

УДК: 332.143

ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ДРАЙВЕРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РЕГИОНОВ РОССИИ

Лаптева Е.В.¹

¹ НИУ ВШЭ, Россия, Москва, e-mail: laptevazhenya.00@mail.ru

Статья посвящена исследованию и количественной оценке факторов, определяющих экономический рост регионов России. На базе результатов научных исследований зарубежных и российских авторов, были выделены 6 групп переменных, выступающих драйверами ВРП. Среди них: внешнеэкономическая деятельность, социальные характеристики, человеческий капитал, демография, частный капитал и предпринимательство, а также географическое положение и урбанизация. На основе данных по 84 регионам России за 2015-2017 гг. проводится статистический анализ и строятся эконометрические модели, оцениваемые с помощью методов OLS (метод наименьших квадратов), 2SLS (двухшаговый метод наименьших квадратов) и FGLS (доступный обобщенный метод наименьших квадратов). В ходе исследования также выявляются и устраняются проблемы гетероскедастичности и эндогенности. Выявлено значимое отрицательное влияние доли людей с высшим образованием на рост ВРП на душу населения, подтверждена более высокая значимость внутренних, а не зарубежных инвестиций на развитие региона, а также показано, что безработица в разной степени влияет на ВРП экспортных и слабоэкспортирующих регионов. Основным отличием текущего исследования от предыдущих является кластеризация регионов по объему экспорта и дезагрегированная оценка совместных эффектов для отдельных переменных. На основе полученных оценок автор также предлагает рекомендации по региональной экономической политике.

Ключевые слова: экономический рост, региональное развитие, экономика регионов, региональные характеристики, регрессионный анализ

IDENTIFICATION AND EVALUATION OF ECONOMIC GROWTH DRIVERS IN RUSSIAN REGIONS

Lapteva E.V.¹

¹ NRU HSE, Russia, Moscow, e-mail: laptevazhenya.00@mail.ru

The article is devoted to the study and quantitative assessment of the factors determining the economic growth of Russian regions. Based on the results of scientific research by foreign and Russian authors, 6 groups of variables acting as drivers of GRP were identified. Among them: foreign economic activity, social characteristics, human capital, demography, private capital and entrepreneurship, as well as geographic location and urbanization.

Based on the data for 84 regions of Russia for 2015-2017, statistical analysis is conducted and econometric models are constructed, estimated using OLS (method of least squares), 2SLS (two-step least squares method) and FGLS (feasible generalized least squares method) methods. The study also identifies and eliminates the problems of heteroscedasticity and endogeneity. A significant negative effect of the share of people with higher education on GRP per capita growth is revealed, a higher importance of domestic rather than foreign investment on regional development is confirmed, and it is shown that unemployment affects GRP of exporting and low-exporting regions to a different extent. The main difference of the current study from the previous ones is clustering of regions by export volume and disaggregated estimation of joint effects for particular variables. Based on these estimates, the author also proposes recommendations for regional economic policy.

Keywords: economic growth, regional development, economics of regions, regional characteristics, regression analysis

Проблема развития регионов России стала активно подниматься в индустриальную эпоху. Динамика основных экономических показателей, характеризующих экономику регионов, на данный момент остается неоднородной как на стадии рецессии, так и в период восстановления экономики. Это порождает сильную дифференциацию субъектов страны по благосостоянию и потенциалу экономического развития, которая усиливается из-за различий в климатических условиях, неравномерности размещения полезных ископаемых и т. д.

Таким образом, разрыв, который сложился на текущий момент, формировался на протяжении многих лет за счет различного уровня доступа регионов к природным и человеческим ресурсам страны, а также трансформации взглядов на эффективное использование территории государства. В связи с этим определение ключевых звеньев высококонкурентной социально-экономической среды региона сегодня является актуальной темой исследования.

Задача исследования состоит в выявлении и количественной оценке основных факторов экономического роста российских регионов.

На основании обширной литературы, посвященной проблематике регионального развития России, можно выделить семь четких категорий, элементы которых являются территориальными характеристиками регионов, способствующих экономическому росту.

Первая группа региональных «активов» – человеческий капитал. Еще в основополагающей работе Lucas (1988) доказана роль образования в экономическом развитии [1]. В случае России положительную связь человеческого капитала с экономическим ростом подтверждают Perret (2014) и Muravyev (2008) [2, 3]. Склонность же к созданию новых знаний измеряется объемами и эффективностью исследовательской деятельности и, как следствие, инновационной активностью. Линейная модель инноваций (Bush, 1945; McLaurin, 1953), как и теория эндогенного роста, постулируют, что вклад в НИОКР трансформируется в результат инноваций, что затем приводит к росту ВРП [4, 5]. Считается, что усовершенствование технологий – лучший шанс преодолеть ограничения

экономического роста. Таким образом, в литературе чаще всего фигурируют две переменные, отражающие региональный уровень человеческого капитала – *доля людей с высшим образованием* и *расходы на НИОКР, нормированные на ВРП*. Эти два показателя отражают, с одной стороны, запас знаний и навыков, а с другой – способность к созданию новых.

Вторая группа региональных ресурсов – это обеспеченность частным капиталом и предпринимательский потенциал. Многочисленные исследования указывают на тесную взаимосвязь между этими элементами и экономическим ростом, раскрывая их стимулирующий эффект на производительность и склонность к инновациям [6]. В случае России еще одним важным элементом в этой группе является наличие прямых иностранных инвестиций (ПИИ), как это было доказано в работе Brock (2005) [7]. Чаще всего в модели включаются следующие прокси данного фактора: *общие частные инвестиции как доля ВРП*, *количество фирм на душу населения* и *объем ПИИ на душу населения*.

Демографическая структура населения задает третью группу региональных активов. Важность данного элемента обусловлена тем, что старение населения может создавать большие проблемы для экономического роста, которые были указаны еще в исследовании Fougere & Merette (1999) [11]. В случае России Ahrend (2012) указал на то, что демографическая структура является одним из наиболее важных элементов, связанных с экономическим процветанием [12]. Переменная, отражающая состав населения региона, представлена *долей жителей моложе трудоспособного возраста в общей численности населения*.

Четвертая группа региональных элементов – это социальные и поведенческие характеристики местного населения. В литературе нередко исследуется взаимосвязь между различными видами просоциального поведения и экономическим ростом, указывая в большинстве случаев на положительную зависимость между ними [13]. К сожалению, ограниченность данных не позволяет детально измерить все виды социального поведения, которые могут повлиять на экономический рост. Учитывая это ограничение, часто в анализе можно встретить следующие прокси: *количество проданных газет на душу населения* как показатель интереса к социальной и политической жизни, и *количество посещений музеев на душу населения* как средний уровень грамотности и культурного развития населения.

Пятый класс переменных касается географического положения региона и степени урбанизации. Географическое положение, в частности – близость к западным границам и столице, было неоднократно отмечено как важный фактор, объясняющий региональный рост в России [12]. Таким образом, набор прокси переменных включает *расстояние (на*

автомобиле в км) от Москвы, рассчитанное на основе координат региональных столиц, плотность населения и долю населения, проживающего в городах в каждом регионе.

Наконец, шестая группа связана с внешнеэкономической деятельностью регионов. Ledyeva & Linden (2008) утверждали, что доля товаров и услуг в экспорте отражает степень открытости экономики региона для экономического роста, в то время как Ahrend (2005) приписал способность региона к экспорту наличием более совершенных и технологичных товаров и передовых предприятий. *Экспорт товаров и услуг* и экспорт технологий приносят дополнительные средства для регионального развития и, таким образом, способствуют региональному росту. Более того, экспорт может привести к установлению двусторонних торговых отношений, посредством которых происходит обмен и порождение новых знаний [12, 14]. В текущем исследовании мы включаем эту переменную и аналогичным образом добавляем переменную *импорта товаров и услуг*, которая проверяет, влияет ли продолжающаяся зависимость от импорта высокотехнологичных товаров из развитых стран на темпы роста валового регионального продукта (ВРП) на душу населения.

Материалы и методы

Базовая эмпирическая модель текущего исследования принимает следующий вид:

$$\begin{aligned}
 GRP_{it} = & \alpha + \beta_1 \times FDI_{pc_{it}} + \beta_2 \times Export_{it} + \beta_3 \times Higher_education_{it} + \beta_4 \times Investments_{it} \\
 & + \beta_5 \times Urbanization_{it} + \beta_6 \times Museums_visits_{it} + \beta_7 \times Unemployment_{it} \\
 & + \beta_8 \times Young_population_{it} + \beta_9 \times Firm_{pc_{it}} + \beta_{10} \times Pop_density_{it} \\
 & + \beta_{11} \times Newspapers_{it} + \beta_{12} \times RD_{it} + \beta_{13} \times Import_{it} \\
 & + \beta_{14} \times Distance_Moscow_{it} + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}$$

Таблица 1 Описание переменных модели

Переменная	Описание	Единица измерения
GRPpc	ВРП на душу населения <i>Контрольная переменная</i>	млн. руб.
Unemployment	Уровень безработицы <i>Внешиэкономическая деятельность</i>	%
Export	Объем экспорта товаров и услуг	млн. долл.
Import	Объем импорта товаров и услуг <i>Социальные характеристики</i>	млн. долл.
Museums_visits	Количество посещений музеев на душу населения	
Newspapers	Количество проданных газет на душу населения <i>Человеческий капитал</i>	
RD	Расходы на НИОКР, нормированные на ВРП	%
Higher_education	Доля людей с высшим образованием в общей	%

численности населения		
<i>Демография</i>		
Young_population	Долей жителей моложе трудоспособного возраста в общей численности населения	%
<i>Частный капитал и предпринимательство</i>		
FDI_pc	Объем прямых иностранных инвестиций (ПИИ) на душу населения	млн. долл.
Investments	Общие частные инвестиции как доля ВРП	%
Firm_pc	Количество фирм на душу населения	
<i>Географическое положение и урбанизация</i>		
Pop_density	Плотность населения	чел/кв. м.
Urbanization	Доля городского населения в общей численности населения региона	%
Distance_Moscow	Расстояние от столицы региона до Москвы	км

Исследовательский интерес авторов сосредоточен на следующих гипотезах:

H1 – доля людей с высшим образованием положительно значимо сказывается на росте ВРП на душу населения.

H2 – внутренние частные инвестиции сильнее влияют на динамику ВРП на душу населения, чем прямые зарубежные инвестиции.

H3 – уровень безработицы оказывает не равносильный эффект на всю совокупность регионов; существуют субъекты, менее чувствительные к росту безработицы.

Исследование строится на данных по всем регионам РФ за 2015-2017 гг., основной источник которых – официальная статистика, публикуемая Федеральной службой государственной статистики Российской Федерации¹. Статистические расчеты и эконометрическое моделирование производятся в программе STATA.

Основная часть

Непосредственно перед построением и оценением модели автором был проведен статистический и графический анализ данных, который помог выявить нетипичные наблюдения, устранить выбросы, а также понять ограничения данных для получения более адекватных оценок.

Большой разброс значений переменных относительно их среднего, свидетельствует о неоднородности данных выборки, а также о наличии выбросов, наибольшая доля из которых приходится на такие регионы как Москва, Санкт-Петербург и Чеченская Республика. Поэтому для дальнейшего анализа наблюдения, соответствующие этим субъектам, были исключены из выборки. Данная процедура, несмотря на незначительное

¹Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>

сокращение количества наблюдений, позволила очистить рассматриваемую совокупность данных от атипичных значений.

Для получения представления о том, в какой зависимости могут находиться рассматриваемые величины, были построены попарные распределения переменных, которые представлены в соответствующих матрицах на Рис. 1 и 2. Такая визуализация данных при наличии очевидного тренда позволяет выявлять некоторые нетипичные связи между показателями. В частности, о том, что зависимость объясняемой переменной (GDP_pc) и плотности населения (Pop_density), вероятно, задается не линейной, а гиперболической функцией.

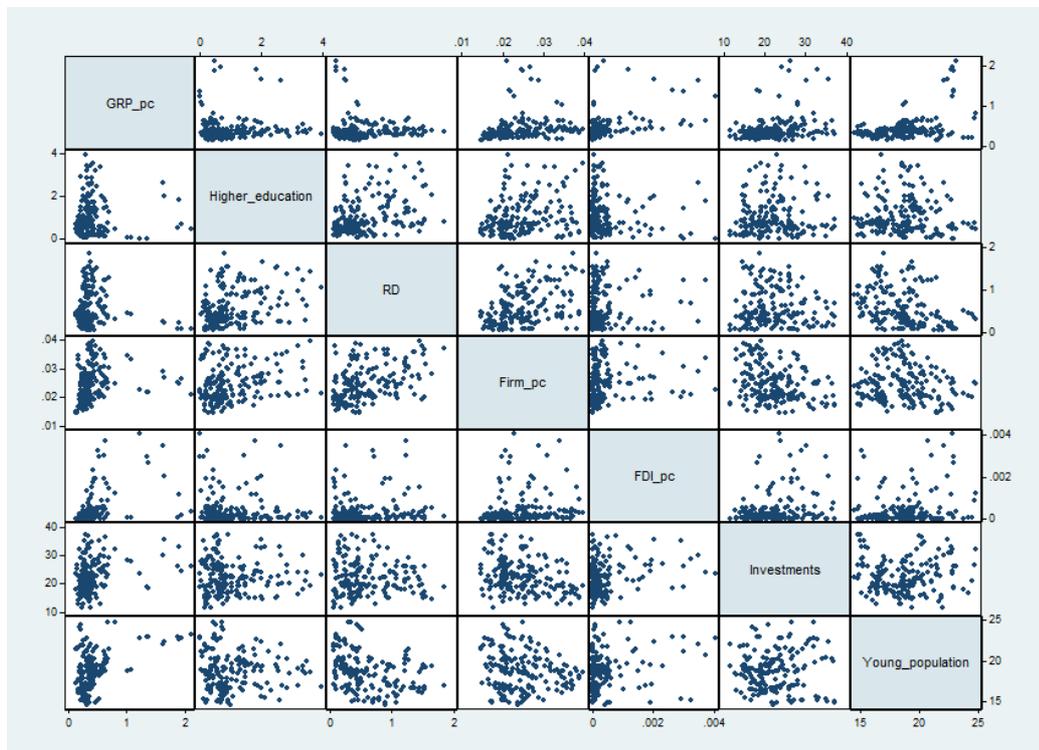


Рисунок 1 Облака попарных распределений переменных

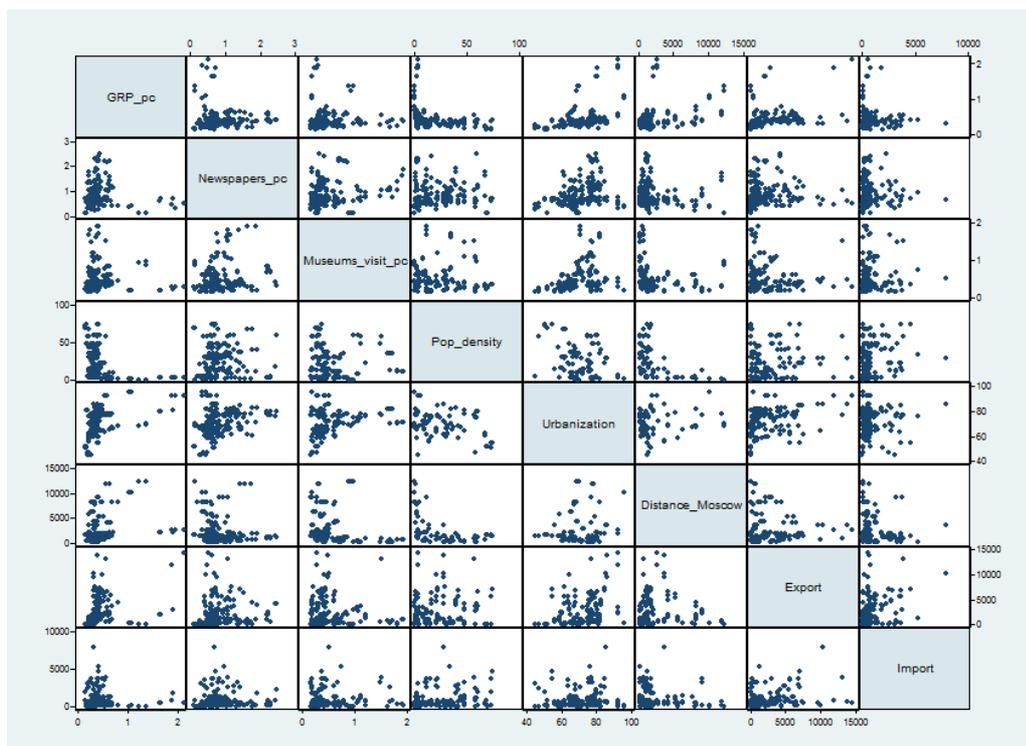


Рисунок 2 Облака попарных распределений переменных

Поскольку предпосылка о нормальности распределения наблюдаемых переменных является крайне важной для проверки последующих гипотез, для оценки характера распределения был проведен тест Shapiro-Wilk (поскольку стандартный тест Jarque-Bera предназначен для большего количества наблюдений). Нулевая гипотеза данного теста соответствует положению о том, что величина распределена нормально, обратное же верно при выполнении альтернативной гипотезы.

Таблица 2 Результаты теста Shapiro-Wilk на нормальность распределений величин

Переменная	Количество наблюдений	W	V	z	Prob>z
GRP_pc	252	0.3974	110.06	10.94	0.0000
RD	246	0.6407	64.24	9.68	0.0000
Unemployment	252	0.6617	61.79	9.60	0.0000
Urbanization	252	0.9612	7.09	4.56	0.0000
Export	243	0.7267	48.35	9.01	0.0000
Import	243	0.1985	141.77	11.51	0.0000
Museums_visits	238	0.8135	32.39	8.07	0.0000
Newspapers	252	0.7671	42.54	8.73	0.0000
Firm_pc	252	0.9437	10.28	5.42	0.0000
Higher_education	248	0.8521	26.63	7.63	0.0000
Young_population	252	0.8642	24.81	7.47	0.0000
FDI_pc	252	0.3246	123.35	11.21	0.0000
Investments	252	0.8505	27.31	7.70	0.0000
Pop_density	252	0.4557	99.40	10.71	0.0000
Distance_Moscow	252	0.7320	48.95	9.06	0.0000

Все анализируемые переменные имеют $Probability(chi^2) < 0,05$. Это говорит о том, что нулевые гипотезы для переменных отвергаются, величины не распределены нормально, а значит медиана больше или меньше среднего значения. Поэтому лучше при интерпретации описательных статистик учитывать не среднее значение, а медиану анализируемых переменных. Важно отметить, что невыполнение предпосылки о нормальности распределения переменных не лишает нас возможности строить и оценивать регрессионные модели.

Однако ненормальность распределения переменных, нарушая важную предпосылку для некоторых статистических тестов, накладывает ограничения на анализ коэффициентов корреляции переменных, которые теперь не могут быть выражены коэффициентами корреляции Пирсона. Поэтому сравнительная оценка наблюдаемых факторов была проведена с помощью анализа парных коэффициентов корреляции Спирмена и оценки их значимости. Матрица соответствующих коэффициентов корреляции представлена в Таблице 1 Приложения. Видно, что наиболее сильная значимая связь наблюдается между переменными *Distance_Moscow* и *Young_population* (коэффициент равен 0,7161), то есть рост расстояния от регионального центра до Москвы сопровождается ростом доли населения моложе трудоспособного возраста в общей численности населения региона. Чуть менее высокий коэффициент корреляции 0,6626 наблюдается между *Firm_pc* и *Urbanization*, свидетельствуя о значимой прямой связи между количеством фирм на душу населения и долей городского населения региона. Однако наибольший исследовательский интерес представляет связь между объясняющими и объясняемой переменной. Для того, чтобы охарактеризовать силу этой связи, была использована шкала Чеддока. Полученные выводы представлены в Таблице 3. Согласно результатам, наиболее высокая прямая связь наблюдается между ВРП на душу населения и экспортом региона.

Таблица 3 Описание связи между ВРП на душу населения и факторами, его определяющими

Объясняющая переменная	GRP_pc	Prob(t)	Число наблюдений	Сила и направление связи
RD	0.1107	0.0932	231	Слабая прямая
Unemployment	-0.3918	0.0000	231	Умеренная обратная
Urbanization	0.6345	0.0000	231	Заметная прямая
Export	0.7263	0.0000	231	Высокая прямая
Import	0.2932	0.0000	231	Слабая прямая
Museums_visits	0.1972	0.0026	231	Слабая прямая
Newspapers	0.2493	0.0001	231	Слабая прямая
Firm_pc	0.5230	0.0000	231	Заметная прямая
Higher_education	0.1045	0.1133	231	Слабая прямая
Young_population	0.0097	0.8833	231	—

FDI_pc	0.6655	0.0000	231	Заметная прямая
Investments	0.1788	0.0064	231	Слабая прямая
Pop_density	-0.3694	0.0000	231	Умеренная обратная
Distance_Moscow	0.2001	0.0022	231	Слабая прямая

Основной частью статистического анализа данных выступает рассмотрение основных описательных статистик переменных, представленных в Таблице 4.

Таблица 4 Описательные статистики переменных

Переменная	Кол-во набл.	Среднее	Станд. отклонен.	Мин	Макс	Асимметрия	Эксцесс
GRP_pc	252	0.52	0.75	0.11	5.89	5.12	32.00
RD	246	0.73	0.90	0.01	6.70	3.54	19.56
Unemployment	252	6.64	3.51	2.60	30.50	3.80	23.15
Urbanization	252	70.11	12.09	29.08	95.79	-0.70	3.91
Export	243	2084.33	2851.43	0.33	14498.90	2.04	7.19
Import	243	1467.44	5585.98	0.00	78564.47	11.44	152.54
Museums_visits	238	0.52	0.38	0.06	2.11	1.86	6.67
Newspapers	252	0.99	0.84	0.03	5.52	2.40	10.35
Firm_pc	252	0.03	0.01	0.01	0.06	1.01	5.00
Higher_education	248	1.06	0.94	0.01	4.50	1.42	4.62
Young_population	252	19.22	3.35	14.50	34.60	1.75	7.48
FDI_pc	252	0.00	0.00	0.00	0.02	6.02	42.83
Investments	252	24.21	8.60	11.49	71.16	2.00	9.42
Pop_density	252	33.38	58.29	0.07	500.82	5.89	44.87
Distance_Moscow	252	2430.68	2808.88	23.00	12321.00	1.88	5.80

Единственная переменная, имеющая левостороннее распределение ввиду отрицательного значения асимметрии – *Urbanization*. Эксцесс всех рассматриваемых переменных больше трех, следовательно, данные переменные имеют островершинное распределение. Наибольший разброс, характеризующийся коэффициентом вариации, имеют переменные *Export*, *Import* и *Distance_Moscow*. Полученные цифры можно объяснить неоднородностью Российских регионов по объемам добычи и продажи полезных ископаемых, а также торговых отношений с другими регионами и странами.

Заметим, что зависимая переменная в нашем случае принимает только положительные значения, поэтому оценим две модели: одну для линейной формы зависимой переменной, другую для логарифмической. Далее сравним полученные модели, проведя процедуру Зарембки.

$$Y = X\beta_1 + \varepsilon_1$$

$$\ln Y = X\beta_2 + \varepsilon_2$$

H_0 : различия между моделями не значимы

Н_а: различия между моделями значимы

1. Вычислим среднее геометрическое для зависимой переменной

$$\bar{Y}_{\text{геом}} = \sqrt[n]{y_1 \times y_2 \times \dots \times y_n} = 0.3668$$

2. Получим новые переменные:

$$Y^* = \frac{Y}{\bar{Y}_{\text{геом}}} \qquad \ln Y^* = \frac{\ln Y}{\bar{Y}_{\text{геом}}}$$

3. Оценим две регрессии и вычислим для каждой из них значения RSS

$$Y^* = X\beta_1 + \varepsilon_1$$

$$\ln Y^* = X\beta_2 + \varepsilon_2$$

4. Рассчитаем значение статистики χ^2

$$\chi^2 = \frac{n}{2} \left| \ln \frac{RSS_1}{RSS_2} \right| = \frac{231}{2} \left| \ln \frac{147.423537}{118.090324} \right| = 25.6248$$

$$\chi_{\text{кр}}^2 = \chi_{\text{кр}}^2(0.05, 14) = 6.571$$

Таким образом, $\chi_{\text{кр}}^2 < \chi^2$, следовательно, отвергаем нулевую гипотезу о незначимости различий между моделями, то есть различия значимы. Далее выбираем модель с наименьшим RSS. В нашем случае это модель с логарифмической формой зависимой переменной.

Так как большинство анализируемых переменных не распределены нормально, для их сглаживания можно также использовать логарифмическую форму. Проведем процедуру логарифмирования переменных, для которых это может быть целесообразно: имеющих денежную или количественную единицу измерения, принимающих только положительные значения, не выраженных в процентах и не являющихся относительными. Данная процедура в дальнейшем позволит получить больше значимых переменных.

Для устранения лишних переменных, не влияющих на качество модели, осуществим отбор факторов в регрессию по всем странам и по всем годам без учета панельной структуры данных (оцениваем с помощью МНК), действуя по следующему алгоритму:

- 1) Среди имеющихся переменных выбираем ту, у которой значение скорректированного коэффициента детерминации (R_{adj}^2) при построении парной «pooled» регрессии наибольший. Рассчитываем значение R_{min}^2 по формуле:

$$R_{min}^2 = R_{adj}^2(k) - 2 \sqrt{\frac{2k(N-k-1)}{(N-1)(N^2-1)}} (1 - R^2(k)),$$

где:

N - количество переменных, участвующих в регрессионной модели;

k - количество степеней свободы;

2) Среди оставшихся переменных выбираем ту, при которой регрессионная модель с переменной на 1 шаге имеет наибольшую объясняющую способность;

3) На каждом этапе проверяем значимость регрессии в целом, отслеживаем значимость коэффициентов при переменных модели (могут входить не значимые коэффициенты), проверяем полученную модель на мультиколлинеарность, а также остатки на нормальность распределения (sktest), сохраняя как можно большее количество наблюдений.

Проверяем наличие мультиколлинеарности в регрессии с помощью centered Variance Inflation Factors. Используем centered VIF, так как он является наиболее показательным.

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

В случае отсутствия мультиколлинеарности, и нормального распределения остатков регрессии рассчитываем R_{min}^2 по формуле из шага 1.

4) Повторяем шаг 2 и шаг 3 до тех пор, пока значение R_{min}^2 станет меньше значения R_{min}^2 , полученного на предыдущем шаге или не будет факторов, удовлетворяющих условиям отсутствия мультиколлинеарности и нормального распределения остатков.

В результате отбора регрессоров в модель не вошли такие переменные как *lnDistance_Moscow*, *lnImport* и *RD*, поскольку их включение в регрессию ухудшает ее объясняющую способность, выраженную значением R_{min}^2 . При этом в целом полученная регрессия оказалась значима, на 10% уровне значимости оказываются значимы все ее коэффициенты, а коэффициент детерминации превосходит значение, полученное для модели до отбора.

После проведенных процедур эмпирический вид модели (далее – Модель 1) может быть представлен следующим образом:

$$\begin{aligned} \ln GRP_{it} = & \alpha + \beta_1 \times \ln FDI_{pc_{it}} + \beta_2 \times \ln Export_{it} + \beta_3 \times \ln Higher_education_{it} \\ & + \beta_4 \times Investments_{it} + \beta_5 \times Urbanization_{it} + \beta_6 \times \ln Museums_visits_{it} \\ & + \beta_7 \times Unemployment_{it} + \beta_8 \times Young_population_{it} + \beta_9 \times \ln Firm_{pc_{it}} \\ & + \beta_{10} \times Pop_density_{it} + \beta_{11} \times \ln Newspapers_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

При интерпретации статистических коэффициентов анализируемых данных, был выявлен значительный размах в значениях отдельных переменных ввиду различия регионов. Необходимо отметить, что наиболее сильная неоднородность наблюдается по переменной *Export*. На основе этой переменной поделим регионы на 2 кластера – экспортеров (объем экспорта выше 1000 млн. долл.) и не экспортеров (с объемом экспорта ниже 1000 млн. долл.).

Предположим, что параметры модели экономического роста региона не отличаются для экспортирующих и не экспортирующих субъектов. Построим две регрессии:

$$Y = X\beta_I + \varepsilon \text{ для регионов с объемом экспорта свыше 1000 млн. долл. (1)}$$

$$Y = X\beta_{II} + \varepsilon \text{ для регионов с объемом экспорта ниже 1000 млн. долл. (2)}$$

Проверим предположение, выдвинув следующую гипотезу:

$$H_0: \beta_I = \beta_{II} = \beta$$

$$H_a: \beta_I \neq \beta_{II}$$

Ограниченная модель предполагает неизменность параметров выборки. Модель без ограничений, в свою очередь, учитывает нестабильность параметров. В рамках проверки гипотезы составим две регрессии: для объектов выборки, являющихся экспортерами и для регионов с низким объемом экспорта. Приведем некоторые арифметические выкладки, необходимые в рамках теста.

$$RSS = RSS_I + RSS_{II} = 4.4231 + 7.2029 = 11.626$$

$$F_* = \frac{[RSS_{условная} - (RSS_I + RSS_{II})]/(k + 1)}{(RSS_I + RSS_{II})/(N + M - 2k - 2)} = \frac{(14.0215 - 11.626)/12}{11.626/(222 - 2 * 12)} = 3.4$$

$$F_{критич} = F(0.05, 12, 198) = 1,75$$

$F_* > F_{критич} \rightarrow$ Нулевая гипотеза о неизменности параметров модели отвергается, поэтому целесообразно учитывать эту неоднородность, включив соответствующую дамми-переменную.

Однако само по себе включение фиктивной переменной значительно не улучшает качества модели, при этом сама переменная оказывается незначимой. Для учета неоднородности в данных и возникающих вследствие этого различий в развитии регионов по организованным кластерам, в модель включаются перекрестные произведения некоторых переменных с дамми для экспортных и не экспортных регионов:

$$d_{nonexport} = \begin{cases} 1, & \text{если объем экспорта региона ниже 1 млрд долл.} \\ 0, & \text{если объем экспорта региона выше 1 млрд долл.} \end{cases}$$

Наибольший исследовательский интерес, согласно гипотезам, представляет дезагрегированная оценка влияния инвестиций и безработицы на экономическое развитие регионов. Интуиция разделения эффектов по данным переменным состоит в следующем:

- ожидается, что уровень безработицы в регионах, ориентированных на экспорт товаров и услуг, значительно сильнее скажется на снижении ВРП субъекта, чем рост безработицы в мало экспортирующих регионах, поскольку экспорт составляет более весомую долю в доходах региона, специализирующихся на производстве и сбыте продукции за рубеж;

- ввиду того, что производство в регионах, направляющих продукцию на экспорт, значительно превосходит объемы производства в регионах, выпускающих продукцию для внутреннего потребления, инвестиции в производство оказывают большее влияние в экспортоориентированных субъектах.

Таким образом, модель, учитывающая различия в регионах (далее – Модель 2), принимает следующий вид:

$$\begin{aligned} GRP_{it} = & \alpha + \beta_1 \times FDI_{pc_{it}} + \beta_2 \times Export_{it} + \beta_3 \times Higher_education_{it} \\ & + \beta_4 \times Investments_export_regions_{it} \\ & + \beta_5 \times Investments_nonexport_regions_{it} + \beta_6 \times Urbanization_{it} \\ & + \beta_7 \times Museums_visits_{it} + \beta_8 \times Unemployment_export_regions_{it} \\ & + \beta_9 \times Unemployment_nonexport_regions_{it} + \beta_{10} \times Young_population_{it} \\ & + \beta_{11} \times Firm_{pc_{it}} + \beta_{12} \times Pop_density_{it} + \beta_{13} \times Newspapers_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

Поскольку анализ проводится на временном интервале, который охватывает один кризисный для России год (2015), имеет смысл предположить, что существует неоднородность по периодам. Для того чтобы это проверить, создаются две фиктивные переменные, соответствующие годам выборки – d2015, d2016. Далее проверяется значимость

группы временных дамми-переменных в целом. Согласно F-тесту, нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о незначимости группы факторов, значит, фиктивные переменные времени незначимы, и нет необходимости их включать в итоговую модель.

Проверка модели на наличие мультиколлинеарности производится с помощью расчета VIF-коэффициентов, которые приведены в Таблице 5. Можно заметить, что ни один VIF-коэффициент не превышает 10 (среднее меньше 4), в корреляционной матрице нет значений выше 0,75, поэтому можно заключить об отсутствии проблемы мультиколлинеарности.

Таблица 5 VIF коэффициенты для оценки мультиколлинеарности

Объясняющая переменная	VIF	1/VIF
Unemployment_nonexport_regions	9.01	0.110931
Unemployment_nexport_regions	6.91	0.144668
Investments_export_regions	6.56	0.152521
lnExport	5.40	0.185120
Investments_nonexport_regions	4.94	0.202317
Young_population	2.74	0.365363
lnHigher_education	2.41	0.414970
lnFirm	2.34	0.426781
Urbanization	2.27	0.440002
lnFDI_pc	2.10	0.477315
lnNewspapers	1.87	0.534939
lnMuseums_visits	1.51	0.663965
Pop_density	1.51	0.664026
Mean VIF	3.81	

Еще одной существенной проблемой при получении оценок стандартными методами оценивания регрессии является гетероскедастичность. Для проверки ее наличия в обеих рассматриваемых регрессиях был применен тест Уайта.

Согласно полученным оценкам, в обеих моделях присутствует гетероскедастичность ($(Prob > \chi^2 = 0.0000) < 0.05$, следовательно, отвергается нулевая гипотеза о гомоскедастичности). При этом сильнее она проявляется в Модели 1, в которой не устранена неоднородность данных. Данная проблема приводит к тому, что коэффициенты, полученные МНК, не самые точные, но по-прежнему состоятельные.

Причиной возникновения гетероскедастичности часто является неправильная спецификация модели. Мы постарались учесть неоднородность данных путем использования величин на душу населения (для сокращения различий дисперсий валовых показателей), а также использовали логарифмы некоторых переменных. Поскольку после этого гетероскедастичность все еще присутствует в модели, попытаемся устранить ее технически. Рассмотрим два доступных способа:

- 1) использование МНК-оценок с пересчетом стандартных ошибок в форме Уайта.
- 2) использование FGLS (доступный обобщенный метод наименьших квадратов).

Сравнительные результаты до и после коррекции представлены в Таблице 6.

Таким образом, оба метода, существенно не повлияв на оценки коэффициентов и не изменив интерпретацию моделей, скорректировали стандартные ошибки, сделав их устойчивыми к гетероскедастичности. При этом значимость коэффициентов осталась на прежнем уровне.

Таблица 6 Сводная таблица коэффициентов моделей 1 и 2, оцененных методами OLS и FGLS

Переменные	OLS до учета гетероскедастичности				OLS с пересчетом стандартных ошибок				FGLS			
	(1)		(2)		(1)		(2)		(1)		(2)	
lnGRP_pc	0.0362	***	0.0296	**	0.0362	**	0.0296	**	0.0362	**	0.0296	**
	(0.0139)		(0.0126)		(0.0160)		(0.0139)		(0.0134)		(0.0122)	
lnExport	0.1019	***	0.0763	***	0.1019	***	0.0763	***	0.1019	***	0.0763	***
	(0.0205)		(0.0248)		(0.0250)		(0.0289)		(0.0198)		(0.0240)	
lnHigher_education	-0.1221	***	-0.1169	***	-0.1221	***	-0.1169	***	-0.1221	***	-0.1169	***
	(0.0270)		(0.0250)		(0.0316)		(0.0281)		(0.0261)		(0.0242)	
Investments	0.0157	***			0.0157	***			0.0157	***		
	(0.0028)				(0.0051)				(0.0027)			
Investment_export_regions			0.0238	***			0.0238	***			0.0238	***
			(0.0034)				(0.0037)				(0.0033)	
Investment_nonexport_regions			0.0104	***			0.0104	***			0.0104	***
			(0.0028)				(0.0050)				(0.0028)	
Urbanization	0.0128	***	0.0136	***	0.0128	***	0.0136	***	0.0128	***	0.0136	***
	(0.0027)		(0.0025)		(0.0028)		(0.0026)		(0.0026)		(0.0025)	
lnMuseums	-0.1291	***	-0.1196	***	-0.1291	***	-0.1196	***	-0.1291	***	-0.1196	***
	(0.0373)		(0.0327)		(0.0362)		(0.0268)		(0.0360)		(0.0316)	
Unemployment	-0.1101	***			-0.1101	***			-0.1101	***		
	(0.0130)				(0.0152)				(0.0125)			
Unemployment_export_region			-0.1395	***			-0.1395	***			-0.1395	***
			(0.0150)				(0.0173)				(0.0145)	
Unemployment_nonexport_region			-0.1036	***			-0.1036	***			-0.1036	***
			(0.0130)				(0.0161)				(0.0126)	
Young_population	0.0693	***	0.0683	***	0.0693	***	0.0683	***	0.0693	***	0.0683	***
	(0.0099)		(0.0092)		(0.0123)		(0.0104)		(0.0096)		(0.0089)	
lnFirm	0.2570	***	0.2739	***	0.2570	***	0.2739	***	0.2570	***	0.2739	***
	(0.0967)		(0.0885)		(0.0830)		(0.0799)		(0.0933)		(0.0857)	
Pop_density	-0.0016		-0.0024	***	-0.0016		-0.0024	***	-0.0016		-0.0024	***
	(0.0010)		(0.0008)		(0.0010)		(0.0007)		(0.0010)		(0.0008)	
lnNewspaper	-0.0529		-0.0686	**	-0.0529		-0.0686	**	-0.0529		-0.0686	**
	(0.0352)		(0.0327)		(0.0341)		(0.0320)		(0.0339)		(0.0317)	
cons	-2.5200	***	-2.2326	***	-2.5200	***	-2.2326	***	-2.5200	***	-2.2326	***
	(0.5092)		(0.4567)		(0.5045)		(0.4625)		(0.4913)		(0.4420)	
Prob > F		0.000		0.0000		0.000		0.0000		0.0000		0.0000
R-squared		0.7930		0.8112		0.7930		0.7930		0.7930		0.7930

Примечание: *** - коэффициент значим на 1% уровне значимости, ** - на 5%, * - на 10%; в скобках указаны стандартные ошибки коэффициентов.

Последняя из возможных проблем – эндогенность – возникает в первую очередь из-за наличия пропущенных переменных, эффект от которых заложен в ошибке регрессии. В случае, если пропущенная переменная коррелирует с одной из тех, которые учтены в модели, возникает ситуация ненулевой ковариации между учтенной переменной и ошибкой (эндогенность). Поэтому для выявления эндогенных переменных необходимо понять, какие факторы не были учтены, и могут ли они быть коррелированы с одним из уже учтенных регрессоров.

Заметим, что переменная *Higher_education*, отражающая долю людей с высшим образованием в общей численности населения, связана с таким важным фактором для региона как развитость института образования. Однако количественно учесть его ввиду ограниченности официальной статистики не представляется возможным, что повышает вероятность для *Higher_education* оказаться эндогенным регрессором.

То же предубеждение возникает в отношении факторов социального поведения жителей региона – количества посещений музеев и проданных газет на душу населения – которые могут быть связаны с общей пропагандой просвещения в регионе.

Уровень урбанизации региона, выраженный долей городского населения, может быть связан с аллокацией промышленного производства в крупных региональных городах, а также скудостью сельскохозяйственных территорий, площадь и плодородность которых являются важными атрибутами существования сельских жителей, которые в явном виде не учитываются в построенной модели.

Объем экспорта региона зачастую зависит от таких характеристик как близость региона к границе с другими странами, развитость транспортной инфраструктуры для транзита товаров, общим качеством производимой продукции. Все эти факторы также с трудом поддаются количественной оценке и поэтому заложены в ошибке регрессии, вероятно делая регрессор *Export* эндогенным.

Для реализации метода инструментальных переменных, помогающим в борьбе с эндогенностью, в качестве инструментов возьмем лаги переменных более высокого порядка. Результаты тестов на проверку валидности и силы инструментов показывают, что выбранные инструменты являются сильными и валидными. Более того, оценивание регрессии двухшаговым методом наименьших квадратов (2SLS) избавляет ее от эндогенности. Таким образом, можно утверждать, что возможная эндогенность корректно учтена с помощью метода 2SLS.

Результаты

Сопоставление результатов до и после коррекции эндогенности приведено ниже.

Таблица 8 Оценка моделей до (метод 2SLS) и после (метод FGLS) коррекции эндогенности

lnGRP_pc	FGLS		2SLS	
lnFDI_pc	0.0296	**	0.0146	
lnExport	0.0763	***	0.1373	**
lnHigher_education	-0.1169	***	-0.1357	***
Investment_export_regions	0.0238	***	0.0250	***
Investment_nonexport_regions	0.0104	***	0.0101	***
Urbanization	0.0136	***	0.0144	***
lnMuseums	-0.1196	***	-0.1451	***
Unemployment_export_regions	-0.1395	***	-0.1352	***
Unemployment_nonexport_regions	-0.1036	***	-0.0758	***
Young_population	0.0683	***	0.0562	***
lnFirm	0.2739	***	0.2107	*
Pop_density	-0.0024	***	-0.0020	**
lnNewspaper	-0.0686	**	-0.0189	
cons	-2.2326	***	-2.9988	***
Prob > F	0.0000		0.0000	
R-squared	0.8112		0.8061	

Примечание: *** - коэффициент значим на 1% уровне значимости, ** - на 5%, * - на 10%

Сравнивая полученные результаты, можно сказать о том, что в целом направление влияния факторов сохранилось. После коррекции эндогенности отдельные регрессоры – *lnFDI_pc*, *lnNewspaper* – перестали быть значимы. При этом качество подгонки регрессии существенно не пострадало, а модель в целом по-прежнему значима. Содержательно меняется лишь количественная оценка коэффициентов модели, однако несущественно:

- Рост объемов экспорта на 1% вызывает рост ВРП на душу населения на 0,137%;
- Рост доли людей с высшим образованием на 1% вызывает сокращение ВРП на душу населения на 0,136%;
- Рост общих частных инвестиций в регионах с высоким уровнем экспорта на 1% от ВРП приводит к росту ВРП на душу населения на 2,50%, в то время как в регионах с относительно более низким уровнем экспорта всего на 1,01%;
- Рост доли городского населения на 1% от общей численности населения региона вызывает рост ВРП на душу населения на 1,44%;

- Увеличение количества посещений музеев на 1% приводит к снижению ВРП на душу населения на 0,15%;
- При увеличении уровня безработицы на 1% в экспортоориентированных регионах их ВРП на душу населения сокращается на 13,52%, в то время как в регионах с относительно более низкими объемами экспорта наблюдается падение ВРП на душу населения на 7,58%;
- Рост доли населения моложе трудоспособного возраста на 1% вызывает прирост ВРП на душу населения на 5,62%;
- Прирост числа фирм на душу населения на 1% приводит к приросту ВРП на душу населения на 0,21%;
- При увеличении плотности населения на 1 чел/кв.м. наблюдается сокращение ВРП на душу населения на 0,20%;
- Рост числа выпущенных газет на 1% стимулирует снижение ВРП на душу населения на 0,019%.

Заключение

В ходе проделанной работы в данных были выявлены и устранены с помощью альтернативных методов оценки проблемы гетероскедастичности (FGLS) и эндогенности (2SLS). При этом почти по всем показателям модели наблюдается стабильность оценок: лишь показатели ПЗИ на душу населения и количество проданных газет на душу населения перестают быть значимы в конечном варианте модели без эндогенности.

Стоит также отметить высокое качество подгонки регрессии – автору удалось объяснить более 80% разброса зависимой переменной.

В анализе были учтены все регионы РФ, за исключением г. Москвы, г. Санкт-Петербурга и Чеченской республики ввиду их значительного влияния на неоднородность выборки. В качестве перспективного направления дальнейших исследований по региональной тематике является оценивание приведенной авторами модели для других федеративных государств и сравнение результатов с Российскими данными.

Согласно результатам моделирования, не все гипотезы автора нашли подтверждение на реальных данных. Гипотеза о том, что доля людей с высшим образованием положительно сказывается на росте ВРП на душу населения (H1), оказалась неверной. Эмпирически был получен обратный результат: рост выпуска студентов бакалавриата, магистратуры и специалитета отрицательно влияет на ВРП. Объяснить данный феномен можно тем, что студенты, получившие высшее образование даже в региональном ВУЗе тяготеют к более

привлекательным карьерным возможностям в столице, из-за чего можно наблюдать отток человеческого капитала из регионов и, соответственно, сокращение ВРП на душу населения.

Вторая гипотеза о том, что внутренние инвестиции сильнее влияют на среднедушевой ВРП, чем зарубежные, подтверждается. Модель, оцененная FGLS, показывает, что при увеличении ПЗИ на душу населения на 1% ВРП на душу населения увеличивается на 0,03%, в то время как рост общих частных инвестиций в регионах с высоким уровнем экспорта на 1% от ВРП приводит к росту ВРП на душу населения на 2,38%, а в регионах с относительно более низким уровнем экспорта на 1,04%.

И последняя гипотеза о различной степени влияния безработицы на душевой ВРП по группам регионов также оказалась верна, что подтверждается почти двукратным различием величин факторов `Unemployment_export_regions` (безработица в экспортоориентированных регионах) и `Unemployment_nonexport_regions` (безработица в регионах с низким объемом экспорта).

Таким образом, в качестве рекомендаций по экономической политике можно указать на (1) необходимость особого мониторинга и борьбы с уровнем безработицы в регионах с высокими объемами экспорта, (2) целесообразность поддержки субъектов малого и среднего бизнеса ввиду высокой значимости числа фирм на душу населения для экономического развития региона, а также (3) важность разработки демографических мер по повышению рождаемости в стране в целом.

Литература

1. Lucas, Jr.R.E. On the mechanics of economic development / Jr.R.E. Lucas // *Journal of Monetary Economics*. – 1988. – №22(1). P. 3-42.
2. Perret, J. K. Knowledge as a driver of regional growth in the Russian Federation / J. K. Perret // Berlin: Springer. – 2014.
3. Muravyev, A. Human capital externalities. Evidence from the transition economy of Russia / A. Muravyev // *The Economics of Transition*. – 2008. – №16(3). P. 415-443.
4. Bush, V. Science the endless frontier / V. Bush // Washington, DC: The US Government Printing Office. – 1945.
5. Maclaurin, W. R. The sequence from invention to innovation and its relation to economic growth / W.R. Maclaurin // *Quarterly Journal of Economics*. – 1953. – №67. – P. 97-111.
6. Holcombe, R. G. Entrepreneurship and economic growth / R.G. Holcombe // *The Quarterly Journal of Austrian Economics*. – 1998. – №1(2). P. 45-62.

7. Brock, G. Regional growth in Russia during the 1990s: What role did FDI play? / G. Brock // *Post-Communist Economies*. – 2005. – №17(3). P. 319-329.
8. Giuliani, E., Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. Upgrading in global value chains: Lessons from Latin American clusters / E. Giuliani, C. Pietrobelli, R. Rabellotti // *World Development*. – 2005. – №33(4). P. 549-573.
9. Aschauer, D. Is government spending productive? / D. Aschauer // *Journal of Monetary Economics*. – 1989. – №23(2). P. 177-200.
10. Fölster, S., Henrekson, M. Growth and the public sector: A critique of the critics / S. Fölster, M. Henrekson // *European Journal of Political Economy*. – 1999. – №15(2). P. 337-358.
11. Fougère, M., Mérette, M. Population ageing and economic growth in seven OECD countries / M. Fougère, M. Mérette // *Economic Modelling*. – 1999. – №16(3). P. 411-427.
12. Ahrend, R. Understanding Russian regions' economic performance during periods of decline and growth: An extreme bound analysis approach / R. Ahrend // *Economic Systems*. – 2012. – №36. P. 426-443.
13. Putnam, R. Social capital: Measurement and consequences / R. Putnam // *Canadian Journal of Policy Research*. – 2001. – №2(1). P. 41– 51.
14. Ledyeva, S., Linden, M. Determinants of economic growth: Empirical evidence from the Russian regions / S. Ledyeva, M. Linden // *The European Journal of Comparative Economics*. – 2008. – №5(1). P. 87-105.

Приложение

Таблица 1 Матрица коэффициентов ранговой корреляции Спирмена

	GRP_pc	RD	Unempl~t	Urbaniz~n	Export	Import	Museum~c	Newspa~c	Firm_pc	Higher~n	Young_~n	FDI_pc	Invest~s	Pop_de~y	Distan~w
GRP_pc	1.0000 231														
RD	0.1107 231	1.0000 231													
	0.0932														
Unemployment	-0.3918 231	-0.2354 231	1.0000 231												
	0.0000	0.0003													
Urbanization	0.6345 231	0.3183 231	-0.3190 231	1.0000 231											
	0.0000	0.0000	0.0000												
Export	0.7263 231	0.1843 231	-0.3314 231	0.5312 231	1.0000 231										
	0.0000	0.0050	0.0000	0.0000											
Import	0.2932 231	0.2063 231	-0.2932 231	0.3011 231	0.4392 231	1.0000 231									
	0.0000	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000										
Museums_vi~c	0.1972 231	0.1184 231	-0.3061 231	0.3440 231	0.2226 231	0.1548 231	1.0000 231								
	0.0026	0.0726	0.0000	0.0000	0.0007	0.0186									
Newspapers~c	0.2493 231	0.3748 231	-0.3337 231	0.3550 231	0.3279 231	0.1787 231	0.4296 231	1.0000 231							
	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0065	0.0000								
Firm_pc	0.5230 231	0.3974 231	-0.2662 231	0.6626 231	0.4404 231	0.2510 231	0.2981 231	0.4994 231	1.0000 231						
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000							
Higher_edu~n	0.1045 231	0.4258 231	-0.2081 231	0.1494 231	0.4496 231	0.2715 231	-0.0582 231	0.3475 231	0.2222 231	1.0000 231					
	0.1133	0.0000	0.0015	0.0231	0.0000	0.0000	0.3784	0.0000	0.0007						

Продолжение Таблицы 1

	GRP_pc	RD	Unempl~t	Urbaniz~n	Export	Import	Museum~c	Newspa~c	Firm_pc	Higher~n	Young_~n	FDI_pc	Invest~s	Pop_de~y	Distan~w
Young_popu~n	0.0097	-0.4684	0.5672	-0.2138	-0.0749	-0.1746	-0.4272	-0.4206	-0.2643	-0.2140	1.0000				
	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231				
	0.8833	0.0000	0.0000	0.0011	0.2572	0.0078	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011					
FDI_pc	0.6655	0.1088	-0.2676	0.5229	0.6103	0.2853	0.3005	0.1879	0.4250	0.0375	-0.0746	1.0000			
	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231			
	0.0000	0.0991	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0042	0.0000	0.5708	0.2590				
Investments	0.1788	-0.1800	-0.0570	-0.1645	0.0097	-0.0008	-0.1022	-0.2644	-0.2809	-0.1726	0.1426	0.1293	1.0000		
	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231		
	0.0064	0.0061	0.3889	0.0123	0.8834	0.9907	0.1212	0.0000	0.0000	0.0086	0.0303	0.0497			
Pop_density	-0.3694	0.1997	-0.2190	-0.2432	-0.0637	0.1451	0.0451	0.1132	-0.1685	0.3861	-0.3647	-0.2431	-0.0729	1.0000	
	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	
	0.0000	0.0023	0.0008	0.0002	0.3354	0.0275	0.4952	0.0861	0.0103	0.0000	0.0000	0.0002	0.2696		
Distance_M~w	0.2001	-0.2472	0.4771	0.0179	0.0878	-0.1364	-0.4723	-0.3631	-0.0324	-0.1240	0.7161	0.0085	0.0800	-0.5632	1.0000
	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231
	0.0022	0.0001	0.0000	0.7865	0.1834	0.0382	0.0000	0.0000	0.6241	0.0599	0.0000	0.8972	0.2259	0.0000	