Леонова Л.Б.**Leonova L.B.**

кандидат технических наук, доцент,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

УДК 303.724.32

DOI: 10.17122/2541-8904-2020-3-33-57-42

КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА В СФЕРЕ ЖКХ НА ЭКОНОМИКУ РЕГИОНА

В настоящее время, когда в стране с 2010 года успешно реализуется кластерная политика, которая способствует повышению конкурентоспособности, как регионов, так и отдельных отраслей, воздействие отраслевых кластеров на главный экономический показатель является крайне актуальным и важным вопросом. Безусловно, в основном, когда мы говорим о кластеризации, речь идет, прежде всего, о промышленных сетевых структурах. Однако, учитывая необходимость социальных преобразований в стране и повышения качества жизни населения, необходимо знать, как развитие социально-экономического кластера в сфере ЖКХ скажется на уровне экономического развития региона, страны в целом.

В статье рассматривается возможность использования корреляционно-регрессионного анализа для прогнозирования валового регионального продукта (ВРП) в зависимости от факторов, на которые оказывает существенное влияние сфера жилищно-коммунального хозяйства. К таким факторам, по нашему мнению, можно отнести «Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам деятельности», «Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство», «Инвестиции в основной капитал», «Конечное потребление» и др. Расчеты были проведены для Свердловской области. Для прогнозирования показателя ВРП авторы использовали двухфакторные модели. Полученные математические модели подтверждают существенное воздействия всех рассматриваемых факторов на результативный показатель. В результате проведенных расчетов можно отметить, что валовой региональный продукт увеличивается в среднем на 102 млн руб. без учета показателя объема собственного производства только за счет объема строительно-монтажных работ. Валовой региональный продукт уменьшается в среднем на 94 560 млн руб. без учета показателя инвестиций в основной капитал за счет показателя «конечное потребление Свердловской области» и увеличивается на 5,56 млн руб. за счет инвестиций в основной капитал Свердловской области.

Таким образом, наиболее значимым фактором, влияющим на ВРП региона, является фактор «Конечное потребление в Свердловской области», а это значит, что предложенные математические модели смогут адекватно оценить воздействие на ВРП региона деятельности социально-экономического кластера в сфере ЖКХ, поскольку расходы населения на ЖКУ Свердловской области составляют порядка 28-35 % от всех потребляемых услуг и влияют на конечное потребление населения региона, особенно в условиях постоянно растущих тарифов в данной сфере.

Ключевые слова: социально-экономический кластер, кластерная политика, сфера жилищно-коммунального хозяйства, валовой региональный продукт, корреляционно-регрессионный анализ.

CORRELATION-REGRESSION ANALYSIS AS A TOOL FOR PREDICTING THE IMPACT OF THE FUNCTIONING OF THE SOCIO-ECONOMIC CLUSTER IN THE HOUSING SECTOR ON THE REGIONAL ECONOMY

At present, when the country has successfully implemented a cluster policy since 2010, which contributes to increasing the competitiveness of both regions and individual industries, the impact of industry clusters on the main economic indicator is an extremely relevant and important issue. Of course, basically, when we talk about clustering, we are talking primarily about industrial network structures. However, given the need for social transformations in the country and improving the quality of life of the population, it is necessary to know how the development of the socio-economic cluster in the housing and utilities sector will affect the level of economic development of the region and the country as a whole.

The article discusses the possibility of using correlation-regression analysis to predict the gross regional product (GRP) depending on the factors that are significantly influenced by the housing and utilities sector. These factors, in our opinion, include "The volume of shipped goods of our own production, works and services performed on our own by type of activity", "The volume of work performed in the type of economic activity" "Construction", "Investments in fixed assets", "Final consumption", etc. The calculations were carried out for the Sverdlovsk region. To predict the GRP indicator, the authors used two-factor models. The obtained mathematical models confirm the significant impact of all considered factors on the performance indicator. As a result of the calculations, it can be noted that the gross regional product increases by an average of 102 million rubles. excluding the indicator of the volume of own production only due to the volume of construction and installation work. The gross regional product decreases by an average of 94,560 million rubles. excluding the indicator of investments in fixed assets due to the indicator "final consumption of the Sverdlovsk region" and increases by 5.56 million rubles. through investments in fixed assets of the Sverdlovsk region.

Thus, the most significant factor influencing the region's GRP is the "Final consumption in the Sverdlovsk region" factor, which means that the proposed mathematical models will be able to adequately assess the impact on the region's GRP of the activity of the socio-economic cluster in the housing sector, since the population's expenditures on Housing and utility services of the Sverdlovsk region make up about 28-35% of all consumed services and affect the final consumption of the region's population, especially in the context of constantly growing tariffs in this area.

Key words: socio-economic cluster, cluster policy, housing and utilities sector, gross regional product, correlation and regression analysis.

Валовый региональный продукт дает наиболее точное представление о развитии региона в целом. В мировой и отечественной практике он является перспективным ориентиром развития экономики в целом. На его значение влияют многочисленные факторы.

В данной статье авторы ставят перед собой цель рассмотреть влияние деятельности социально-экономического кластера в сфере жилищно-коммунального хозяйства на ВРП в зависимости от некоторых статистических показателей на примере Свердловской области.

В настоящее время в России в соответствии с развитием экономической политики происходит формирование и функциониро-

вание кластеров. В стране существует порядка 110 кластерных проектов, включающих более 3 тыс. организаций и предоставляющих более 1 млн рабочих мест [1].

Поддержка кластеров ведется на уровне федеральных органов государственной власти, а именно: Министерством экономического развития РФ и Министерством промышленности и торговли Российской Федерации. Это, несомненно, указывает на важность и эффективность кластеризации в экономике страны. Министерство экономического развития еще с 2010 года выделяет значительное финансирование (порядка 1 млрд рублей) для формирования и поддержки Центров кластерного развития (ЦКР).

Благодаря этому уже в 33 регионах РФ было создано 34 таких центра. Хотя в этом случае такие ЦКР создаются для функционирования кластеров в промышленной сфере с целью развития деятельности инновационных, импортозамещающих производств, а также кластеров, выпускающих продукцию на экспорт. За прошедшие десять лет на реализацию кластерной политики было выделено порядка 8,3 млрд руб. [1].

Модель пространственного развития Свердловской области включает в себя развитие экономики с помощью рыночных институтов сетевого характера (кластеров, государственно-частного партнерства и др.) [2].

Так, в Свердловской области созданы кластеры в промышленной сфере в таких отраслях, как металлургия, производство медицинской техники, нефтегазовая промышленность и производство строительных материалов. А такие отрасли, как биофармацевтика, ювелирная промышленность имеют все необходимые предпосылки для формирования и развития кластеров на Урале [2]. Неплохой потенциал для кластеризации в Уральском регионе, и в частности в Свердловской области, имеют научно-исследовательская и образовательная деятельность, чему могут успешно способствовать отделения УрО РАН в регионе и более 20 институтов и университетов, а также многочисленные филиалы высших учебных заведений. Всего в Свердловской области, согласно реестру 2020 года, функционирует восемь крупных промышленных кластеров [3].

В работе [4] проведена типологизация кластеров Свердловской области. Так, в «первый эшелон» входят ведущие отрасли экономики, имеющие промышленный и инвестиционный потенциал, а также квалифицированные кадры – трудовые ресурсы. Во «второй эшелон» можно отнести кластеры, имеющие локализацию, потенциал развития, поддержку со стороны государства. Также были выявлены точки роста промышленных кластеров. Так, к первой группе кластеров можно отнести металлургический, машиностроительный, лесопромышленный. Ко вто-

рой группе – агропромышленный, туристический, химический [4].

По мнению авторов статьи, значимым для любого региона является формирование и функционирование социально-экономического кластера в сфере ЖКХ, поскольку приоритетными задачами на повестке дня стоят вопросы повышения качества жизни населения, рост конкурентоспособности сферы ЖКХ, улучшение жилищных условий населения. Поддержка деятельности такого кластера должна осуществляться Министерством строительства и ЖКХ регионального уровня управления. Также следует отметить, что сфера ЖКХ является одной из системообразующих в экономике страны, на это указывают действия Правительства РФ при поддержке и дотациях отрасли в период пандемии коронавируса.

Существующие сегодня методики для оценки деятельности кластеров рассмотрены только для кластеров, функционирующих в промышленной сфере. Автор данной статьи предлагает в качестве методического инструментария оценки воздействия социально-экономического кластера в сфере ЖКХ, которая является сферой услуг, использовать корреляционно-регрессионный анализ. В данном случае возможным является использование некоторых значимых статистических показателей.

Среди них, по нашему мнению, можно выделить такие как «Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам деятельности», «Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство», «Инвестиции в основной капитал», «Конечное потребление» и др.

Эти показатели были отобраны для проводимых исследований, поскольку сфера ЖКХ, совместно со сферой строительства по данным Росстата, составляют порядка 25 % в структуре отраслей, вносящих свой вклад в ВРП. Доля инвестиций в основной капитал сферы ЖКХ и строительства составляла в 2018 году – 11,1 %, в 2019 – 11,6 %. В работе [5] авторы предлагают рассматривать единый

жилищно-коммунально-строительный комплекс как основу и ядро формирования социально-экономического кластера сферы ЖКХ в регионе.

В данном исследовании был использован корреляционно-регрессионный анализ для определения взаимосвязи и значимости

между указанными выше факторами (показателями), влияющими на ВРП [6]. Расчеты были выполнены по статистическим данным для Свердловской области.

Для проведения расчетов использованы ретроспективные данные по вышеуказанным показателям за период с 2012 по 2018 годы.

Таблица 1. Показатели социально-экономического развития Свердловской области (СО)

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
ВРП (по ОКВЭД), трлн руб. (Y)	1,48	1,57	1,66	1,82	1,99	2,14	2,25
Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам деятельности, млн руб. (X ₁)	1661785	1821317	1870492	1909772	1844840	1892806	2097371
Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство» в СО, млн руб. (X ₂) (X ₁)	112859,9	107171,5	107973,3	188056,5	185498,0	188226,8	202412,5
Инвестиции в основной капитал в СО, млн руб. (X ₁)	351637	352916	371631	349964	328403	320111	318008
Конечное потребление СО, млрд руб. (X ₂)	1243,9	1391,0	1461,5	1541,5	1582,1	1626,5	1743,2
Потребительские расходы населения СО, млрд руб. (X ₂)	95,25	106,86	113,40	119,09	122,32	126,75	130,08
Потребительские расходы на душу населения, руб. в месяц	22150	24736	26251	27503	28250	29306	30146
Численность экономически активного населения СО, тыс. чел	2292,8	2309,0	2280,0	2293,1	2230,1	2178,5	2145,2
Численность населения СО, млн чел.	4315830	4320677	4327472	4330006	4329341	4325256	4315699

Для прогнозирования показателя ВРП Свердловской области, как уже отмечено ранее, был применен метод корреляционно-регрессионного анализа. За первый фактор примем объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам

деятельности, млн руб. (X₁), за второй фактор – объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство» в Свердловской области, млн руб. (X₂).

Первоначально выделим коэффициенты корреляции. Данные для расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Расчет коэффициентов корреляции

Y	X ₁	X ₂	Y ²	X ₁ ²	X ₂ ²	Y* X ₁	Y* X ₂	X ₁ * X ₂
1,48	1,66	0,113	2,19	2,76	0,012769	2,4568	0,16724	0,18758
1,57	1,82	0,107	2,46	3,31	0,011449	2,8574	0,16799	0,19474
1,66	1,87	0,108	2,76	3,50	0,011664	3,1042	0,17928	0,20196
1,82	1,91	0,188	3,31	3,31	0,035344	3,4762	0,34216	0,35908

1,99	1,84	0,185	3,96	3,39	0,034225	3,6616	0,36815	0,34040
2,14	1,89	0,188	4,58	3,57	0,035344	4,0446	0,40232	0,35532
2,25	2,10	0,202	5,06	4,41	0,040840	4,7250	0,45450	0,42420
Сумма 12,91	13,09	1,091	24,32	24,2500	0,181635	24,3258	2,08164	2,06328
ср. значение 1,84	1,87	0,156	3,47	3,4643	0,025948	3,4751	0,29738	0,29475
Y- $\bar{Y}_{ср}$	(Y- $\bar{Y}_{ср}$)²	X₁ - $\bar{X}_{ср1}$	(X₁ - $\bar{X}_{ср1}$)²	X₂ - $\bar{X}_{ср2}$	(X₂ - $\bar{X}_{ср2}$)²	Y- $\bar{Y}_{ср}$* X₁ - $\bar{X}_{ср1}$	Y- $\bar{Y}_{ср}$* X₂ - $\bar{X}_{ср2}$	X₁ - $\bar{X}_{ср1}$* X₂ - $\bar{X}_{ср2}$
-0,36	0,1296	-0,21	0,0441	-0,043	0,001849	0,0756	0,01548	0,00903
-0,27	0,0729	-0,05	0,0025	-0,049	0,002401	0,0135	0,01323	0,00245
-0,18	0,0324	0	0	-0,048	0,002304	0	0	0
-0,02	0,0004	0,04	0,0016	0,032	0,001024	-0,0008	-0,00064	0,00128
0,15	0,0225	-0,03	0,0009	0,029	0,000841	-0,0045	0,00435	0,00087
0,30	0,0900	0,02	0,0040	0,032	0,001024	0,0060	0,00960	0,00064
0,41	0,1681	0,23	0,0529	0,046	0,002116	0,0943	0,01886	0,01058
0	0,5159	0	0,1141	0	0,011559	0,1841	0,06088	0,02485
	0,3718		0,0163		0,001651	0,0263	0,00870	0,00355

Затем устанавливаем корреляционный момент между исследуемыми показателями. Если он не равен 0, то связь между рассматриваемыми факторами имеется.

Его можно определить по формуле:

$$K_{yx} = \frac{\sum (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{n} \quad (1)$$

$$K_{yx1} = 0,0263/7 = 0,00376$$

$$K_{yx2} = 0,00870/7 = 0,00124$$

$$K_{x1x2} = 0,00355/7 = 0,00051$$

Корреляционный момент при проведенных расчетах не равен нулю, следовательно, корреляционная связь существует между всеми рассматриваемыми переменными. Нормированное значение коэффициента ковариации называется коэффициентом корреляции [7].

Для проверки наличия корреляции линейной связи следует применить линейный коэффициент парной корреляции, который является индикатором интенсивности линей-

ной связи. Формула для нахождения этого коэффициента:

$$r_{xy} = \frac{\bar{x}_1 \bar{y} - \bar{x}_1 \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2)$$

$$r_{x1y} = (3,4751 - 1,87 \cdot 1,84) / (\sqrt{0,0163} \cdot \sqrt{0,3718}) = 0,078$$

$$r_{x2y} = (0,29738 - 0,156 \cdot 1,84) / (\sqrt{0,001651} \cdot \sqrt{0,3718}) = 0,415$$

$$r_{x1x2} = (0,29475 - 0,156 \cdot 1,87) / (\sqrt{0,001651} \cdot \sqrt{0,0163}) = 0,580$$

Коэффициент корреляции может быть в пределах от -1 до +1. Если значение положительное, то это говорит о прямой, отрицательное значение – об обратной зависимости. Характеристики взаимодействия величины коэффициента корреляции и характера связи приведены в таблице 3.

Таблица 3. Коэффициент корреляции в зависимости от характера связи [8]

Величина коэффициента корреляции	Характер связи
0 – 0,10	Связь нелинейная
0,10 – 0,30	Связь слабая
0,30 – 0,65	Связь умеренная
0,65 – 0,80	Связь сильная
0,80 – 0,95	Связь очень сильная
0,95 – 1,00	Связь функциональная, линейная

Таким образом, связь между ВРП и объемом работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство» (X_2), является умеренной, в то время как связь между ВРП и объемом отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам деятельности (X_1) является нелинейной.

Далее проверим значение коэффициента корреляции с помощью t-критерия Стьюдента [8]. Определим его расчетное значение – $t_{\text{расч}}$ по формуле:

$$t_{\text{расч}} = \frac{|r| * \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (3)$$

$$t_{\text{расч}} (y_{x1}) = (0,078 * \sqrt{7-2}) / \sqrt{1-0,078^2} = 0,175$$

$$t_{\text{расч}} (y_{x2}) = (0,415 * \sqrt{7-2}) / \sqrt{1-0,415^2} = 1,12$$

$$t_{\text{расч}} (x_{1x2}) = (0,58 * \sqrt{7-2}) / \sqrt{1-0,58^2} = 1,95$$

Затем сравним рассчитанные показатели критерия Стьюдента с табличными и в случае, если $t_{\text{расч}} > t_{\text{табл}}$, связь будем считать существенной. В нашем случае получилось, что $t_{\text{табл}} = 1,8331$ с уровнем вероятности 0,90.

Корреляционно-регрессионный анализ является количественным методом определения вида математической функции в причинно-следственной зависимости между ВРП и факторами. Поэтому необходимо сделать прогноз результативного показателя ВРП с помощью построения уравнения регрессии. Многофакторные модели достаточно просты в расчетах и дают ясную экономическую интерпретацию полученных данных. Линейное уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$Y_{xi} = a_0 + a_1 * X_1 + a_2 * X_2 + \dots + a_n * X_n,$$

где X_i – факторные признаки,

a – коэффициенты регрессии.

Коэффициенты регрессии a_i показывают, насколько изменяется значение ВРП (Y) при увеличении i -го факторного признака (X_i) на единицу при фиксированном положении остальных факторов. Свободный член уравнения a_0 показывает усредненное влияние на результативный показатель всех неучтенных

факторов. Для нашего исследования применим уравнения множественной регрессии с двумя факторами:

$$Y_{xi} = a_0 + a_1 * X_1 + a_2 * X_2.$$

Для нахождения коэффициентов линейной двухфакторной модели необходимо решить систему уравнений с тремя неизвестными параметрами (a_0 , a_1 и a_2):

$$a_0 n + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 = \sum y$$

$$a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 + a_2 \sum x_1 x_2 = \sum x_1 y$$

$$a_0 \sum x_2 + a_1 \sum x_1 x_2 + a_2 \sum x_2^2 = \sum x_2 y.$$

В нашем случае расчет будет иметь вид:

$$a_0 7 + a_1 13,09 + a_2 1,091 = 12,91$$

$$a_0 13,09 + a_1 24,25 + a_2 2,063 = 24,3258$$

$$a_0 1,091 + a_1 2,063 + a_2 0,181635 = 2,08164$$

a_1 и a_2 являются коэффициентами регрессии, a_0 – свободный член уравнения.

Получили значения коэффициентов:

$$a_0 = -0,012$$

$$a_1 = 0$$

$$a_2 = -109,02$$

Уравнение линейной регрессии примет вид:

$$y_{xi} = -0,012 - 102,02 x_2.$$

Дадим экономическую интерпретацию результатам полученной математической модели. Линейная регрессии выражает зависимость ВРП (Y) от объема строительно-монтажных работ (X_1), объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам деятельности (X_2). Коэффициенты уравнения подтверждают наличие воздействия всех факторов на результативный показатель. Валовой региональный продукт увеличивается в среднем на 102 млн руб. без учета показателя объема собственного производства только за счет объема строительно-монтажных работ.

Повторим расчеты для других факторов X_1 и X_2 . За первый фактор примем конечное потребление Свердловской области, млрд руб. (X_1), за второй фактор – инвестиции в основной капитал в Свердловской области, млрд руб. (X_2). Данные занесем в таблицу 4.

Таблица 4. Расчет коэффициентов корреляции

Y	X ₁	X ₂	Y ²	X ₁ ²	X ₂ ²	Y* X ₁	Y* X ₂	X ₁ * X ₂
1480	1243,9	351,637	2190400	1547287	123648,6	1840972	520422,8	437401,3
1570	1391	352,916	2464900	1934881	124549,7	2183870	554078,1	490906,2
1660	1461,5	371,631	2755600	2135982	138109,6	2426090	616907,5	543138,7
1820	1541,5	349,964	3312400	2376222	122474,8	2805530	636934,5	539469,5
1990	1582,1	328,403	3960100	2503040	107848,5	3148379	653522	519566,4
2140	1626,5	320,111	4579600	2645502	102471,1	3480710	685037,5	520660,5
2250	1690,1	318,008	5062500	2856438	101129,1	3802725	715518	537465,3
12910	10536,6	2392,67	24325500	15999353	820231,4	19688276	4382420	3588608
Ср. 1844,28571	1505,229	341,81	3475071	2285622	117175,9	2812611	626060	512658,3
Y- $\bar{Y}_{ср}$	(Y- $\bar{Y}_{ср}$) ²	X ₁ - $\bar{X}_{ср1}$	(X ₁ - $\bar{X}_{ср1}$) ²	X ₂ - $\bar{X}_{ср2}$	(X ₂ - $\bar{X}_{ср2}$) ²	Y- $\bar{Y}_{ср}$ * X ₁ - $\bar{X}_{ср1}$	Y- $\bar{Y}_{ср}$ * X ₂ - $\bar{X}_{ср2}$	X ₁ - $\bar{X}_{ср1}$ * X ₂ - $\bar{X}_{ср2}$
-364,285714	132704,1	-261,329	68292,62	9,827	96,56993	95198,27	-3579,84	-2568,08
-274,285714	75232,65	-114,229	13048,17	11,106	123,3432	31331,27	-3046,22	-1268,62
-184,285714	33961,22	-43,7286	1912,188	29,821	889,292	8058,551	-5495,58	-1304,03
-24,2857143	589,7959	36,27143	1315,617	8,154	66,48772	-880,878	-198,026	295,7572
145,714286	21232,65	76,87143	5909,217	-13,407	179,7476	11201,27	-1953,59	-1030,62
295,714286	87446,94	121,2714	14706,76	-21,699	470,8466	35861,69	-6416,7	-2631,47
405,714286	164604,1	184,8714	34177,45	-23,802	566,5352	75004,98	-9656,81	-4400,31
0	515771,4	0	139362	0	2392,822	255775,1	-30346,8	-12907,4
	73681,63		19908,86		341,8318	36539,31	-4335,25	-1843,91

Снова устанавливаем корреляционный момент между исследуемыми показателями. Если он не равен 0, то связь между этими показателями имеется.

Его также определяем по формуле:

$$K_{yx} = \frac{\sum(y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{n} \quad (4)$$

$$K_{yx1} = 255755,1/7 = 36536,4$$

$$K_{yx2} = -30346,8/7 = -4335,26$$

$$K_{x1x2} = -12907,4/7 = -1843,91.$$

Корреляционный момент в этом случае также не равен нулю, следовательно, корреляционная связь существует между всеми переменными.

Для проверки наличия корреляции линейной связи также применяем линейный коэффициент парной корреляции по формуле (5).

$$r_{xy} = \frac{\bar{x}_1 * \bar{y} - \bar{x}_1 * \bar{y}}{\sigma_x * \sigma_y} \quad (5)$$

$$r_{x1y} = (2812611 - 1505,229 * 1844,28571)/$$

$$/(\sqrt{73681,63} * \sqrt{19908,86}) = 0,954$$

$$r_{x2y} = (626060 - 341,81 * 1844,28571)/$$

$$/(\sqrt{73681,63} * \sqrt{341,8318}) = -0,1423$$

$$r_{x1x2} = (512658,3 - 1505,229 * 341,81)/$$

$$/(\sqrt{19908,86} * \sqrt{341,8318}) = -0,707$$

Коэффициент корреляции с первым фактором – конечным потреблением – имеет связь функциональную линейную, со вторым фактором – слабую (в соответствии с табл. 3).

Также проводим проверку коэффициента корреляции путем нахождения t-критерия Стьюдента.

Далее рассчитаем значение критерия $t_{расч}$ по формуле (6). Затем снова проводим проверку его на нулевую гипотезу об отсутствии связи между факторами и ВРП с помощью t-критерия.

$$t_{расч} = \frac{|r| * \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (6)$$

$$t_{расч(yx1)} = (0,954 * \sqrt{7-2}) / \sqrt{1-0,954^2} = 7,11$$

$$t_{расч(yx2)} = (0,1423 * \sqrt{7-2}) / \sqrt{1-0,1423^2} = 0,591$$

$$t_{расч(x1x2)} = (0,707 * \sqrt{7-2}) / \sqrt{1-0,707^2} = 2,435$$

Далее производим прогноз результативного показателя построением уравнения регрессии.

После проведенных расчетов получаем следующие значения коэффициентов:

$$a_0 = 1510496,68$$

$$a_1 = -94560,58$$

$$a_2 = 5,56.$$

А уравнение линейной регрессии принимает вид:

$$y_{xi} = 1519496,68 - 94560,58 x_1 + 5,56 x_2.$$

Аналогично даем экономическую интерпретацию результатам построенной математической модели. Линейная регрессия выражает зависимость ВРП (Y) от *первого фактора – конечное потребление СО, млрд руб. (X₁)*, *второго фактора – инвестиции в основной капитал в СО, млрд руб. (X₂)*. Коэффициенты уравнения подтверждают наличие воздействия всех факторов на результативный показатель. Валовой региональный продукт уменьшается в среднем на 94 560 млн руб. без учета показателя инвестиций в основной капитал за счет показателя «конечное потребление Свердловской области» и увеличивается на 5,56 млн руб. за счет инвестиций в основной капитал Свердловской области.

Таким образом, корреляционно-регрессионный анализ позволит спрогнозировать значение ВРП для Свердловской области, а предложенные математические модели смогут адекватно оценить воздействие на ВРП

региона деятельности социально-экономического кластера в сфере ЖКХ, поскольку расходы на ЖКУ населения Свердловской области составляют порядка 28-35 % от всех потребляемых услуг и влияют на конечное потребление населения региона.

Использованный метод может служить эффективным инструментом для региональных и федеральных органов государственной власти при разработке и реализации стратегии развития экономики региона, а также страны в целом.

А главное, корреляционно-регрессионный анализ возможно успешно применять для прогнозирования показателей экономики региона от влияния и функционирования социально-экономического кластера в сфере ЖКХ, используя такие важные статистические показатели, как «Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам деятельности», «Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство», «Инвестиции в основной капитал», «Конечное потребление». В данной статье было показано, что все эти показатели тесно связаны с одной из самых важных системообразующих отраслей экономики – со сферой ЖКХ, что, в свою очередь, несомненно, влияет на важнейший показатель экономического развития ВРП.

Список литературы

1. Абашкин В.Л., Артемов С.В., Исланкина Е.А. и др. Кластерная политика: достижение глобальной конкурентоспособности / Минэкономразвития России, АО «РВК», Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: НИУ ВШЭ, 2017. — 324 с.
2. Лаврикова Ю.В. Кластерная политика и пространственное развитие экономики региона. URL: <https://www.ieie.ru/assets/files/news/2703-2017lavrikova.pdf> (Дата обращения 18.06.2020)
3. Ассоциация «Индустриальный кластер Свердловской области» // URL: <http://at-so.ru/>

chleny_associacii/klastery/ (Дата обращения 18.06.2020)

4. Тургель И.Д., Трофимова О.М. Реализация политики поддержки кластеров в старопромышленном регионе на примере Свердловской области // Среднерусский вестник экономических наук. Серия Экономика и управление. — 2012. - № 4 (1). — С. 185-188 // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-politiki-podderzhki-klasterov-v-staropromyshlennom-regione-na-primere-sverdlovskoy-oblasti/viewer> (Дата обращения 18.06.2020)

5. Леонова Л.Б. Новая концепция формирования единого жилищно-коммунального

строительного комплекса // Электронный журнал «Современные исследования социальных проблем». – 2016. - № 5. – С. 168-186 // URL: <https://science.urfu.ru/publications/новая-концепция-формирования-единого-жилищно-коммунально-строител>

6. Чалик А.В., Мудревский А.Ю. Корреляционно-регрессионный анализ валового регионального продукта Ярославской области // Международный научно-исследовательский журнал. Экономические науки. – 2017. - № 6 (60) // URL: <https://research-journal.org/economical/korrelyacionno-regressionnyj-analiz-valovogo-regionalnogo-produkta-yaroslavskoj-oblasti/> (Дата обращения 23.12.2019)

7. Харченко М.А. Корреляционный анализ: Учебное пособие для вузов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – 31 с.

8. Военно-экономический анализ: Учебник / под общ. ред. С.Ф. Викулова. – Ярославль: ВФЭИ, 2010. – 197 с.

References

1. Abashkin V.L., Artemov S.V., Islankina E.A. and others. Cluster policy: achieving global competitiveness / Ministry of Economic Development of Russia, JSC "RVC", Nat. research un-t "Higher School of Economics". - M.: NRU HSE, 2017. – 324 p.

2. Lavrikova Yu.V. Cluster policy and spatial development of the region's economy. URL: <https://www.ieie.su/assets/files/news/2703-2017lavrikova.pdf> (Date of treatment 06.06.2020)

3. Association "Industrial cluster of the Sverdlovsk region" // URL: <http://at-so.ru/>

chleny_associacii/klastery/ (Date of treatment 06/18/2020)

4. Turgel I. D., Trofimova O. M. Implementation of the policy of supporting clusters in the old industrial region on the example of the Sverdlovsk region // Srednerusskiy Vestnik of Economic Sciences. Series Economics and Management. - 2012. - No. 4 (1). - P. 185-188 // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-politiki-podderzhki-klastero-v-v-staropromyshlennom-regione-na-primere-sverdlovskoy-oblasti/viewer> (Date of treatment 18.06. 2020)

5. Leonova LB A new concept of the formation of a single housing and communal building complex // Electronic journal "Modern studies of social problems". - 2016. - No. 5. - P. 168-186 // URL: <https://science.urfu.ru/publications/new-concept-of-formation-of-a-single-housing-communal-builder>

6. Chalik A.V., Mudrevsky A.Yu. Correlation and regression analysis of the gross regional product of the Yaroslavl region // International scientific research journal. Economic sciences. - 2017. - No. 6 (60) // URL: <https://research-journal.org/economical/korrelyacionno-regressionnyj-analiz-valovogo-regionalnogo-produkta-yaroslavskoj-oblasti/> (Date of treatment 12/23/2019)

7. Kharchenko M.A. Correlation analysis: Textbook for universities. - Voronezh: Voronezh State University Publishing House, 2008. – 31 p.

8. Military-economic analysis: Textbook / under total. ed. S.F. Vikulova. - Yaroslavl: VFEI, 2010. – 197 p.