

**МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ И КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ
МЕЖДУ РЕГИОНАЛЬНЫМИ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ИНДИКАТОРАМИ*****Юлия Валентиновна ГРАНИЦА**

кандидат экономических наук, доцент института экономики и предпринимательства,
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ),
Нижний Новгород, Российская Федерация
ygranica@yandex.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 8872-0434

История статьи:

Рег. № 653/2019
Получена 07.10.2019
Получена в доработанном
виде 15.10.2019
Одобрена 31.10.2019
Доступна онлайн
25.12.2019

УДК 332.14

JEL: C3, C5, R15

Аннотация

Предмет. Анализ методик идентификации и количественной оценки взаимосвязей между экономическими индикаторами для прогнозирования финансовой нестабильности региональных структур.

Цели. Исследование экономического и статистического инструментария, адекватного для анализа взаимосвязей между региональными экономическими индикаторами.

Методология. Использованы статистический, расчетно-конструктивный и экономико-математические методы и соответствующие им приемы анализа данных.

Результаты. Оценка взаимосвязей абсолютных значений экономических индикаторов с помощью модели анализа панельных данных со случайными эффектами дала основания выделить значимые регрессоры для оценки волатильности среднедушевого дохода – валовой региональный продукт и доходы бюджета, удельный вес их прямого влияния – 52 и 16% соответственно. Обратное влияние на волатильность среднедушевого дохода оказывают инвестиции в основной капитал с удельным весом 10% и уровень безработицы с удельным весом 9%. Сопоставимые зависимости получены в линейной модели, где в качестве регрессоров определены темпы роста экономических индикаторов. Наиболее значимы в этом случае изменчивость показателей валового регионального продукта и депозитов – они объясняют соответственно 53 и 16% волатильности среднедушевого дохода. При переходе от абсолютных к стандартизированным значениям переменных в модели отмечается гораздо более равномерное распределение значимых удельных весов индикаторов, влияющих на среднедушевой доход, чем в случае моделирования с применением абсолютных значений индикаторов. Оценка взаимосвязей факторов с применением логит-модели показала, что наиболее существенным прямым влиянием на процесс наступления рецессии характеризуется среднедушевой доход, доля влияния стандартизированного значения регрессора – 46%. Также значимую обратную зависимость демонстрирует стандартизированный показатель объема депозитов с долей влияния 25%.

Выводы. Экономические показатели региональной статистики, кластеризованные по федеральным округам, должны оцениваться с применением моделей анализа панельных данных со случайными эффектами. Наиболее предпочтительным способом устранения мультиколлинеарности является метод главных компонент, который в сравнении с методом Белсли, предполагающим исключение линейно зависимых переменных, позволяет строить модели с полным набором исходных экономических детерминант. Для устранения тренда в анализируемых экономических детерминантах в целях идентификации и оценки взаимосвязей целесообразно использовать их стандартизированные значения.

Ключевые слова:

финансовая нестабильность
региона, волатильность,
метод Белсли,
ридж-регрессия, метод
главных компонент

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Граница Ю.В. Методы идентификации и количественной оценки взаимосвязей между региональными экономическими индикаторами // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2019. – Т. 18, № 12. – С. 2239 – 2355.

<https://doi.org/10.24891/ea.18.12.2239>

Одной из базовых характеристик финансовой неустойчивости любой экономической системы является волатильность экономических детерминант, характеризующих ее системное состояние и развитие.

Диагностика и прогнозирование положения региональных структур предполагает решение нескольких комплексных задач:

- выбора экономических индикаторов, наилучшим образом позволяющих оценить экономическое положение региональной системы;
- идентификации взаимосвязей между отобранными индикаторами;
- количественной оценки детерминированных взаимосвязей.

Выбору экономических индикаторов для оценки финансовой нестабильности посвящены, например, работы [1–8].

На основе систематизации информации по изученному дискуссионному вопросу нами отобран ряд макроэкономических показателей деятельности округов с 2004 по 2017 г.:

- валовой региональный продукт на душу населения *VRP*;
- среднедушевой доход *ACI*;
- государственный долг *GD*;
- инвестиции в основной капитал *INV*;
- просроченная кредиторская задолженность по заработной плате *EO*;
- сальдированный финансовый результат *BFR*;
- индекс потребительских цен *CP*;
- уровень безработицы *UN*;
- доходы бюджета *BR*;
- депозиты *D*.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-010-00716 «Разработка методологии и нетрадиционных методов оценки финансовой нестабильности».

Источниками данных явились официальные сайты Минфина России и Росстата.

Учитывая, что большинство исследователей оценивают регионы как отдельно взятые хозяйственные образования, подчеркивая их неоднородность (подобная концепция отражена, например, в работах [9, 10]), исследуем показатели региональной макроэкономической статистики, кластеризованные по федеральным округам, как панельные данные.

Основываясь на результатах наших предыдущих исследований, согласно которым определяющим фактором в оценке наступления рецессии явился среднедушевой доход [6], выберем в качестве зависимой переменной именно этот показатель и, построив различные эконометрические модели, идентифицируем зависимости между макроэкономическими индикаторами, произведем их количественную оценку.

Для построения моделей используем эконометрический пакет свободного доступа Gretl.

На первом этапе построим модель обычным методом наименьших квадратов, исключив избыточные переменные. Результаты представлены в *табл. 1*. Полученная модель позволяет выделить значимые связи между региональными индикаторами.

Проведенный тест Вайта дает повод опровергнуть нулевую гипотезу об отсутствии гетероскедастичности в полученной модели. В связи с этим построим еще одну линейную модель с поправкой на гетероскедастичность (*табл. 2*).

Протестируем модель на наличие мультиколлинеарности методом инфляционных факторов (*табл. 3*). Значения фактора инфляции дисперсии более 5, могут указывать на наличие мультиколлинеарности.

Регрессоры, между которыми может быть линейная зависимость, выделены в *табл. 3* жирным шрифтом.

В программе Gretl представлен еще один метод, позволяющий не только выявить

мультиколлинеарность среди исходных регрессоров, но и определить переменные, которые показывают наибольшую вовлеченность в зависимости. Этот метод известен как метод Белсли. Иллюстрация применения данного метода содержится в исследованиях [10–12].

В эконометрическом пакете Gretl метод представлен как диагностика коллинеарности Belsley-Kuh-Welsch (BKW). Результаты расчетов, связанных с применением метода Белсли, представлены в *табл. 4*.

На первом шаге определяем наибольший индекс обусловленности, равный в нашем случае 138,912. Далее находим регрессоры с долей дисперсии, соответствующей наибольшему индексу обусловленности, значения которых приближаются к единице, и исключаем их из модели. В нашем случае таким регрессором является индекс потребительских цен.

Далее оценим параметры модели заново. Если обнаружена другая зависимость, снова исключаем из модели одну из переменных второй группы и повторяем исследование на мультиколлинеарность.

Построив модель из оставшихся переменных и проанализировав ее с помощью метода Белсли, мы дополнительно исключили из состава регрессоров инвестиции в основной капитал *INV*.

В результате получена модель, представленная в *табл. 5*.

Избавившись от мультиколлинеарности, используем полученное уравнение регрессии для оценки влияния факторов на зависимую переменную с помощью бета- и дельта-коэффициентов.

Бета-коэффициенты используются для решения вопроса о сравнении силы влияния факторов, имеющих разную размерность.

Бета-коэффициент показывает, на какую часть величины стандартного отклонения изменится зависимая переменная с изменением соответствующего регрессора на величину своего стандартного отклонения.

Бета-коэффициент рассчитывается по следующей формуле:

$$B = b_i (S_{xi} / S_y),$$

где B – бета-коэффициент;

b_i – коэффициент при i -м регрессоре;

S_{xi} – стандартное отклонение i -го регрессора;

S_y – стандартное отклонение зависимой переменной.

Дельта-коэффициенты позволяют оценить долю влияния i -го регрессора в суммарном влиянии всех регрессоров в модели. Расчет дельта-коэффициента осуществляется по следующей формуле:

$$\Delta = r_{xiy} (B_i / R^2),$$

где Δ – дельта-коэффициент;

r_{xiy} – коэффициент корреляции между зависимой переменной и i -м регрессором;

b_i – коэффициент при i -м регрессоре;

R^2 – коэффициент детерминации в модели.

Значения коэффициентов корреляции представлены в *табл. 6*, а результаты расчета бета- и дельта-коэффициентов представлены в *табл. 7*.

Построив модель взаимосвязей между макроэкономическими индикаторами методом гребневой регрессии – еще одним инструментом борьбы с мультиколлинеарностью, мы получили схожие результаты. Определяющим показателем для среднедушевого дохода является валовой региональный продукт, доля его прямого влияния на среднедушевой доход близка к единице, влияние таких макроэкономических показателей, как государственный долг, доходы бюджета, депозитные вклады, колеблется в интервале от 10 до 20%, влияние индекса потребительских цен оценивается на уровне 1%. Такие показатели, как инвестиции в основной капитал, сальдированный финансовый результат деятельности организаций и просроченная кредиторская задолженность по заработной плате, находятся в обратной зависимости от среднедушевого

дохода, а вот уровень безработицы не оказывает влияния на среднедушевой доход.

Применим теперь специализированные модели анализа панельных данных для построения регрессии.

На первом этапе определимся, обладают исследуемые региональные кластеры случайными или фиксированными эффектами. Для этого проведем тест Бреуша – Пагана, в котором нулевая гипотеза состоит в том, что дисперсия специфических для наблюдений ошибок равна нулю; p -значение по нашим расчетам приближается к нулю, а следовательно, нулевая гипотеза отвергается, то есть наиболее адекватно применять модель со случайными эффектами. Проведем также тест Хаусмана, предположив, что оценки коэффициентов в модели со случайными эффектами состоятельны. Предположение подтверждается: p -значение составляет 0,49, то есть больше уровня значимости. Таким образом, для оценки взаимосвязей между показателями будем использоваться модель со случайными эффектами:

$$ACI = 12\,411,5 + 0,0475\,VRP + 0,00001\,GD - 723,742\,UN - 0,0022\,INV - 0,0005204\,BFR - 41,8452\,CP + 0,01342\,EO + 0,0054\,BR - 0,000224\,D.$$

Влияние макроэкономических индикаторов на зависимую переменную в модели со случайными эффектами представлено на рис. 1.

Еще одним инструментом анализа взаимосвязей между макроэкономическими индикаторами служит метод главных компонент. Этот метод как способ элиминирования мультиколлинеарности предикторов описан, например, в работах [13–16]. Сформулируем агрегированную переменную из анализируемых экономических индикаторов методом главных компонент, используя стандартизированные значения индикаторов, определяемые по следующей формуле:

$$Standart\ ind = \frac{(ind - \overline{ind})}{\sigma_{ind}}.$$

Переход к стандартизированным величинам позволяет отделить волатильность от тренда, что делает временные ряды данных стационарными.

Необходимость дифференцировать понятия «волатильность» и «тренд» определена в работе [17].

Сформируем главные компоненты (табл. 8) и выберем компоненты, собственные значения которых превышают среднее. Это первая и вторая главные компоненты, которые объясняют 76% дисперсии зависимой переменной.

Далее построим корреляционную матрицу, определяющую зависимость среднедушевого дохода от выбранных главных компонент (табл. 9).

На основании данных, представленных в табл. 9, сделаем вывод, что главные компоненты между собой не связаны, с зависимой переменной значимо коррелирует только первая главная компонента (PC1).

Построим модель, где в качестве регрессора будут первая и вторая главные компоненты. Описание модели представлено в табл. 10.

Преобразуем главные компоненты в стандартизированные значения макроэкономических индикаторов и получим следующее уравнение:

$$ACI = 0,1664\,VRP + 0,1635\,GD - 0,1041\,UN + 0,151\,INV + 0,0910\,BFR - 0,0836\,CP + 0,0409\,EO + 0,1593\,BR + 0,1687\,D.$$

Определим дельта-коэффициенты для полученного уравнения (рис. 2).

Итак, наибольший вклад в изменчивость показателя среднедушевого дохода вносят такие стандартизированные индикаторы, как валовой региональный продукт, депозитные вклады, доходы бюджета, объем государственного долга. Удельный вес их влияния колеблется от 15 до 18%.

Сформируем теперь агрегированную переменную методом главных компонент, используя темпы роста значений индикаторов.

Анализ собственных значений главных компонент позволил выделить четыре главные компоненты.

Повторив всю процедуру формирования агрегированных переменных построим регрессию, отметим при этом, что коэффициент детерминации в модели составляет только 62%.

На *рис. 3* представлена значимость темпов роста экономических индикаторов, влияющих на волатильность среднедушевого дохода.

В качестве инструментов обнаружения взаимосвязей между показателями макроэкономической статистики также предложим построение логит-модели, модели бинарного выбора, используемой для прогнозирования состояния экономической системы. Ряд исследователей, например, авторы работ¹ [1, 5, 18] предлагают использовать логит-модели для прогнозирования рецессии.

Построив логит-модель для прогнозирования рецессии и последовательно исключив из нее избыточные переменные на основе десятипроцентного *p*-значения, мы выделили шесть существенных регрессоров, а именно: на однопроцентном уровне значимости – среднедушевой доход, уровень безработицы, инвестиции в основной капитал, индекс потребительских цен, объем депозитных вкладов, на пятипроцентном уровне значимости – сальдированный финансовый результат.

Значимость стандартизированных значений макроэкономических индикаторов для прогнозирования рецессии представлена на *рис. 4*.

В процессе идентификации и количественной оценки взаимосвязей получены следующие результаты.

В моделях, идентифицирующих и оценивающих взаимосвязи между региональными экономическими

индикаторами, построенных обычным методом наименьших квадратов, наблюдается гетероскедастичность и мультиколлинеарность. Проблема гетероскедастичности устраняется применением класса линейных моделей с коррекцией на гетероскедастичность. Для устранения мультиколлинеарности в моделях результативными являются метод Белсли и метод главных компонент.

В линейных моделях, где в качестве регрессоров выступают абсолютные значения экономических индикаторов, определяющим показателем для оценки волатильности среднедушевого дохода является валовой внутренний продукт, доля его влияния – 84%.

Оценка взаимосвязей экономических индикаторов с помощью модели анализа панельных данных со случайными эффектами дала основания выделить значимые регрессоры для оценки волатильности среднедушевого дохода – валовой региональный продукт и доходы бюджета, удельный вес их прямого влияния – 52 и 16% соответственно. Обратное влияние на волатильность среднедушевого дохода оказывают инвестиции в основной капитал с удельным весом 10% и уровень безработицы с удельным весом 9%.

Зависимости, полученные при построении линейной модели, где в качестве регрессоров определены темпы роста экономических индикаторов, схожи с ранее заявленными при анализе абсолютных значений макроэкономических индикаторов. Наиболее значимы изменчивость показателей валового регионального продукта и депозитов. Они объясняют 52 и 16% волатильности среднедушевого дохода соответственно.

При переходе от абсолютных к стандартизированным значениям макроэкономических индикаторов отмечается гораздо более равномерное распределение удельных весов индикаторов, влияющих на среднедушевой доход, чем в случае моделирования с применением абсолютных значений индикаторов.

При построении логит-модели для прогнозирования состояния рецессии в

¹ Крюкова О.А. Применение логит-моделей для анализа уровня социально-экономического развития регионов ЦФО // Современные проблемы регионалистики: материалы II Мерцаловских чтений / под ред. П.А. Меркулова. Орел: Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС, 2016. С. 128–130.

составе индикаторов, оказывающих существенное влияние на наступление рецессии, отсутствует валовой региональный продукт. Наиболее существенным прямым влиянием на процесс наступления рецессии характеризуется среднедушевой доход. Доля влияния регрессора в суммарном влиянии всех регрессоров составляет 46%, количество корректно предсказанных моделью случаев – 94,6%. Значимую обратную зависимость демонстрирует стандартизированный показатель объема депозитов с долей влияния 25%.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

Наиболее достоверный результат с позиции оценки взаимосвязей между региональными индикаторами дает класс линейных моделей с коррекцией на гетероскедастичность.

Экономические показатели региональной статистики, кластеризованные по федеральным округам, должны анализироваться с применением моделей анализа панельных данных со случайными эффектами.

Наиболее предпочтительным способом устранения мультиколлинеарности, на наш взгляд, служит метод главных компонент, который в сравнении с методом Белсли, предполагающим исключение линейно зависимых переменных, позволяет строить модели с полным набором исходных переменных.

Для устранения тренда в анализируемых экономических детерминантах в целях идентификации и оценки взаимосвязей между ними целесообразно использовать их стандартизированные значения.

Таблица 1

Оценка зависимости среднедушевого дохода от макроэкономических индикаторов методом наименьших квадратов

Table 1

Assessment of dependence of per capita income on macroeconomic indicators by the least square method

Показатель	Коэффициент	Значимость регрессора
const	34303,1	На пятипроцентном уровне
VRP	0,0456764	На однопроцентном уровне
GD	2,06583e-05	На однопроцентном уровне
INV	-0,00330566	На пятипроцентном уровне
BFR	-0,00220067	На десятипроцентном уровне
CP	-251,599	На десятипроцентном уровне
D	0,00110787	На однопроцентном уровне
R-квадрат	0,906	–

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2**Модель зависимости между макроэкономическими индикаторами с поправкой на гетероскедастичность****Table 2****A model of dependence between macroeconomic indicators adjusted for heteroscedasticity**

Показатель	Коэффициент	Значимость регрессора
const	23824,5	На однопроцентном уровне
VRP	0,0485692	На однопроцентном уровне
BFR	-0,00147961	На однопроцентном уровне
EO	0,0179458	На однопроцентном уровне
D	0,00122661	На однопроцентном уровне
GD	1,76057e-05	На однопроцентном уровне
INV	-0,00462745	На однопроцентном уровне
CP	-154,088	На пятипроцентном уровне
R-квадрат	0,944	–

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring**Таблица 3****Тестирование модели на наличие мультиколлинеарности методом инфляционных факторов****Table 3****Testing the model for existence of multicollinearity by the method of inflation factors**

Показатель	Значение фактора инфляции дисперсии
VRP	3,578
INV	8,993
BFR	3,708
CP	1,27
EO	1,799
D	5,213
GD	3,973

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Таблица 4**Диагностика мультиколлинеарности методом Белсли****Table 4****Diagnostics of multicollinearity by the Belsley method**

Лямбда	Индекс обусловленности	const	VRP	GD	INV	BFR	CP	EO	D
6,155	1	0	0,001	0,002	0	0,003	0	0,001	0,001
0,979	2,507	0	0	0	0	0,006	0	0,281	0,006
0,607	3,184	0	0,007	0,025	0	0,001	0	0,049	0,028
0,113	7,393	0	0,001	0,008	0,001	0,791	0	0,05	0,077
0,089	8,32	0,001	0,154	0,095	0,02	0,019	0,001	0,131	0,004
0,048	11,331	0	0,058	0,862	0	0,067	0	0,129	0,358
0,009	25,96	0	0,755	0,008	0,975	0,074	0	0,344	0,515
0	138,912	0,998	0,025	0	0,004	0,039	0,998	0,014	0,011

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring**Таблица 5****Модель зависимости среднедушевого дохода от региональных экономических индикаторов после устранения мультиколлинеарности****Table 5****A model of dependence of per capita income on regional economic indicators after elimination of multicollinearity**

Показатель	Коэффициент	Значимость регрессора
const	3191,79	На однопроцентном уровне
VRP	0,0452015	На однопроцентном уровне
BFR	-0,0014055	На однопроцентном уровне
EO	0,0199596	На однопроцентном уровне
D	0,0003	На пятипроцентном уровне
GD	0,0000152	На однопроцентном уровне
R-квадрат	0,946	–

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring**Таблица 6****Коэффициенты корреляции между факторами в линейной модели оценки финансовой нестабильности****Table 6****Coefficients of correlation between factors in a linear model for financial instability assessment**

Коэффициент	VRP	ACI	GD	BFR	EO	D
ACI	0,8963	1	0,6274	0,5003	-0,1557	0,6078

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Таблица 7**Значения бета- и дельта-коэффициентов в модели, полученной с применением метода Белсли****Table 7****Values of beta and delta coefficients in the model obtained using the Belsley method**

Коэффициент	Значение
B_{VRP}	0,88
B_{BFR}	-0,15
B_{EO}	0,14
B_D	0,08
B_{GD}	0,27
Δ_{VRP}	0,84
Δ_{BFR}	-0,08
Δ_{EO}	-0,02
Δ_{BD}	0,05
Δ_{GD}	0,18

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring**Таблица 8****Определение долей главных компонент в общей дисперсии регрессоров****Table 8****Calculating the share of principal components in the general dispersion of regressors**

Компонента	Собственное значение компонента	Интегральное значение доли компонента в общей дисперсии
1	5,7467	0,6385
2	1,0952	0,7602
3	0,9593	0,8668
4	0,5024	0,9226
5	0,409	0,9681
6	0,1769	0,9877
7	0,0757	0,9961
8	0,0262	0,999
9	0,0087	1

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Таблица 9**Корреляционная матрица главных компонент и среднедушевого дохода****Table 9****A correlation matrix of principal components and average per capita income**

Компонента	ACI	PC1	PC2
ACI	1	0,9731	0,0705
PC1	0,9731	1	0
PC2	0,0705	0	1

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring**Таблица 10****Зависимость стандартизированной величины среднедушевого дохода от главных компонент****Table 10****Dependence of standard per capita income on principal components**

Показатель	Коэффициент	Значимость главных компонент
const	0	–
PC1	0,3929	На однопроцентном уровне
PC2	0,0652	На пятипроцентном уровне
R-квадрат	0,95	–

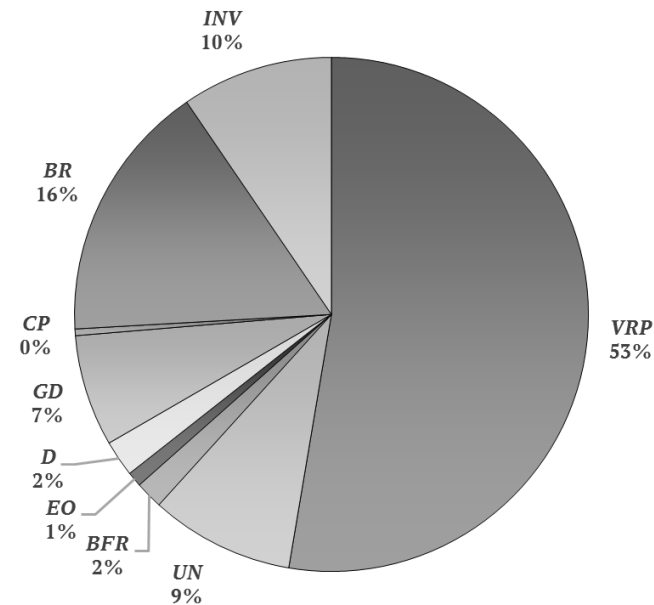
Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Рисунок 1

Оценка влияния макроэкономических индикаторов на среднедушевой доход в модели со случайными эффектами

Figure 1

Assessing the impact of macroeconomic indicators on per capita income in the model with random effects



Источник: авторская разработка

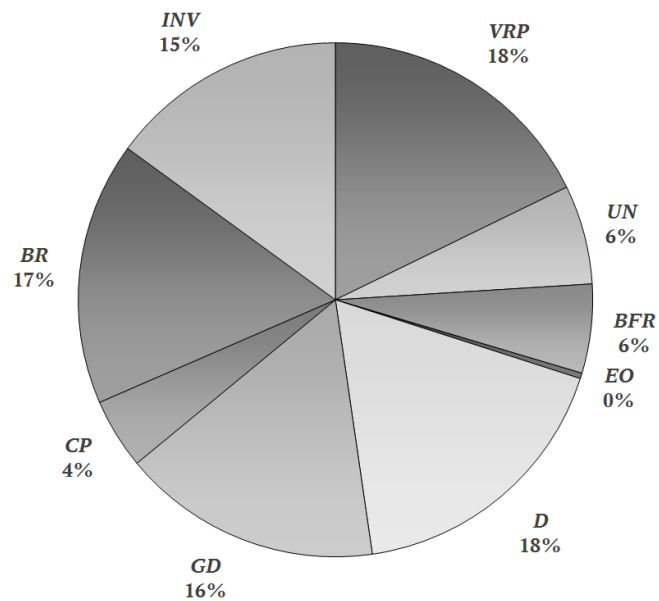
Source: Authoring

Рисунок 2

Значения дельта-коэффициентов для регрессии, полученной с применением метода главных компонент

Figure 2

Values of delta coefficients for regression obtained with application of the principal components method



Источник: авторская разработка

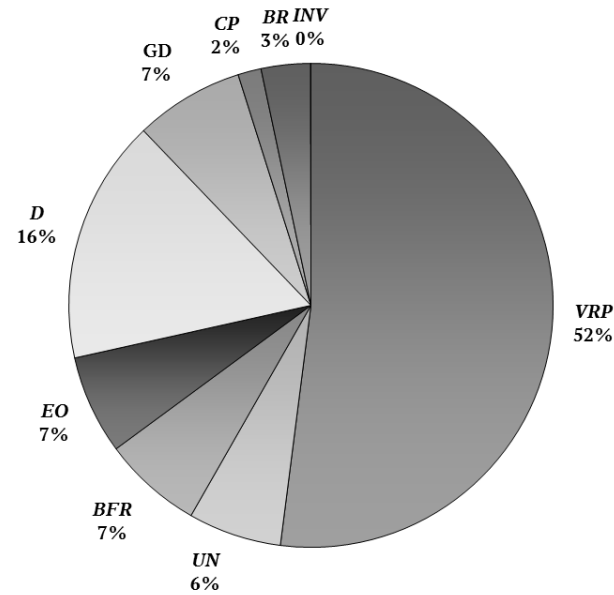
Source: Authoring

Рисунок 3

Влияние темпов роста макроэкономических индикаторов на волатильность среднелюшевых доходов

Figure 3

Influence of growth rates of macroeconomic indicators on volatility of per capita income



Источник: авторская разработка

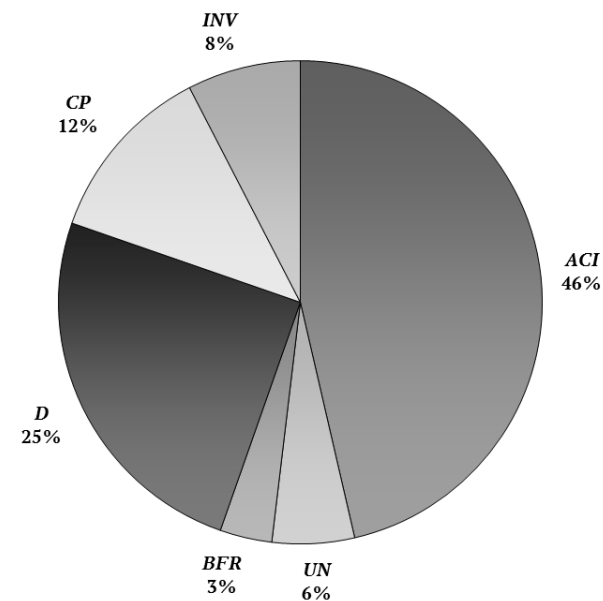
Source: Authoring

Рисунок 4

Оценка значимости макроэкономических индикаторов в прогнозировании рецессии с применением логит-модели

Figure 4

Assessing the importance of macroeconomic indicators in forecasting the recession, and using the logit model



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Иванов П.А., Саханова Г.Р.* Финансовая нестабильность региона: методы оценки и инструменты элиминирования // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2014. № 6. С. 183–198. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/finansovaya-nestabilnost-regiona-metody-otsenki-i-instrumenty-eliminirovaniya>
2. *Иванова З.Ш., Махашева С.А.* Моделирование региональной устойчивости и регионального развития // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2014. № 5. С. 118–125.
3. *Зоидов К.Х., Янкаускас К.С., Пирогов Н.Л.* Моделирование системы финансово-бюджетных отношений России в рамках развития и расширения ЕАЭС в условиях нестабильности. Часть II // *Научное обозрение. Сер. 1: Экономика и право*. 2016. № 6. С. 81–100.
4. *Малкина М.Ю.* Нестабильность финансовой доходности региональных экономик и ее детерминанты // *Пространственная экономика*. 2018. № 3. С. 88–114. URL: <https://doi.org/10.14530/se.2018.3.088-114>
5. *Федорова Е.А., Лукасевич И.Я.* Прогнозирование финансовых кризисов с помощью экономических индикаторов в странах СНГ // *Проблемы прогнозирования*. 2012. № 2. С. 112–122. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognostirovanie-finansovykh-krizisov-s-pomoschyu-ekonomicheskikh-indikatorov-v-stranah-sng>
6. *Граница Ю.В.* Практическое применение отдельных инструментов оценки финансовой нестабильности экономики региона // *Региональная экономика: теория и практика*. 2019. Т. 17. Вып. 8. С. 1540–1557. URL: <https://doi.org/10.24891/re.17.8.1540>
7. *Граница Ю.В.* Применение метода Койка для оценки влияния волатильности экономических индикаторов на финансовую нестабильность региона // *Россия: Тенденции и перспективы развития*. Ежегодник. 2019. Вып. 14. Ч. 2. 968 с.
8. *Садыков Р.М., Мигунова Ю.В., Гаврикова А.В., Ишмуратова Д.Ф.* Ключевые аспекты социального развития региона в условиях экономической нестабильности // *Региональная экономика: теория и практика*. 2017. Т. 15. Вып. 10. С. 1906–1919. URL: <https://doi.org/10.24891/re.15.10.1906>
9. *Гафарова Е.А., Лакман И.А.* Эконометрическое моделирование развития муниципальных образований региона с учетом их неоднородности (на примере республики Башкортостан) // *Вопросы статистики*. 2017. № 4. С. 54–63. URL: <https://voprstat.elpub.ru/jour/article/view/471>
10. *Орлова И.В.* Выявление и устранение информационной избыточности метрических данных в пакетах R и GRETL // *Мягкие измерения и вычисления*. 2018. № 11. С. 94–100.
11. *Орлова И.В.* Подход к решению проблемы мультиколлинеарности при анализе влияния факторов на результирующую переменную в моделях регрессии // *Фундаментальные исследования*. 2018. № 3. С. 58–53. URL: <https://doi.org/10.17513/fr.42103>
12. *Орлова И.В.* Подход к решению проблемы мультиколлинеарности с помощью преобразования переменных // *Фундаментальные исследования*. 2019. № 5. С. 78–84. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42464>
13. *Моисеев Н.А.* Сравнительный анализ эффективности методов устранения мультиколлинеарности // *Учет и статистика*. 2017. № 2. С. 62–73. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-effektivnosti-metodov-ustraneniya-multikollinearnosti>

14. *Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Гиздатуллина Э.С.* Оценка данных о доходах населения в региональном разрезе методом главных компонент // *Экономика региона*. 2019. Т. 15. Вып. 2. С. 601–617. URL: <https://doi.org/10.17059/2019-2-22>
15. *Давыдов А.Р., Трегубова Ю.С.* Многомерный статистический анализ устойчивости развития регионов Российской Федерации // *Наука и бизнес: пути развития*. 2015. № 8. С. 92–96.
16. *Мокеев В.В., Соломахо К.Л.* Об использовании метода главных компонент для анализа деятельности предприятий // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер.: Экономика и менеджмент*. 2013. Т. 7. № 3. С. 41–46.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ispolzovanii-metoda-glavnyh-komponent-dlya-analiza-deyatelnosti-predpriyatiy>
17. *Малкина М.Ю.* Динамика и факторы внутрирегиональной и межрегиональной дифференциации доходов населения РФ // *Пространственная экономика*. 2014. № 3. С. 44–66. URL: <https://doi.org/10.14530/se.2014.3.44-66>
18. *Арженовский С.В., Бахтеев А.В., Слободян А.С.* Логит-модели для оценки риска преднамеренного искажения финансовой отчетности российских банков // *Международный бухгалтерский учет*. 2019. Т. 22. № 1. С. 24–37. URL: <https://doi.org/10.24891/ia.22.1.24>

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

**METHODS TO IDENTIFY AND QUANTIFY THE RELATIONSHIP
BETWEEN REGIONAL ECONOMIC INDICATORS****Yuliya V. GRANITSA**National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
ygranica@yandex.ru
ORCID: not available**Article history:**Article No. 653/2019
Received 7 October 2019
Received in revised form
15 October 2019
Accepted 31 October 2019
Available online
25 December 2019**JEL classification:** C3, C5,
R15**Keywords:** financial
instability, volatility, Belsley
method, ridge regression,
principal component analysis**Abstract****Subject** The article analyzes methods for identifying and quantifying the relationships between economic indicators to predict the financial instability of regional structures.**Objectives** The purpose of the study is to investigate economic and statistical tools, which are adequate for the analysis of interrelations between regional economic indicators.**Methods** I employ statistical, calculation-constructive and economic-mathematical methods, and corresponding methods of data analysis.**Results** Estimating the interrelations of absolute values of economic indicators with the help of the panel data analysis model with random effects gave grounds to identify significant regressors for assessing the volatility of per capita income. Fixed investments have a reverse effect on the volatility of per capita income. Comparable dependence is obtained in the linear model, where the growth rates of economic indicators are determined as regressors. The estimation of interrelations of factors, using the logit model showed that the most significant direct impact on the process of recession is characterized by per capita income, the share of influence of the standard regressor value is 46 percent. The standard indicator of the volume of deposits with the share of influence of 25% also show inverse dependence.**Conclusions** Economic indicators of regional statistics clustered by Federal district should be evaluated, using the panel data analysis models with random effects. The preferred way to eliminate multicollinearity is the method of principal components. If compared with the Belsley method, it enables to build models with a full set of original economic determinants.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Granitsa Yu.V. Methods to Identify and Quantify the Relationship between Regional Economic Indicators. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 12, pp. 2339–2355.
<https://doi.org/10.24891/ea.18.12.2339>**Acknowledgments**The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) as part of scientific project № 19-010-00716, *Developing the Methodology and Non-traditional Methods to Assess Financial Instability*.**References**

1. Ivanov P.A., Sakhapova G.R. [Financial instability in the region: Assessment methods and elimination tools]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz = Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2014, no. 6, pp. 183–198.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/finansovaya-nestabilnost-regiona-metody-otsenki-i-instrumenty-eliminirovaniya> (In Russ.)
2. Ivanova Z.Sh., Makhosheva S.A. [Modeling of regional stability and regional development]. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2014, no. 5, pp. 118–125. (In Russ.)

3. Zoidov K.H., Yankauskas K.S., Pirogov N.L. [Simulation of the system of fiscal relations in Russia in the framework of the development and expansion of the EAEU in conditions of instability. Part II]. *Nauchnoe obozrenie. Seriya 1: Ekonomika i pravo = Scientific Review. Series 1. Economics and Law*, 2016, no. 6, pp. 81–100. (In Russ.)
4. Malkina M.Yu. [Instability of Financial Return of Regional Economies and Its Determinants]. *Prostranstvennaya ekonomika = Spatial Economics*, 2018, no. 3, pp. 88–114. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.14530/se.2018.3.088-114>
5. Fedorova E.A., Lukasevich I.Ya. [Forecasting financial crises with the help of economic indicators in the CIS countries]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2012, no. 2, pp. 112–122. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-finansovyh-krizisov-s-pomoschyu-ekonomicheskikh-indikatorov-v-stranah-sng> (In Russ.)
6. Granitsa Yu.V. [Practical use of certain tools to assess the financial instability of the region's economy]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2019, vol. 17, iss. 8, pp. 1540–1557. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/re.17.8.1540>
7. Granitsa Yu.V. [Application of the Koyck method to assess the impact of volatility of economic indicators on the financial instability of the region]. *Rossiya: Tendentsii i perspektivy razvitiya. Ezhegodnik = Russia: Trends and Prospects. Yearbook*, 2019, iss. 14, part 2, 968 p. (In Russ.)
8. Sadykov R.M., Migunova Yu.V., Gavrikova A.V., Ishmuratova D.F. [Social development of the region in a volatile economic environment: The key aspects]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2017, vol. 15, iss. 10, pp. 1906–1919. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/re.15.10.1906>
9. Gafarova E.A., Lakman I.A. [Econometric Modelling of Region's Municipalities Development with Account to Their Inhomogeneity (case study: Republic of Bashkortostan)]. *Voprosy Statistiki*, 2017, no. 4, pp. 54–63. URL: <https://voprstat.elpub.ru/jour/article/view/471> (In Russ.)
10. Orlova I.V. [The identification and elimination of information redundancy metric data in packages R and GRETL]. *Myagkie izmereniya i vychisleniya = Soft Measurement and Computing*, 2018, no. 11, pp. 94–100. (In Russ.)
11. Orlova I.V. [Approach to the solution of the multicollinearity problem at the analysis of the influence of the factors on the resulting variable in models of regression]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2018, no. 3, pp. 58–53. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.17513/fr.42103>
12. Orlova I.V. [The approach to solving the problem of multicollinearity by using the transformation of variables]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2019, no. 5, pp. 78–84. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42464> (In Russ.)
13. Moiseev N.A. [Comparative analysis of efficiency methods of elimination of multicollinearity]. *Uchet i statistika = Accounting and Statistics*, 2017, no. 2, pp. 62–73.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-effektivnosti-metodov-ustraneniya-multikollinearnosti> (In Russ.)
14. Il'yasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Gizdatullina E.S. [Analysing the Data on Incomes in the Regional Context by the Principal Component Method]. *Ekonomika regiona = Economy of Region*, 2019, vol. 15, iss. 2, pp. 601–617. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.17059/2019-2-22>

15. Davydov A.R., Tregubova Yu.S. [Multidimensional Statistical Analysis of Sustainable Development of the Russian Federation Regions]. *Nauka i biznes: puti razvitiya = Science and Business: Ways of Development*, 2015, no. 8, pp. 92–96. (In Russ.)
16. Mokeev V.V., Solomakho K.L. [On the use of a principal component method for the analysis of an enterprise activity]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Ekonomika i menedzhment = Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management*, 2013, vol. 7, no. 3, pp. 41–46. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ispolzovanii-metoda-glavnyh-komponent-dlya-analiza-deyatelnosti-predpriyatiy> (In Russ.)
17. Malkina M.Yu. [Dynamics and Determinants of Intra and Inter-Regional Income Differentiation of the Population of the Russian Federation]. *Prostranstvennaya ekonomika = Spatial Economics*, 2014, no. 3, pp. 44–66. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.14530/se.2014.3.44-66>
18. Arzhenovskii S.V., Bakhteev A.V., Slobodyan A.S. [Logit models to assess the risk of fraudulent misstatements in financial statements of Russian banks]. *Mezhdunarodnyi bukhgalterskii uchet = International Accounting*, 2019, vol. 22, iss. 1, pp. 24–37. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ia.22.1.24>

Conflict-of-interest notification

I, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.