

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАРЖИНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Е. И. Кадочникова, кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры экономико-математического моделирования,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Е.А. Потапова, магистрант, Казанский (Приволжский) федеральный университет
Н.Ф. Рамазанова, магистрант, Казанский (Приволжский) федеральный университет

В статье выполнено эконометрическое моделирование прибыли кредитных организаций с целью выявления наиболее значимых прогностических факторов. Подчеркнута негативная роль закредитованности домохозяйств на отечественном рынке банковских услуг. Используя программные продукты Excel, Gretl авторы стремятся доказать преимущественное влияние собственного капитала банка и вкладов физических лиц на динамику прибыли кредитных организаций. В статье предложен методический подход к измерению маргинальных предикторов кредитных организаций. Результаты эмпирических оценок подтвердили целесообразность их практического использования в управлении кредитными организациями.

Ключевые слова: кредитная организация, прибыль, эконометрический анализ, гребневая регрессия, метод главных компонент

1. Введение

Понятие прибыльности кредитной организации является отражением положительного совокупного результата деятельности во всех сферах коммерческой и хозяйственной деятельности. Размер прибыли непосредственно влияет на уровень дивидендов, размер собственных средств, является одним из ключевых факторов, определяющих развитие пассивных и активных операций банка, качество банковских услуг, а также инвестиционный потенциал экономики региона. Прибыль кредитной организации зависит от большого количества разнообразных факторов, начиная от того, насколько оптимальна структура его активов и пассивов, расходов и доходов, и заканчивая тем, насколько сбалансирована и успешна его деятельность по основным направлениям. Необходимым условием прибыльности банковской деятельности также является поддержание ликвидности на достаточном уровне и минимизация банковских рисков. Проанализировав существующие статистические данные по финансовым операциям коммерческих банков, можно прийти к выводу о том, что прибыль данных экономических структур, являющихся сложными кибернетическими системами, может находиться в функциональной зависимости от определенных показателей – маргинальных предикторов. Поэтому для анализа зависимости величины прибыли от определяющих ее предикторов можно воспользоваться эконометрическим инструментарием, включающим методы корреляционного и регрессионного анализа. Необходимо отметить, что методы корреляционного и регрессионного анализа способствуют решению таких задач экономико-кибернетических систем «Кредитные организации», которые не разрешимы другими методами математического моделирования, в том числе методами оптимизации [1]. К таким задачам можно отнести анализ совместного влияния ряда взаимосвязанных факторов на изменение величины прибыли коммерческого банка.

Цель данной статьи – проанализировать зависимость прибыли кредитных организаций от ряда факторов и выявить особенности в современном развитии коммерческих банков в регионе. Поставленная цель определяет

задачи исследования: установить форму связи между результативным показателем и воздействующими на него факторами в сложной экономико-кибернетической системе; оценить тесноту связи между исследуемыми показателями; оценить влияние факторов на внутреннее состояние системы; сконструировать многофакторную модель и провести ее системный анализ. Данное исследование представляется актуальным, так как многие банки испытывают трудности в достижении сбалансированной структуры доходов и расходов, а также в выборе стратегии и тактики развития. Рассмотрение степени влияния различных факторов на величину прибыли поможет определить, каким из них следует уделять особое внимание при планировании деятельности, направленной на получение максимальной прибыли, что является основной целью любой кредитной организации.

2. Материалы и методы

Для исследования были выбраны 14 банков Республики Татарстан, получившие положительную прибыль по итогам девяти месяцев 2014 года [2]. В качестве переменных были использованы показатели хозяйственной деятельности банков за сентябрь 2014 года: прибыль банков, тыс. руб. (Y), величина кредитного портфеля, тыс. руб. (X1), объем вкладов физических лиц, тыс. руб. (X2), размер просроченной задолженности в кредитном портфеле, тыс. руб. (X3) и величина собственного капитала, тыс. руб. (X4). Для анализа зависимостей и построения регрессионной модели был применен эконометрический и математический инструментарий, включающий в себя методы наименьших квадратов, гребневой регрессии, главных компонент, исключения переменных, а также общенаучные методы: научной абстракции, анализа и синтеза, группировки и сравнения. В качестве информационной базы для анализа были использованы информационные данные сетевого портала banki.ru [2]. Теоретической и методической базой исследования стали научная и учебная литература по эконометрике, статистике и экономическому анализу, материалы периодических изданий. Моделирование было выполнено с использованием программного продукта Gretl 1.9.92. Пакет

программ Gretl предлагает полный спектр оценок наименьших квадратов, как для одного уравнения, так и для систем, включая авторегрессию и векторные модели устранения ошибки [3].

3. Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования были отобраны факторы, существенно влияющие на результативный показатель, величину прибыли коммерческих банков. Данный подбор базировался на логическом анализе и наблюдениях о существовании вероятностных зависимостей. Сложность при построении подобной модели состоит в том, что современный коммерческий банк – это достаточно крупная организация, имеющая разветвленную структуру и выполняющая большое количество разнообразных операций в различных сферах, соответственно на величину его прибыли влияет значительное количество факторов, учесть все, из которых не представляется возможным в рамках данного исследования. В связи с тем, что предоставление кредитов и привлечение денежных средств во вклады у физических лиц – это традиционные виды банковской деятельности, осуществляемые на современном этапе практически всеми банками, в качестве факторов, оказывающих влияние на величину прибыли коммерческого банка, были выбраны: величина кредитного портфеля, размер вкладов физических лиц, размер просроченной задолженности в кредитном портфеле и величина собственного капитала. В связи с тем, что рост уровня просроченной задолженности приводит к ухудшению качества кредитного портфеля, и представляет собой угрозу дальнейшего невозврата ссуженных средств, а соответственно повышает риски неплатежеспособности самого банка и крайне негативно влияет на величину прибыли, то целесообразным будет и включение данного показателя в исследование в качестве фактор-переменной. Включение собственного капитала в модель обусловлено тем, что его величина является одним из важнейших показателей, характеризующих деятельность коммерческого банка, и влияет непосредственно на все аспекты этой деятельности. Таким образом, предполагается, что между объемом прибыли банка (Y) и величиной кредитного портфеля (X1), вкладов физических лиц (X2), просроченной задолженностью в кредитном портфеле (X3) и собственным капиталом (X4) существует взаимосвязь. В исследовании выполнено оценивание параметров регрессионной модели прибыли кредитных организаций классическим методом наименьших квад-

ратов:

$$Y = -2075,1 - 0,0150131X_1 + 0,0266512X_2 - 0,0915051X_3 + 0,0567117X_4 + \varepsilon \quad (1)$$

Данная модель оказалась статистически значима по критерию Фишера (R-квадрат равен 0,979238), но коэффициент регрессии при факторе X3 – размер просроченной задолженности в кредитном портфеле, оказался статистически не значим. Проверка модели на гетероскедастичность с помощью тестов Вайта, Бреуша-Пагана и Коэнкера [4] позволяет согласиться с нулевой гипотезой о постоянстве дисперсии остатков регрессии и является положительным фактом, ведь при наличии гетероскедастичности довольно вероятно, что стандартные ошибки модели будут недооценены, таким образом t-статистика будет переоценена, и исследователь получит ошибочное представление о точности полученных коэффициентов регрессии [5]. В результате исключения избыточной переменной X3 получена следующая регрессионная модель прибыли кредитных организаций:

$$Y = -58,3642 - 0,0181X_1 + 0,0279X_2 + 0,0567X_4 + \varepsilon \quad (2)$$

Данная модель является статистически значима по критерию Фишера (R-квадрат равен 0,9774). Вследствие дальнейшей проверки модели на основе корреляционного анализа было установлено, что между величиной кредитного портфеля (X1), вкладов физических лиц (X2), просроченной задолженностью в кредитном портфеле (X3) и собственным капиталом (X4) присутствует достаточно тесная взаимосвязь (табл. 1), то есть имеет место мультиколлинеарность факторов. О мультиколлинеарности можно говорить, когда наблюдается взаимная высокая коррелированность объясняющих переменных модели, проявляющаяся при включении в модель линейно взаимосвязанных факторов, характеризующих либо одно и то же свойство исследуемого экономического процесса, либо являющихся составными частями какого-то одного признака. В результате вариация в исходных данных перестает быть полностью независимой и нельзя оценить воздействие каждого фактора в отдельности. Чем сильнее мультиколлинеарность факторов, тем менее надежна оценка распределения суммы объясненной вариации по отдельным факторам с помощью метода наименьших квадратов [6].

Таблица 1

Матрица линейных коэффициентов парной корреляции

	Y	X1	X2	X3	X4
Y	1				
X1	0,183702028	1			
X2	0,269209884	0,990722879	1		
X3	0,167899363	0,99761064	0,985802858	1	
X4	0,46622384	0,950841333	0,9611782	0,945739777	1

На втором этапе исследования выполнено оценивание регрессионной модели прибыли кредитных организаций в условиях мультиколлинеарности факторов. Одним из методов избавления от переизбыточности данных и от мультиколлинеарности является гребневая регрессия. При использовании гребневой регрессии вместо несмещенных оценок рассматривают смещенные

оценки, задаваемые вектором [7]:

$$\hat{b} = (X^T \cdot X + \lambda I)^{-1} \cdot X^T \cdot y, \quad (3)$$

где λ – некоторое положительное число в интервале от 0,1 до 0,4, называемое «гребнем» или «хребтом».



В рамках данного исследования было проведено оценивание параметров модели с использованием

приведенной выше формулы, результаты гребневой регрессии отражены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты гребневой регрессии

Константа	Коэффициенты регрессии	t-статистика	S _e	R ²
λ 1=0,1	a= - 2045,7181	-0,1161	46828,2583	0,9792
	b1= - 0,01501	-3,9946		
	b2= 0,02665	4,6348		
	b3= - 0,0915	-0,8857		
	b4= 0,0567	15,1741		
λ 2=0,2	a= - 2017,1529	-0,1145	46828,2789	0,9791
	b1= - 0,015	-3,9944		
	b2= 0,0266	4,6339		
	b3= - 0,0915	-0,8855		
	b4= 0,0567	15,1741		
λ 3=0,3	a= -1989,3746	-0,1129	46828,3119	0,979
	b1= - 0,01501	-3,9942		
	b2= 0,02664	4,6332		
	b3= - 0,0914	-0,8853		
	b4= 0,0567	15,1741		
λ 4=0,4	a= -1962,3509	-0,1116	46828,3562	0,9789
	b1= -0,015	-3,994		
	b2=0,0266	4,6324		
	b3=-0,0914	-0,8851		
	b4=0,0567	15,1741		

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что наилучшим качеством обладает модель при λ = 0,1, так как она имеет наименьшую стандартную ошибку регрессии (S_e) и наибольший коэффициент детерминации (R²). Таким образом регрессионная модель прибыли кредитных организаций принимает следующий вид:

$$Y = -2045,7181 - 0,01501X_1 + 0,02665X_2 - 0,0915X_3 + 0,0567X_4 + \varepsilon \quad (4)$$

Коэффициент детерминации, равный 0,9792, означает, что приведенным выше уравнением регрессии объясняется 97,92% дисперсии прибыли, а на долю прочих факторов приходится менее 3% ее дисперсии, следовательно, полученная модель хорошо аппроксимирует исходные данные и ее можно использовать при построении прогноза прибыли коммерческого банка.

На третьем этапе исследования выполнена регрессия методом главных компонент. Поскольку применение гребневой регрессии не является единственным способом избавления от мультиколлинеарности, то для этой цели могут быть использованы метод последовательного исключения переменных, а также метод главных компонент. Стоит отметить, что первый из перечисленных методов реализован в виде встроенной функции в программе Gretl, однако не подходит для данного

исследования, так как поставленная цель предполагает рассмотрение всех четырех факторов. В связи с тем, что, как уже было выявлено ранее, метод наименьших квадратов не дает возможности построить такую модель, то возникает необходимость выполнения регрессии на главных компонентах. Применение метода главных компонент предполагает переход от взаимозависимых переменных X к независимым друг от друга переменным Z, которые называют главными компонентами. Каждая главная компонента Z может быть представлена как линейная комбинация центрированных (или стандартизованных) объясняющих переменных. Количество компонент может быть меньше или равно количеству исходных независимых переменных. С помощью метода главных компонент линейные комбинации переменных выстраиваются в порядке снижения их влияния на совокупную дисперсию первоначальных данных [8].

Проведя z-стандартизацию переменных, в пакете программ Gretl вычислим главные компоненты. Полученные значения отражены в таблице 3.

По таблице 3 можно сделать следующие выводы. Было выделено четыре компоненты, среди которых первая имеет собственное значение (l) больше единицы и объясняет 97,91% дисперсии зависимой переменной. Вторая, третья и четвертая компоненты имеют собственные значения меньше единицы и объясняют вместе 2,08% дисперсии зависимой переменной.

Анализ главных компонент

Собственные значения для матрицы корреляций				
Компонента	Собс. знач.	Доля		Интегральная
1	3,9162	0,9791		0,9791
2	0,069	0,0172		0,9963
3	0,013	0,0032		0,9996
4	0,0018	0,0004		1
Собственные векторы (нагрузка на компоненты)				
	PC ₁	PC ₂	PC ₃	PC ₄
Z ₁	0,503	0,334	0,179	0,777
Z ₂	0,503	0,109	-0,839	-0,179
Z ₃	0,502	0,391	0,48	-0,604
Z ₄	0,492	-0,851	0,183	0,004

Уравнение регрессии для каждой компоненты выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned}
 PC_1 &= 0,503Z_1 + 0,503Z_2 + 0,502Z_3 + 0,492Z_4 \\
 PC_2 &= 0,334Z_1 + 0,109Z_2 + 0,391Z_3 - 0,851Z_4 \\
 PC_3 &= 0,179Z_1 - 0,839Z_2 + 0,480Z_3 + 0,183Z_4 \\
 PC_4 &= 0,777Z_1 - 0,179Z_2 - 0,604Z_3 + 0,004Z_4
 \end{aligned} \quad (5)$$

Факторные нагрузки на компоненты – коэффициенты парной корреляции, для первой компоненты меньше 0,7 для всех переменных, для второй компоненты больше 0,7 (по модулю) для переменной Z₄, для третьей компоненты больше 0,7 (по модулю) для переменной Z₂, для четвертой компоненты больше 0,7 для переменной Z₁. Корреляционный анализ главных компонент показал, что они не коррелированы между собой (табл. 4).

Таблица 4

Коэффициенты корреляции главных компонент

Y	PC1	PC2	PC3	PC4	
1	0,2737	-0,9148	-0,2335	-0,114	Y
	1	0	0	0	PC1
		1	0	0	PC2
			1	0	PC3
				1	PC4

Корреляционный анализ главных компонент показал, что они не коррелированы между собой. Высокая взаимосвязь с зависимой переменной наблюдается у второй главной компоненты, у первой, третьей и четвертой – слабая. Чтобы проверить целесообразность регрессии только на вторую главную компоненту, проведем тест на избыточные переменные. Вначале была построена регрессия на все главные компоненты. Полученная модель прибыли кредитных организаций имеет следующий вид:

$$Y = 168714 + 37394,5PC_1 - 941711PC_2 - 554020PC_3 - 732753PC_4 \quad (6)$$

Модель по критерию Фишера значима, по критерию Стьюдента с вероятностью 99% значимы коэффициенты регрессии при PC₁, PC₂, PC₃, с вероятностью 95% – коэффициент регрессии при PC₄, следовательно дальнейшее усовершенствование с устранением избыточных переменных не является нам необходимым. Путем

подстановки в регрессионную модель прибыли кредитных организаций (6) уравнений для главных компонент (5), в исследовании определены коэффициенты (a, b₁, b₂, b₃) исходной модели (1) путем использования ряда математических формул. В результате получена следующая модель, объясняющая зависимость прибыли коммерческих банков от величины кредитного портфеля, объема вкладов физических лиц, суммы просроченной задолженности в кредитном портфеле и величины собственного капитала:

$$Y = -2756,7909 - 0,01501X_1 + 0,02668X_2 - 0,09136X_3 + 0,05677X_4 + \varepsilon \quad (7)$$

Таким образом, в рамках данного исследования был построен ряд моделей (1,2,4,7). На финальном этапе, в таблице 5, проведено сравнение полученных моделей с целью выявления наилучшей.



Сравнительная характеристика полученных
по результатам исследования моделей

Тип уравнения	Вид уравнения	S_e	R^2
Линейная модель множественной регрессии	$Y = -2075,1 - 0,0150131X_1 + 0,0266512X_2 - 0,0915051X_3 + 0,0567117X_4 + \varepsilon$	46828,25	0,9792
Путем исключения избыточной переменной	$Y = -58,3642 - 0,0181X_1 + 0,0279X_2 + 0,0567X_4 + \varepsilon$	46321,39	0,9774
С применением гребневой регрессии	$Y = -2045,7181 - 0,01501X_1 + 0,02665X_2 - 0,0915X_3 + 0,0567X_4 + \varepsilon$	46828,26	0,9792
С применением метода главных компонент	$Y = -2756,7909 - 0,01501X_1 + 0,02668X_2 - 0,09136X_3 + 0,05677X_4 + \varepsilon$	46828,25	0,9792

Таким образом, линейную модель множественной регрессии, оцененную с помощью обычного МНК нельзя применять ввиду незначимости коэффициента при переменной X_3 и сильно выраженной мультиколлинеарности факторов. При использовании гребневой регрессии t -статистика для коэффициента при переменной X_3 также меньше критического значения. При использовании метода главных компонент все значения главных компонент являются значимыми, коэффициент R -квадрат равен 0,9792, стандартная ошибка равна 46828,25; следовательно, применение данной модели является наиболее целесообразным.

В целом, выполненный эконометрический анализ позволил сформулировать следующие практикоориентированные выводы.

1. Оценка регрессионной зависимости прибыли кредитных организаций (Y) от факторов: величина кредитного портфеля, тыс. руб. (X_1), объем вкладов физических лиц, тыс. руб. (X_2), размер просроченной задолженности в кредитном портфеле, тыс. руб. (X_3) и величина собственного капитала, тыс. руб. (X_4), дала следующие результаты: при увеличении вкладов (X_2) на 1000 рублей, прибыль кредитных организаций увеличивается на 27 рублей, при увеличении собственного капитала (X_4) на 1000 рублей, прибыль увеличивается на

57 рублей, при увеличении просроченной задолженности (X_3) на 1000 рублей, прибыль уменьшается на 91 рубль. Эконометрический анализ зависимости прибыли от факторов привел к парадоксальному выводу – при увеличении суммы выданных кредитов (X_1) на 1000 рублей, прибыль кредитных организаций уменьшается на 15 рублей. Это связано, прежде всего, с высокой закредитованностью населения и хозяйствующих субъектов. Представители банков все чаще говорят о том, что ухудшается обслуживание клиентами своих обязательств перед банками, постоянно растут объемы просроченной задолженности [9].

2. Наиболее значимыми факторами, увеличивающими сумму прибыли кредитных организаций, являются вклады физических лиц и величина собственного капитала. Следовательно, банкам, на наш взгляд, следует уделять особое внимание развитию операций по вкладам, что приобретает особое значение в современных условиях высокой закредитованности населения, когда ориентация стратегии на развитие только кредитных операций воздействует отрицательно на прибыль банков. Соответственно возникает необходимость пересмотра стратегии и тактики деятельности, диверсификация рисков и развитие новых операций, приносящих прибыль.

Литература:

1. Е.Р. Керимова. Эконометрический анализ доходности кредитных организаций / Е.Р. Керимова // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. – 2011. – № 5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.journal-nio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=382&Itemid=86.
2. Информационный портал "Банки.ру". [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.banki.ru>.
3. Adkins, Lee C. Using gretl for Principles of Econometrics / Lee C. Adkins. – Free Software Foundation, 2014. – 477 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.learn econometrics.com/gretl/using_gretl_for_POE4.pdf.
4. Kennedy, P. Guide to Econometrics / P. Kennedy. – Wiley-Blackwell, 2008. – 600 p.
5. Dougherty C. Introduction to econometrics / C. Dougherty. –

New York, Oxford: Oxford University Press, 2011. – 512 p.

6. Н.Н. Валеев, А.В. Аксянова, Г.А. Гадельшина. Теория и практика эконометрики: учебное пособие / Н.Н. Валеев, А.В. Аксянова, Г.А. Гадельшина. – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического университета, 2010. – 302 с.
7. Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко. Эконометрика / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 328 с.
8. И.И. Елисеева. Эконометрика: учебник. – М.: Юрайт, серия "Магистр", 2012. – 464 с.
9. А.Н. Кирышкина, Е. А. Потапова. Кредитование физических лиц в Российской Федерации: основные проблемы и пути их решения / А. Н. Кирышкина, Е. А. Потапова // Карельский научный журнал. – 2013. – № 3 (4). – С. 11-14.