

Калинина Мария Анатольевна

канд. физ.-мат. наук, доцент

Поладова Валентина Викторовна

канд. пед. наук, доцент

АНО ВО «Российский новый университет»

г. Москва

СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ МЕТОДОМ РЕГРЕССИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ

***Аннотация:** с помощью регрессионного анализа в работе проведено сравнение двух основных видов экономической деятельности: добыча полезных ископаемых и обрабатывающие производства. Исследована зависимость от основных экономических характеристик: текущего состояния информационных и коммуникационных технологий, заработной платы работников отраслей, износа основных фондов в Российской Федерации, затрат организаций на инновационную деятельность, индекса производительности труда, внутренних затрат организаций на научные исследования и разработки, размеров инвестиций в основной капитал Российской Федерации.*

***Ключевые слова:** индикаторы инновационной экономики, основные отрасли экономики, добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, факторный признак, результативный признак, регрессионный анализ, статистический анализ, множественная линейная регрессия.*

Введение

Работа основана на результатах статистических наблюдений за двумя видами экономической деятельности: добыча полезных ископаемых и обрабатывающие производства [5]. Целью исследования явилось отыскание минимального количества индикаторов инновационной экономики для каждого из упомянутых выше отраслей и сравнение их за период времени длиной 5 лет.

Для статистического исследования были взяты основные факторные признаки: уровень использования информационных и коммуникационных

технологий в организациях по видам экономической деятельности; среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций по видам экономической деятельности; степень износа основных фондов в Российской Федерации на конец года по видам экономической деятельности по полному кругу организаций; затраты организаций на инновационную деятельность; индекс производительности труда по видам экономической деятельности организаций; внутренние затраты на научные исследования и разработки по видам экономической деятельности организаций; инвестиции в основной капитал Российской Федерации по видам экономической деятельности. В качестве результативного признака в работе рассмотрена инновационная активность организаций – удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций, по видам экономической деятельности.

При наблюдении экономических характеристик выбраны две шкалы: доле-вая шкала (процентная) и денежная шкала. Для факторных признаков применяются обе шкалы, а для результативного признака – только доле-вая шкала.

Ниже приведены результаты статистического наблюдения факторных и ре-зультативного признаков [1].

Таблица 1

Использование информационных и коммуникационных технологий в организациях по видам экономической деятельности (в процентах от общего числа обследованных организаций соответствующего вида деятельности) в 2016–2020 гг.

Вид экономиче-ской деятельно-сти	Персональные компьютеры / серверы					Организации, имевшие веб-сайт				
	Годы									
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Добыча полез-ных ископаемых	93,9 / 71,9	90,7 / 69,1	88,5 / 65,1	87,3 / 64,8	73,0 / 51,0	41,0	39,7	37,4	40,4	32,0
Обрабатываю-щие производ-ства	97,0 / 71,3	95,5 / 74,5	94,1 / 72,2	94,1 / 73,7	82,6 / 62,9	62,3	63,8	61,6	63,2	52,5

Таблица 2

Использование локальных и глобальных информационных сетей
в организациях по видам экономической деятельности (в процентах от общего
числа обследованных организаций соответствующего вида деятельности)

в 2016–2020 гг.

Вид экономической деятельности	Локальные вычислительные сети					Глобальные информационные сети / из них сеть Интернет				
	Годы									
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	78,6	73,3	69,5	69,2	56,3	92,7 / 92,4	89,0 / 88,1	86,5 / 86,0	85,8 / 85,3	68,6 / 68,6
Обрабатывающие производства	75,5	76,2	72,8	74,2	64,3	96,0 / 95,6	94,5 / 94,2	93,1 / 92,8	93,4 / 93,2	79,9 / 79,9

Таблица 3

Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников
по полному кругу организаций по видам экономической деятельности
(в рублях) в 2016–2020 гг.

Вид экономической деятельности	Годы				
	2016	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	69936	74474,1	83178	89343,7	95359
Обрабатывающие производства	34592	38501,5	40722	43855	46510

Таблица 4

Степень износа основных фондов в Российской Федерации на конец года
по видам экономической деятельности по полному кругу организаций
(в процентах) в 2016–2020 гг.

Вид экономической деятельности	Годы				
	2016	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	57,5	57,7	55,6	55,9	58,4
Обрабатывающие производства	50,0	49,6	50,6	51,5	51,8

Таблица 5

Затраты организаций на инновационную деятельность в действующих ценах
(в миллионах рублей) в 2016–2020 гг.

Вид экономической деятельности	Годы				
	2016	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	136701,0	184811,2	156701,6	154656,0	121784,8
Обрабатывающие производства	574154,1	610218,1	665044,6	760211,3	960723,3

Таблица 6

Индекс производительности труда по видам экономической деятельности
организаций (в процентах к предыдущему году) в 2016–2020 гг.

Вид экономической деятельности	Годы				
	2016	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	101,4	100,8	100,3	101,3	92,4
Обрабатывающие производства	100,4	103,9	103,9	103,1	103,8

Таблица 7

Внутренние затраты на научные исследования и разработки по видам
экономической деятельности организаций (в миллионах рублей)
в 2016–2020 гг.

Вид экономической деятельности	Годы				
	2016	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	48,8	1071,6	1142,7	1216,4	36,5
Обрабатывающие производства	101296,6	98333,3	93123,8	117349,6	108928,5

Таблица 8

Инвестиции в основной капитал Российской Федерации по видам
экономической деятельности в фактически действовавших ценах
(в миллиардах рублей) в 2016–2020 гг.

Вид экономической деятельности	Годы				
	2016	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	2710,4	3023,2	3225,8	3282,0	3300,7
Обрабатывающие производства	2103,3	2296,5	2513,2	2798,3	2944,5

Таблица 9

Уровень инновационной активности организаций (в процентах) в 2016–2020 гг.

Вид экономической деятельности	Годы				
	2016	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	7,4	8,9	7,9	6,8	6,8
Обрабатывающие производства	13,3	26,2	23,2	20,5	21,3

В приведённых выше таблицах отражены наблюдения за основными характеристиками экономической деятельности за 5 лет, поэтому регрессионная модель инновации для экономической деятельности строится за пять годовых интервалов. Необходимо также отметить, что данные об использовании информационных и коммуникационных технологий в организациях по видам экономической деятельности состоят из двух таблиц (шести разделов). В связи с этим в работе использованы средневзвешенные значения: разделам таблиц 1 и 2 присвоены веса, приведенные в таблице 10.

Таблица 10

Коэффициенты, присвоенные разделам таблиц 1 и 2

Персональные компьютеры	Серверы	Локальные вычислительные сети	Глобальные информационные сети	Из них сеть Интернет	Организации, имевшие веб-сайт
20	5	5	20	20	30

При построении регрессионной модели индикаторов инновационной экономики использована общая формула многофакторной модели инновационной активности в экономике [3]:

$$Y = A_0 + A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + A_3 \cdot X_3 + A_4 \cdot X_4 + A_5 \cdot X_5 + A_6 \cdot X_6 + A_7 \cdot X_7,$$

где $A_0, A_1, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7$ – неизвестные коэффициенты; X_1 – текущий уровень использования информационных технологий (в процентах от общего числа обследованных организаций соответствующего вида деятельности); X_2 – затраты на технологические инновации организаций в действующих ценах (в миллионах рублей); X_3 – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников (в рублях); X_4 – степень износа основных фондов в Российской Федерации на конец года по видам экономической деятельности по полному кругу организаций (в процентах); X_5 – индекс производительности труда по видам

экономической деятельности организаций (в процентах к предыдущему году); X_6 – внутренние затраты на научные исследования и разработки по видам экономической деятельности организаций (в миллионах рублей); X_7 – инвестиции в основной капитал Российской Федерации по видам экономической деятельности в фактически действовавших ценах (в миллиардах рублей); Y – уровень инновационной активности организаций (в процентах).

В работе проведён регрессионный анализ индикаторов для двух видов экономической деятельности: добыча полезных ископаемых и обрабатывающие производства.

Для отрасли «Добыча полезных ископаемых» на основе данных, взятых из приведенных выше таблиц 1–10, получены результаты:

$$Y = (7,4 \ 8,9 \ 7,9 \ 6,8 \ 6,8)^T,$$

$$X_1 = (75,6 \ 72,6 \ 70,2 \ 70,5 \ 57,0)^T,$$

$$X_2 = (136701,0 \ 184811,2 \ 156701,6 \ 154656,0 \ 121784,8)^T,$$

$$X_3 = (69936,0 \ 74474,1 \ 83178,0 \ 89343,7 \ 95359,0)^T,$$

$$X_4 = (57,5 \ 57,7 \ 55,6 \ 55,9 \ 58,4)^T,$$

$$X_5 = (101,4 \ 100,8 \ 100,3 \ 101,3 \ 92,4)^T,$$

$$X_6 = (48,8 \ 1071,6 \ 1142,7 \ 1216,4 \ 36,5)^T,$$

$$X_7 = (2710,4 \ 3023,2 \ 3225,8 \ 3282,0 \ 3300,7)^T.$$

Решение поставленной задачи с помощью метода наименьших квадратов даёт результат:

$$A_0 = 30; A_1 = -0,6875; A_2 = 0,0000496; A_3 = -0,0003052; A_4 = -0,4375; A_5 = 0,78125;$$

$$A_6 = -0,0019531; A_7 = 0,0041504.$$

Так же, как и в исследовании, проведённом в [2] для всей экономики в целом, основная матрица системы линейных алгебраических уравнений состоит из 5 строк и 8 столбцов, что означает наличие 3 свободных переменных при решении этой системы. В результате последовательного перебора 35 возможных вариантов (число сочетаний из 7 факторных признаков по 3: $C_7^3 = 7! / (3! \cdot 4!) = 7 \cdot 5 = 35$) получено 13 вариантов тесной связи (коэффициент детерминации $R^2 > 0,9$):

1. X_1, X_2, X_3 ($R^2 = 0,95656176$);

2. X_1, X_2, X_5 ($R^2=0,93122612$);
3. X_1, X_3, X_5 ($R^2=0,99990623$);
4. X_1, X_3, X_6 ($R^2=0,99987225$);
5. X_1, X_3, X_7 ($R^2=0,98139789$);
6. X_1, X_5, X_6 ($R^2=0,99984116$);
7. X_1, X_6, X_7 ($R^2=0,94755519$);
8. X_2, X_3, X_5 ($R^2=0,94921078$);
9. X_3, X_4, X_7 ($R^2=0,98544318$);
10. X_3, X_5, X_6 ($R^2=0,99986579$);
11. X_3, X_5, X_7 ($R^2=0,9783588$);
12. X_3, X_6, X_7 ($R^2=0,93051438$);
13. X_5, X_6, X_7 ($R^2=0,97767469$).

Оптимальное уравнение регрессии (коэффициент детерминации $R^2=0,99990623$, см. таблицу 11) со значимыми коэффициентами регрессии имеет вид:

$$Y^* = -53,043302 - 1,5252191 \cdot X_1 - 0,0004236 \cdot X_3 + 2,025794 \cdot X_5. \quad (1)$$

Изображение зависимости Y^* , определяемой уравнением (1) и наблюдения Y , представлено на рис.1. Кривые Y^* и Y практически совпадают, что подтверждает адекватность построенной регрессионной модели индикаторов.

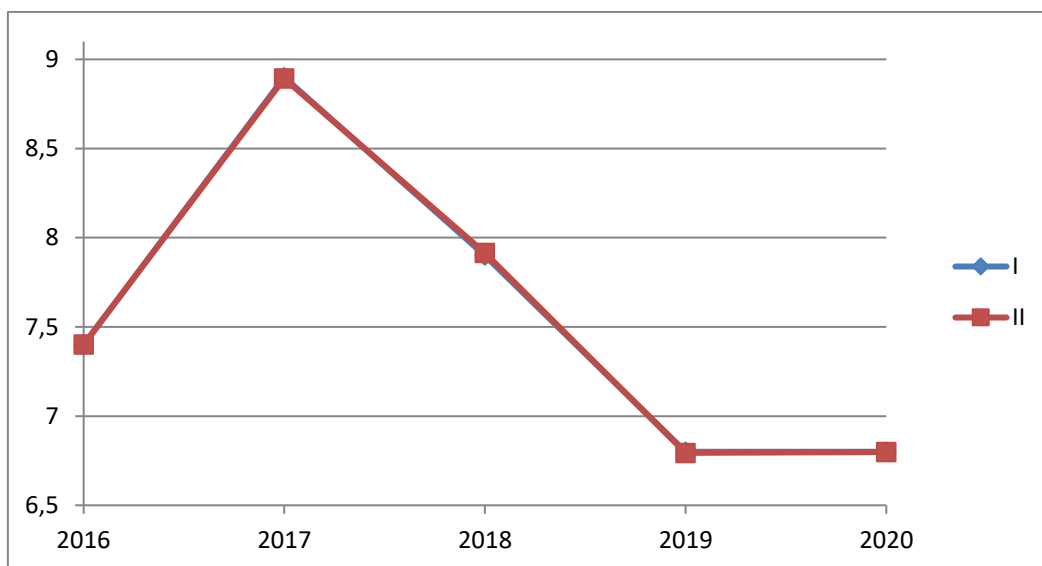


Рис. 1. Изображение зависимости Y^* (кривая II), определяемой уравнением (1) и наблюдения Y (кривая I).

Результаты, полученные с помощью надстройки «Анализ данных»
программы MS Excel

Регрессионная статистика					
Множественный R		0,99995312			
R -квадрат		0,99990623			
Нормированный R -квадрат		0,99962493			
Стандартная ошибка		0,01702735			
Наблюдения		5			
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	3	3,09171	1,03057	3554,542	0,012329
Остаток	1	0,00029	0,00029		
Итого	4	3,092			
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t -статистика	P -Значение	
Y -пересечение	-53,043302	0,921758899	-57,54574445	0,011061734	
X_1	-1,5252191	0,019255689	-79,20875393	0,008036813	
X_3	-0,0004236	0,000004768	-88,84921956	0,007164868	
X_5	2,025794	0,025911468	78,18136774	0,008142414	

Таким образом, основными индикаторами инновационной составляющей для вида деятельности «Добыча полезных ископаемых» являются:

X_1 – текущий уровень использования информационных технологий;

X_3 – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников;

X_5 – индекс производительности труда по видам экономической деятельности организаций.

Для отрасли «Обрабатывающие производства» на основе данных, взятых из приведенных выше таблиц 1–10, получены результаты:

$$Y = (13,3 \ 26,2 \ 23,2 \ 20,5 \ 21,3)^T,$$

$$X_1 = (83,8 \ 83,5 \ 81,7 \ 82,5 \ 70,6)^T,$$

$$X_2 = (574154,1 \ 610218,1 \ 665044,60 \ 760211,30 \ 960723,30)^T,$$

$$X_3 = (34592,0 \ 38501,5 \ 40722,0 \ 43855,0 \ 46510,0)^T,$$

$$X_4 = (50,0 \ 49,6 \ 50,6 \ 51,5 \ 51,8)^T,$$

$$X_5 = (100,4 \ 103,9 \ 103,9 \ 103,1 \ 103,8)^T,$$

$$X_6 = (101296,6 \ 98333,3 \ 93123,8 \ 117349,6 \ 108928,5)^T,$$

$$X_7 = (2103,3 \ 2296,5 \ 2513,2 \ 2798,3 \ 2944,5)^T.$$

Решение поставленной задачи с помощью метода наименьших квадратов даёт следующий результат:

$$A_0 = -416; A_1 = 3,75; A_2 = 0,0001373; A_3 = 0,0078125; A_4 = -0,5; A_5 = -1,0625;$$

$$A_6 = -0,0006104; A_7 = -0,125.$$

Аналогично в результате последовательного перебора 35 возможных вариантов получено 24 варианта тесной связи (коэффициент детерминации $R^2 > 0,9$):

1. X_1, X_2, X_5 ($R^2 = 0,96744368$);
2. X_1, X_3, X_4 ($R^2 = 0,97664643$);
3. X_1, X_3, X_5 ($R^2 = 0,97499791$);
4. X_1, X_3, X_7 ($R^2 = 0,9925939$);
5. X_1, X_4, X_5 ($R^2 = 0,98686064$);
6. X_1, X_4, X_7 ($R^2 = 0,96751575$);
7. X_1, X_5, X_6 ($R^2 = 0,95210516$);
8. X_1, X_5, X_7 ($R^2 = 0,97816548$);
9. X_2, X_3, X_4 ($R^2 = 0,99122615$);
10. X_2, X_3, X_5 ($R^2 = 0,97296827$);
11. X_3, X_5, X_7 ($R^2 = 0,99968108$);
12. X_2, X_4, X_5 ($R^2 = 0,98415304$);
13. X_2, X_4, X_7 ($R^2 = 0,97691918$);
14. X_2, X_5, X_6 ($R^2 = 0,96854983$);
15. X_2, X_5, X_7 ($R^2 = 0,97514807$);
16. X_3, X_4, X_5 ($R^2 = 0,98910792$);
17. X_3, X_4, X_6 ($R^2 = 0,94485992$);
18. X_3, X_4, X_7 ($R^2 = 0,96110725$);
19. X_3, X_5, X_6 ($R^2 = 0,99489052$);

- 20. X3, X5, X7 ($R^2=0,97446395$);
- 21. X4, X5, X6 ($R^2=0,99997312$);
- 22. X4, X5, X7 ($R^2=0,99474718$);
- 23. X4, X6, X7 ($R^2=0,97527267$);
- 24. X5, X6, X7 ($R^2=0,99902114$).

Оптимальное уравнение регрессии (коэффициент детерминации $R^2=0,99997312$, см. таблицу 12) со значимыми коэффициентами регрессии имеет вид:

$$Y^* = -219,6197331 - 2,5295694 \cdot X_4 + 3,4813911 \cdot X_5 + 0,0000975 \cdot X_6. \quad (2)$$

Изображение зависимости Y^* , определяемой уравнением (2) и наблюдения Y , представлено на рис.2. Кривые Y^* и Y практически совпадают, что подтверждает адекватность построенной регрессионной модели индикаторов.

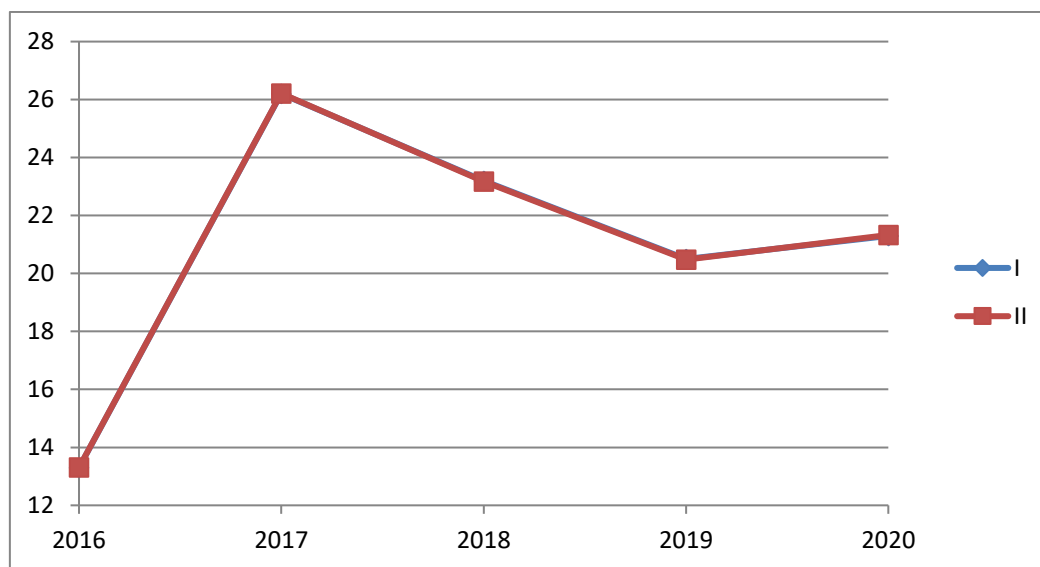


Рис. 2. Изображение зависимости Y^* (кривая II), определяемой уравнением (2) и наблюдения Y (кривая I).

Таблица 12

Результаты, полученные с помощью надстройки «Анализ данных» программы MS Excel

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,99998656
R-квадрат	0,99997312
Нормированный R-квадрат	0,99989247
Стандартная ошибка	0,04958554

Наблюдения		5			
Дисперсионный анализ					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значимость <i>F</i>
Регрессия	3	91,45754	30,48585	12399,0433	0,006602
Остаток	1	0,00246	0,00246		
Итого	4	91,46			
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	<i>t</i> -статистика	<i>P</i> -Значение	
<i>Y</i> -пересечение	-219,6197331	1,96216469	-111,927268	0,005687647	
X_4	-2,5295694	0,042092551	-60,09541725	0,010592505	
X_5	3,4813911	0,01870975	186,0736367	0,0034213	
X_6	0,0000975	0,0000039971	24,38046783	0,026097248	

Таким образом, основными индикаторами инновационной составляющей для отрасли «Обрабатывающие производства» являются:

X_4 – степень износа основных фондов в Российской Федерации на конец года по видам экономической деятельности по полному кругу организаций;

X_5 – индекс производительности труда по видам экономической деятельности организаций;

X_6 – внутренние затраты на научные исследования и разработки по видам экономической деятельности организаций.

Заключение

В работе проведено статистическое исследование зависимости индикаторов инноваций от современного состояния основных экономических характеристик (факторных признаков): текущего состояния информационных и коммуникационных технологий, заработной платы работников отраслей, износа основных фондов, затрат организаций на инновационную деятельность, индекса производительности труда, внутренних затрат организаций на научные исследования и разработки, размеров инвестиций в основной капитал Российской Федерации. В качестве результативного признака рассмотрен удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций, по видам

экономической деятельности. Результатом исследования явилось построение оптимального уравнения регрессии в двух случаях: для отрасли «Добыча полезных ископаемых» и отрасли «Обрабатывающие производства», – которое дало основные индикаторы инновационной экономики. Такими индикаторами для вида экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» явились: текущий уровень использования информационных технологий, среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников, индекс производительности труда по видам экономической деятельности организаций. Для отрасли «Обрабатывающие производства» основными индикаторами инновационной составляющей оказались: степень износа основных фондов в Российской Федерации, индекс производительности труда по видам экономической деятельности организаций, внутренние затраты на научные исследования и разработки по видам экономической деятельности организаций. Таким образом, общим для рассмотренных выше отраслей является индекс производительности труда по видам экономической деятельности организаций.

Список литературы

1. Индикаторы инновационной деятельности: 2021: статистический сборник / Л.М. Гохберг, Г.А. Грачева, К.А. Дитковский [и др.]; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2021. – 280 с. – ISBN 978-5-7598-2375-9 (в обл.).
2. Калинина М.А. Регрессионный анализ индикаторов инновационной экономики / М.А. Калинина // Научно-практический журнал «Заметки ученого». – 2022. – №2. – С. 212–220.
3. Меняйлова М.А. Инновационное развитие организаций: факторы, модели эффективности, отраслевой аспект / М.А. Меняйлова, Н.А. Рыхтикова // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2016. – Т. 90, выпуск 8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru/>
4. Просветов Г.И. Статистика: задачи и решения: учебно-практическое пособие / Г.И. Просветов. – М.: Альфа-Пресс, 2008. – 496 с.
5. Федеральная служба государственной статистики (rosstat.gov.ru).