

Интеллектуальный анализ структуры банковского сектора экономики с использованием нейронных сетей Кохонена

Б.Г. Ильясов

Факультет информатики робототехники
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: ilyasov@tc.ugatu.ac.ru

Е.А. Макарова

Факультет информатики робототехники
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: ea-makarova@mail.ru

И.Б. Герасимова

Факультет информатики робототехники
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: tarot_gera@mail.ru

О.В. Солнцев

Факультет информатики робототехники
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: ojiegs@yandex.ru

Аннотация¹

Проведен анализ современного состояния банковского сектора экономики, выявлены проблемы функционирования банковского сектора РФ. Выполнен нейросетевой анализ структуры банковского сектора с использованием самоорганизующихся карт Кохонена. Полученные результаты анализа служат основой для построения структуры банковского сектора, которая определяет структурные особенности динамической модели взаимодействия банковского сектора с реальным сектором экономики в рамках макроэкономической системы.

1. Введение

По мнению экспертов для банковского сектора Российской Федерации последние годы являются тяжелыми в институциональном плане: множество отзывов лицензий и санаций крупных банков, при этом динамика одних финансовых показателей положительна, а других – отрицательна [1,2].

Совокупные активы банковского сектора выросли на 4,9%, кредитование физических лиц увеличилось на 11,1% и на 0,2% увеличилось кредитование нефинансовых организаций. Объем вкладов физических лиц увеличился на 3%, а объем депозитов

организаций сократился на 0,2%. Объем просроченной задолженности остался неизменным. Сравнение с показателями 2016 года позволяет заключить, что почти все финансовые показатели банковского сектора находятся в положительной динамике, за исключением объема депозитов организаций и объема просроченной задолженности.

Количество же банков с 733 в 2015 году упало до 623 в 2016 году, и опять же сократилось до 567 банков по данным на 1 декабря 2017 года [2].

На основе анализа статистических данных о состоянии банковского сектора экономики можно сделать вывод, что ЦБ ведет целенаправленную политику, понижая ключевую ставку; при этом объем вкладов физических лиц пока растет, а объем депозитов организаций сократился всего на 0,2%, объемы кредитования же увеличиваются. Банковский сектор демонстрирует, в целом, положительную динамику, не смотря на отзыв лицензий и санации банков.

Одной из проблем банковского сектора является проблема отзыва лицензий. 1 июня 2017 года вступил в силу Федеральный закон от 01.05.2017 № 92-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», цель которого состоит в создании регулятивного баланса для банков с разными объемами и характером операций [3]. ЦБ РФ разделил банковские лицензии на универсальную и базовую, установив различные требования о минимальном размере собственных средств (капитала). ЦБ ограничил для банков с базовой лицензией выполнение некоторых банковских операций, сократил количество нормативов, которым

Труды Шестой всероссийской научной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 28-31 мая, Уфа-Ставрополь, Россия, 2018

они должны соответствовать, снизил требования к раскрытию информации и предоставления отчетности. На момент вступления закона в силу все банки владеют универсальными лицензиями. Но если капитала банка не достаточно для универсальной лицензии (1 млрд. рублей), то у него есть время только до 1 января 2019 года, чтобы завершить процедуры по увеличению капитала, иначе лицензия станет базовой. Для новых банков требования действуют с момента вступления закона. Ранее, согласно Федерального закона от 03.12.2011 N 391-ФЗ, чтобы получить банковскую лицензию, достаточно было минимального размера собственных средств (капитала) 300 миллионов рублей [3].

Другой проблемой банковского сектора, взаимодействующего с реальным сектором экономики, является региональная диспропорция филиалов кредитных организаций, так в Северо-Кавказском федеральном округе их всего 42, а в Дальневосточном федеральном округе 57 [4]. Бахтизин А.Р., создавая CGE модель «Россия: Центр – Федеральные округа» [5], которая основана на CGE модели RUSEC и представляет экономику всей страны без выделения входящих в нее регионов, определил, что экономическая деятельность регионов, несомненно, требует детального рассмотрения посредством применения CGE подхода.

Им были выделены следующие основные различия между региональными и государственными CGE моделями. Первое различие основывается на производственной специализации регионов и, как следствие, на торговых отношениях между федеральными округами. Второе различие состоит в том, что на межрегиональном уровне прослеживаются более активные и при этом неустойчивые миграционные потоки. Третье различие основывается на особенностях систем налогообложения регионального и федерального уровней.

Банковский сектор каждого региона должен быть хорошо развит и представлен или достаточным количеством филиалов кредитных организаций, или достаточным количеством региональных банков.

Еще одной проблемой банковского сектора при взаимодействии с реальным сектором является оценка кредитного риска. Небольшие банки, с одной стороны, не могут выдавать большие кредиты крупным предприятиям реального сектора, хотя возможно это менее рискованные кредиты, в силу нехватки собственных средств, поэтому, чтобы формировать свой кредитный портфель, им приходится делать упор на кредитовании малого и среднего бизнеса, что возможно более рискованный шаг. Данная проблема требует анализа взаимодействия кластеров банковского и реального секторов экономики в зависимости от масштаба банков и масштабов предприятий.

Проводятся исследования особенностей банковского сектора и его взаимодействия с реальным сектором с целью создания автоматизированной системы имитационного моделирования и интеллектуального управления, которая предназначена для управления взаимодействием банковского и реального секторов экономики на макроуровне. Исследования проводятся в два этапа: вначале выполняется компонентный анализ структурных особенностей банковского сектора, а затем с учетом полученных результатов – нейросетевой анализ.

2. Анализ структуры банковского сектора экономики: метод главных компонент

Для проведения компонентного анализа используются данные сайта banki.ru, по состоянию на сентябрь 2017 года [6]. В качестве признаков, характеризующих деятельность банков, используются следующие финансовые показатели: активы нетто, вклады физических лиц, вложения в ценные бумаги, капитал, кредитный портфель, просроченная задолженность в кредитном портфеле, чистая прибыль. Исходная выборка включает данные о состоянии 559 банков.

Компонентный анализ проведен в среде STATGRAPHICS [7]. Построены главные компоненты, а также двумерное распределение объектов-банков в пространстве первых двух главных компонент (рисунок 1). Весовые коэффициенты признаков для первых трех главных компонент представлены в табл. 1. Лидирует, конечно, Сбербанк России, он выделен в отдельный кластер (рис. 1).

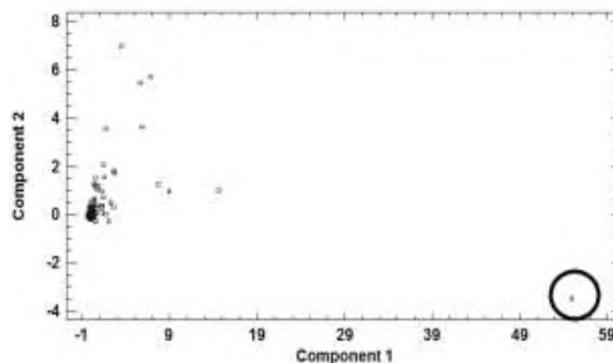


Рис.1. 2-D диаграмма распределения банков для исходной выборки при проведении компонентного анализа

Рассчитаны коэффициенты информативности для первых трех главных компонент (ГК). Первая ГК определяется показателями «Кредитный портфель», «Капитал» «Активы нетто», «Вклады ФЛ», «Чистая Прибыль», «Вложения в ценные бумаги».

Рассчитаны коэффициенты информативности для первых трех главных компонент (ГК). Первая ГК определяется показателями «Кредитный портфель», «Капитал» «Активы нетто», «Вклады ФЛ», «Чистая Прибыль», «Вложения в ценные бумаги». Вторая ГК

определяется показателями «Просроченная задолженность в кредитном портфеле» и «Чистая прибыль».

Табл. 1 Весовые коэффициенты признаков в построенных главных компонентах

	Компонент а 1	Компонент а 2	Компонент а 3
Активы нетто	0,389138	-0,0339798	0,321185
Вклады физ. лиц	0,378558	-0,26296	-0,47428
Вложения в ценные бумаги	0,376995	0,229054	0,568208
Капитал	0,389545	-0,17158	0,144079
Кредитный портфель	0,390532	-0,11892	0,160246
Просроч. задолж-ть в кредит. портфеле	0,341088	0,8302	-0,40934
Чистая прибыль	0,377542	-0,38002	-0,36749

Третья ГК определяется показателями «Вложения в ценные бумаги», «Вклады ФЛ», «Задолженность в кредитном портфеле», «Чистая при-быль».

Сформированы названия: первой глав-ной компоненты – «Ликвидность банка с учетом вкладов физических лиц и чистой прибыли», второй ГК – «Просроченная за-долженности в кредитной портфеле с уче-том прибыли», третьей ГК – «Вложения в ценные бумаги с учетом вкладов физиче-ских лиц, просроченной задолженности в кредитном портфеле и прибыли».

На основе анализа 2-D диаграммы рассеяния можно заключить, что Сбербанк России, который формирует первый кластер, характеризуется очень высокой ликвидностью с учетом вкладов физических лиц и чистой прибылью, а также ниже среднего его показатели просроченной задолженности.

Удалив из выборки Сбербанк России, проводится еще раз компонентный анализ. И картина распределения банков на двумерном пространстве практически та же: большинство банков сконцентрированы в начале координат (рис.2, табл.2).

Во 2-й кластер входит «ВТБ Банк Москвы», в 3-й кластер – «Газпромбанк», «ВТБ 24», в 4-й кластер – «Альфа-Банк», «Россельхозбанк», в 5-й кластер – «Банк ФК От-крытие», в 6-й – «Пересвет», «Промсвязьбанк», «ЮниКредит», «Московский Кредитный Банк», «Национальный Клиринговый Центр», «Райффайзенбанк», в 7-й кластер – БМ-Банк.

Табл. 2 Весовые коэффициенты признаков в построенных главных компонентах

	Компоне нта 1	Компоне нта 2	Компоне нта 3
Активы нетто	0,426642	0,081307	-0,2153
Вклады физ. лиц	0,332179	-167467	0,715972
Вложения в ценные бумаги	0,37415	-0,34787	-0,45199
Капитал	0,41622	0,204473	-0,22178
Кредитный портфель	0,424484	0,139898	-0,16274
Просроченная задолженность в кредитно портфеле	0,329053	-0,61228	0,249282
Чистая прибыль	0,325751	0,638805	0,314524

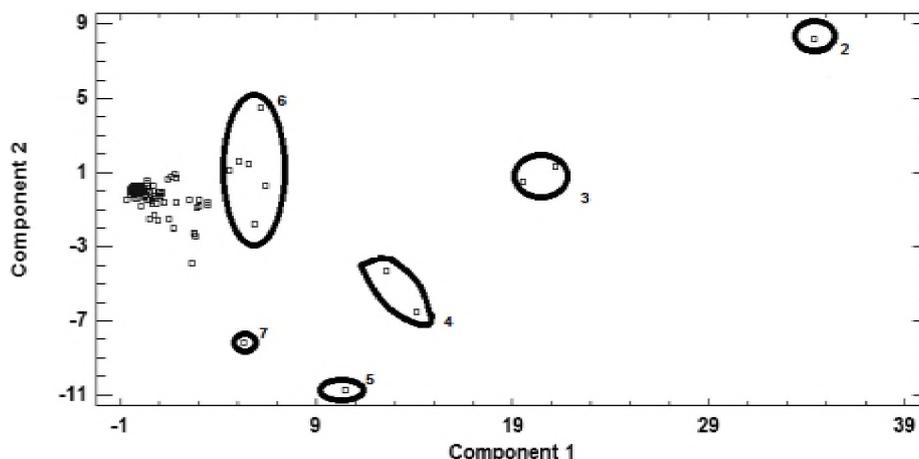


Рис.2. Двухмерное распределение банков после удаления из исходной выборки Сбербанка России

Далее рассчитываются коэффициенты признаков «Активы нетто», «Кредитный портфель», информативности для первых трех главных компонент. Первая главная компонента определяется «Задолженность в кредитном портфеле», ее

название – «Ликвидность банка с учетом просроченной задолженности в кредитном портфеле». Вторая ГК определяется признаками «Просроченная задолженность в кредитном портфеле» и «Чистая прибыль», ее название – «Прибыль банка с учетом просроченной задолженности в кредитной портфеле». Третья ГК определяется признаками «Вклады ФЛ», «Вложения в ценные бумаги», «Чистая прибыль», название ее – «Вклады физических лиц с учетом прибыли и вложений в ценные бумаги».

В табл. 3 представлены характеристики кластеров со 2 по 7.

Табл. 3 Характеристики кластеров

Номер кластера	Компонента 1	Компонента 2
2	Очень высокий	Очень высокий
3	Высокий	средний
4	Ниже высокого	Средний
5	Ниже высокого	Низкий
6	Средний	Ниже высокого
7	Средний	Ниже среднего

Для последующего анализа целесообразно удалить из выборки банки, выделенные на рисунке 2. И опять же на представленной диаграмме видно (рис. 3, табл.4), что большая часть банков сосредоточена в одном месте, но другие банки уже более равномерно распределены в пространстве.

Вновь рассчитав коэффициенты информативности для первых трех главных компонент, можно сказать, что первая ГК характеризуется признаками «Активы нетто», «Кредитный портфель», «Вклады ФЛ», «Вложения в ценные бумаги», «Капитал», называем ее «Ликвидность банка с учетом вкладов физических лиц», вторая ГК характеризуется признаками «Просроченная задолженность в кредитном портфеле», «Капитал», называем ее «Просроченная задолженность в кредитном портфеле с учетом капитала», третья ГК характеризуется признаком «Чистая прибыль», который и определяет ее название.

Табл. 4 Весовые коэффициенты признаков в построенных главных компонентах

	Компонента 1	Компонента 2	Компонента 3
Активы нетто	0,451261	-0,00915	-0,15912
Вклады физ. лиц	0,396718	-0,09218	-0,31845
Вложения в ценные бумаги	0,382409	0,202559	-0,02239
Капитал	0,336784	-0,64287	-0,13424
Кредитный портфель	0,435545	-0,00267	-0,08217
Просроченная задолженность в кредитном портфеле	0,302891	0,722735	-0,0013
Чистая прибыль	0,312851	-0,12146	0,920866

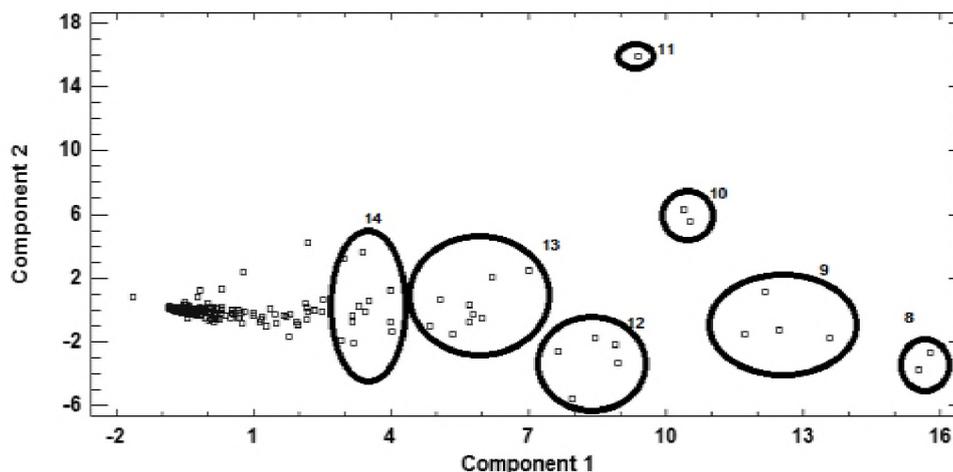


Рис.3. Двухмерное распределение банков, после удаления из исходной выборки перечисленных банков

В табл. 5, представлены характеристики кластеров с 8 кластера по 14 кластер.

За проведенные три этапа компонентного анализа каждый раз в первой ГК, которая обладает наибольшей дискриминантной силой, присутствовали

показатели «Активы нетто», «Кредитный портфель», «Капитал», «Вложения в ценные бумаги», которые обобщенно можно назвать ликвидность банка. Признак, который есть во всех вторых ГК «Просроченная задолженность в кредитном

портфеле», признак, который есть во всех третьих ГК «Чистая прибыль».

Табл. 5 Характеристики кластеров

Номер кластера	Компонента 1	Компонента 2
8	Близко к средним	Ниже среднего
9	Близко к средним	Низкий
10	Средний	Средний
11	Средний	Высокий
12	Средний	Средний
13	Низкий	Средний
14	Низкий	Средний

За три этапа компонентного анализа выделены 14 кластеров, в которых суммарно находится 49 банков, и 510 банков – в 15-м кластере. Основываясь на компонентном анализе можно утверждать, что банковский сектор имеет поляризованную структуру.

3. Анализ структуры банковского сектора экономики с использованием нейросетевых методов

Как было отмечено ранее, структура банковского сектора сильно поляризована, и большое число банков, а именно 510, при компонентном анализе составили один кластер. Далее проводится проверка полученных результатов кластеризации с помощью построения нейронной сети Кохонена с визуализацией самоорганизующихся карт Кохонена. Из исходной выборки удаляется Сбербанк России,

поскольку он еще сильнее поляризует структуру, и явно будет в отдельном удаленном кластере. Выполняются два этапа нейросетевого анализа.

На первом этапе в результате построения карт Кохонена (рис. 4), выделены 9 кластеров (дополнительно еще один кластер учитывается для Сбербанка России, который не участвовал в построении). Средние ошибки обучения и распознавания удовлетворяют требованиям.

Анализ построенных карт Кохонена позволяет заключить, что, во-первых, выделено меньшее число кластеров чем при компонентном анализе, а именно 10, против 15; во-вторых, большая часть банков также как и при кластерном анализе попала в отдельный кластер, а именно 485, против 510. В целом, отличия в полученных результатах анализа довольно незначительные.

Далее на втором этапе необходимо удалить из исходной выборки таких представителей банковского сектора, которые вошли при компонентном анализе в кластеры со 2 по 7. Это «ВТБ Банк Москвы», «Газпромбанк», «ВТБ 24», «Альфа-Банк», «Россельхозбанк», «Банк ФК Открытие», «Пересвет», «Промсвязь-банк», «ЮниКредит», «Московский Кредитный Банк», «Национальный Клиринговый Центр», «Райффайзенбанк», БМ-Банк.

Проводится построение самоорганизующихся карт Кохонена для полученной выборки. Ошибка обучения и количество распознанных объектов также удовлетворяют требованиям.

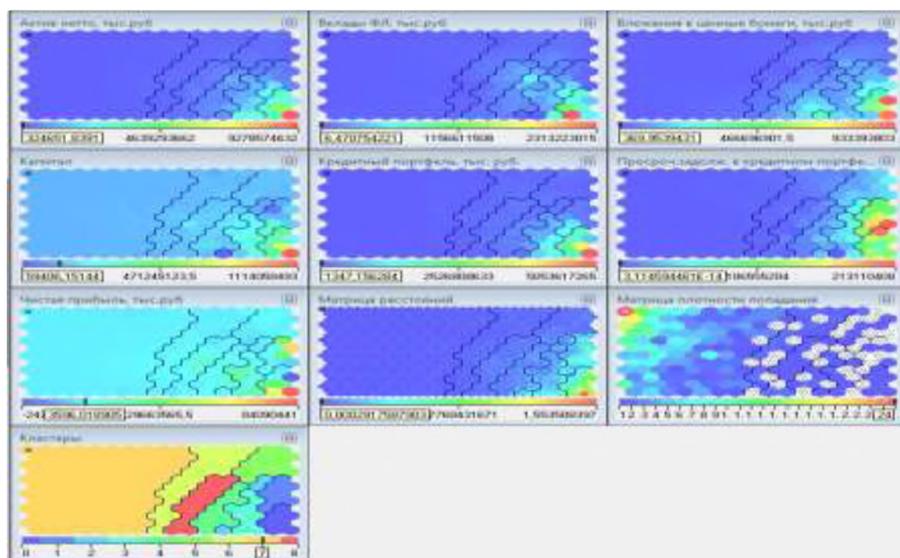


Рис. 4 Самоорганизующиеся карты для кластеров банковского сектора (этап 1)

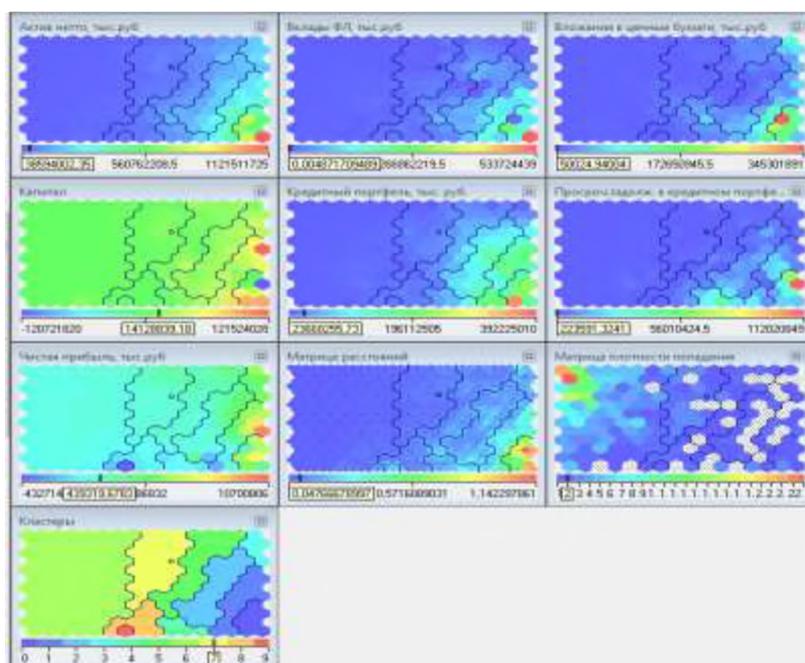


Рис. 5 Самоорганизующиеся карты для кластеров банковского сектора (этап 2)

По результатам данного анализа банковский сектор разделился на 10 кластеров. Большая часть банков: 408, – по-прежнему входит в один кластер (рисунок 5). Довольно выраженная поляризация структуры сохраняется.

4. Заключение

- Проведен анализ текущего состояния банковского сектора российской экономики. Выявлены проблемы его функционирования, которые состоят в следующем. Банковский сектор слабо представлен в Северо-Кавказском и Дальневосточном федеральных округах. Определены институциональные проблемы: отзыв лицензий и санация банков, трудности кредитной политики, проводимой банками. ЦБ РФ уже начал попытки решения пары этих проблем: снижается ключевая ставка, которая привела к снижению ставки по кредитам и росту кредитам экономике; проводится пропорциональное регулирование банковского сектора путем разделения банковских лицензий на универсальную и базовую. Целесообразно было бы ЦБ РФ пойти дальше и попытаться создать еще один вид лицензии, уменьшив требования к минимальному размеру собственных средств, обязательному исполнению некоторых нормативов и требований, для развития региональных банков.

- Компонентный анализ банковского сектора показал, что банковский сектор имеет поляризованную структуру. Большая часть банков имеет невысокую ликвидность (об этом свидетельствуют показатели «Активы нетто», «Капитал» и «Вложения в ценные бумаги»), поэтому банки этих кластеров должны проводить осторожную кредитную политику при взаимодействии с реальным сектором.

- Кластерный анализ с использованием самоорганизующихся карт подтвердил с небольшим отличием результаты компонентного анализа. Результаты компонентного анализа и анализа с помощью самоорганизующихся карт служат основой для построения структуры банковского сектора, которая, во-первых, учитывается при формировании финансовых потоков взаимодействия с реальным сектором экономики, и, во-вторых, является необходимой для построения динамической модели макроэкономической системы и интеллектуальной системы поддержки принятия решений при управлении финансовыми потоками на макроуровне.

Список используемых источников

1. Сайт министерства экономического развития. Отчет «Об итогах социально-экономического развития российской федерации в 2016 году». URL: <http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/9056bb04-390c-47f9-b47f-8e3b061bc7b8/monitor1-3.pdf?MOD=AJPERES> (дата обращения 27.01.2017).
2. Сайт министерства экономического развития. Отчет «Картина экономики. Январь 2018 года». URL: <http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/08743029-11a8-41e1-8a42-ef3b6824d10a/180115.pdf?MOD=AJPERES> (дата обращения 27.01.2017).
3. Федеральный закон от 02.12.1990 N 395-1 (ред. от 03.07.2016) "О банках и банковской деятельности" (с учетом поправок Федерального закона от 03.12.2011 N 391-ФЗ), ст.11.2 Минимальный размер собственных средств (капитала) кредитной организации

4. Сайт Центрального банка РФ. Отчет «Сведения о количестве действующих кредитных организаций и их филиалов в территориальном разрезе по состоянию на 01.12.2017». URL: http://www.cbr.ru/statistics/print.aspx?file=bank_system/cr_inst_branch_011217.htm&pid=lic&sid=itm_3982 (дата обращения 27.01.2017)
5. Бахтизин А.Р. CGE МОДЕЛЬ "РОССИЯ: ЦЕНТР - ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ОКРУГА". URL: <http://abm.center/publications/?ID=40> (дата обращения 27.01.2017).
6. Сайт banki.ru Рейтинги банков. URL: <http://www.banki.ru/banks/ratings> (дата обращения 11.01.2017).
7. Руководство пользователя STATGRAPHICS Centurion XV. URL: http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/getafe/economia/intro_estadistica/Manual/manualstat.pdf (дата обращения 11.01.2017).
8. Сайт Центрального банка РФ. Статистика «Отдельные показатели деятельности кредитных организаций, сгруппированных по величине активов, по состоянию на 1 января 2018 года». URL: http://www.cbr.ru/statistics/print.aspx?file=bank_system/4-1-3_010118.htm&pid=pdko_sub&sid=opdkovo (дата обращения 27.01.2017).
9. Нейросетевой анализ балансовых показателей банковской сферы Российской Федерации / Е.А. Макарова [и др.] // Вторая международная конференция «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений» и Международный семинар «Роботы и робототехнические системы», Уфа, 18-21 мая 2014.
10. Нейросетевой анализ балансовых показателей деятельности предприятий реального сектора российской экономики / Е.А. Макарова [и др.] // Вторая международная конференция «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений» и Международный семинар «Роботы и робототехнические системы», Уфа, 18-21 мая 2014.