Правительство Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

###### Факультет мировой экономики и мировой политики

###### Кафедра международных валютно-финансовых отношений

###### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему «Факторы устойчивости рынка межбанковского кредитования

(на примере Италии)»

Студентка группы № 467

Ошвинцева Виктория Сергеевна

Руководитель ВКР

преподаватель, аспирант

Исаков Александр Владимирович

Москва, 2013

**Оглавление**

Введение…………………………………………………………………………..3

1. Основы описания структуры рынка МБК и оценки его устойчивости к риску распространения потерь: обзор литературы………………………...6
	1. Описание свойств и структуры рынка МБК: модель Ф. Аллена и Д. Гейла……………………………………………………………………6
	2. Представление рынка МБК в виде сети контрагентов: основные понятия………………………………………………………………….9
	3. Механизм «заражения» на рынке межбанковского кредитования………………………………………………………….12
2. Модель распространения банкротств на рынке МБК Италии……………16
	1. Структура и характеристики рынка МБК: отправной случай Италии…………………………………………………………………16
	2. Распространения банкротств в модели рынка МБК в виде сети с потоками: общие предпосылки и механизм «заражения»…………21
3. Зависимость устойчивости рынка МБК к «заражению» от характеристик рынка и его участников……………………………………………………..25
	1. Ситуация однородных банков……………………………………….25
	2. Ситуация гетерогенных банков……………………………………...31
	3. Случай рынка с обеспечением……………………………………….38

Заключение……………………………………………………………………….41

Список использованной литературы…………………………………………...45

Приложения………………………………………………………………….…..49

**Введение**

Рынок межбанковского кредитования (МБК), с одной стороны, предоставляет возможность взаимной поддержки банков в случае нехватки ликвидности, но, с другой стороны, он может быть источником распространения финансовых проблем (банкротства) одного банка на другие банки через установленные между ними межбанковские связи. В последние годы исследователи часто обращаются к анализу устойчивости к «заражению» существующего рынка МБК той или иной страны, что представляет интерес для государственных структур страны, стремящихся к понижению системного риска в экономике. Однако стоит подчеркнуть, что подверженность конкретного рынка МБК риску распространения банкротств («заражению») может зависеть от основных внутренних факторов рынка, то есть может меняться в зависимости от различных параметров, связанных с внутренним устройством и основными характеристиками рынка МБК, таких как количество связеймежду банками на рынке МБК, структура рынка в плане различий в размерах и связности банков, доля собственного капитала банков от их совокупных активов. Рассмотрение влияния этих ключевых факторов представляется крайне важным для определения того, как изменения, происходящие на самом рынке МБК, могут повлиять на его устойчивость к распространению «заражения».

Поэтому в рамках данного исследования будет проанализировано, каково влияние этих факторов на подверженность рынка МБК, на который изначально перенесены общие характеристики рынка Италии, риску распространения банкротства одного банка на другие (с тем, чтобы совместить анализ свойств конкретного рынка с анализом влияния внутренних для рынка факторов). Актуальность выбранной темы объясняется тем, что в настоящее время, с учетом опыта не столь давнего финансового кризиса 2007-2009 гг., рынок МБК как часть финансового рынка привлекает пристальное внимание исследователей и государственных лиц, ведь он является как одним из каналов денежной трансмиссии, так и источником распространения потерь среди финансовых учреждений и дальнейшего перекидывания проблем в различные отрасли экономики, то есть источником системного риска. К тому же сохраняющиеся финансово-экономические проблемы еврозоны, членом которой является Италия, повышают интерес к выбранной проблематике.

В качестве объекта исследования был выбран рынок МБК на примере Италии, поскольку, во-первых, он приковывает к себе внимание как один из рынков стран еврозоны, испытывающей значительные трудности на текущем этапе своего существования. Во-вторых, в Италии в 2009 году в качестве ответа на снижение объемов сделок МБК был создан и быстро набрал обороты специальный рынок МБК MIC с обеспечением[[1]](#footnote-1), пример которого полезно рассмотреть в данной работе и сравнить с общим случаем обычного, необеспеченного рынка. В-третьих, по рынку Италии в статьях исследователей и статистических данных имеется значительный объем информации, необходимой для описания его ключевых характеристик. Предметом же исследования является оценка влияния упомянутых ранее внутренних характеристик рынка МБК на его устойчивость к распространению банкротства одного банка на другие.

Итак, целью данной работы является устнановление зависимости устойчивости рынка МБК на примере Италии от ключевых параметров, характеризующих внутреннее устройство рынка и его участников. Для достижения этой цели следует решить следующие задачи:

1. изучить используемые исследователями методы описания структуры рынка МБК, а также методологию оценки подверженности рынка риску распространения банкротств от одного банка к другим и выбрать соответствующую методологию для данного исследования;
2. установить и описать ключевые характеристики рынка МБК для отправного случая Италии, а также сформулировать предпосылки и схему «заражения» в нашей модели рынка МБК;
3. реализовать модель, сформулировать выводы о зависимости устойчивости рынка МБК от таких факторов, как связность банков на рынке МБК, однородность или неоднородность участников рынка, доля собственного капитала банков от их активов, а также установить, что достигается в плане устойчивости рынка МБК в случае обеспеченного рынка по сравнению с необеспеченным.

При написании данного исследования были изучены работы разных лет, связанные с вопросом описания структуры рынка МБК и сетей контрагентов и написанные итальянскими и другими зарубежными исследователями, такими как Ж. Кальдарелли и Ж. Де Маси, П. Эрдеш и А. Реньи и другими, а также исследования механизма и масщтабов распространения потерь на рынке МБК таких авторов, как П. Э. Миструлли, М. Эболи и других. К тому же были изучены публикации Банка Италии с данными по рынку МБК страны и публикации Европейского центрального банка. Что касается методологии работы, то в качестве основных научных методов исследования использовались метод сбора информации путем изучения документов, метод математического моделирования, эксперимента и статистического анализа данных. Их использование позволило реализовать задачи и достичь поставленную цель исследования.

1. **Основы описания структуры рынка МБК и оценки его устойчивости к риску распространения потерь: обзор литературы**
	1. **Описание свойств и структуры рынка МБК: модель Ф. Аллена и Д. Гейла**

 В последние два десятилетия исследователи разных стран часто обращались к тематике «заражения» на рынке МБК. Такой интерес к данной проблеме может иметь многочисленные обоснования. Важность проблемы связана с вероятностью распространения кризиса на рынке МБК на другие отрасли и экономику в целом. В частности, боязнь распространения потерь банков на рынке МБК может спровоцировать панику и дополнительные косвенные потери банков, включая массовые изъятия депозитов. Существование последней проблемы подтверждается в целом ряде работ, например, в модели А. Дасгупта с двумя регионами и двумя типами вкладчиков[[2]](#footnote-2) и в работе Р. Ийера и Х.-Л. Пейдро[[3]](#footnote-3), которые на примере Индии показывают, что крупные контрагенты банка-банкрота сталкиваются с большим изъятием вкладов. Кроме того, значимость вопроса связывается с тем, что рассмотрение рынка МБК как отдельного канала распространения риска банкротств банков необходимо в том числе для определения конкретных мер, которые смогут предотвратить «заражение» банков (например, те или иные ограничения на размеры позиций банков на рынке МБК и т.п.)[[4]](#footnote-4).

Первым же шагом в исследовании риска «заражения» на рынке МБК становится изучение и описание структуры рынка. В случае, когда известны действительные позиции каждого банка-участника по отношению ко всем остальным участникам рынка, этот шаг не представляет большого труда. Имея такие данные, исследователи разных стран[[5]](#footnote-5) (зачастую представляя интересы центрального банка) анализировали, насколько рынок МБК с существующей структурой подвержен риску «заражения». Тем не менее, даже при отсутствии полной статистики по сделкам и открытым позициям банков на рынке МБК, которая чаще всего находится в закрытом доступе центральных банков, представляется возможным исследовать, как разные виды структуры рынка и некоторые его ключевые характеристики (отношение собственного капитала банков-участников к активам и др.) отражаются на его устойчивости к «заражению».

Свойства и определения, которые характеризуют структуру рынка МБК, описываются во многих работах зарубежных исследователей. Одно из конструктивных и простых изложений данного вопроса можно обнаружить в работе Ф. Аллена и Д. Гейла[[6]](#footnote-6). В модели с четырьмя регионами (банками) они рассматривают различные виды структуры рынка МБК, отличающиеся степенью полноты и взаимосвязанности банков. Полным рынком является рынок, на котором каждый банк прямо связан финансовым контрактом со всеми остальными банками-участниками рынка. В противном случае рынок является неполным, причем степень неполноты может быть разной (в зависимости от количества связей банков). Совершенно взаимосвязанным же рынком является рынок, каждый участник которого связан – прямо или опосредованно (через кредитную цепочку других банков) – со всеми остальными участниками рынка; иначе рынок считается разъединенным (или сегментированным). Очевидно, что полный рынок одновременно является совершенно взаимосвязанным, однако далеко не всякий совершенно взаимосвязанный рынок является полным.

Для нашего исследования важно также отметить, что выводом в работе Ф. Аллена и Д. Гейла является заключение о том, что устойчивость рынков МБК разной структуры к распространению банкротств может значительно различаться. Для полного рынка МБК влияние финансового кризиса в одном регионе (или банке) на другие незначительно, в то время как на неполном рынке банкротство одного банка может оказать весьма сильное влияние на прямо связанные с ним банки и, в случае совершенно взаимосвязанного рынка, в дальнейшем распространиться на всех участников рынка. Этот факт легко объясним: для рынка МБК с четырьмя участниками и заданными общими объемами позиций каждого банка на рынке, при полной структуре рынка каждый банк имеют меньшую позицию по отношению к каждому из остальных банков, чем при неполной структуре рынка; таким образом, полная структура позволяет лучше диверсифицировать кредитный риск и снизить риск распространения потерь одного банка на другие.

Если же сравнивать совершенно взаимосвязанную структуру и сегментированный рынок, в общем случае сегментированный рынок менее подвержен риску «заражения» банков банкротством, поскольку на нем в случае банкротства одного банка распространение потерь ограничено лишь тем сегментом рынка, в котором участвует обанкротившийся банк, в то время как на совершенно взаимосвязанном рынке банкротство может распространиться на всех участников. Таким образом, можно утверждать, что в общем случае риск распространения банкротств на рынке МБК тем ниже, чем более полным он является и, с другой стороны, чем его участники менее взаимосвязаны. Однако следует сказать, что представленный Ф. Алленом и Д. Гейлом анализ в известной степени ограничен, как в плане приближенности к реальности, количества и разнообразия участников рынка, так и в плане рассмотрения большего числа структур рынка, отличающихся по количеству связей между банками. Это оставляет большое поле для дальнейших исследований, касающихся влияния параметров рынка МБК на его устойчивость к «заражению».

* 1. **Представление рынка МБК в виде сети контрагентов: основные понятия**

В продолжение рассмотрения основ описания структуры рынка МБК необходимо подчеркнуть, что наше и многие существующие исследования рынков МБК тем или иным образом опираются на теорию сетей, или графов, и ее терминологию[[7]](#footnote-7). В соответствии с ней, банки-контрагенты на рынке представляются в виде узлов, или вершин, графа. Направленные ребра графа обозначают существующие связи банков на рынке МБК, то есть отношения «заемщик-кредитор» или «кредитор-заемщик» между двумя банками[[8]](#footnote-8). Вес направленного ребра представляет суммарный объем займа одного банка у другого на рынке. Число входящих или исходящих связей (ребер) банка-узла с остальными банками-участниками рынка МБК называется входящей или исходящей степенью (degree) узла.

Работой, которая стала базой для многих последующих исследований в теории сетей, является модель П. Эрдеша и А. Реньи[[9]](#footnote-9), впервые изучивших случайные графы. Их первоначальная модель G(n, N) предполагает равную вероятность для каждой реализации случайного графа, то есть для каждого графа, выбираемого случайным образом из всех возможных графов, имеющих n узлов, которые соединены между собой N ребрами[[10]](#footnote-10). Было также предложено несколько вариантов их модели, из которых, как отмечают исследователи[[11]](#footnote-11), наиболее часто применяемым и изученным служит модель G(n, *p*). В ней каждое возможное ребро между каждыми двумя узлами включается в граф с одинаковой заданной вероятностью *p*, независимой от наличия других ребер и называемой вероятностью Эрдеша-Реньи. Построение случайного графа в данном случае выглядит следующим образом[[12]](#footnote-12): фиксируется натуральное число n, которое задает множество вершин случайного графа *Р1, Р2, …, Рn*. Задается полный граф *Гn* (граф, где каждые две вершины соединены ребром) на указанном множестве вершин, с пронумерованными ребрами из N = . Задается также значение вероятности  и выбираются ребра из множества всех ребер на основе схемы Бернулли (независимых испытаний) с постоянной вероятностью появления ребра между каждыми двумя ребрами, равной *р*. Таким образом, получается случайный граф G(n, *p*), формально являющийся вероятностным пространством, в котором каждая реализация случайного графа появляется с одинаковой вероятностью, соответствующей заданному числу вершин графа.

Следует отметить, что существуют и другие модели формирования сетей, включая, например, подходы с точки зрения теории игр, где игроки выбирают контрагентов, оценивая выгоды (платежи) от наличия связей[[13]](#footnote-13), а также модель предпочтительного присоединения (preferential attachment), название которой дали А.-Л. Барабаши и Р. Альберт[[14]](#footnote-14) и на которой мы остановимся подробнее. Модель начинается с небольшого числа узлов *m*0[[15]](#footnote-15), к которым на каждом временном шаге добавляется новый узел, соединяемый с *т* присутствующими в сети узлами *т* ребрами (при этом *тт0*) исходя из того, что вероятность *Р(ki)* того, что новый узел будет соединен с уже имеющимся в сети узлом *i,* зависит от степени *ki* узла *i*: *Р(ki) = *, где в знаменателе – сумма степеней всех уже присутствующих в сети узлов. Таким образом, наблюдается «предпочтительное присоединение» новых узлов к тем узлам, степени которых в сети наиболее высоки. Как заметили А.-Л. Барабаши и Р. Альберт, в сетях, создаваемых в соответствии с их моделью, распределение степеней узлов подчиняется степенному закону, то есть такие сети являются безмасштабными. Примененный А.-Л. Барабаши и Р. Альбертом механизм предпочтительного присоединения часто успешно использовался исследователями для объяснения формирования таких видов реально существующих сетей, как Всемирная паутина, социальные сети, сеть цитирования научных журналов и т.д., в то время как ее применимость для генерации сети, представляющей рынок МБК, не совсем однозначна: в частности, Ж. Де Мази и другими[[16]](#footnote-16) было отмечено, что механизм предпочтительного присоединения не подходит для описания создания сети, соответствующей рынку МБК Италии.

В нашем исследовании будет применена модель с использованием вероятности Эрдеша-Реньи, дающая возможность проанализировать различные варианты структуры рынка МБК (при изменении величины параметра *p*, а также изменении других ключевых параметров, касающихся устройства и участников рынка), сконцентрировавшись на влиянии основных параметров рынка на его устойчивость[[17]](#footnote-17). К тому же развитие модели с некоторыми простыми предпосылками позволяет проанализировать структуру рынка с различными типами участников, не слишком сложную, но довольно схожую с действительным положением вещей (о чем подробнее будет сказано в параграфе 2.1). Осуществить реализации случайного графа с определенными задаваемыми параметрами нам позволит программа FlowNetwork 2.0, созданная представителями Банка Англии и предназначенная как раз для анализа устойчивости рынка взаимосвязанных финансовых агентов (рынка МБК) к шокам и распространению банкротств. Механизм создания сети и анализа распространения банкротств через данную программу соответствует подробно описанному в Главе 2 данной работы.

* 1. **Механизм «заражения» на рынке межбанковского кредитования**

Механизм распространения банкротств на рынке МБК представляется, на первый взгляд, довольно понятным и однозначным. Тем не менее, можно обнаружить некоторые отличия в его описании разными исследователями.

В работе П. Э. Миструлли[[18]](#footnote-18), посвященной анализу подверженности всего рынка МБК Италии риску «заражения» на основе данных о действительных позициях банков по отношению друг к другу на конец 2003 г., исследуется масштаб распространения банкротств вследствие специфического локального шока, вызывающего первоначальное банкротство каждого (одного) банка поочередно. После первоначального банкротства банка подсчитываются потери, понесенные банками-кредиторами первого банка-банкрота. В случае, если объем понесенных таким образом потерь превышает величину капитала и резервов каких-либо банков-кредиторов, они также становятся банкротами. Затем производится новая аналогичная итерация, то есть проверяется, вызовет ли банкротство этих банков последующие банкротства и т.д., и этот механизм повторяется до тех пор, пока при очередной итерации ни один новый банк не оказывается банкротом или когда все банки-участники рынка оказываются банкротами. При каждой новой итерации (или раунде) банки, обанкротившиеся на одном из предыдущих шагов, «выбрасываются» из совокупности банков, которые могут быть «заражены» на данном шаге.

Используя обозначения П. Э. Миструлли, это означает следующее: в механизме «заражения», инициированном первоначальным банкротством банка *i,* на *n-*ойитерации банк *j* также банкротится, если: , где *Сnj,i* – объем капитала и резервов банка *j* на *n-*ойитерации механизма, инициированного банкротством банка *i,* равный: , где *α –* заданный уровень потерь при банкротстве связанного банка (loss-given-default rate), *xjk* – общая сумма средств, одолженных банком *j* банку *k,* и  – множество банков-банкротов после (*n-1*)*-*ой итерации. Формальное представление алгоритма «заражения» можно найти в Приложении 1. Следует отметить, что в этой модели уровень потерь при банкротстве связанного банка постоянен на всех итерациях и одинаков для всех банков-участников рынка, связанных с банкротом. Автор объясняет это тем, что банкротства банков в реальности случаются нечасто; как следствие, сложно оценить, каков уровень потерь для банков, связанных с банкротом на рынке МБК. Поэтому в своей модели П. Э. Миструлли оценивает риск распространения «заражения» на рынке МБК при разных значениях уровня потерь (от 0 до 1). Помимо широко применяемого показателя (который будет использован и в данной работе) – числа обанкротившихся в результате «заражения» банков, П. Э. Миструлли использует и некоторые другие, характеризующие подверженность рынка распространению «заражения»: доля активов банков-банкротов в совокупных активах банковской системы, число «заражающих» банков, число устойчивых к заражению банков.

Описанный алгоритм, называемый иногда последовательным, чаще всего используется при рассмотрении риска «заражения» на рынке МБК[[19]](#footnote-19). Однако он не учитывает того факта, что банкротства на последующих шагах-итерациях увеличивают потери банков, которые обанкротились раньше, что должно отражаться в повышении уровня потерь *α* по их обязательствам для остальных банков. Поэтому некоторые исследователи, такие как Л. Айзенберг и Т. Х. Ноу[[20]](#footnote-20), применяют иной алгоритм, состоящий из следующих действий: подсчитываются потери каждого банка-участника рынка от банкротства одного банка первого порядка; если эти потери для всех банков не превышают их капитала и резервов, то механизм останавливается; если же есть один или несколько банков, потери которых выше их капитала и резервов и, как следствие, они банкротятся, то алгоритм начинается сначала так, как если бы банками-банкротами первого порядка были эти банки; если в этом случае банкротство не распространяется на другие банки, то механизм останавливается; если же появляются новые банкроты, то алгоритм начинается сначала с ними и т.д.

Еще один механизм распространения заражения на рынке МБК описывается в работе М. Эболи[[21]](#footnote-21), в которой предлагается метод анализа распространения «заражения» в финансовых сетях, основанный на подходе потоков в сетях. В данной модели в общем случае сеть финансовых агентов (для нашего случая, банков) состоит из нескольких видов узлов: *n* узлов, представляющих этих агентов-банков; *m* узлов-истоков, не имеющих входящих ребер и представляющих активы агентов вне сети (т.е. вне рынка МБК; далее – внешние активы, external assets *ak* для банка *k*); и конечный узел-сток *t*, не имеющий исходящих ребер. Отмечается, что в случае локального шока для одного банка, пострадавший от шока банк-узел является одновременно узлом-истоком.

При шоке для банка он теряет долю *bk* от своих внешних активов *ak*, большую нуля. В графе-сети это представляется следующим образом: «активизируется» узел-исток, посылающий эти потери по ребру связанному с ним банку-узлу. Эти потери в первую очередь принимает на себя собственный капитал банка-узла. Доля потерь, «поглощенная» собственным капиталом банка, направляется в узел-сток, являющийся виртуальной «корзиной», куда переправляются все потери, принятые на себя собственным капиталом банков-узлов. В случае, если потери превышают размер собственного капитала банка, он становится банкротом, а оставшаяся доля потерь посылается по ребрам банкам-кредиторам, с которыми банкрот связан в сети. Каждый банк-кредитор банкрота теряет долю от одолженной банкроту суммы, равную отношению потерь банкрота, оставшихся непокрытыми его капиталом, и суммы всех занятых им на рынке средств. Если для какого-либо банка потерянная сумма превышает его собственный капитал, то процедура отправления потоков повторяется и т.д. Развитая М. Эболи методология позволяет ему в общих чертах рассмотреть вопрос о том, как различные характеристики структуры сети влияют на ее устойчивость к распространению «заражения» (банкротств). По этой причине данная методология, с некоторыми уточнениями и с применением модели случайных графов, будет основой для нашего анализа, в котором мы установим зависимости между некоторыми характеристиками структуры и участников рынка и его устойчивостью к «заражению», в отличие от работы М. Эболи, сформулировавшего только несколько обобщенных особенностей влияния структуры рынка на его устойчивость (например, выгодность в плане устойчивости к «заражению» максимальной связности сети и увеличения капитала участников сети).

1. **Модель распространения банкротств на рынке МБК Италии**
	1. **Структура и характеристики рынка МБК: отправной случай Италии**

Изучение устойчивости рынка МБК к риску распространения «заражения» банкротствами начнем с описания отправного случая, которому свойственны ключевые параметры рынка Италии.

Рынок МБК мы представляем в виде графа с определенным количеством узлов, представляющих банки-участники рынка, соединенные между собой направленными связями-ребрами, причем входящее в узел ребро означает отношения «кредитор-заемщик» на рынке МБК, в то время как исходящее из узла ребро означает отношения «заемщик-кредитор». Число узлов-банков принимаем равным 61, что соответствует числу участников рынка MIC Италии на конец 2010 года[[22]](#footnote-22). Данный рынок является электронной платформой, действующей в Италии под управлением e-MID SIM S. p. A. как сегмент e-MID, на котором банки-участники могут занимать и одалживать друг другу суммы в пределах внесенного с этой целью в виде финансовых активов обеспечения и под гарантийную схему, за реализацией которой с октября 2010 г. следит Cassa di Compensazione e Garanzia , получающая определенную комиссию от банков-участников (ранее это делал Банк Италии). Большая же часть нашего исследования будет посвящена анализу ситуации на рынке, как если бы это был рынок без обеспечения и гарантии, и затем будет показано, чтó в плане устойчивости к «заражению» достигается на рынке благодаря обеспечению. На рынок с 61 участником мы переносим свойства, характерные для рынка МБК Италии в целом, считая их отправными значениями параметров. Взятие такого числа участников, а не всего количества банков Италии (около 800 в 2010 г.), позволяет упростить реализацию схемы «заражения» в программе[[23]](#footnote-23) (подробнее схема будет изложена в следующем параграфе), сохранив при этом суть исходов благодаря тем же отправным параметрам, представляемым в относительном выражении.

Для реализации случайного графа в упомянутой ранее программе необходимо также задать вероятность Эрдеша-Реньитого, что один банк-участник (*а*) занимает у другого банка-участника (*b*), то есть что существует ребро, направленное от банка *a* к банку *b*[[24]](#footnote-24). Для случая однородных банков, который будет рассмотрен как один из частных случаев структуры рынка, эта вероятность (*p1*)одинакова для каждой пары банков; тогда среднее количество связей[[25]](#footnote-25) на рынке с 61 участником задается как 61(61-1)*p1*, что равно 3660*p1*. Для отправного случая в ситуации однородных банков принимаем эту вероятность равной 0,1 (то есть 10%), что соответствует наличию в среднем 6 направленных связей для каждого банка и приблизительно соответствует характеристикам рынка Италии во второй половине 2000-х гг.[[26]](#footnote-26)

В то время как в более реалистичной ситуации гетерогенных банков, которую позволяет реализовать программа[[27]](#footnote-27), отдельно задается вероятность наличия направленной связи от одного небольшого банка к другому небольшому банку (*p*) и вероятность наличия направленной связи между крупным банком и другим (любым) банком-участником рынка (*q*). Такое разделение на два вида банков с разной вероятностью наличия связей у них выглядит вполне обоснованным, поскольку в действительности, как правило (как отмечают исследователи рынков МБК разных стран, включая Италию[[28]](#footnote-28)), часто оказывается, что всего несколько крупных банков имеют большое число связей с банками-участниками рынка МБК, а остальные меньшие банки имеют сравнительно небольшое число связей между собой. Поэтому анализ такой ситуации (с варьированием величины различных параметров) представляет для нас больший интерес. Как это принято в статистике ЕЦБ[[29]](#footnote-29), выделим пять крупных банков, и вероятность наличия связей для них (*q*) будет выше вероятности (*p*) для остальных 56 банков в сети[[30]](#footnote-30). Тогда для отправного случая в этой ситуации примем вероятность *p* равной 0,05 (5%), а вероятность *q* рассчитаем так (с учетом указанного *p*), чтобы среднее (ожидаемое) количество связей для отправной ситуации с гетерогенными банками (равное , где *s* = 56 – число небольших банков в сети, *l* = 5 – число крупных банков, *N* = 61 – общее число банков на рынке) было сопоставимо со средним числом связей для отправного случая однородных банков (*N(N*-1)*p1*); то есть *q* будет равна 0,36 (36%). Необходимо также задать значение для доли пяти крупнейших банков в совокупных «внешних» активах сети, которую для простоты анализа везде принимаем равной 40% (что соответствует доле крупных банков в активах системы для Италии на конец 2010 года[[31]](#footnote-31)). Соответственно, на небольшие банки приходится 60% «внешних» активов рынка.

Далее, для последующей реализации схемы «заражения» на рынке нам необходимо установить некоторые абсолютные и относительные значения, которые характеризуют показатели баланса банков-участников (одинаковые для ситуаций однородных и гетерогенных банков). Исходим из того, что на стороне активов агрегированный баланс каждого банка состоит из активов на нашем рынке МБК (активов в сети) и «внешних» (всех остальных) активов, а на стороне пассивов – из суммы займов на рынке МБК (займов в сети), собственного капитала и «депозитов» (всех остальных обязательств).

В первую очередь определим характеристики рынка в целом. Начнем с исходного значения совокупных активов банков-участников сети. Известно, что суммарная величина активов на рынке МБК (рынке MIC Италии) в среднем на конец недели в октябре-декабре 2010 года составляла 8 800 миллионов евро[[32]](#footnote-32). Учитывая и перенося на нашу сеть тот факт, что для рынка Италии на конец 2010 г. активы на рынке МБК составляли 13% от совокупных активов банков[[33]](#footnote-33), получаем суммарную величину активов банков-участников сети, равную примерно 67 700 миллионам евро. В программе эти характеристики сети необходимо представить в несколько ином виде: задается объем «внешних» активов (равный, соответственно, 58 900 млн. евро) и их отношение к совокупным активам (87%). Таким образом, это позволяет отразить и величину совокупных активов банков-участников, и величину активов рынка МБК в сети, и их отношение к совокупным активам.

Исходное значение отношения собственного капитала банков к совокупным активам принимаем равным 0,09 (9%), что соответствует среднему показателю для банков Италии на конец 2010 года[[34]](#footnote-34). Таким образом устанавливается совокупный объем собственного капитала банков-участников рынка. Стоит отметить, что в программе, с помощью которой реализуется наша модель, предполагается фиксированное значение отношения собственного капитала (именуемого net worth) к совокупным активам для всех участников, что позволяет сконцентрироваться на общих выводах для рынка (то есть на выводах относительно подверженности рынка МБК риску «заражения» при определенных совокупных объемах собственного капитала в банковской системе).

Размер займа одного банка-участника другому участнику (вес каждого ребра) в каждой реализации случайного графа, имеющего определенные заданные параметры, определяется следующим образом: совокупный объем активов на рынке МБК делится на общее число ребер-связей в сети, и ребрам присваивается полученный таким образом вес. Исходя из получившегося суммарного веса входящих и исходящих ребер банка-узла определяется объем его активов и обязательств на рынке МБК. В реализации графа с заданными на уровне рынка параметрами, размер внешних активов каждого банка определяется следующим образом: сначала каждому банку-участнику сети присваивается объем «внешних» активов, равный его чистым займам на рынке МБК (разнице между займами и активами банка на рынке) или нулю (если активы банка на рынке МБК больше или равны его займам). Оставшаяся величина суммарных «внешних» активов банков (или суммарных внешних активов определенного типа банков для ситуации гетерогенных банков) поровну распределяется между всеми участниками рынка (или всеми банками определенного типа), в итоге получается величина «внешних» активов каждого банка-узла. Сумма активов на рынке МБК и внешних активов каждого банка дает объем его совокупных активов (равных пассивам). На ее основе определяется объем собственного капитала банка-узла как одинаковая для всех банков доля от активов. Наконец, размер «депозитов» в каждом банке устанавливается как его совокупные активы за вычетом межбанковских обязательств и собственного капитала банка. Пример получаемого в реализации графа баланса банка представлен в Приложении 2.

Таким образом, для характеристики рынка МБК, представляемого в виде реализации случайного графа (сети), мы используем такие параметры, как количество и типы банков-участников (и количество и доля крупных банков во «внешних» активах), объем их «внешних» активов, доля этих «внешних» активов в совокупных активах банков-участников рынка, доля собственного капитала в совокупных активах банков и вероятность наличия связей между банками-узлами. Варьирование значений некоторых из этих параметров позволит проанализировать, как от них зависит устойчивость рынка МБК к распространению банкротств. Механизм этого распространения, или «заражения», будет описан в следующем параграфе.

* 1. **Распространения банкротств в модели рынка МБК в виде сети с потоками: общие предпосылки и механизм «заражения»**

Сформулируем некоторые важные общие предпосылки модели распространения банкротств на описанном в предыдущем параграфе рынке МБК.

Во-первых, распространение «заражения» среди банков анализируется только внутри рассматриваемого рынка-сети. Это означает, что не рассматривается взаимодействие банков-участников с внешними (иностранными) финансовыми институтами, поскольку нет достаточных данных, которые позволили бы в таком случае полностью оценить эффекты «заражения». Эту предпосылку именуем для краткости «закрытостью» рынка.

Во-вторых, предполагается следующая схема старшинства обязательств каждого банка и приоритетности выплат: «депозиты» приоритетны по отношению к межбанковским займам, которые, в свою очередь, имеют старшинство перед собственным капиталом банков.

В-третьих, единственным каналом распространения «заражения» являются связи на рассматриваемом рынке МБК, отсутствуют дополнительные внешние или косвенные эффекты (например, массовое изъятие депозитов), которые могли бы повлиять на масштаб «заражения».

В-четвертых, в каждой реализации структуры рынка-сети предполагается наличие совершенной информации у всех участников о размерах займов и банкротствах друг друга, с тем чтобы каждый банк оказывался осведомлен о распространении «заражения» на него.

В-пятых, механизм «заражения» вследствие шока и банкротства исходного банка реализуется одномоментно, несмотря на использование в дальнейшем понятия так называемых раундов механизма, которые просто характеризуют схему «заражения».

В-шестых, банки-участники не имеют возможности увеличить свой собственный капитал (привлечь дополнительный капитал), чтобы противостоять шоку (или потерям по «заражению»), что связано с внезапностью исходного шока и предыдущей предпосылкой.

В-седьмых, в связи с одномоментностью механизма «заражения» банки-кредиторы не имеют возможности «изъять» свои межбанковские активы, чтобы не понести потери по займам банку-банкроту.

В нашем исследовании, как и в большинстве исследований риска заражения на рынке МБК[[35]](#footnote-35), механизм (возможного) распространения банкротств на рынке МБК начинается со специфического, локального экзогенного шока, которому внезапно подвергается один банк в сети, и происходящее называется нулевым раундом механизма. То есть для каждой реализации сети, представляющей рынок МБК, мы исследуем последствия шока, который исходит от «внешних» активов одного банка-участника рынка (истока шока) и выражается в потерях, равных определенной доле от «внешних» активов[[36]](#footnote-36). Поскольку, как мы предполагаем, «депозиты» на стороне пассивов любого банка имеют старшинство перед его межбанковскими займами, которые, в свою очередь, имеют приоритет перед собственным капиталом банка, потери в результате шока в первую очередь воздействуют (то есть приходятся) на собственный капитал банка, будучи выше него и влеча за собой банкротство этого первого (или исходного) банка.

Величина потерь, составляющая разницу между размером потерь от шока и собственным капиталом исходного банка и не превышающая его суммарных обязательств на рынке МБК, направляется в виде потоков по ребрам к другим банкам, с которыми у исходного банка существуют отношения «заемщик-кредитор» на рынке МБК (это является первым раундом механизма). Предполагается, что эта оставшаяся величина поровну распределяется между оставшимися банками-кредиторами исходного банка. Однако необходимо отметить, что если оказывается, что оставшаяся после вычета собственного капитала исходного банка величина потерь превышает размер его займов в сети (то есть на рынке МБК), то остаток потерь приходится на долю «депозитов».

Далее, если потери, полученные какими-либо банками-кредиторами исходного банка, равны или превышают их собственный капитал, то он(и) становится банкротами. Тогда снова (на втором раунде механизма) величина, равная разнице между потерями новых банков и их собственным капиталом и не превышающая их займов на рынке МБК, направляется их оставшимся кредиторам и приходится на их капитал, а в случае превышения потерь над займами остаток потерь приходится на долю «депозитов», и т.д. Алгоритм повторяется до тех пор, пока все потери, которые повлек за собой первоначальный шок, не будут поглощены рассматриваемой банковской системой, или, иначе говоря, пока после очередного раунда новых банков-банкротов не появляется или пока все участники рынка-сети не окажутся банкротами.

Стоит также отметить, что, подобно работе М. Эболи, суммарные потери, пришедшиеся в результате реализации механизма на собственный капитал банков-участников сети, в используемой программе отражаются в «стоке собственного капитала», в то время как суммарные потери, которые пришлись на «депозиты» банков-участников рынка, отражаются в «стоке депозитов».

Для установления того, как различные внутренние факторы, свойственные рынку МБК (то есть характеристики рынка и его участников), влияют на его устойчивость к распространению «заражения» банкротствами, проводим эксперименты в упомянутой программе, в рамках которых изначально фиксируем значения всех, кроме одного, параметров (характеристик рынка-сети) на уровне, определенном в предыдущем параграфе данной работы, и производим множество (50 при каждом значении параметра) реализаций сети и шоков в них при варьирующихся значениях одного параметра; таким образом, подверженность рынка-сети риску «заражения» анализируется, главным образом, в сравнительной статике. В качестве показателя распространения банкротств при каждой реализации фиксируем, каково количество банкротств (включая исходный банк, подвергающийся экзогенному шоку) после всех раундов механизма «заражения», и рассчитываем среднее количество банкротств при каждом значении изменяемого параметра. Результаты проведенных экспериментов для ситуаций однородных и гетерогенных банков, пример которого можно найти в Приложении 3, описаны в следующей главе работы.

1. **Зависимость устойчивости рынка МБК к «заражению» от характеристик рынка и его участников**
	1. **Ситуация однородных банков**

Первым из рассмотренных видов рынка МБК является рынок-граф, состоящий из одинаковых (однородных) банков-участников. Для начала на основе экспериментов с шоком одного банка в реализациях графа было исследовано влияние отношения собственного капитала банков-участников к активам на подверженность рынка МБК риску «заражения» банкротствами. Для установления вида зависимости между указанным отношением и количеством банкротств вследствие «заражения», значение отношения собственного капитала к совокупным активам варьировалось в пределах от 0,002 до 0,1 (то есть от 0,2 до 10% от совокупных активов банков). Напомним, что, как в отправном случае, общее число банков-узлов в графе зафиксировано на уровне 61, отношение суммарных «внешних» активов к совокупным активам банков – на уровне 87%, величина совокупных «внешних» активов – на уровне 58 900 миллионов евро, и вероятность наличия направленной связи между двумя банками - на уровне 10%. На Графике 1 отображены результаты проведенных экспериментов в виде зависимости между средним количеством банкротств и значением отношения собственного капитала к активам.

График 1 свидетельствует о том, что между отношением капитала к активам банков и количеством банкротств по заражению прослеживается обратная зависимость. По мере того, как отношение собственного капитала банков к совокупным активам увеличивается от 0,2 до 10%, число банкротств вследствие локального шока одного банка-участника рынка падает с в среднем 34 до 1.

*График 1. Зависимость количества банкротств банков от доли собственного капитала банков от активов в ситуации однородных банков*

Однако интерес представляет не столько сама обратная зависимость между двумя показателями, сколько тот факт, что масштаб «заражения» увеличивается нелинейно при падении отношения капитала к активам. Так, при уменьшении значения отношения капитала к активам от 10 до примерно 2% в результате шока происходит банкротство только одного исходного банка, то есть распространения банкротств на другие банки не происходит (примечательно, что в этот промежуток попадает отправной случай Италии, то есть случай отношения собственного капитала банков к совокупным активам, равного 9%). Довольно невысокое нижнее значение отношения капитала к активам банков, при котором распространения «заражения» по-прежнему не происходит (1,8%), можно объяснить тем, что для принятого отправного случая Италии активы банков на рынке МБК составляют не очень высокую долю от их совокупных активов, что снижает их подверженность риску «заражения» на рынке МБК.

При дальнейшем уменьшении доли капитала от активов банков (то есть ниже 1,8%), начинает явно проявляться распространение «заражения» среди банков: такие показатели собственного капитала как доли от активов банков делают исходный банк-банкрот и другие банки-участники более подверженными риску «заражения», и среднее число банкротств вследствие изначального шока резко возрастает с 1 до приблизительно 7.

Однако затем, когда отношение собственного капитала банков-участников к активам продолжает падать от 1,6% до 0,8%, среднее число банкротств растет очень медленно, фактически оставаясь на уровне 7 банкротств. Это означает, что значение отношение капитала к активам, находящееся в этих пределах, достаточно велико, чтобы поглотить потери банков после 7 банкротств, и позволяет предотвратить последующие раунды заражения. Но при снижении величины отношения капитала к активам банков ниже 0,8% количество банкротств вновь начинает расти быстрыми темпами, что говорит о невозможности предотвратить все новые раунды «заражения» банкротствами при столь низких показателях собственного капитала банков. Стоит отметить, что хотя в действительности такие невысокие значения отношения собственного капитала к активам выглядят маловероятными (особенно с учетом Базельских рекомендаций в отношении достаточности капитала банков), однако проведенный анализ позволяет заключить, что ситуации шоков банковской системы в целом (Италии или иной страны, особенно той, где активы на рынке МБК занимают большую долю от совокупных активов банков), которые вызывают падение величины капитала многих банков-участников системы, могут быть опасны, помимо прочего, с точки зрения снижения устойчивости рынка МБК к возможному банкротству одного из его участников и роста риска «заражения» на нем.

Другим важнейшим параметром структуры рынка МБК, влияние которого на устойчивость рынка-сети к «заражению» было изучено в ходе экспериментов, является вероятность наличия направленной связи между банками-участниками сети *p1*, которая тесно связана с количеством связей между банками на рынке МБК (при росте вероятности Эрдеша-Реньи, в среднем банки-участники рынка становятся более связанными друг с другом, то есть эта вероятность характеризует связность сети). Также для расширения анализа и изучения влияния этой и предыдущей характеристик рынка (отношение собственного капитала к совокупным активам), были рассмотрены ситуации, в которых значение вероятности Эрдеша-Реньи *p1* варьировалось (в пределах от 0 до 1) при разных (фиксированных) значениях отношения собственного капитала банков к их активам (1%, 3%, 5% и 9%). График 2 иллюстрирует результаты проведенных экспериментов.

*График 2. Зависимость среднего количества банкротств от вероятности связи между однородными банками*

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы. При различных значениях вероятности наличия связей между банками в большей или меньшей степени проявляются две противоположные особенности связей банков на рынке МБК (что особенно наглядно демонстрирует кривая для случая однопроцентной доли капитала от активов банков). Первая особенность заключается в том, что наряду с поддержкой банками друг друга в случае проблем с ликвидностью, связи на рынке МБК позволяют «распределить» потери от шока, влияющего на один из банков, между тем большим числом других банков, чем больше связей есть между участниками рынка МБК (чем выше вероятность наличия связи между банками на рынке). Тем самым они могут позволить поглотить потери от шока без дополнительных банкротств банков (так как потери, приходящиеся на один банк, тем меньше, чем больше связей с исходным банкротом есть на рынке). Однако вторая особенность состоит как раз в том, что связи на рынке МБК служат непосредственным каналом для распространения потерь в результате банкротства одного банка на другие банки-участники рынка, вызывая новые раунды банкротств.

Соответственно, График 2 показывает, что увеличение вероятности наличия связи между банками в сети от самых низких значений первоначально ведет к росту числа банкротств банков, то есть устойчивость рынка к риску «заражения» падает в связи с тем, что все в большей степени проявляется эффект связей на рынке как каналов для распространения банкротств. Затем, как это заметно для ситуации, в которой собственный капитала банков-участников сети составляет 1% от их совокупных активов, при дальнейшем увеличении вероятности наличия связи между банками с 4% до 8% количество банкротств постепенно падает в среднем с 8,4 до 6,4, то есть начинает преобладать первая особенность связности банков на рынке МБК.

Однако после этого повышение уровня связности (вероятности Эрдеша-Рейни) вновь вызывает рост числа банкротств банков по «заражению», при этом достигается величина банкротств, заметно большая 8,4 (около 13 банков-банкротов), то есть рынок МБК становится все менее устойчивым к риску заражения. Но эта тенденция сохраняется только при росте вероятности Эрдеша-Реньи до определенного значения (около 20% в случае отношения капитала к активам в 1%), после чего увеличение связности в сети ведет к резкому сокращению количества банкротств вплоть до 1 (при *p1*, составляющей 24 и более процентов). Таким образом, после достижения вероятностью Эрдеша-Рейни определенного уровня, наблюдается устойчивое преобладание тенденции к поглощению потерь через связи на рынке МБК без вызова дополнительных раундов банкротств, что характерно при всех рассмотренных уровнях отношения капитала к активам банков, а также в ситуации полного рынка, когда между всеми банками есть направленные в обе стороны связи.

Необходимо также отметить, что для ситуации с однопроцентной долей собственного капитала от активов банка, характерно, что распространение банкротств более чем на один банк продолжает иметь место при росте вероятности Эрдеша-Реньи до гораздо более высоких значений, чем в ситуациях с более высоким отношением собственного капитала банков в их совокупным активам. Иначе говоря, чем более высоким является отношение собственного капитала к активам банков-участников МБК, тем быстрее при росте вероятности наличия связи между банками начинает проявляться тенденция к поглощению потерь банков через связи на рынке без вызова новых банкротств, то есть тем быстрее (при росте *p1*) рынок МБК становится устойчивым к распространению банкротств.

Таким образом, проведенный анализ позволяет утверждать, что при понижении уровня отношения собственного капитала к совокупным активам банков (что может быть вызвано шоком, воздействующим на всю банковскую систему) повышается возможность того, что связность на рынке МБК будет каналом для распространения банкротств банков. Также в целом можно подытожить, что при всех рассмотренных уровнях общего отношения капитала банков к их активам, включая отправной случай Италии, для которой это отношение составляет 9%, рост вероятности связи между банками на рынке МБК сначала способствует росту числа банкротств на рынке, а затем, после достижения определенного и тем более низкого уровня, чем выше отношение собственного капитала банков к их совокупным активам, рост вероятности неотвратно ведет к росту устойчивости рынка МБК к распространению банкротств*.*

**3.2. Ситуация гетерогенных банков**

Обратимся теперь к рассмотрению более интересной ситуации, в которой вводится различие банков-участников рынка МБК. По ходу ее изучения будут к тому же прокомментированы ее сходства или отличия от ситуации однородных банков в плане устойчивости рынка МБК к распространению «заражения», а также будет обращено внимание, как влияет на распространение банкротств на рынке с двумя типами банков тот факт, от шока какого из типов банка начался механизм «заражения».

Первым параметром, влияние которого на устойчивость рынка МБК с гетерогенными банками будет рассмотрено, также является отношение собственного капитала банков к их совокупным активам (напомним, что для сопоставимости со случаем однородных банков рассматривается ситуация при таких зафиксированных значениях вероятностей наличия связей между банками (5% и 36% для небольших и крупных банков, соответственно), при которых число связей между гетерогенными банками в сети в среднем оказывается равным среднему количеству связей для случая однородных банков, в котором вероятность Эрдеша-Реньи составляет 10%). Результаты проведенных экспериментов представлены в виде Графика 3.

*График 3. Зависимость среднего количества банкротств банков от доли их собственного капитала от совокупных активов в случае гетерогенных банков*

Данные Графика 3 говорят о том¸ что уменьшение отношения собственного капитала банков к их активам ниже определенной величины (около 3,8%) вызывает рост количества банкротств банков по «заражению» на рынке МБК (заметим, что при значении отношения, равном 9%, что соответствует отправному случаю рынка МБК Италии, распространения «заражения» не происходит). При этом при дальнейшем падении отношения капитала к активам сначала происходит резкое увеличение количества банкротств банков на рынке МБК (с одного до в среднем приблизительно 21 в случае первоначального шока для крупного банка, с одного до в среднем около 3,5-4), затем последующее снижение отношения собственного капитала к совокупным активам банков вызывает лишь небольшой рост количества банкротств (то есть число банков-банкротов находится почти на одном уровне при уменьшении доли собственного капитала банков от их активов до определенного уровня). Наконец, после сокращения доли собственного капитала банков-участников рассматриваемого рынка-сети ниже некоторого уровня наблюдается резкий рост количества банкротств банков, то есть рынок МБК начинает все быстрее становиться неустойчивым к риску распространения банкротств. Таким образом, в целом зависимость количества банкротств от величины отношения собственного капитала банков к их активам для ситуации гетерогенных выглядит схожим образом с зависимостью для случая однородных банков.

Однако прослеживаются и важное отличие между двумя ситуациями: в случае гетерогенных банков распространение банкротств более чем на один банк наблюдается уже при уровне отношения собственного капитала в 3,6-3,8% и ниже, в то время как в ситуации однородных банков распространение «заражения» происходит только при значениях отношения от 1,8% и ниже. Значит, в ситуации гетерогенных банков рынок МБК оказывается более подверженным риску распространения банкротств, чем в случае однородных банков на рынке, даже при заметно более высоких показателях общего отношения собственного капитала банков-участников рынка к их активам.

Кроме того, следует подчеркнуть, что подверженность рынка МБК (с гетерогенными банками) распространению банкротств в значительной степени зависит от того, с локального шока для какого из двух типов банков начинается механизм «заражения». Если исходным банком-банкротом является крупный банк, то, во-первых, распространение «заражения» более чем на один банк начинает проявляться при несколько более высоком значении отношения капитала к активам банков, чем в ситуации исходного небольшого банка-банкрота. Аналогичным образом, переход от стадии незначительного роста среднего количества банкротств к резкому (при уменьшении отношения собственного капитал банков к их активам) происходит в случае исходного крупного банка-банкрота заметно раньше (то есть при более высоком уровне отношения капитала к активам), чем в случае исходного банкротства небольшого банка. Во-вторых, при первоначальном банкротстве крупного банка масштаб распространения «заражения», измеряемый количеством банкротств, оказывается гораздо более значительным, чем при первоначальном банкротстве небольшого банка, как на промежутке умеренного роста числа банкротств (около 21-22 банкротств при исходном шоке для крупного банка против 3-4 банкротств при исходном шоке для небольшого банка), так и на промежутке резкого роста числа банкротств. Значит, шок, вызывающий первоначальное банкротство крупного банка, представляет гораздо большую угрозу для рынка МБК в плане распространения «заражения», чем шок для небольшого банка.

Еще одним фактором, влияние которого на устойчивость рынка МБК к заражению было изучено в ходе экспериментов со случайными графами, представляющими рынок, является относительная роль крупных и небольших банков в распределении связей на рынке МБК, то есть было исследовано, как меняется среднее число банкротств банков при зафиксированном среднем общем количестве связей в сети (на уровне, соответствующем среднему (ожидаемому) числу связей на рынке с однородными банками с вероятностью связи на нем, равной 10%, как для отправного случая Италии) и при варьирующихся вероятности наличия связи между небольшими банками (*р*) и вероятности наличия связи между крупным банком и другим банком (*q*)[[37]](#footnote-37). Полученные результаты проиллюстрированы на Графике 4 в виде зависимости между значением вероятности *р* (каждому из которых соответствует определенное значение *q*) и количеством банкротств банков в двух ситуациях: когда первоначальным банкротом является крупный банк (Б) и когда исходным банкротом является небольшой банк (М), при различных уровнях отношения капитала к активам банков (CR).

*График 4. Зависимость среднего количества банкротств от вероятности связи между крупным банком и другим банком*

Представленные на Графике 4 данные свидетельствуют, в первую очередь, о том, что для случаев с одно- и трехпроцентной долей собственного капитала банков от их активов, рост вероятности связи с большим банком (при соответствующем уменьшении вероятности наличия связи между небольшими банками) или, иначе говоря, рост значимости крупных банков в плане количества связей с ними на рынке МБК вызывает непрерывное и значительное увеличение числа банкротств банков, если первоначальный локальный шок воздействует на крупный банк, и, напротив, этот рост сопровождается монотонным уменьшением среднего числа банкротств банков, если в результате исходного шока первым банком-банкротом является небольшой банк.

Таким образом, хотя рост отношения капитала к активам банков постепенно нивелирует описанный эффект, все же проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что в общем случае чем больше связей на рынке МБК той или иной страны в среднем притягивают несколько крупных банков и чем меньше связей приходится на остальных небольших участников рынка МБК, тем в большей степени устойчивым является рынок к риску распространения банкротств от исходного небольшого банка-банкрота и тем менее устойчивым он является к риску «заражения» от исходного крупного банка-банкрота.

Наконец, в ходе экспериментов нами было рассмотрено влияние на устойчивость рынка МБК такого фактора, как общая связность сети (другими словами, среднее количество связей в сети, или меняющееся значение вероятностей наличия связей между банками, вызывающее изменение среднего количества связей в сети). Для установления зависимости между количеством банкротств и указанным фактором значения вероятности наличия связи между крупным банком и другим банком и вероятности связи между небольшими банками одновременно (*p = q*) изменялись в пределах от 0% до 100% (последнее означает полный рынок МБК при любой реализации случайного графа) при разных фиксированных значениях отношения собственного капитала банков-участников сети к их совокупным активам (CR = 1%, 3%, 5% или 9%). Графики 5 и 6 представляют результаты проведенных экспериментов в виде зависимости среднего количества банкротств банков от значения вероятностей связей между ними при исходном банкротстве небольшого банка (График 5) и при первоначальном банкротстве крупного банка (График 6).

*График 5. Зависимость среднего количества банкротств банков от значения вероятностей наличия связи между банками при исходном банкротстве небольшого банка*

Для ситуации, в которой первоначальный шок вызывает банкротство небольшого банка, также как и для случая с исходным банкротством крупного банка, наблюдается немонотонная зависимость банкротств от значения вероятностей связи между крупным банком и другим банком и между небольшими банками. Первоначально рост вероятностей от самого низкого уровня провоцирует увеличение количества банкротств банков при каждом рассмотренном уровне отношения капитала к активам банков, затем для более низких значений этого отношения увеличение вероятностей связи между банками вызывает снижение количества банкротств, но после некоторого уровня вероятности рост числа банкротств возобновляется. Наконец, для каждого уровня отношения капитала к активам, при достижении вероятностью определенного «порогового» значения количество банкротств начинает резко снижаться вплоть до 1. Таким образом, при

*График 6. Зависимость среднего количества банкротств банков от значения вероятностей наличия связи между банками при исходном банкротстве крупного банка*

разных уровнях вероятностей в большей степени проявляется либо эффект связности банков на рынке МБК как канала «заражения» и роста числа банкротств, либо (при более высоких уровнях связности) эффект поглощения потерь через большее число связей на рынке МБК без новых банкротств.

Стоит также обратить внимание на то, что не наблюдается больших и однозначных различий в масштабе распространения банкротств в зависимости от того, какой банк (крупный или небольшой) банкротится первым, что может быть связано с тем, что значения вероятностей *p* и *q* изменялись одновременно, принимая в каждом эксперименте равные значения. Тем не менее, максимальное достигаемое среднее количество банкротств банков (при однопроцентном отношении капитала к активам банков) все же оказывается несколько выше в случае начала механизма «заражения» с крупного банка, чем в случае его начала с небольшого банка.

Обратимся теперь к сравнению ситуации гетерогенных банков со случаем однородных банков в плане зависимости устойчивости рынка от связности системы. Легко заметить, что форма зависимости фактически не меняется в двух случаях, так же как и та особенность, что чем выше значение отношения собственного капитала банков к их активам, тем раньше (то есть при тем более низкой вероятности связей между банками) начинает преобладать тенденция к поглощению потерь без новых банкротств банков. Тем не менее, есть существенные отличия между двумя ситуациями. Во-первых, они касаются масштабов распространения банкротств: в случае гетерогенных банков они оказываются в целом значительнее при всех рассмотренных уровнях отношения капитала к активам банков. Во-вторых, в ситуации однородных банков при всех рассмотренных уровнях отношения капитала к активам банков распространение банкротств перестает происходить при более низких показателях связности рынка-сети, чем в ситуации гетерогенных банков. Значит, проведенное исследование показывает, что при росте вероятности наличия связей между банками (связности сети) рынок МБК с гетерогенными банками является в целом менее устойчивым к распространению «заражения» банкротствами, чем рынок МБК с однородными банками.

* 1. **Случай рынка с обеспечением**

Наконец, рассмотрим ситуацию рынка МБК - MIC с обеспечением и поясним, каково влияние присутствия обеспечения в сделках межбанковского кредитования на устойчивость рынка МБК к риску распространения банкротств. Изначально предполагаем, как и прежде, что для рынка действуют значения показателей отправного случая Италии (доля собственного капитала от активов банков в 9%, доля «внешних» активов от совокупных активов в 13%, 40% активов приходится на пять крупнейших банков). Также, по данным отчета e-MID[[38]](#footnote-38), стоимость внесенного банками обеспечения в виде ценных бумаг (на конец недели в среднем за октябрь-декабрь 2010 года) составляла 12 200 миллионов евро при размере межбанковских активов на рынке в 8 800 миллионов евро (что свидетельствует о довольно высокой ставке дисконта по займам под обеспечение на рынке). Для сопоставимости с рынком без обеспечения сохраняем общие предпосылки модели (включая распространение «заражения» только внутри рынка (его «закрытость») и отсутствие дополнительных эффектов (каналов) для «заражения»).

 Необходимо также пояснить, что на рынке действует развитая схема гарантий: в случае неспособности каким-либо банком-участником покрыть свои обязательства на рынке (из-за нетехнических проблем), Cassa di Compensazione e Garanzia (Касса возмещения и гарантии) распоряжается обеспечением этого банка с тем, чтобы осуществить платежи по его обязательствам; если стоимость внесенного банком обеспечения оказывается недостаточной для покрытия его обязательств, вступает в действие взаимная гарантия банков-участников рынка, то есть для покрытия обязательств проблемного банка используется сумма в пределах 10% стоимости внесенного другими банками обеспечения. Если и этого оказывается недостаточно, остаток обязательств банка покрывается Кассой возмещения и гарантии[[39]](#footnote-39).

Напомним также, что на данном рынке займы каждого банка не могут превышать стоимости внесенного им обеспечения. В описанных условиях рассуждения показывают, что наличие на рынке обеспечения в указанных масштабах позволяет нивелировать риск распространения «заражения» вследствие локального шока и банкротства одного участника (как крупного, так и небольшого) при любом уровне отношения собственного капитала банков-участников к совокупным активам и при любом уровне связности рынка: реализация Кассой возмещения и гарантии обеспечения, стоимость которого по условиям превышает сумму займов проблемного банка, предотвращает распространение потерь на другие банки, с которыми этот банк связан отношениями «заемщик-кредитор». Разумеется, если в случае рынка МБК с обеспечением внести в рассмотрение различные внешние дополнительные эффекты – например, резкое сокращение стоимости обеспечения на рынке ценных бумаг или невозможность их быстрой реализации, то могут возникнуть проблемы с покрытием обязательств банка-банкрота с помощью его обеспечения (однако не стоит забывать, что в таком случае как дополнительная защита от распространения «заражения» на рынке действует схема гарантий). Как бы то ни было, изучение влияния дополнительных эффектов (не внутренних факторов-характеристик рынка) на устойчивость рынка к риску «заражения» выходит за рамки данной работы, являясь одним из возможных перспективных направлений будущих исследований по теме.

В сопоставимом же случае без внешних эффектов можно заключить, что рынок МБК с обеспечением, центральным контролирующим агентом и схемой гарантии представляется гораздо более устойчивым к распространению «заражения», чем рынок МБК без обеспечения, и позволяет, по крайней мере, уменьшить зависимость устойчивости рынка от уровня связности и капитала участников. Всем этим можно отчасти объяснить успешность (выражающуюся в росте числа участников и объемов активов на рынке) реализации плана рынка MIC, осуществленную в период сложной экономической ситуации в Европе (с 2009 года) с целью способствовать восстановлению активности на рынке МБК и ослабить абсолютное преобладание краткосрочных сделок на рынке. Таким образом, можно подытожить, что создание подобных схем рынков МБК является перспективным и заслуживающим внимания государственных структур методом как повышения активности на рынке МБК, так и усиления его устойчивости к распространению «заражения», которое может быть опасно для экономики в целом.

**Заключение**

Итак, в данном исследовании было проанализировано и установлено, каково влияние основных факторов, характеризующих структуру и участников рынка МБК с отправным случаем Италии, на устойчивость рынка к распространению банкротств от одного банка к другим. Тема представляется актуальной в свете высокого интереса, проявляемого после масштабного кризиса 2007-2009 гг., к проблеме подверженности различных рынков МБК системного риску.

В качестве теоретической опоры для воссоздания возможных видов структуры связей на рынке МБК с отправными свойствами рынка Италии была использована модифицированная модель Эрдеша-Реньи: рынок МБК был представлен в виде реализации случайного графа с заданными общими характеристиками, имеющего направленные связи между узлами-банками, наличие которых (связей) определяется вероятностью Эрдеша-Реньи для разных типов банков. В качестве исходных параметров рынка были установлены характеристики, свойственные рынку МБК (MIC) Италии (доля активов на рынке МБК от совокупных активов, доля собственного капитала банков от их активов и др.). Несмотря на относительную простоту такого представления модели рынка МБК, она позволила установить некоторые важные закономерности влияния ключевых характеристик рынка МБК на его устойчивость, а также проанализировать ситуацию с различными типами банков на рынке (крупными и небольшими), более близкую к реальному устройству рынка, чем случай гомогенных банков.

Примененный механизм распространения банкротств вследствие исходного локального шока и банкротства одного банка сходен со схемой, предложенной М. Эболи: распространение «заражения» от исходного банка-банкрота происходит в виде потоков потерь к его кредиторам, которые (потери) приходятся сначала на их капитал и, в случае равенства с ним или его превышения, делают их банкротами и распространяются дальше по сети межбанковских связей. Многочисленные эксперименты с реализацией сетей-рынков МБК и механизма «заражения» в них, осуществленные в программе FlowNetwork 2.0, проводились при варьировании определенного параметра-характеристики рынка при фиксированном значении всех других, то есть, главным образом, в сравнительной статике. Результаты экспериментов позволили сделать следующие практически значимые выводы, говорящие о существенном влиянии ключевых внутренних характеристик рынка МБК на его устойчивость к распространению банкротств.

Как в ситуации однородных банков, так и в случае гетерогенных банков, различающихся по степени связности (количеству связей) и объемам активов, зависимость среднего количества банкротств по «заражению» от отношения собственного капитала банков-участников к их активам в целом отрицательна: при достаточно высоких показателях отношения капитала к активам, рынок МБК устойчив к «заражению», но после понижения отношения ниже определенного «порогового» значения, среднее число банкротств сначала резко возрастает, затем растет медленно, после чего вновь начинает быстро увеличиваться. Хотя довольно низкие значения отношения капитала к активам банков, при которых рынок подвержен «заражению», маловероятны, однако можно заключить, что случаи шоков системы банков в целом, когда снижается отношение капитала к активам многих банков, представляют угрозу в плане падения устойчивости рынка МБК к «заражению» от локального банкротства одного банка. Исследование к тому же показало, что рынок МБК с гетерогенными банками становится сильно подверженным «заражению» уже при гораздо более высоком отношении капитала к активам, чем рынок с однородными банками.

Зависимость устойчивости рынка МБК от связности сети (вероятности связи между банками) также выглядит сходным образом для ситуаций однородных и гетерогенных банков: рост вероятности связи между банками на рынке МБК первоначально сопряжен с ростом среднего числа банкротств на рынке, но после достижения определенного и тем более низкого уровня, чем выше доля капитала банков от их активов, рост вероятности ведет к повышению устойчивости рынка МБК к распространению банкротств*.* В этом проявляется двоякий характер связей на рынке МБК, которые могут как служить каналом для распространении банкротств, так и способствовать распределению потерь между банками без новых банкротств. Однако для рынка с гетерогенными банками вновь характерны бóльшие масштабы «заражения», чем на рынке с гомогенными банками при тех же значениях вероятности связи. К тому же было установлено, что при росте вероятности наличия связей между банками (связности сети) рынок МБК с гетерогенными банками дольше остается подверженным распространению банкротств, чем рынок МБК с однородными банками.

Необходимо также подчеркнуть, что в ситуации гетерогенных банков, где несколько крупных по активам банков имеют бóльшую вероятность связей с другими банками, чем остальные небольшие банки между собой, масштабы распространения банкротств значительно зависят от того, с исходного банкротства какого банка начинается механизм «заражения». Это особенно заметно по среднему числу банкротств по «заражению» при разных уровнях отношения капитала к активам банков, когда масштабы «заражения» от исходного крупного банка в разы превышают масштабы распространения банкротств от небольшого банка. Исследование также показало, что в целом чем больше связей на рынке МБК притягивают несколько крупных банков и чем меньше связей приходится между остальными небольшими участниками рынка МБК, тем более устойчивым является рынок к риску распространения банкротств от исходного небольшого банка-банкрота и тем менее устойчивым – к риску «заражения» от крупного банка-банкрота.

Наконец, в данной работе было показано, что в сопоставимом с необеспеченным рынком общем случае, реализация государством схем, подобных итальянскому рынку MIC с обеспечением и гарантией, заслуживает внимания не только как метод повышения активности на рынке МБК, но и как способ снижения выявленной в работе зависимости от внутренних характеристик рынка его устойчивости к распространению «заражения». Анализ же дополнительных эффектов на такого вида рынке, а также других характеристик более сложных структур рынка МБК может стать перспективной темой будущих исследований автора.

**Список использованной литературы**

1. *Андриевская И.К.* Стресс-тестирование: обзор методологий // ГУ-ВШЭ, апрель 2007. 11 с. http://www.hse.ru/data/240/854/1235/Andrievskaya1.doc‎.
2. *Берновский М.М., Кузюрин Н.Н.* Случайные графы, модели и генераторы безмасштабных графов // Труды Института системного программирования РАН. Том 22. 2012. С. 419-432.
3. *Косухин С.* Случайные графы // Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2005. <http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/graph-general/random-2005>
4. *Леонидов А.В., Румянцев Е.Л.* Сетевые риски на рынке банковских кредитов РФ // ОТФ ФИАН, декабрь 2012. <http://nonlin.ru/files/sem_presentations/20121226_LeonidovAV-RumyancevEL.pdf>
5. *Albert R., Barabasi A.-L.* Statistical Mechanics of Complex Networks // Reviews of Modern Physics. Volume 74. January 2002. Pp. 47-97.
6. *Allen F., Babus A.* Networks in Finance // The Network Challenge: Strategy, Profit, and Risk in an Interlinked World / Ed. by P.R. Kleindorfer, Y. Wind. – Upper Saddle River: Pearson Education, 2009. P. 367-382
7. *Allen F., Gale D.* Financial Contagion // Journal of Political Economy. № 108. 2000. Pp. 1-34.
8. *Boss M., Elsinger H., Summer M., Thurner S.* An Empirical Analysis of the Network Structure of the Austrian Interbank Marke*t //* Oesterreichische Nationalbank. Financial Stability Report. Issue 7. June 2004. Pp. 77-87.
9. *Cappelletti G., De Socio A., Guazzarotti G., Mallucci E.* The Impact of the Financial Crisis on Interbank Funding: Evidence from Italian Balance Sheet Data // Banca d’Italia Occasional Papers. № 95. July 2011. 30 p.
10. *Cohen-Cole E., Patacchini E., Zenou Y.* Systemic Risk and Network Formation in the Interbank Market // CAREFIN Research Paper. January 2013. Retrieved from: <http://people.su.se/~yvze0888/Cohen_Patacchini_Zenou_25.pdf>
11. *Dasgupta A.* Financial Contagion through Capital Connections: A Model of the Origin and Spread of Bank Panics // Journal of the European Economic Association. Volume 2, Issue 6. December 2004. Pp. 1049-1084.
12. *De Bonis R. , Pozzolo A. F., Stacchini M.* The Italian Banking System: Facts and Interpretations // Universita degli Studi del Molise, Dipartimento di Economia, Gestione, Socieya Instituzioni. Economics and Statistics Discussion Paper № 068/12. 2012. 39 p.
13. *De Masi G., Iori G., Caldarelli G.* A Fitness Model for the Italian Money Market // Report № 06/08. London, City University, Department of Economics. 2006. 5 p.
14. *De Masi G., Iori G., Caldarelli G.* The Italian Interbank Network : Statistical Properties and a Simple Model // SPIE Proceedings. Volume 6601 “Noise and Stochastics in Complex Systems and Finance”. June 2007. 14 p.
15. *De Socio A.* The Interbank Market after the Financial Turmoil: Squeezing Liquidity in a “Lemons Market” or Asking Liquidity “on Tap” // Banca d’Italia Working Papers. № 819. September 2011. 40 p.
16. *Eboli M.* Systemic Risk in Financial Networks: a Graph-Theoretic Approach // Universita “G. d’Annunzio”, Facolta di Economia. Pescara, Italy. 2007. 19 p.
17. *Eisenberg L., Noe T.H.* Systemic Risk in Financial Systems // Management Science. Vol. 47. № 2. February 2001. Pp. 236-249.
18. *Erdös P., Rényi A.* On Random Graphs I // Publicationes Mathematicae. Vol. 6. 1959. Pp. 290-297.
19. EU Structural Financial Indicators // ECB, 30 October 2012. Retrieved from: <http://www.ecb.int/stats/pdf/121030_ssi_table.pdf?7dba84072cf6b398ea7efda7fa000c1b>
20. Euro Money Market Study – December 2010 // European Central Bank, 2010. Retrieved from: <http://www.ecb.int/pub/pdf/other/euromoneymarketstudy201012en.pdf>
21. Financial Statements 2010 // e-MID SIM S. p. A. Milan, 2011. Retrieved from: <http://www.e-mid.it/images/stories/file/Annual_Report_2010.pdf>
22. *Furfine C.H.* Interbank Exposures: Quantifying the Risk of Contagion // Journal of Money, Credit and Banking. Vol. 35. № 1. 2003. Pp. 111-128.
23. *Iazzetta C., Manna M.* The Topology of The Interbank Market: Developments in Italy since 1990 // Banca d’Italia Working Papers. № 711. 2009. 33 p.
24. *Iyer R.. Peydro J.-L.* Interbank Contagion at Work: Evidence from a natural Experiment // ECB Working Paper Series. № 1147. January 2010. 63 p.
25. *Memmel C., Sachs A., Stein I.* Contagion in the Interbank Market with Stochastic Loss Given Default // International Journal of Central Banking. September 2012 Issue. Pp. 177-206.
26. *Mioccio V.* New MIC: a New Collateralised Money Market // COGESI Meeting, ECB. Frankfurt, November 2010. Retrieved from: <http://www.ecb.europa.eu/paym/groups/pdf/New_MIC_New_collaterised_money_market.pdf?b02be2868660afa6f7d6f3a73545f09a>
27. *Mistrulli P.E.* Assessing financial contagion in the interbank market: Maximum entropy versus observed interbank lending patterns // Journal of Banking & Finance, Elsevier. Vol. 35 (5). May 2011. Pp. 1114-1127.
28. *Newman M.E.J.* Random Graphs as Models of Networks // Santa Fe Institute Working Papers. 2002-02-005. 35 p.
29. *Puhr C., Seliger R., Sigmund M.* Contagiousness and Vulnerability in the Austrian Interbank Market // Oesterreichische Nationalbank. Financial Stability Report. Issue 24. December 2012. Pp. 62-78.
30. *Toivanen M.* Financial Interlinkages and Risk of Contagion in the Finnish Interbank Market // University of Vaasa, Department of Economics Working Papers. № 11. 2009. 38 p.
31. *Upper C., Worms A.* Estimating Bilateral Exposures in the German Interbank Market: Is There a Danger of Contagion? // European Economic Review. Vol. 48. Issue 4. 2004. Pp. 827-849.

**Приложения**

**Приложение 1**

**Формальное представление алгоритма распространения «заражения» на примере модели П.Э. Миструлли[[40]](#footnote-40)**

Банки-банкроты в раунде Банки, остающиеся

 платежеспособными

в раунде

Раунд 0:  

Раунд 1:  

Раунд 2:  

…

Раунд *К*:  

…

Раунд *N*: Ø 

Алгоритм останавливается.

(Пояснения: – множество банков, банкротящихся в *К*-ом раунде (итерации) алгоритма, инициированного исходным банкротством банка *i*;  - множество банков, остающихся платежеспособными в *К*-ом раунде алгоритма, инициированного исходным банкротством банка *i*; *В-i*  - множество всех банков-участников рынка, кроме исходного банка-банкрота *i; Сj* – начальный объем капитала и резервов банка *j*; *α –* заданный уровень потерь при банкротстве связанного банка, *xjk* – общая сумма средств, одолженных банком *j* банку *k;*  – множество банков, банкротящихся на (*К-1*)*-*ом раунде; *СКj,i* – объем капитала и резервов банка *j* в *К*-ом раунде).

**Приложение 2**

**Пример баланса банка в реализации сети однородных банков**



**Приложение 3**

**Пример реализации сети-рынка МБК c гетерогенными банками в программе FlowNetwork 2.0. Пример эксперимента с распространением «заражения»**





1. Euro Money Market Study - December 2010 // European Central Bank, 2010. P. 28. Retrieved from: <http://www.ecb.int/pub/pdf/other/euromoneymarketstudy201012en.pdf> [↑](#footnote-ref-1)
2. *Dasgupta A.* Financial Contagion through Capital Connections: A Model of the Origin and Spread of Bank Panics // Journal of the European Economic Association. Volume 2, Issue 6. December 2004. Pp. 1049-1084. [↑](#footnote-ref-2)
3. *Iyer R.. Peydro J.-L.* Interbank Contagion at Work: Evidence from a natural Experiment // ECB Working Paper Series. № 1147. January 2010. 63 p. [↑](#footnote-ref-3)
4. Эти связанные с нашей темой вопросы (влияние косвенных эффектов и определение мер предотвращения заражения) останутся за рамками данного исследования. [↑](#footnote-ref-4)
5. См.: *Puhr C., Seliger R., Sigmund M.* Contagiousness and Vulnerability in the Austrian Interbank Market // Oesterreichische Nationalbank. Financial Stability Report. Issue 24. December 2012. Pp. 62-78; *Mistrulli P.E.* Assessing financial contagion in the interbank market: Maximum entropy versus observed interbank lending patterns // Journal of Banking & Finance, Elsevier. Vol. 35 (5). May 2011. Pp. 1114-1127; *Memmel C., Sachs A., Stein I.* Contagion in the Interbank Market with Stochastic Loss Given Default // International Journal of Central Banking. September 2012 Issue. Pp. 177-206. [↑](#footnote-ref-5)
6. *Allen F., Gale D.* Financial Contagion // Journal of Political Economy. № 108. 2000. Pp. 1-34. [↑](#footnote-ref-6)
7. См. напр.: *Iazzetta C., Manna M.* The Topology of The Interbank Market: Developments in Italy since 1990 // Banca d’Italia Working Papers. № 711. 2009. 33 p.; *De Masi G., Iori G., Caldarelli G.* The Italian Interbank Network : Statistical Properties and a Simple Model // SPIE Proceedings. Volume 6601 “Noise and Stochastics in Complex Systems and Finance”. June 2007. 14 p. [↑](#footnote-ref-7)
8. В данной работе входящие в узел ребра означают отношения «кредитор-заемщик», исходящие – отношения «заемщик-кредитор», хотя в литературе могут встречаться обратные обозначения. [↑](#footnote-ref-8)
9. *Erdös P., Rényi A.* On Random Graphs I // Publicationes Mathematicae. Vol. 6. 1959. Pp. 290-297. [↑](#footnote-ref-9)
10. В исходной модели авторов ребра не направлены, то есть между двумя узлами может быть только одно ребро. [↑](#footnote-ref-10)
11. *Newman M.E.J.* Random Graphs as Models of Networks // Santa Fe Institute Working Papers. 2002-02-005. P. 1. [↑](#footnote-ref-11)
12. Описание на основе: *Берновский М.М., Кузюрин Н.Н.* Случайные графы, модели и генераторы безмасштабных графов // Труды Института системного программирования РАН. Том 22. 2012. С. 419-432. [↑](#footnote-ref-12)
13. См. например: *Allen F., Babus A.* Networks in Finance // The Network Challenge: Strategy, Profit, and Risk in an Interlinked World / Ed. by P.R. Kleindorfer, Y. Wind. – Upper Saddle River: Pearson Education, 2009. P. 367-382; *Cohen-Cole E., Patacchini E., Zenou Y.* Systemic Risk and Network Formation in the Interbank Market // CAREFIN Research Paper. January 2013. Retrieved from: <http://people.su.se/~yvze0888/Cohen_Patacchini_Zenou_25.pdf> [↑](#footnote-ref-13)
14. *Albert R., Barabasi A.-L.* Statistical Mechanics of Complex Networks // Reviews of Modern Physics. Volume 74. January 2002. Pp. 47-97. [↑](#footnote-ref-14)
15. Предполагается, что изначально *m*0и степень каждого присутствующегоузла не меньше 1 (в противном случае при росте сети узел всегда будет оставаться не связанным с остальными узлами). [↑](#footnote-ref-15)
16. *De Masi G., Iori G., Caldarelli G.* A Fitness Model for the Italian Money Market // Report № 06/08. London, City University, Department of Economics. 2006. 5 p. [↑](#footnote-ref-16)
17. Оборотной стороной возможности реализовать разнообразные структуры рынка по модели Эрдеша-Реньи является упрощенность представления банковской системы; однако анализ влияния ключевых характеристик рынка может быть произведен в соответствии с ней, а влияние на устойчивость более подробных характеристик рынка могут стать предметом будущих исследований автора. [↑](#footnote-ref-17)
18. *Mistrulli P.E.* Assessing financial contagion in the interbank market: Maximum entropy versus observed interbank lending patterns // Journal of Banking & Finance, Elsevier. Vol. 35(5). May 2011. Pp. 1114-1127 [↑](#footnote-ref-18)
19. См. например: *Furfine C.H.* Interbank Exposures: Quantifying the Risk of Contagion // Journal of Money, Credit and Banking. Vol. 35. № 1. 2003. Pp. 111-128; *Upper C., Worms A.* Estimating Bilateral Exposures in the German Interbank Market: Is There a Danger of Contagion? // European Economic Review. Vol. 48. Issue 4. 2004. Pp. 827-849; *Toivanen M.* Financial Interlinkages and Risk of Contagion in the Finnish Interbank Market // University of Vaasa, Department of Economics Working Papers. № 11. 2009. 38 p. [↑](#footnote-ref-19)
20. *Eisenberg L., Noe T.H.* Systemic Risk in Financial Systems // Management Science. Vol. 47. № 2. February 2001. Pp. 236-249. [↑](#footnote-ref-20)
21. *Eboli M.* Systemic Risk in Financial Networks: a Graph-Theoretic Approach // Universita “G. d’Annunzio”, Facolta di Economia. Pescara, Italy. 2007. 19 p. [↑](#footnote-ref-21)
22. Financial Statements 2010 // e-MID SIM S. p. A. Milan, 2011. Retrieved from: <http://www.e-mid.it/images/stories/file/Annual_Report_2010.pdf> - последние доступные данные по рынку. [↑](#footnote-ref-22)
23. В ней имеется возможность задать количество банков-участников в пределах от 1 до 100. [↑](#footnote-ref-23)
24. Вероятность того, что между этими банками есть ребро в обратном направлении, также равна *p1.* [↑](#footnote-ref-24)
25. Учитывая как связи, представляющие отношения «кредитор-заемщик» (входящее ребро в программе), так и связи, представляющие отношения «заемщик-кредитор» (исходящее ребро) между банками (то есть между двумя банками могут быть два ребра в противоположных направлениях). Если быть точнее, указанная в тексте формула отвечает за ожидаемое число ребер-связей в реализации сети, однако очень часто в литературе по теме именуется средним числом ребер. [↑](#footnote-ref-25)
26. См.: *Iazzetta C., Manna M.* The Topology of the Interbank Market: Developments in Italy since 1990 // Banca d’Italia Working Papers. № 711. 2009. 33 p. [↑](#footnote-ref-26)
27. Предполагается наличие двух типов банков – крупных и небольших. [↑](#footnote-ref-27)
28. См. например: *Boss M., Elsinger H., Summer M., Thurner S.* An Empirical Analysis of the Network Structure of the Austrian Interbank Marke*t //* Oesterreichische Nationalbank. Financial Stability Report. Issue 7. June 2004. Pp. 77-87; *Iazzetta C., Manna M.* The Topology of the Interbank Market: Developments in Italy since 1990 // Banca d’Italia Working Papers. № 711. 2009. 33 p. [↑](#footnote-ref-28)
29. EU Structural Financial Indicators // ECB, 30 October 2012. Retrieved from: http://www.ecb.int/stats/pdf/121030\_ssi\_table.pdf?7dba84072cf6b398ea7efda7fa000c1b [↑](#footnote-ref-29)
30. Поясним, что в рассматриваемых в работе случаях (кроме представленных на Графиках 5 и 6 в Главе 3) принимается такое соотношение вероятностей наличия связей между банками (s – небольшой банк, l – крупный банк, p(i,j) – вероятность наличия связи между банками i и j): p(l,l) = p(l,s) = p(s,l)p(s,s). [↑](#footnote-ref-30)
31. EU Structural Financial Indicators // ECB, 30 October 2012. Retrieved from: <http://www.ecb.int/stats/pdf/121030_ssi_table.pdf?7dba84072cf6b398ea7efda7fa000c1b>. Сохраняем значение показателя на этом уровне, дабы избежать ситуации слишком концентрированного рынка с большим числом незначительных участников. [↑](#footnote-ref-31)
32. Financial Statements 2010 // e-MID SIM S. p. A. Milan, 2011. P. Retrieved from: <http://www.e-mid.it/images/stories/file/Annual_Report_2010.pdf> [↑](#footnote-ref-32)
33. *De Bonis R. , Pozzolo A. F., Stacchini M.* The Italian Banking System: Facts and Interpretations // Universita degli Studi del Molise, Dipartimento di Economia, Gestione, Socieya Instituzioni. Economics and Statistics Discussion Paper № 068/12. 2012. P. 28. [↑](#footnote-ref-33)
34. Ibid*.* P. 29. [↑](#footnote-ref-34)
35. См., например: *Mistrulli P.E.* Assessing financial contagion in the interbank market: Maximum entropy versus observed interbank lending patterns // Journal of Banking & Finance, Elsevier. Vol. 35(5). May 2011. Pp. 1114-1127; *Toivanen M.* Financial Interlinkages and Risk of Contagion in the Finnish Interbank Market // University of Vaasa, Department of Economics Working Papers. № 11. 2009. 38 p.; *Upper C., Worms A.* Estimating Bilateral Exposures in the German Interbank Market: Is There a Danger of Contagion? // European Economic Review. Volume 48 (4). August 2004. Pp. 827-849. [↑](#footnote-ref-35)
36. Не оговаривая конкретные причины шока, представляется, что вызвать его может кредитный или операционный риск. Поскольку целью данной работы является изучение зависимости между параметрами структуры рынка и его подверженностью риску «заражения», а не изучение влияния различных шоков на риск «заражения», размер первоначального шока везде принимается равным 100% от «внешних» активов первого банка, что всегда выше его собственного капитала. [↑](#footnote-ref-36)
37. Исходя из установленного ранее предположения о том, что вероятность *q* больше вероятности *р*, значения *q* варьировалось в пределах от 10% до 0%, а вероятность *р* одновременно изменялась в пределах от 10% до 63%, так, чтобы сохранялось равенство . [↑](#footnote-ref-37)
38. Financial Statements 2010 // e-MID SIM S. p. A. Milan, 2011. P. Retrieved from: <http://www.e-mid.it/images/stories/file/Annual_Report_2010.pdf> [↑](#footnote-ref-38)
39. *Mioccio V.* New MIC: a New Collateralised Money Market // COGESI Meeting, ECB. Frankfurt, November 2010. Retrieved from: <http://www.ecb.europa.eu/paym/groups/pdf/New_MIC_New_collaterised_money_market.pdf?b02be2868660afa6f7d6f3a73545f09a> [↑](#footnote-ref-39)
40. *Mistrulli P.E.* Assessing financial contagion in the interbank market: Maximum entropy versus observed interbank lending patterns // Journal of Banking & Finance, Elsevier. Vol. 35(5). May 2011. Pp. 1114-1127 [↑](#footnote-ref-40)