

# РЕГРЕССИОННЫЙ И КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № НК 14-08-00673\14

## REGRESSION AND CLUSTER ANALYSIS OF REGIONAL PRODUCTIONS

*E. Makarova*  
*E. Gabdullina*  
*E. Zakieva*

### Annotation

The analysis of productions in regions of the Russian Federation in general and in regions of the Volga Federal District separately is carried out by methods of the correlation, regression and cluster analysis. The regularities in data allowing to define the reasons of emergence of macrostructural reproduction disproportions are revealed.

**Keywords:** production, socio-economic indexes, correlation analysis, regression analysis, cluster analysis.

**Макарова Елена Анатольевна**

*Д.т.н., профессор,*

*Уфимский государственный авиационный  
технический университет*

**Габдуллина Эльвира Риятовна**

*К.т.н., доцент,*

*Уфимский государственный авиационный  
технический университет*

**Закиева Елена Шавкатовна**

*К.т.н., доцент,*

*Уфимский государственный авиационный  
технический университет*

### Аннотация

Проведен анализ производственных процессов в регионах Российской Федерации в целом и в регионах Приволжского федерального округа в отдельности методами корреляционного, регрессионного и кластерного анализа. Выявлены закономерности в данных, позволяющие определить причины возникновения макроструктурных воспроизводственных диспропорций.

### Ключевые слова:

Производственный процесс, социально-экономические показатели, корреляционный анализ, регрессионный анализ, кластерный анализ.

## ВВЕДЕНИЕ

По данным Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации [1], за последние десять лет наблюдается неуклонный рост макроэкономических показателей российской экономики. Однако детальный анализ состояния промышленности по регионам Российской Федерации (РФ) выявил проблемы, вызывающие макроструктурные диспропорции российской экономики и нарушение темпов воспроизводственных процессов [2,3].

На рис. 1 представлены графики изменения таких социально-экономических показателей, как валовой региональный продукт (ВРП), объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг по разным видам экономической деятельности ("Добыча полезных ископаемых", "Обрабатывающие производства", "Производство и распределение электроэнергии, газа и воды"), численность экономически активного населения, степень изношенности основных фондов.

Наряду с ростом показателей промышленного производства (2,3 и 4 диаграммы), свидетельствующих о развитии промышленности России, вызывает опасения некоторое уменьшение численности экономически активного населения (диаграмма 5) и увеличение степени изношенности основных фондов (диаграмма 6).

### 1. Интеллектуальный анализ производственных процессов в регионах РФ

Целью проведения исследования являлось изучение состояния промышленности регионов Российской Федерации, выявление неизвестных, скрытых закономерностей в данных и определение групп регионов со сходными признаками [4].

Для выполнения исследования использовались статистические данные по регионам России за 2012 г. Были выбраны следующие показатели (признаки):

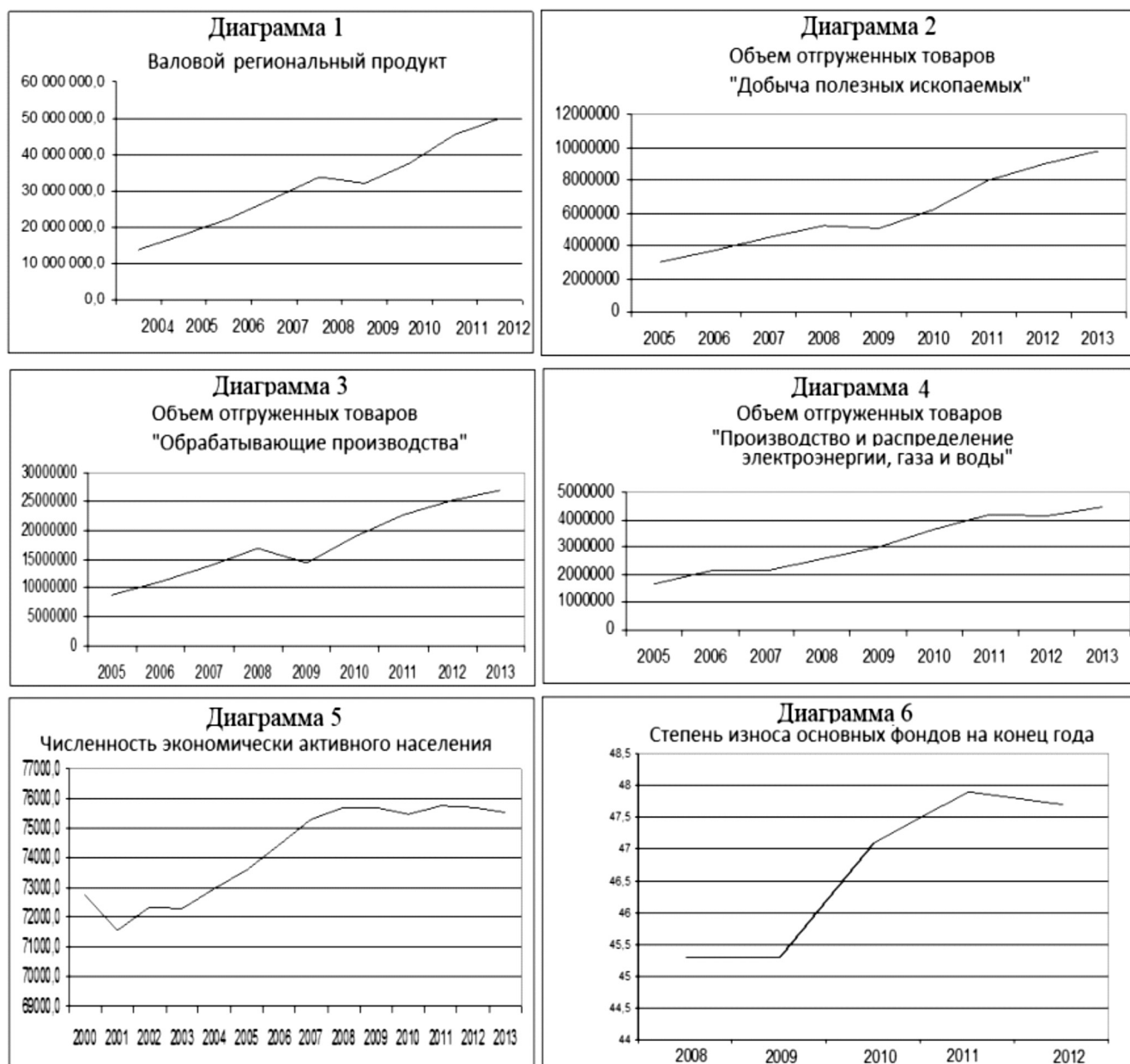


Рисунок 2. 1. Социально-экономические показатели состояния экономики РФ.

X1 – "Объем отгруженных товаров по видам экономической деятельности: "Обрабатывающие производства",  
 X2 – "Добыча полезных ископаемых",  
 X5 – "Производство и распределение электроэнергии, воды и газа";  
 X3 – "Потребление электроэнергии";  
 X4 – "Энергоемкость ВРП";  
 X6 – "Численность экономически активного населения";

X7 – "Степень изношенности основных фондов";  
 X8 – "Доля продукции высокотехнологических и наукоемких отраслей в ВРП";  
 X9 – "ВРП". Данные по регионам для каждого показателя были нормированы путем их деления на среднее значение показателя по РФ.

Для интеллектуального анализа данных применялся прикладной программный пакет "Statgraphics".

Таблица 1.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
X2	0,19	0	0,71	-0,13	0,48	0,19	0,17	-0,40	0,51
X4	-0,11	-0,13	0,06	0	-0,15	-0,14	0,02	0,07	-0,21
X7	0,02	0,17	0,17	0,029	0,08	0,03	0	0,15	0,02
X9	0,79	0,51	0,67	-0,21	0,95	0,85	0,02	-0,08	0

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № НК 14-08-00673\14.

1.1. Корреляционный анализ

Корреляционный анализ проводился с целью выбора показателей статистической связи между признаками и оценки их значений по выборке, а также определения структуры связи между компонентами исследуемого многомерного признака X. В результате проведения корреляционного анализа была выявлена статистическая независимость показателей X7 – "Степень изношенности основных фондов" и X4 – "Энергоемкость ВРП" от остальных показателей (табл. 1).

Результаты корреляционного анализа показали, что признак X8 – "Доля продукции высокотехнологических и наукоемких отраслей в ВРП" коррелирует только с признаком X2 – "Объем отгруженных товаров по виду экономической деятельности "Добыча полезных ископаемых". Выявленная зависимость подтверждается и статистическими данными, согласно которым в структуре налогов в консолидированный бюджет РФ [1], самые большие поступления в бюджет идут от налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ). Таким образом, при расходовании государственного бюджета с целью инвестирования инновационных проектов [5], поддержки наукоемких отраслей наибольшую важность имеет именно НДПИ.

По итогам корреляционного анализа было выявлено также, что хотя показатель X9 – "ВРП" и является интегральным показателем состояния экономики РФ и зависит от основных шести признаков: объем отгруженных товаров по видам экономической деятельности "Обрабатывающие производства" (X1), "Добыча полезных ископаемых" (X2), "Производство и распределение электроэнергии, воды и газа" (X5), "Потребление электроэнергии" (X3), "Энергоемкость ВРП" (X4), "Численность экономически активного населения" (X6), однако на ВРП не влияют признаки "Степень изношенности основных фондов" (X7) и "Доля продукции высокотехнологических и наукоемких отраслей" (X8), что говорит о незначительной доле наукоемких отраслей в структуре промышленности регионов.

1.2. Регрессионный анализ

Целью проведения регрессионного анализа являлось более детальное изучение структуры зависимости показателя Y – "ВРП" от остальных показателей. На основе результатов корреляционного анализа было выявлено два набора статистически независимых между собой показателей (базиса).

Уравнение регрессии по первому базису выявило закономерную зависимость ВРП от промышленного производства, а именно, от объема отгруженных товаров по видам экономической деятельности "Обрабатывающие производства" (X1) и "Добыча полезных ископаемых" (X2) (табл. 2).

Таблица 2.

Показатели	Коэффициенты в уравнении регрессии
X1	0,963
X2	0,2259
X4	-0,302
X7	-0,738
$Y = 0,963 * X1 + 0,2259 * X2 - 0,302 * X4 - 0,738 * X7$	

Отрицательная зависимость ВРП от энергоемкости (X4) объясняется высокими ценами на энергоносители, так как каждая неэффективно затраченная единица энергии уменьшает прибыль на свою стоимость. В отличие от корреляционного анализа в регрессионном анализе выявлена отрицательная зависимость между ВРП и степенью изношенности основных фондов (X7). В этом случае эта взаимосвязь отражает процесс амортизации в виде переноса стоимости основных средств по мере их износа на стоимость производимой продукции.

Уравнение регрессии на основе второго базиса показало, что на объем ВРП сильное влияние оказывает энергопотребление (X3) и доля продукции наукоемких отраслей (X8). Сильная зависимость ВРП от инноваций (продукции высокотехнологичной промышленности) под-

тверждается необходимостью модернизации промышленности в виде сильной отрицательной зависимостью между степенью изношенности основных фондов ( $X_7$ ) и ВРП (табл.3).

Таблица 3.

Показатели	Коэффициенты в уравнении регрессии
$X_3$	1,14
$X_4$	-0,9
$X_7$	-1,34
$X_8$	0,398
$Y = 1,14 * X_3 - 0,9 * X_4 - 1,34 * X_7 + 0,398 * X_8$	

Результаты регрессионного анализа показали также сильное отрицательное влияние показателя "Энергоемкость ВРП" ( $X_4$ ), вызванное известной проблемой российской промышленности – ее высокой энергоемкостью.

### 1.3. Кластерный анализ

На следующем этапе интеллектуального анализа был выполнен кластерный анализ производственных процессов регионов РФ с учетом полученных базисов. Исходное множество объектов (регионов) разделилось на пять кластеров. Координаты центроидов кластеров приведены в табл. 4.

В первый кластер вошли регионы, у которых объем отгруженных товаров по виду экономической деятельности "Добыча полезных ископаемых" имеет значение, в несколько раз превышающее среднее по России, а степень изношенности основных фондов имеет наибольшее значение среди всех. Одним из таких регионов является Ханты-Мансийский АО, в котором добывается 51% всей российской нефти.

Во второй кластер попали регионы с высоким значением объема отгруженных товаров по виду экономической деятельности "Обрабатывающие производства". Среди них такие регионы, как Самарская и Свердловская

области, Республики Башкортостан и Татарстан.

Третий кластер составили регионы, в промышленности которых важную роль играют энергоемкие отрасли: цветная металлургия и производство алюминия. Например, в этот кластер вошли республики Хакасия и Бурятия.

Четвертый кластер получился наиболее "густонаселенным" (44% объектов выборки). Сюда вошли регионы со средним уровнем показателей состояния промышленности и с большими значениями степени изношенности основных фондов и энергоемкости.

Пятый кластер составили регионы со средними значениями всех показателей. Так как данные были нормированы средним значением по РФ, и три из пяти кластеров имеют координаты центроидов со значениями степени изношенности основных фондов выше единицы, можно сделать вывод о достаточно высокой степени изношенности основных фондов по всей стране.

## 2. Интеллектуальный анализ производственных процессов в регионах Приволжского федерального округа

Проведенный анализ производственных процессов в регионах РФ дал достаточно общие результаты по причине высокой степени дифференциации регионов, начиная от различий в географическом положении и климате до различий в видах добываемых полезных ископаемых. Так, по результатам проведенного исследования, республика Башкортостан вошла во второй кластер, основной характеристикой которого является высокая доля обрабатывающего производства в структуре промышленности региона.

Для более точной оценки производственных процессов в республике Башкортостан был проведен анализ показателей регионов Приволжского федерального округа (ПФО), близких по географическому положению.

Результаты корреляционного анализа показали, что ВРП регионов ПФО зависит от пяти показателей (табл. 5).

Таблица 4.

№ кластера	$X_4$	$X_4$	$X_4$	$X_4$	% доля от общего кол-ва объектов
1	0,346	17,548	0,49	1,25	1,19
2	3,76	1,063	0,808	1,031	13,1
3	0,892	0,503	2,215	0,935	11,9
4	0,452	0,264	0,8864	1,103	44,05
5	0,576	0,676	0,717	0,844	29,76

Таблица 5.

	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>X3</i>	<i>X4</i>	<i>X5</i>	<i>X6</i>	<i>X7</i>	<i>X8</i>	<i>X9</i>
ВРП	0,95	0,75	0,96	0,18	0,92	0,96	0,16	-0,21	0

Таблица 6.

Показатели	Коэффициенты в уравнении регрессии
<i>X1</i>	0,417
<i>X2</i>	0,292
<i>X4</i>	-0,1445
<i>X7</i>	-0,248
$Y = 0,417 * X1 + 0,292 * X2 - 0,1445 * X4 - 0,248 * X7$	

Таблица 7.

Показатели	Коэффициенты в уравнении регрессии
<i>X3</i>	0,417
<i>X4</i>	0,292
<i>X7</i>	-0,1445
<i>X8</i>	-0,248
$Y = 0,9577 * X3 - 0,69 * X4 - 0,2344 * X7 - 0,492 * X8$	

Таблица 8.

№ кластера	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>X4</i>	<i>X7</i>	% доля от общего кол-ва объектов
1	2,788	0,682	1,03	1,067	21,43
2	0,4606	0,165	0,892	1,146	42,86
3	3,227	2,421	0,752	1,16	7,14
4	0,469	0,0319	0,82	0,99	14,29
5	1,575	1,756	1,392	1,247	14,29

В отличие от результатов корреляционного анализа для "полной" выборки (для всех регионов России), на "малой" выборке (для регионов ПФО) ВРП в меньшей степени зависит от энергоёмкости (*X4*). В остальном, результаты хорошо согласуются с кластерным анализом для "полной" выборки с участием всех регионов страны, по итогам которого республика Башкортостан оказалась в кластере с высокой долей обрабатывающей промышленности.

Результаты регрессионного анализа по первому базису (табл. 6) показали, что значения коэффициентов уравнения регрессии для значений базисных показателей регионов ПФО меньше аналогичных коэффициентов в уравнении регрессии для "полной" выборки.

ВРП на "малой" выборке меньше зависит от энергоёмкости (*X4*) и степени изношенности основных фондов (*X7*).

По результатам регрессионного анализа на основе второго базиса (табл. 7) можно сделать вывод о том, что ВРП для регионов Приволжья меньше зависит от потребления энергии (*X3*), энергоёмкости (*X4*), степени изно-

шенности (*X7*). Следует отметить отрицательную связь показателя доли продукции наукоемких отраслей (*X8*) со значениями объема ВРП. Эта зависимость свидетельствует о слабом развитии высокотехнологичных производств в исследуемом федеральном округе.

Результаты кластерного анализа состояния регионов Приволжского федерального округа (табл. 8) несколько отличаются от результатов кластерного анализа для "полной" выборки, в котором характер кластеров проявлялся в большей степени каким-то одним признаком.

В первый кластер вошли регионы со значительными уровнями объема отгруженных товаров в обрабатывающем производстве (*X1*), энергоёмкости (*X4*) и высокой степени изношенности основных фондов (*X7*). Это такие регионы, как Республика Башкортостан, Нижегородская область, Самарская область.

Во второй, самый густонаселенный кластер вошли регионы с небольшими значениями объемов отгруженных товаров в обрабатывающем производстве (*X1*) и добыче полезных ископаемых (*X2*), но так же, как и в пер-

вом кластере, существенным значением степени изношенности основных фондов (X7). К данному кластеру относятся республики Марий Эл, Мордовия, Удмуртия, Кировская область, Пензенская область, Саратовская область.

Третий кластер составил единственный регион – Республика Татарстан, у которого высокие показатели объема отгруженных товаров как в добывающей (X2), так и в обрабатывающей (X1) отраслях.

В четвертый кластер вошли регионы, в которых самая низкая по сравнению с другими добыча полезных ископаемых. Сюда относятся республика Чувашия, Ульяновская область.

Пятый кластер образовали регионы с достаточно большими значениями объемов отгруженных товаров в добывающей и обрабатывающей отраслях (X1 и X2), наибольшими значениями энергоемкости (X4) и степенью изношенности основных фондов (X7). Это такие регионы, как Пермский край, Оренбургская область.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что объем ВРП в большинстве регионов зависит в основном от добывающей отрасли и в меньшей степени – от обрабатывающей. Выделились регионы с повышенной энергоемкостью и энергопотреблением. Вызывает тревогу высокая степень изношенности основных фондов, которая является характерной чертой состояния промышленности регионов почти во всех кластерах.

Выявленные закономерности позволили определить в качестве основных причин снижения темпов воспроизводственного процесса российской экономики и нарушения воспроизводственных макроструктурных пропорций такие причины, как высокая степень износа основных фондов, высокая энергоемкость производственных процессов, снижение доли высокотехнологических и наукоемких отраслей, что приводит к снижению жизнеспособности и устойчивости промышленности, реального сектора и всей российской экономики в целом по отношению к угрозам внешнеэкономической безопасности России.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Информационно-аналитические материалы Федеральной службы государственной статистики, 2014. – <http://www.gks.ru>
2. Рейтинги инвестиционной привлекательности российских регионов: 1995–2013 годы // "Эксперт РА". Электронный ресурс. <http://www.raexpert.ru>
3. Фетисов Г.Г., Орешин В.П. Региональная экономика и управление: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 416 с.
4. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных: учебное пособие / А.П.Кулаичев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 312 с.
5. Курнышев В.В. Закономерности размещения производительных сил в прогнозировании развития регионов России // Региональная экономика: теория и практика. 2008. – № 2 (59). – С.2–6.

© Е.А. Макарова, Э.Р. Габдуллина, Е.Ш. Закиева, ( [makarova-ea@mail.ru](mailto:makarova-ea@mail.ru) ), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».



Уфимский государственный авиационный технический университет