

УДК 331.101.6

Ю.Ю. Алов, А.Е. Сенникова, В.А. Сизов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», г. Краснодар

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ключевые слова: производительность труда, статистический анализ, аналитическое выравнивание, корреляция, регрессия, факторная модель, основные средства, инвестиции, эффективность экономики.

Научная работа посвящена исследованию производительности труда в Российской Федерации. Основной целью статьи выступает изучение тенденции изменения производительности труда в России, а также рассмотрение наиболее существенных факторов, оказывающих влияние на динамику исследуемого показателя. В процессе проведения анализа посредством применения метода аналитического выравнивания был определен основной тренд развития производительности труда в РФ и в среднем по странам Организации экономического сотрудничества и развития за последнее десятилетие, а также сделан прогноз до 2022 г. на основе экстраполяции. Посредством проведения корреляционно-анализа было выявлено, что наибольшее влияние на изменение индекса производительности труда в России оказывают среднемесячная заработная плата работников, коэффициент обновления основных фондов, инвестиции в основной капитал и динамика валового внутреннего продукта. Построено уравнение регрессии, характеризующее связь множества независимых переменных с результивным признаком. В результате исследования приводится ряд мер, реализация которых будет способствовать повышению производительности труда в РФ.

Y.Y. Alov, A.E. Sennikova, V.A. Sizov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University», Krasnodar

STATISTICAL ANALYSIS OF LABOR PRODUCTIVITY IN THE RUSSIAN FEDERATION

Keywords: labor productivity, statistical analysis, analytical alignment, correlation, regression, factorial model, key messages, investment, economic efficiency.

The scientific work is devoted to the study of labor productivity in the Russian Federation. The main purpose of the article is to study the trend of changes in labor productivity in Russia, as well as to consider the most significant factors influencing the dynamics of the indicator under study. In the process of conducting the analysis, by applying the method of analytical alignment, the main trend in the development of labor productivity in the Russian Federation and on average for the countries of the Organization for Economic Cooperation and Development over the past decade was determined, and a forecast was made until 2022 based on extrapolation. Through a correlation analysis, it was revealed that the average monthly salary of employees, the coefficient of renewal of fixed assets, investments in fixed capital and the dynamics of gross domestic product have the greatest influence on the change in the labor productivity index in Russia. A regression equation has been constructed that characterizes the relationship of a set of independent variables with a resultant sign. As a result of the study, a number of measures are given, the implementation of which will contribute to increasing labor productivity in the Russian Federation.

Движущей силой развития рыночного хозяйства является постоянное повышение эффективности экономики, основой чего выступает рост производительности труда. Производительность труда представляет собой показатель, который отражает количество продукции, выпускаемой работником в единицу времени [1]. В свою очередь, производительность труда на уровне страны демон-

стрирует, какое количество денежных средств в валовом внутреннем продукте (далее – ВВП) приносит 1 час работы человека. Так, данный показатель во многом определяет степень экономического развития, величину национального богатства, а также уровень благосостояния и качество жизни граждан.

Выявление основной тенденции изменения производительности тру-

да возможно посредством применения аналитического выравнивания, которое позволяет осуществлять подбор теоретической кривой, выражающей тренд развития для конкретного ряда динамики. При этом значительную роль играет выбор линии, соответствующей этому условию. В частности, если характер динамики свидетельствует о том, что значения показателя растут с более или менее постоянной абсолютной скоростью, то математическим выражением такой тенденции будет прямая линия:

$$y = a + bt, \quad (1)$$

где a – свободный член уравнения;
 b – среднегодовое изменение динамического ряда;
 t – порядковый номер года [2].

Применим метод аналитического выравнивания для выявления тенденции изменения производительности труда в 2010-2020 гг. в РФ и в среднем по странам Организации экономического сотрудничества и развития (далее – ОЭСР), куда входят 38 развитых стран, признающих принципы свободной рыночной экономики. Также посредством экстраполяции определим значения исследуемого показателя в 2022 г. Представим полученные результаты на графике (рисунок 1).

В России производительность труда в 2020 г. составила 27,7 долл. США/час, что почти в 2 раза ниже, чем в среднем по странам ОЭСР. При этом с помощью аналитического выравнивания была выявлена тенденция к увеличению производительности труда: среднегодовой рост показателя составил 0,313 долл. США/час для России и 0,544 долл. США/час для стран ОЭСР, что отражает параметр b . Таким образом, в ближайшие годы ожидается продолжение роста производительности труда. Так, если следовать выявленной тенденции развития, то по итогам 2022 г. их значения составят 27,7 и 54,6 долл. США/час для РФ и стран ОЭСР соответственно.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что Российская Федерация в значительной степени отстает от развитых стран в части эффективности использования труда населения, проживающего на ее территории. В связи с этим

возникает необходимость определения факторов, влияющих на повышение производительности труда в России, что возможно осуществить посредством применения основного метода статистического анализа – корреляционно-регрессионного, который состоит из двух составляющих частей:

1. Корреляционный анализ, который определяет тесноту и направление взаимосвязи между выбранными переменными величинами.

2. Регрессионный анализ, который устанавливает вид математической функции в причинно-следственной зависимости между переменными величинами [3].

Так, корреляционно-регрессионный анализ представляет собой совокупность статистических и математических методов, применяемых с целью проведения количественного анализа связей между различными явлениями или процессами. Для того чтобы провести исследование, выберем в качестве результативного признака: Y – индекс производительности труда (далее – ИПТ), в % к предыдущему году. Согласно приказу Федеральной службы государственной статистики от 28.04.2018 №274, исчисление ИПТ осуществляется по следующей формуле:

$$I_{пр.г} = \frac{I_{ввп}}{I_{зт}} \times 100\%, \quad (2)$$

где $I_{ввп}$ – индекс физического объема ВВП периода t к периоду $t-1$;

$I_{зт}$ – индекс совокупных затрат труда периода t к периоду $t-1$ [5].

В свою очередь, в качестве факторных были отобраны следующие признаки:

X_1 – среднемесячная заработная плата работников, в % к предыдущему году;

X_2 – численность занятых, в % к предыдущему году;

X_3 – фондовооруженность, %;

X_4 – коэффициенты обновления основных фондов, %;

X_5 – инвестиции в основной капитал, в % к предыдущему году;

X_6 – удельный вес убыточных организаций, %;

X_7 – ВВП, в % к предыдущему году.

Отразим исходные данные для проведения корреляционно-регрессионного анализа в таблице 1.

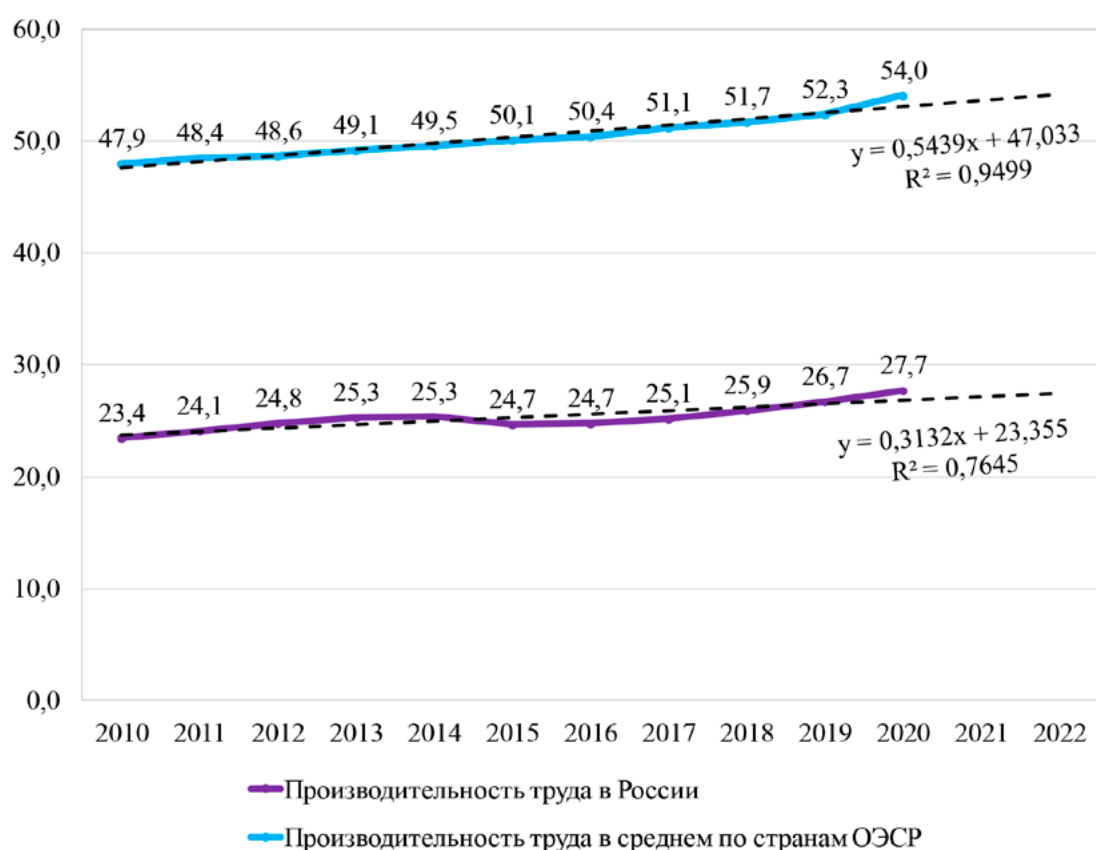


Рис. 1. Динамика производительности труда в России и в среднем по странам ОЭСР в 2010-2020 гг. и прогноз до 2022 г., долл. США/час [4]

Таблица 1

Исходные данные для проведения корреляционно-регрессионного анализа [6]

Год	X1 – индекс производительности труда, в % к пред. году	X2 – среднемесячная зарплата, в % к пред. году	X3 – численность занятых, в % к пред. году	X4 – фондовооруженность, %	X5 – коэффициент обновления основных фондов, %	X6 – инвестиции в основной капитал, в % к пред. году	X7 – удельный вес убыточных организаций, %	X8 – ВВП, в % к пред. году
2010	103,2	112,4	100,8	102,2	3,7	114,7	29,9	119,3
2011	103,8	111,5	101,3	103,5	4,6	120,6	30,0	129,8
2012	103,8	114,0	101,0	99,3	4,8	114,0	29,1	113,3
2013	102,1	111,9	99,8	100,8	4,6	106,9	31,0	107,2
2014	100,8	109,1	100,2	113,5	4,3	103,4	33,0	108,3
2015	98,7	104,7	101,1	96,8	3,9	100,0	32,6	105,1
2016	100,1	107,9	100,1	100,9	4,4	106,1	29,5	103,0
2017	102,1	106,7	99,7	104,2	4,3	108,7	31,9	107,3
2018	103,1	111,6	100,3	104,3	4,7	110,9	33,1	113,1
2019	102,4	109,5	99,2	104,9	4,7	108,7	32,5	105,5
2020	99,6	107,3	98,2	107,1	3,9	105,0	32,7	97,9

Таблица 2

Парные коэффициенты корреляции между факторным и результативными признаками

Результативный и факторные признаки	Y
Y – индекс производительности труда, в % к предыдущему году	1
X1 – среднемесячная заработная плата работников, в % к предыдущему году	0,858
X2 – численность занятых, в % к предыдущему году	0,347
X3 – фондовооруженность, %	-0,021
X4 – коэффициент обновления основных фондов, %	0,547
X5 – инвестиции в основной капитал, в % к предыдущему году	0,887
X6 – удельный вес убыточных организаций, %	-0,432
X7 – ВВП, в % к предыдущему году	0,750

Для того чтобы определить направление и тесноту связей между результативным и факторными признаками, найдем парные коэффициенты корреляции через программу Excel (таблица 2).

Коэффициент корреляции колеблется в диапазоне от -1 до +1. Если он принимает значения от -1 до 0, то связь – обратная; если от 0 до +1, то связь – прямая. При этом принята следующая градация силы связи для коэффициентов корреляции:

- менее 0,2 – очень слабая;
- 0,2-0,5 – слабая;
- 0,5-0,7 – средняя;
- 0,7-0,9 – сильная;
- 0,9-1 – очень сильная [3].

Определим, что показывают линейные коэффициенты парной корреляции, представленные в таблице 2. Итак, $r_{YX1} = 0,858$, $r_{YX5} = 0,887$ и $r_{YX7} = 0,750$ отражают сильную и прямую связь между ИПТ и среднемесячной заработной платой работников, инвестициями в основной капитал и ВВП соответственно. Связь коэффициента обновления основных фондов и индекса производительности труда является прямой и средней, так как $r_{YX4} = 0,547$. В свою очередь, значения коэффициентов $r_{YX2} = 0,347$ и $r_{YX6} = -0,432$ говорят о слабой связи между результативным признаком и численностью занятого в экономике населения и удельным весом убыточных организаций соответственно, при этом в первом случае связь прямая, а во втором – обратная. Также следует отметить практическое отсутствие связи между ИПТ и фондовооруженностью, о чем говорит значение $r_{YX3} = -0,021$.

Проведенный анализ позволил выявить факторные признаки, которые оказывают несущественное влияние на изменение индекса производительности труда. В частности, к ним можно отнести:

X2 – численность занятых, в % к предыдущему году;

X3 – фондовооруженность, %;

X6 – удельный вес убыточных организаций, %.

С целью построения качественной регрессионной модели вышеперечисленные переменные следует исключить из дальнейшего исследования.

Для того чтобы охарактеризовать связь множества независимых переменных (X1, X4, X5 и X7) с результативным признаком Y, обратимся к множественной корреляции и множественной регрессии [7]. Линейное уравнение множественной регрессии имеет следующий вид в натуральной форме:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_4 + b_3 x_5 + b_4 x_7 \quad (3)$$

Найдем параметры данного уравнения посредством расчета коэффициентов через программу Excel (таблица 3).

Таким образом, линейное уравнение множественной регрессии будет иметь вид:

$$Y = 56,068 + 0,217x_1 + 0,869x_4 + 0,157x_5 + 0,009x_7$$

Коэффициенты уравнения показывают, что при повышении среднемесячной заработной платы работников (X1) на 1%, ИПТ в среднем растет на 0,217% при исключении других факторов; с увеличением коэффициен-

та обновления основных фондов (X4) на 1%, результативный признак растет на 0,869%; при повышении объемов вложений инвестиций в основной капитал (X5) на 1%, ИПТ увеличивается на 0,157%; а также с ростом ВВП на 1%, индекс производительности труда увеличивается на 0,009%.

Тесноту линейной связи между ИПТ и совокупностью факторных признаков характеризует значение множественного коэффициента корреляции (R), которое для рассматриваемой выборки составило 0,950, что свидетельствует об очень сильной и прямой связи между индексом производительности труда и признаками, включенными в модель. Причем 90,3% вариаций результативного признака объясняется влиянием среднемесячной

заработной платы, коэффициентом обновления основных фондов, вложением инвестиций в основной капитал и ВВП, а остальные 9,7% – результат влияния не учтенных в модели факторов, о чем свидетельствует коэффициент детерминации (R²), равный 0,903.

Для того чтобы оценить статистическую значимость построенного уравнения множественной регрессии и коэффициента детерминации, используем F-критерий Фишера. Рассмотрим 2 гипотезы при уровне значимости $\alpha = 0,05$:

H₀ – уравнение множественной регрессии статистически незначимо: R² = 0; b₁ = 0; b₂ = 0; b₃ = 0; b₄ = 0.

H₁ – уравнение множественной регрессии статистически значимо: R² ≠ 0; b₁ ≠ 0; b₂ ≠ 0; b₃ ≠ 0; b₄ ≠ 0.

Таблица 3

Результаты регрессионного анализа

Регрессионная статистика					
Множественный R		0,950			
R-квадрат (R ²)		0,903			
Нормированный R-квадрат (R ²)		0,839			
Стандартная ошибка		0,701			
Наблюдения		11			
Дисперсионный анализ					
Показатель	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	4	27,506	6,877	13,991	0,003
Остаток	6	2,949	0,492	-	-
Итого	10	30,455	-	-	-
Показатель	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	
Y-пересечение	56,068	9,434	5,943	0,001	
X1 – среднемесячная заработная плата работников, в % к предыдущему году	0,217	0,124	1,752	0,130	
X4 – коэффициент обновления основных фондов, %	0,869	0,688	1,264	0,253	
X5 – инвестиции в основной капитал, в % к предыдущему году	0,157	0,088	1,787	0,124	
X7 – ВВП, в % к предыдущему году	0,009	0,051	0,169	0,871	

Для определения наблюдаемого значения общего F-критерия Фишера применяют следующую формулу:

$$F_{\text{факт.}} = \left(\frac{R^2}{1 - R^2} \right) \frac{m}{n - m - 1}, \quad (4)$$

где R² – коэффициент детерминации;

m – число факторов в линейном уравнении регрессии;

n – число единиц наблюдения [3].

Вычислим значение F_{факт.} по формуле 4:

$$F_{\text{факт.}} = \left(\frac{0,903}{1 - 0,903} \right) \frac{4}{11 - 4 - 1} = 13,99$$

Также определим $F_{\text{ТАБЛ.}}$, которое позволит установить, какую из выдвинутых гипотез следует принять, для чего воспользуемся таблицей Фишера-Снедекора [8]. Так, при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы: $k_1 = m = 4$; $k_2 = n - m - 1 = 11 - 4 - 1 = 6$, получим табличное значение $F_{\text{ТАБЛ.}} = 4,5$.

Так как $F_{\text{ФАКТ.}} > F_{\text{ТАБЛ.}}$, то полученное уравнение множественной регрессии и коэффициент детерминации являются статистически значимыми, в связи с чем гипотеза H_0 отклоняется и принимается гипотеза H_1 .

Таким образом, для повышения производительности труда в России необходима разработка и внедрение комплекса эффективных мероприятий по следующим направлениям:

1. Заработная плата. Росту производительности будет способствовать увеличение минимального размера оплаты труда, так как при повышении стоимости труда работников компании неизбежно столкнутся с необходимостью вкладывать инвестиции в развитие систем для повышения эффективности работы персонала. Кроме того, заработная плата является главным мотивирующим к труду фактором. В связи с чем ее рост по ряду ключевых видов деятельности обеспечит приток наиболее конкурентоспособных кадров, обладающих высокой квалификацией, в соответствующие сферы, что обеспечит рост эффективности национальной экономики.

2. Основные фонды. Необходимо на государственном уровне организовать благоприятные условия для создания новых высокотехнологичных производств и компаний в России, стимулировать замену устаревшего оборудования и технологическое перевооружение отечественных предприятий. Вместе с этим важную роль играет ускорение освоения новой, более прогрессивной техники, что возможно за счет повышения квалификации сотрудников, а также организации их совместной работы с иностранными специалистами. Однако реализации данных мероприятий препятствует введение санкционных преград, в особенности, начиная с февраля 2022 г. Наличие санкционных ограничений в значительной степени снижает импорт высоких технологий, которые и должны обеспечить опережающий рост производительности труда.

3. Макроэкономическая стабильность. Устойчивость отечественной финансовой системы и поэтапное развитие экономики создают условия для повышения производительности труда. Поэтому государственная политика в данной сфере должна быть направлена на предотвращение и минимизацию негативного влияния шоков и кризисов на отечественную экономику.

Реализация указанных выше рекомендаций будет способствовать росту производительности труда в России, а значит и поступательному развитию всей экономики страны.

Библиографический список

1. Тагилова И.Р. Статистический анализ производительности труда Российской Федерации // Вестник магистратуры. 2016. № 11-2(62). С. 116-118.
2. Басовский Л.Е. Эконометрика: учебное пособие. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2022. 48 с.
3. Шумак О.А., Гераськин А.В. Статистика: учебное пособие. М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. 311 с.
4. GDP per hour worked. Organisation for Economic Co-operation and Development. [Электронный ресурс]. URL: <https://data.oecd.org/lprdy/gdp-per-hour-worked.htm> (дата обращения: 28.04.2022).
5. Об утверждении Методики расчета показателя «Индекс производительности труда»: приказ Росстата от 28.04.2018 №274 // ФСГС. [Электронный ресурс]. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/pr274-280418\[1\]\(2\).pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/pr274-280418[1](2).pdf) (дата обращения: 28.04.2022).
6. Официальная статистика // ФСГС. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 28.04.2022).
7. Глинский В.В., Ионин В.Г., Серга Л.К. и др. Статистика: учебник / под ред. В.Г. Ионина. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2021. 355 с.
8. Брадис В.М. Четырехзначные математические таблицы. М.: Дрофа, РоссУчебник, 2020. 96 с.