

УДК 331.101.6

Н.Н. Григорьева¹, Д.В. Карбушева¹

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

ЭКОНОМИКО – СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Аннотация. Целью данного исследования является анализ производительности труда на железнодорожном транспорте и ее динамики. Проблемы, которые связаны с анализом производительности как основополагающим фактором повышения эффективности предприятия еще с давних времен активно обсуждаются в научных исследованиях отечественных и зарубежных авторов. В данной статье представлены экономико-статистические подходы к оценке влияния производительности труда на развитие железнодорожного транспорта. Доказано, что рост производительности труда достигается за счет роста объемов производства и сокращения затрат труда. В работе представлен корреляционно-регрессионный анализ производительности труда и среднемесячной заработной платы на примере дистанции пути за период 2015-2020 гг.

Ключевые слова: производительность труда, экономико-статистические подходы, железнодорожный транспорт, индексы, измерение, сравнение, корреляционный анализ, регрессионный анализ, комплексный подход.

N.N. Grigoryeva¹, D.V. Karbusheva¹

¹Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

ECONOMIC AND STATISTICAL APPROACHES TO THE ANALYSIS OF LABOR PRODUCTIVITY

Abstract. The purpose of this article is to analyze labor productivity in railway transport and its dynamics. Problems related to the analysis of productivity as a fundamental factor in improving the efficiency of an enterprise have been actively discussed in scientific research by domestic and foreign authors since ancient times. This article presents economic and statistical approaches to assessing the impact of labor productivity on the development of railway transport. It is proved that labor productivity growth is achieved by increasing production volumes and reducing labor costs. The paper presents a correlation and regression analysis of labor productivity and average monthly wages on the example of the distance of the path for the period 2018-2020.

Keywords: labor productivity, economic and statistical approaches, railway transport, indices, measurement, comparison, correlation analysis, regression analysis, integrated approach.

Введение

В настоящее время для обеспечения роста и развития экономики в современном мире важнейшим фактором является повышение эффективности производства с помощью непосредственного увеличения производительности труда. В соответствии с мнением Д.С. Синка, производительность труда является одной из составляющих системы оценки эффективности [1].

Указ президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 7 мая 2018 года и Национальный проект «Повышение производительности труда и поддержки занятости» предполагают наращивание производительности труда на средних и крупных предприятиях – минимум на 5% в год [2]. Такой же целевой параметр был закреплен в Долгосрочной программе развития ОАО «РЖД» до 2025 года [3].

В современных условиях производительность труда – это один из основных источников экономического развития, отражающих эффективность и целесообразность работы предприятия, и рассчитывается он как отношение произведенной продукции к потраченным ресурсам [4]. Сегодня статистика рассматривает не только уровни производительности труда, но и ее динамику, выбор конкретного статистического метода определяется целью измерения и анализа производительности, а также исходными данными для этого анализа. От уровня и динамики производительности труда зависят

развитие общества в целом и уровень благосостояния всех его членов [5].

Постановка задачи. Описание исследования.

В общем виде производительность труда может быть использована для сравнения эффективности предприятий и отраслей экономики, а, более того, используется для сопоставления между различными странами. Однако, из-за различий в методологии расчета затрат и их состава, такие сравнения могут быть ограничены. Так, например, еще в работе С. Г. Струмилина отмечалась невозможность измерения производительности труда разнородной продукции, например, нельзя соизмерить тепловую энергию в калориях от сжигания нефти с количеством пар сапог. Также, он отмечал неправильное сопоставление производительности труда в разных странах на примере потребительской корзины – пайка, стоимость продуктов питания которого в разные времена в разных странах могла сильно отличаться, так, например, важнейшие составляющие пайка в СССР были гораздо дешевле, чем в США [6]. Именно поэтому большим практическим интересом обладают индексы производительности, отражающие ее динамику. Индекс – это относительная величина, характеризующая изменение социально-экономических показателей во времени, пространстве или в сравнении с плановыми. В нашем случае социально-экономический показатель – это производительность труда. Индекс применяется, как правило, к сложным показателям, состоящим из несуммируемых (несоизмеримых) элементов.

В общем виде индекс производительности труда отражает динамику производительности труда текущего года ($П_{тр.тек.год}$) к базовому ($П_{тр.баз.год}$) – формула (1):

$$ИП_{тр.тек} = \frac{П_{тр.тек.год}}{П_{тр.баз.год}} \times 100\% \quad (1)$$

Всем известно, что расчет индекса производительности труда производится путем деления индекса физического объема выпуска продукции (либо индекса добавленной стоимости) на индекс физического объема затрат труда [7]. Исходя из этого, можно утверждать, что рост производительности труда будет наблюдаться тогда, когда рост общего выпуска продукции будет опережать рост затрат труда, в частности трудовых ресурсов.

Для определения эффективности использования труда при производстве продукции используется индекс производительности труда на основе выпуска. Он вычисляется путем деления индекса физического объема выпуска продукции на индекс физического объема затрат труда за одинаковые периоды – формула (2).

$$ИПТ \text{ на основе выпуска} = \frac{\frac{\Delta Q}{\Delta t}}{\frac{\Delta L}{\Delta t}}, \quad (2)$$

где $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ – индекс физического объема выпуска продукции;

$\frac{\Delta L}{\Delta t}$ – индекс физического объема затрат труда.

Для более детального и точного анализа следует руководствоваться количеством фактически отработанных часов, поскольку данный измеритель учитывает различные факторы, такие как использование работников на условиях неполного рабочего времени (НРВ), сверхурочные работы и изменения в количестве работников. Численность занятых в эквиваленте полной занятости также может быть использована, но она может скрывать эти изменения.

При этом также следует учитывать различия типов затрат, так как вклад каждого работника в производственный процесс индивидуален. Данное различие может быть обусловлено различиями в квалификации или же в профессиональном опыте, здоровье или образовании. В качестве доказательства можно привести пример из книги Г. Эмерсона «12 принципов производительности труда», суть которого заключается в том, что в машинописном бюро было 36 машинисток, одна из которых служила 3 года и получала 12 долларов в неделю, изготавливая 390 карточек, а другую приняли совсем недавно и ее оплата составляла 7 долларов в неделю, при этом она изготавливала 1800 карточек [8]. Соответственно, данный пример отчетливо показывает, что затраты труда одного работника не всегда будут тождественны затратам труда другого работника.

Индексы затрат труда включают все виды работ, в том числе дополнительную работу и производство продукции для собственных нужд. Для того, чтобы затраты труда отражали не только время, как данные о количестве отработанных часов, но и учитывали усилия и квалификацию работников, индекс затрат труда корректируется путем взвешивания затрат труда каждого типа работы в соответствии с их долей в общей оплате труда – формула (3).

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = \sum_{i=1}^N V_i \times \frac{\Delta L_i}{\Delta t}, \quad (3)$$

где $\frac{\Delta L_i}{\Delta t}$ – индекс затрат труда вида i ,

V_i – доля, которую вид труда i занимает в общем размере оплаты труда.

Учитывается, что рост производительности труда связан с изменениями в соотношении затрат труда и промежуточных затрат, поскольку увеличение доли промежуточной продукции может привести к снижению затрат труда и увеличению производительности на основе выпуска.

Следующий индекс – это индекс производительности труда на основе добавленной стоимости рассчитывается как частное от деления индексов физического объема добавленной стоимости и индекса физического объема совокупных затрат труда [9] – формула (4).

$$\text{ИПТ на основе добавленной стоимости} = \frac{\Delta VA}{\Delta t} / \frac{\Delta L}{\Delta t}, \quad (4)$$

где $\frac{\Delta VA}{\Delta t}$ – индекс физического объема добавленной стоимости.

Данный индекс показывает динамику использования труда при создании добавленной стоимости. Отличительной чертой является то, что он менее зависим от изменения соотношения между затратами промежуточной продукции и затратами труда, так как объемы производства и затраты труда изменяются в одном направлении.

Другой сферой применения статистики является изучение взаимосвязи между показателями – корреляционный и регрессионный анализ. Корреляционный анализ позволяет определить тесноту и направление взаимосвязи между переменными, в то время как регрессионный анализ позволяет построить модели влияние одной или нескольких объясняющих переменных на зависимую переменную, т.е. влияние факторных признаков на результативный. В совокупности два анализа составляют комплексный подход – корреляционно-регрессионный анализ, состоящий из нескольких этапов.

Фредерик Уинслоу Тейлор был одним из первых, кто начал применять научный подход к управлению производством. В своих исследованиях он пытался определить взаимосвязь между производительностью труда и различными факторами, такими как методы работы, условия труда и оплата труда [10].

Тейлор проводил эксперименты на фабриках, чтобы определить оптимальные методы работы, которые позволяли бы повысить производительность труда. Он измерял время выполнения каждой операции и анализировал результаты. Он считал, что работники должны быть оплачены в соответствии с их производительностью, а не просто за присутствие на рабочем месте. Тейлор предлагал использовать систему премирования, которая основывалась на количестве продукции, произведенной работником, считая, что такая система мотивирует работников к более высокой производительности труда. В ленинский период систему Тейлора называли научной системой выжимания пота из рабочих, поскольку за выполнение и перевыполнение нормы определялись более высокие расценки, а для тех, кто их не выполнял – крайне низкие, «штрафные» расценки [11]. Таким образом, Тейлор считал, что производительность труда и заработная плата должны быть тесно связаны между собой. Он считал, что оплата труда должна быть основана на результативности работы каждого работника, что способствует повышению производительности и эффективности производства в целом.

Рассмотрим корреляционно-регрессионный анализ на примере взаимосвязи производительности труда и заработной платы в дистанции пути за 2015-2020 гг. (табл.1)

Таблица 1 – Исходные данные для установления взаимосвязи между производительностью труда и заработной платой

Год	Среднемесячная заработная плата, руб.	Производительность труда, тыс. т-км/чел	Среднесписочная численность, чел
2015	59 123	34 782	496
2016	58 749	34 991	501
2017	60 315	35 016	499
2018	61 739	35 339	495
2019	62 855	35 314	487
2020	66 578	35 741	483

Первый этап заключается в нахождении коэффициента корреляции. В данной работе предлагается использовать коэффициент корреляции Пирсона, поскольку показатели производительности труда и заработной платы являются количественными признаками. Расчет коэффициента корреляции Пирсона – формула (11) [12].

$$r_{xy} = \frac{\sum(x-\bar{x}) \times (y-\bar{y})}{\sqrt{(x-\bar{x})^2 \times (y-\bar{y})^2}} \quad (11)$$

где x , y – значения показателей производительности труда и заработной платы;

\bar{x} , \bar{y} – средние значения показателей производительности труда и заработной платы.

В программе Microsoft Excel значение коэффициента корреляции можно найти с помощью функции «КОРРЕЛ».

Полученное в результате приведенных расчетов значение коэффициента корреляции будет характеризовать наличие или отсутствие связи между рассматриваемыми показателями, а также определит направление данной связи (знак «±») - положительная (прямая) или отрицательная (обратная) связь). В таблице 2 представлена интерпретация значений коэффициентов корреляции.

Таблица 2 – Интерпретация значений коэффициентов корреляции.

Величина коэффициента корреляции	Интерпретация
< 0,3	Практически отсутствует связь
0,3 – 0,5	Слабая связь
0,5 – 0,7	Заметная связь
> 0,7	Тесная связь

В нашем случае $r_{xy} = 0,96$, что говорит о прямой тесной связи между заработной платой и производительностью труда. Однако, если рассматривать взаимосвязь производительности труда и среднесписочной численности, то коэффициент корреляции будет: $r_{xy} = -0,82$, что говорит об обратной связи между показателями. Это неудивительно, поскольку среднесписочная численность в формуле производительности находится в знаменателе, а это означает, что увеличение контингента будет приводить к уменьшению производительности при том же уровне выпуска продукции.

Следующий этап заключается в оценке статистической значимости коэффициента корреляции. Для этого используется t-критерий Стьюдента – формула (12) [12].

$$t_{\text{набл}} = \sqrt{\frac{r^2}{1-r^2}} \times (n-2), \quad (12)$$

где r – коэффициент корреляции;

n – объем выборки (временной период).

Статистическая значимость полученного критерия проверяется с помощью сравнения его с табличным значением и использованием таблиц критических значений критерия Стьюдента. Если $t_{\text{набл}} < t_{\text{табл}}$, то коэффициент корреляции статистически не значим, если же $t_{\text{набл}} > t_{\text{табл}}$, то коэффициент корреляции статистически значим.

Все расчеты производились в программе Microsoft Excel в том числе $t_{\text{табл}} = t_{\text{кр}}$ находилось с помощью функции «СТЮДРАСПОБР» с вероятностью 0,05 и степенями свободы = 3.

В нашем случае получается $t_{\text{набл}} = 3,26$, $t_{\text{табл}} = 3,18$, что говорит о значимости коэффициента корреляции.

Таким образом, проведенный корреляционный анализ позволил выявить положительную тесную связь между заработной платой и производительностью труда.

На следующем этапе осуществляется проведение регрессионного анализа для установления связи между изучаемыми признаками путем оценки регрессионного уравнения. Для начала, необходимо рассчитать коэффициент детерминации, который отражает изменение производительности труда под воздействием показателя заработной платы. Качество регрессионного уравнения тем лучше, чем ближе окажется значение коэффициента детерминации к 1. Расчет коэффициента детерминации – формула (13) [12].

$$R^2 = r^2, \quad (13)$$

где R^2 – коэффициент детерминации;

r^2 – квадрат коэффициента корреляции.

В данном примере коэффициент детерминации: $R^2 = 0,91$, что говорит о том, что 91% вариации производительности труда объясняется вариацией заработной платы, а 9% вариаций объясняется вариациями других факторов, не учтенных в данной модели.

Далее необходимо оценить статистическую значимость коэффициента детерминации. Такая оценка производится путем расчета значения F-критерия – формула (14) [12].

$$F_{\text{набл}} = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(n-k-1)}, \quad (14)$$

где k – число независимых переменных в модели уравнения регрессии.

Полученное в результате расчета значение F-критерия сравнивается с табличным значением. Если $F_{\text{набл}} < F_{\text{табл}}$, то коэффициент детерминации статистически не значим, если же $F_{\text{набл}} > F_{\text{табл}}$, то коэффициент является значимым.

В нашем случае $F_{\text{набл}} = 10,61$, $F_{\text{табл}} = 10,13$, что говорит о значимости коэффициента детерминации.

Методы корреляционного и регрессионного анализа широко распространены в различных научных исследованиях зарубежных и отечественных авторов. Так, например, в работе Шумиловой регрессионный анализ применен в целях моделирования и прогнозирования индекса производительности труда в Российской Федерации [13]. Результатом данной работы послужило то, что автор приходит к выводу о том, что основным фактором, влияющим на индекс производительности труда в России, являются инвестиции в основной капитал.

Взаимосвязь производительности труда с показателем фондовооруженности рассматривается в работе С.Н. Растворцевой [14]. В работе М.А. Овсянниковой представлен анализ взаимосвязи между производительностью труда и заработной платой в Республике Беларусь, в данной работе были разработаны эконометрические модели, которые показали, что связь между данными показателями присутствует [15]. Также, экономико-математические модели, в том числе экономико-статистические подходы к анализу динамики производительности труда раскрываются в работах Е.С. Кутуковой [16], Е.В. Лядовой [17].

Заключение.

Производительность труда реализует результативность полезного труда, эффективность производственной деятельности в соответствии с определенным промежутком времени. Производительность труда является главной движущей силой общества. В данной работе проанализированы экономико-статистические подходы к оценке влияния производительности труда на развитие предприятий железнодорожного транспорта. Выявлено, что в основном оценка этого влияния осуществляется с позиции роста выпуска продукции, роста объемов производств, а также с помощью уменьшения

затрат труда. Также, была доказана положительная тесная связь между производительностью труда и среднемесячной заработной платой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Синк Д. С. Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение: пер. с англ./ Общ. ред. и вступ. ст. В.И. Данилова-Данильян. – М.: Прогресс, 1989. – 528 с.
2. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. №474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>
3. Распоряжение правительства от 19 марта 2019 года №466-р. Долгосрочная программа развития ОАО «Российские железные дороги» до 2025 года.
4. Плоц О.А. Эффективность и производительность труда. [Электронный ресурс] // Молодой ученый. – 2017. - № 2. – с. 478-480. – URL: <https://moluch.ru/archive/136/38059/>
5. Котерова Н.П Экономика организации: учеб. пособие. – 5-е изд., перераб. и доп. / Н.П. Котерова, М.: Академия, 2014. – 288с.
6. Струмилин С. Г. Проблемы экономики труда // Изд-во: «Наука», Москва, 1982г. – 473 с.
7. Экономическая статистика / Учебник. – Под ред. Ю. Н. Иванова. – 3-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 736 с.
8. Эмерсон Г. 12 принципов производительности. – Под науч. ред. В.С. Кардаш. – 2-е изд. – М.: Экономика, 1992. – 216 с.
9. ЕМИСС. Государственная статистика. [Электронный ресурс] // Методика расчета производительности труда. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/40552#>
10. Гуца П.В., Константинов С.А.. Научные положения Ф. Тейлора и их влияние на развитие систем материального стимулирования труда // Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010 г. – с. 29-35.
11. Рафикова Н.Т., Халитова Л.Р. О теоретических основах сущности заработной платы // Вестник ОГУ №5 (86)/май 2008 г. – с. 90-97.
12. Статистика: Учебное пособие для вузов / Учебное пособие. – В.М. Гусаров. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 463 с.
13. Шумилина В.Е. Статистическое моделирование и прогнозирование индекса производительности труда в Российской Федерации // Вестник Евразийской науки. - №1, 2019.
14. Овсянникова М.В., Комков В.Н.. Анализ взаимосвязи производительности труда и заработной платы // Белорусский государственный университет, Экономический фак., Минск, 2020 – с. 274-278.
15. Растворцева С.Н. Производительность труда и фондовооруженность в обеспечении экономического роста российских регионов // Социальное пространство. – 2018. - №1 (13). – с. 1-9.
16. Кутукова Е.С. О некоторых подходах к оценке производительности труда в современной российской экономике // Государственный аудит. Право. Экономика. – 2017. - №3-4. – с. 129-135.
17. Лядова Е.В. Анализ динамики производительности труда в России: макроэкономический аспект // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2017. - №1 (45). – с. 46-53.

REFERENCES

1. Sink D. S. Performance management: planning, measurement and evaluation, control and improvement: trans. from English/ General ed. and the introduction of V.I. Danilova-Danilyan. – М.: Progress, 1989. – 528 p.

2. Decree of the President of the Russian Federation No. 474 dated 21.07.2020 "On National development goals of the Russian Federation for the period up to 2030" // <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>
3. Government Decree No. 466-r of March 19, 2019. Long-term development program of JSC "Russian Railways" until 2025.
4. Plots O.A. Efficiency and labor productivity. [Electronic resource] // Young scientist. – 2017. - No. 2. – pp. 478-480. – URL: <https://moluch.ru/archive/136/38059/>
5. Koterova N.P. Economics of the organization: studies. stipend. – 5th ed., reprint. and additional / N.P. Koterova, M.: Academy, 2014. – 288s.
6. Strumilin S. G. Problems of labor economics // Publishing house: "Science", Moscow, 1982 - 473 p.
7. Economic statistics / Textbook. – Edited by Yu. N. Ivanov. – 3rd ed. – Moscow: INFRA-M, 2006. – 736 p .
8. Emerson G. 12 principles of productivity. – Under the scientific editorship of V.S. Kardash. – 2nd ed. – Moscow: Ekonomika, 1992. – 216 p .
9. EMISS. State statistics. [Electronic resource] // Methodology for calculating labor productivity. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/40552#>
10. Gushcha P.V, Konstantinov S.A. Scientific provisions of F. Taylor and their influence on the development of systems of material stimulation of labor // Belarusian State Agricultural Academy, 2010 – pp. 29-35.
11. Rafikova N.T., Khalitova L.R. On the theoretical foundations of the essence of wages // Bulletin of OSU No. 5 (86)/May 2008 – pp. 90-97.
12. Statistics: Textbook for universities / Textbook. – V.M. Gusarov. – M.: UNITY-DANA, 2003. – 463 p.
13. Shumilina V.E. Statistical modeling and forecasting of the labor productivity index in the Russian Federation // Bulletin of Eurasian Science. - No. 1, 2019.
14. Ovsyannikova M.A, Komkov V.N. Analysis of the relationship between labor productivity and wages // Belarusian State University, Economic Faculty, Minsk, 2020 – pp. 274-278.
15. Solutseva S.N. Labor productivity and capital-to-weight ratio in ensuring economic growth of Russian regions // Social Space. – 2018. - №1 (13). – pp. 1-9.
16. Kutukova E.S. On some approaches to assessing labor productivity in the modern Russian economy // State Audit. Right. Economy. – 2017. - No.3-4. – pp. 129-135.
17. Lyadova E.V. Analysis of labor productivity dynamics in Russia: macroeconomic aspect // Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevsky. Series: Social Sciences. – 2017. - №1 (45). – pp. 46-53.

Информация об авторах

Григорьева Наталья Николаевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление на железнодорожном транспорте», Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail:

Карбушева Диана Витальевна – студент гр. Э.8-20-1, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: karbusheva.02@mail.ru

Authors

Grigoryeva Natalia Nikolaevna – candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics and management of railway transport, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail:

Karbusheva Diana Vital'evna – student, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: karbusheva.02@mail.ru