в том, что, несмотря на то что нефтегазовый сектор в лице компании «Газпром», безусловно, является важной частью финансово-экономической системы России, падение котировок ее акций не повлечет существенных изменений котировок акций компании ОАО «Сбербанк». Однако в связи с тем что ОАО «Сбербанк» является основным кредитором компании ОАО «Газпром», при падении котировок этого банка риски инвесторов «Газпрома» существенно увеличатся.

Таблица 2

Сводная таблица результатов для пары компаний
ОАО «Газпром» и ОАО «Сбербанк»

Показатель	«Сбербанк» ← «Газпром»	«Газпром» ← «Сбербанк»
$1\% VaR_q^i$	-0,176	-0,295
$1\% CoVaR_q^{j i}$	-0,166	-0,442
$1\% \Delta CoVaR_q^{j i}$	-0,148	-0,419

$1\% \hat{\alpha}_q^i$	-0,018	-0,026
$1\% \hat{\beta}_q^i$	0,842	1,408
$5\% VaR_q^i$	-0,091	-0,110
$5\% CoVaR_q^{j i}$	-0,082	-0,156
$5\% \Delta CoVaR_q^{j i}$	-0,074	-0,151
$5\% \hat{\alpha}_q^i$	-0,009	-0,007
$5\% \hat{\beta}_q^i$	0,805	1,349

Поэтому при анализе данных влияния компании ОАО «Сбербанк» на компанию ОАО «Газпром» видно, что VaR ОАО «Газпром» снизился более чем в два раза, то есть падение котировок ОАО «Сбербанк» повлечет за собой снижение котировок акции компании ОАО «Газпром». Более того, стоит отметить, что при возрастании курсовой стоимости доллара риски для банков и финансовой системы в целом, включая инвесторов данной сферы, увеличиваются по причине того, что данный процесс означает ослабление курса рубля, который является основной валютой для совершения операций в ОАО «Сбербанк». В то же время при росте курса доллара и соответствующем падении котировок акций компании ОАО «Сбербанк» произойдет падение цен на нефть и газ, что означает существенные риски для инвесторов компании ОАО «Газпром», деятельность которой в первую очередь связана именно с геологоразведкой, добычей, транспортировкой, хранением, переработкой и реализацией газа, газового конденсата и нефти, реализацией газа в качестве моторного топлива, а также производством и сбытом тепло- и электроэнергии.

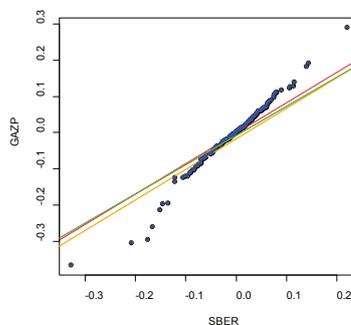


Рисунок 1. Квантильная регрессия (1% – оранжевый, 5% – зеленый, 50% – красный цвет соответственно) для пары компаний ОАО «Газпром» и ОАО «Сбербанк» («Сбербанк» ← «Газпром»)

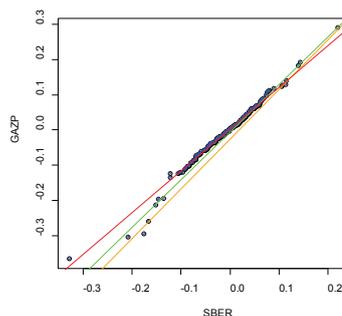


Рисунок 2. Квантильная регрессия (1% – оранжевый, 5% – зеленый, 50% – красный цвет соответственно) для пары компаний ОАО «Газпром» и ОАО «Сбербанк» («Газпром» ← «Сбербанк»)

Таким образом, можно сделать вывод, что котировки акций ОАО «Сбербанк» оказывают существенно большее влияние на котировки акций ОАО «Газпром», нежели котировки акций ОАО «Газпром» на котировки акций ОАО «Сбербанк», что и подтверждается полученными значениями $\Delta CoVaR$.

ОАО «Сбербанк» и ОАО «Группа компаний ПИК»

При рассмотрении следующей пары компаний, следует отметить, что ОАО «Группа компаний ПИК» является крупнейшей на рынке недвижимости, который тесно связан со сферой ипотечного кредитования, хорошо представленной в структуре деятельности компании ОАО «Сбербанк». Ипотечное кредитование является одним из ключевых продуктов в розничном сегменте этого банка, и в то же время доля самого ОАО «Сбербанк» на рынке ипотечного кредитования составляет 47,6%. Это и обуславливает то, что при падении акций самого крупного на данный момент игрока на рынке недвижимости ОАО «Сбербанк» потеряет часть потребителей ипотечных продуктов, однако не в такой степени, чтобы существенно изменить положение компании.

Таблица 3

Сводная таблица результатов для пары компаний ОАО «Сбербанк» и ОАО «Группа компаний ПИК»

Показатель	«Сбербанк» ← «ПИК»	«ПИК» ← «Сбербанк»
1% VaR_q^i	-0,460	-0,295
1% $CoVaR_q^{ji}$	-0,255	-1,503
1% $\Delta CoVaR_q^{ji}$	-0,226	-1,242
1% $\hat{\alpha}_q^i$	-0,026	-0,269
1% $\hat{\beta}_q^i$	0,497	4,178
5% VaR_q^i	-0,138	-0,110
5% $CoVaR_q^{ji}$	-0,090	-0,282
5% $\Delta CoVaR_q^{ji}$	-0,069	-0,240
5% $\hat{\alpha}_q^i$	-0,019	-0,046
5% $\hat{\beta}_q^i$	0,514	2,146

С другой стороны, как видно из полученных результатов (таблица 3), показатель VaR ОАО «Группа компаний ПИК» упал с -0,460 до -1,503. Это объясняется тем, что ОАО «Сбербанк» является основным банком, предоставляющим ипотечные кредиты (42,2% всех сделок по продаже недвижимости ОАО «Группа компаний ПИК» проходят через ипотечные займы), а соответственно, падение котировок его акций создает дополнительные риски для инвесторов компании ОАО «Группа компаний ПИК», связанные с потенциальной возможностью ограничения выдачи ипотечных кредитов, а значит, и уменьшением клиентов сферы недвижимости.

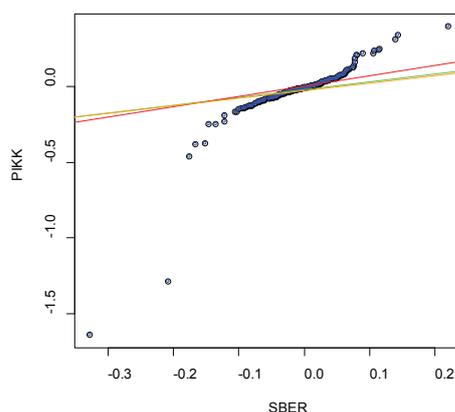


Рисунок 3. Квантильная регрессия (1% – оранжевый, 5% – зеленый, 50% – красный цвет соответственно) и МНК для пары компаний ОАО «Группа компаний ПИК» и ОАО «Сбербанк» («Сбербанк» ← «ПИК»)

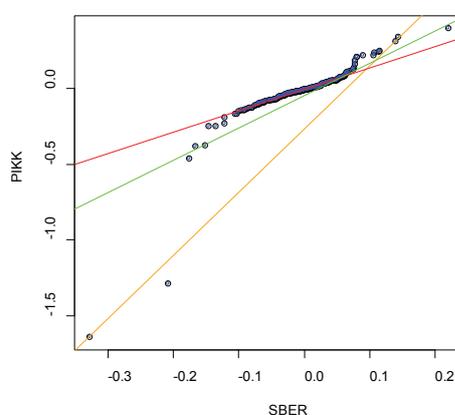


Рисунок 4. Квантильная регрессия (1% – оранжевый, 5% – зеленый, 50% – красный цвет соответственно) для пары компаний ОАО «Группа компаний ПИК» и ОАО «Сбербанк» («ПИК» ← «Сбербанк»)

Таким образом, если сравнивать влияние котировок акций этих компаний друг на друга, то в соответствии и с практическими данными о деятельности этих компаний, и с полученными значениями $\Delta CoVaR$ акции компании, представляющей рынок недвижимости, значительно больше зависят от позиций акций ОАО «Сбербанк», чем сам ОАО «Сбербанк» зависит от котировок акций ОАО «Группа компаний ПИК», в том числе и потому, что деятельность банка диверсифицирована территориально и направленно.

Заключение

Подводя итоги, стоит сказать, что системные риски являются актуальной и нетривиальной областью изучения. Их катастрофические последствия и тот факт, что их нельзя минимизировать с помощью эффекта диверсификации, выводят на первый план проблему прогнозирования, предотвращения и идентификации этого вида рисков. А это в свою очередь означает выявление взаимосвязей между институтами внутри экономики и их влияния на финансово-экономическую систему в целом. Это и позволяет сделать описанный в данной работе коэффициент $CoVaR$. Эмпирическая часть исследования с примерами расчета величины $CoVaR$ для российских компаний демонстрирует ее применимость в условиях российского рынка и показывает адекватность полученных величин реальному состоянию экономики институтов через сравнение полученных данных и их интерпретации с фактической информацией о деятельности рассмотренных компаний.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 14-01-00140, 13-01-0175).

Список литературы

1. Болдин М.В., Симонова Г.И., Тюрин Ю.Н. Знаковый статистический анализ линейных моделей. М.: Наука, 1997.
2. Каурова Н.Н. Системные риски в финансово-кредитных сетях // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2011. № 33(75).
3. Шоломицкий А.Г. Выбор при неопределенности и моделирование риска. М.: ИД ГУ ВШЭ, 2005.
4. Энциклопедия финансового риск-менеджмента / под ред. А.А. Лобанова и А.В. Чугунова. 4-е изд., испр. и доп. М.: Альпина Бизнес Букс, 2009.
5. Adrian, T., Brunnermeier, M.K., Nguyen, H.-L.Q. (2011), Hedge Fund Tail Risk, NBER Chapters in: Quantifying Systemic Risk, p. 155–172.
6. Brunnermeier, M., Adrian, T. (2011), CoVaR, Federal Reserve Bank of New York Staff Reports, 348 (2011).
7. De Nicolò, G., Lucchetta, M. (2011), Systemic Risks and the Macroeconomy, NBER Chapters in: Quantifying Systemic Risk, p. 113–148.
8. Huang, X., Zhou, H., Zhu, H. (2011), Systemic risk contributions, BIS Papers chapters in: Bank for International Settlements (ed.), Macprudential regulation and policy, p. 36–43.
9. Jorion, P. (2006), Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk. / 3rd Ed.: McGraw Hill Professional.
10. Koenker, R. (2005), Quantile Regression, Cambridge Books, Cambridge University Press.
11. Koenker, R., Hallock, K.F. (2001), Quantile Regression, Journal of Economic Perspectives, American Economic Association, 15(4) (2001) 143–156.
12. Lehar, A. (2005), Measuring systemic risk: A risk management approach, Journal of Banking & Finance, Elsevier, 29(10) (2005) 2577–2603.