

В. Ж. Дубровский<sup>а)</sup>, Е. М. Иванова<sup>б)</sup>, Н. В. Чупракова<sup>в)</sup><sup>а)</sup> Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Российская Федерация<sup>б, в)</sup> Технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Лесной, Российская Федерация<sup>б)</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0690-0598>, e-mail: [ivanovaemlesnoy@mail.ru](mailto:ivanovaemlesnoy@mail.ru)<sup>в)</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1483-0545>

## Экономическая оценка факторов роста производительности труда на градообразующих предприятиях ОПК: влияние на моногорода<sup>1</sup>

*Проблема недостаточного роста производительности труда на российских предприятиях ОПК относительно мирового уровня приводит к необходимости выявления причин сложившейся ситуации. В последние годы перевооружение военной промышленности стало основой для использования новых технологий в производстве, снижения численности персонала и, как следствие, для повышения производительности труда. Тем не менее, рост целевого показателя за счет снижения численности персонала имеет неоднозначные последствия для развития социально-экономической среды моногородов присутствия. В качестве информационной базы исследования использованы статистические данные шести градообразующих предприятий ГК «Росатом» за 2008–2017 гг. Методологической основой послужили труды отечественных и зарубежных ученых по проблемам измерения влияния факторов на производительность труда. Для проведения исследования применены такие методы, как корреляционно-регрессионный анализ, индексный метод факторного анализа. В результате построена многофакторная линейная модель зависимости производительности труда от среднесписочной численности персонала, фондовооруженности активными производственными фондами, удельного веса активной части фондов в их общей стоимости, а также инвестиций. Проведена проверка статистической значимости модели множественной линейной регрессии и ее параметров, установлена пригодность постулируемой модели для использования ее в целях прогнозирования исследуемого показателя. Индексный анализ производительности труда, показателей фондовооруженности и фондоотдачи позволил выявить несоответствие роста исследуемого показателя увеличению эффективности использования основных фондов в динамике и свидетельствует о необходимости сопоставления факторов производительности труда с показателями эффективности при построении прогнозов развития предприятий. Проведенное исследование и построенная модель могут быть использованы при разработке стратегических планов предприятий ОПК, а также при учете влияния изменения производительности труда и численности персонала градообразующих предприятий ОПК на экономику моногородов.*

**Ключевые слова:** производительность труда, фондовооруженность, основные фонды, активная часть основных фондов, предприятия ОПК, ГК «Росатом», инвестиции, непрофильные активы, техническая оснащенность, индексный метод, регрессионно-корреляционный анализ, моногорода, градообразующие предприятия

**Для цитирования:** Дубровский В. Ж., Иванова Е. М., Чупракова Н. В. Экономическая оценка факторов роста производительности труда на градообразующих предприятиях ОПК. Влияние на моногорода // Экономика региона. 2020. Т. 16, вып. 3. С. 831-844. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-12>

<sup>1</sup> © Дубровский В. Ж., Иванова Е. М., Чупракова Н. В. Текст. 2020.

## ORIGINAL PAPER

UDC: 33.05

JEL: B23, C53, D24, E22

Valery Zh. Dubrovsky <sup>a)</sup>, Ekaterina M. Ivanova <sup>b)</sup>, Natalia V. Chuprakova <sup>c)</sup><sup>a)</sup> Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation<sup>b, c)</sup> Technological Institute of National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Lesnoy, Russian Federation<sup>b)</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0690-0598>, e-mail: [ivanovaemlesnoy@mail.ru](mailto:ivanovaemlesnoy@mail.ru)<sup>c)</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1483-0545>**Economic Assessment of Growth Factors of Labour Productivity at Core Enterprises of the Defence Industry: Impact on Single-Industry Towns**

*The insufficient growth of labour productivity at the enterprises of the Russian defence industry compared to the world level results in the need to identify the causes of the current situation. In recent years, the military rearmament led to the use of new technologies in production, personnel reduction, and, ultimately, to the increase in labour productivity. Nevertheless, the growth of the target value due to a decrease in the number of employees has mixed effects on the development of the socio-economic environment of single-industry towns. As an information base for the study, we used the statistical data of six core enterprises of ROSATOM State Corporation for the period from 2008 to 2017. The paper relies on Russian and foreign research focused on measuring the impact of various factors on labour productivity. We applied correlation-regression analysis and index method of factor analysis. As a result, we built a multiple linear model of the dependence of labour productivity on the average headcount, capital-labour ratio of active business assets, the ratio of the active part of assets in their total value, and investments. Further, we examined the statistically significant difference of the multiple linear regression model and its parameters and confirmed the applicability of the postulated model for predicting indicators values. The index analysis of labour productivity as well as indices of capital-labour ratio and capital productivity revealed a discrepancy between the growth of an indicator and the increase in the utilisation efficiency of fixed assets in dynamics. Additionally, it indicated the need to compare labour productivity factors with performance indicators when predicting the development of enterprises. The conducted research and constructed model can be used for developing strategic plans for the defence industry enterprises, as well as for considering how the changes in labour productivity and personnel of the core enterprises of the defence industry influence the economy of single-industry towns.*

**Keywords:** labour productivity, capital-labour ratio, fixed assets, active part of fixed assets, defence industry enterprises, Rosatom State Corporation, investments, non-core assets, technical equipment, index method, correlation-regression analysis, single-industry towns, core enterprises

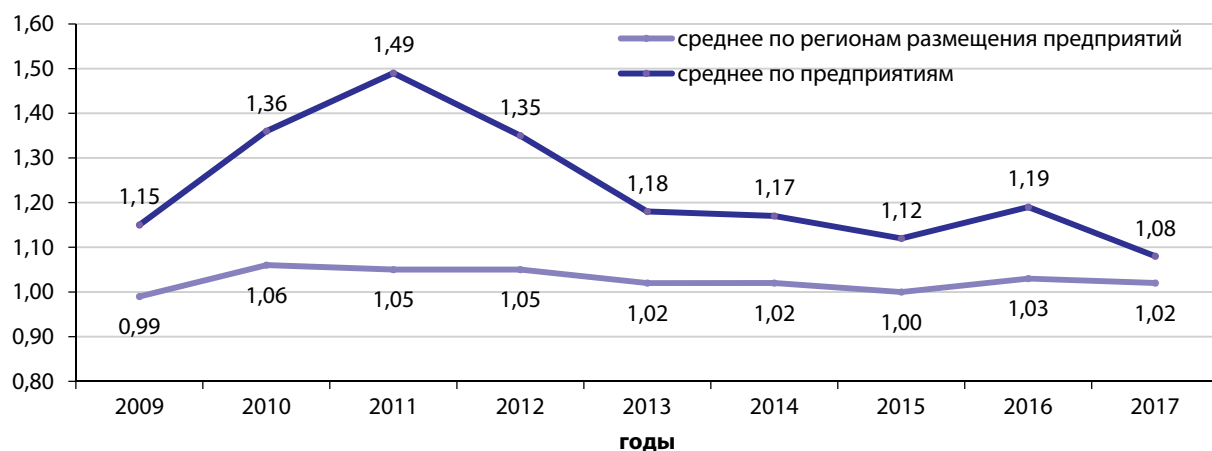
**For citation:** Dubrovsky, V. Zh., Ivanova, E. M. & Chuprakova, N. V. (2020). Economic Assessment of Growth Factors of Labour Productivity at Core Enterprises of the Defence Industry: Impact on Single-Industry Towns. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 16(3), 831-844, <https://doi.org/ekon.reg.10.17059/2020-3-12>

**Введение**

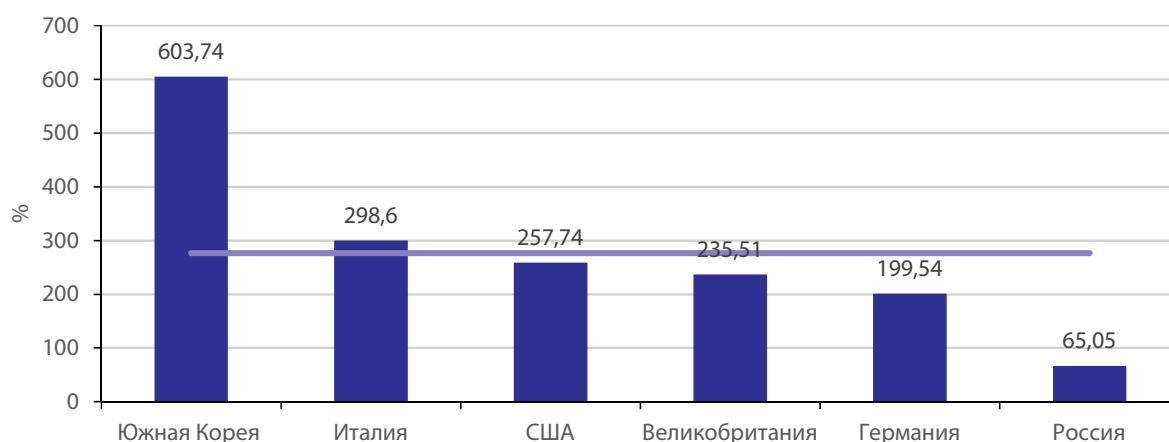
Рост производительности труда является одной из первостепенных задач развития российской экономики. Положительная динамика данного показателя эффективности предприятий ОПК на протяжении последних лет была обусловлена различными факторами, такими как улучшение технического оснащения производств, организационные решения, связанные с выводом непрофильных активов из структуры предприятий, усиление внутрикорпоративных связей. Тем не менее, ее уровень на предприятиях, в том числе и в сфере военной промышленности, по сравнению с ведущими мировыми корпорациями недостаточно высок [1, с. 89; 2, с. 132; 3, с. 73; 4, с. 1230]. В целом в экономике страны на сегодняшний день приоритетность повышения производительности труда на предприятиях ОПК носит характер стратегической государственной задачи.

Достаточно упомянуть Указ Президента РФ В.В. Путина от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации до 2024 года», в котором прирост производительности труда на средних и крупных предприятиях базовых несырьевых отраслей экономики на 5 % к 2024 г. назван в качестве приоритетной цели. Мероприятия, предусмотренные стартовавшим в 2019 г. Национальным проектом «Производительность труда и поддержка занятости», утвержденным Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 24 сентября 2018 года № 12), также направлены на формирование конкретных условий достижения целей, показателей и результатов в области повышения производительности труда.

Предприятия ОПК, исторически размещенные в различных регионах страны с целью обеспечения ее обороноспособности, зачастую



**Рис. 1.** Усредненный индекс производительности труда предприятий ОПК и регионов их присутствия  
**Figure 1.** Average labour productivity index of defence industry enterprises regions of its operation



**Рис. 2.** Средний уровень производительности труда на предприятиях ВПК индустриально развитых стран в 2015 г. (рассчитано авторами по данным SIPRI (Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). URL: <https://www.sipri.org/databases/armsindustry> (дата обращения 27.02.2019)))

**Figure 2.** Average labour productivity of military industry enterprises in the industrialised countries in 2015 (рассчитано авторами по данным SIPRI)

структурно являются частью государственных корпораций и имеют федеральное подчинение. Государственные инвестиции в развитие предприятий ОПК, в частности в виде финансирования научно-исследовательских работ и вложений в техническое перевооружение производств, на протяжении последнего десятилетия были достаточно высоки, например, финансирование предыдущей ГПВ 2011–2020 составило 15 трлн руб. [5 с. 103; 6, с. 49], что являлось одной из причин повышения производительности труда (рис. 1).

Значительный вклад военных производств в развитие регионов очевиден, но динамика социально-экономических показателей моногородов при росте производительности труда на градообразующих предприятиях за счет снижения численности персонала остается проблемным вопросом.

В то же время недостаточный уровень эффективности военных производств относи-

тельно мирового уровня подтверждается сравнением производительности труда на российских военных предприятиях с данным показателем ведущих мировых предприятий военно-промышленного комплекса (рис. 2).

Таким образом, факт относительно низкой производительности труда предопределяет исследование факторов роста данного показателя и имеет особую значимость для определения условий и факторов повышения эффективности предприятий оборонно-промышленного комплекса России.

В основе исследования лежит проверка гипотезы о непосредственном влиянии на изменение производительности труда динамики среднесписочной численности персонала, фондовооруженности активными фондами, удельного веса активной части основных фондов в общей их стоимости, а также инвестиций в развитие материально-технической базы производства.

### Условия и факторы повышения производительности труда

Проблема недостаточности роста и уровня производительности труда является всеобъемлющей для всех российских предприятий, в том числе и военных производств. Предприятия ОПК — это, как правило, крупные производственные комплексы, обладающие преимуществами высокотехнологичных автоматизированных производств, а также ресурсными возможностями разработки и внедрения новой техники и технологий [7, с. 319; 8, с. 30; 9, с. 270].

Наличие в составе предприятий ОПК конструкторских бюро, научных подразделений, отделов по освоению новой продукции, с одной стороны, приводит к увеличению постоянных затрат в структуре себестоимости продукции, с другой стороны, позволяет использовать новые технологии для производства изделий, тем самым косвенно влияя на трудоемкость производств, а значит, и на производительность труда [10, с. 40; 11, с. 345; 12, с. 245]. В свою очередь, интеграция предприятий ОПК в структуры государственных корпораций создает особые условия для военных производств. Процесс объединения предприятий, выполняющих государственный оборонный заказ, в корпоративные структуры в 1990-е гг. позволил создать условия роста производительности труда, достигнуть большей финансовой устойчивости, возможности обновления основных фондов военных производств в последующее десятилетие.

На сегодняшний день показатель производительности труда используется в качестве одного из ключевых для определения эффективности деятельности предприятий ОПК как в России, так и за рубежом, тем самым представляя возможность управления эффективностью военных производств. [5, с. 103; 13, с. 48]

В качестве количественного измерителя производительности труда на микроэкономическом уровне принято использовать показатели выработки и трудоемкости продукции. Выработка как экономическая категория представляет собой относительный показатель эффективности использования трудовых ресурсов предприятия, определяющий объем производства продукции, приходящийся на единицу затрат труда (формула 1).

$$W = Q / T, \quad (1)$$

где  $W$  — выработка;  $Q$  — объем производства продукции (в натуральном, условно-натуральном или стоимостном выражении);  $T$  — численность работников (среднесписочная чис-

ленность, численность производственных рабочих).

Положительная динамика производительности труда трактовалась К. Марксом как «всякое вообще изменение в процессе труда, сокращающее рабочее время, общественно необходимое для производства данного товара, так что меньшее количество труда приобретает способность произвести большее количество потребительной стоимости»<sup>1</sup>.

Динамический характер производительности труда определяется множеством факторов, воздействующих на производительность труда одновременно. Большинство исследователей подразделяют факторы роста данного показателя эффективности на следующие группы:

— материально-технические факторы включают в себя использование новых машин и оборудования, новых технологий военных производств, новых видов материалов. На предприятиях ОПК факторы данной группы считаются основными движущими силами, способными повысить производительность труда, особенно при внедрении перспективных средств автоматизации и технических решений;

— социально-экономические факторы, в том числе уровень квалификации персонала, владение уникальными компетенциями, система ценностей, стиль руководства, степень использования ручного труда, заинтересованность персонала в эффективной деятельности [14, с. 74; 15, с. 19];

— организационные факторы, включающие в себя применение множества приемов, начиная с верхнего уровня управления, например, степени специализации производства, и заканчивая вопросами организации труда на каждом рабочем месте [16, с. 56].

Также в части специфики факторного анализа производительности труда на предприятиях ОПК целесообразно разделить факторов на экстенсивные, позволяющие увеличить производство продукции за счет большего количества использованных ресурсов (временных, материальных, трудовых), и интенсивные, позволяющие уменьшить время на производство изделий. Реализация стратегических программ развития предприятий ОПК в большей степени направлена на повышение производительности труда путем воздействия интенсивных факторов, таких как автоматизация производства, применение новых технологий. [17, с. 52]

<sup>1</sup> См.: <http://www.esperanto.mv.ru/Marksismo/Kapital1/kapital1-05.html#c5.2> (дата обращения 27.07.2019).

Несомненно, военные производства имеют свои особенности, усиливающие или ослабляющие воздействие некоторых факторов. К условиям, приводящим к росту эффективности производства на предприятиях ОПК, относятся:

1) высокий уровень технической оснащенности;

2) распределение высококвалифицированных трудовых ресурсов между предприятиями ОПК, независимо от их территориального расположения;

3) федеральное финансирование некоторых предприятий ОПК, расположенных в регионах;

4) высокий уровень автоматизации массовых сборочных производств. [18, с. 138; 19, с. 12]

Низкая производительность труда в данной сфере обусловлена следующими объективными причинами: наличием единичных уникальных производств военной продукции, в основном свойственных предприятиям ядерного оружейного комплекса, невозможностью выполнения операций на одних и тех же производственных линиях для продукции военного и гражданского назначения, особым (в некоторых случаях иррациональным с точки зрения экономической эффективности, но оправданным безопасностью страны) территориальным размещением производств, режимными барьерами. [3, с. 72; 20, с. 44; 21, с. 430] На протяжении последнего десятилетия на государственных корпорациях принимались решения, позволяющие усилить влияние не только экономических и материально-технических факторов на производительность труда, но и организационных. В частности, в ряде государственных корпораций была проведена политика вывода непрофильных активов, результатом которой должно стать снижение затрат и, как следствие, повышение эффективности военных производств. Например, по данным из годовых отчетов ГК «Росатом», одним из последствий вывода непрофильных активов является снижение численности персонала на предприятиях ОПК, а также затрат предприятия на содержание зданий и сооружений, являющихся основой непрофильных активов [22, с. 8; 23, с. 39; 24, с. 104].

#### **Методы и инструменты исследования влияния экономических и материально-технических факторов на повышение производительности труда**

Определение причин изменения производительности труда на предприятиях ОПК предусматривает установление причинно-след-

ственных связей между изменением факторов, повлиявших на результирующий показатель, и динамикой самого показателя. Многообразие способов измерения влияния факторов на производительность труда представлено в ряде исследований российских и зарубежных ученых. [25, с. 45; 22, с. 3; 14, с. 73]

В целом, применительно к любой группе факторов, методические приемы исследования причин изменения производительности труда на предприятиях ОПК могут быть классифицированы следующим образом:

1. Расчет показателей:

— абсолютных величин (в натуральных, стоимостных и условно-натуральных единицах измерения);

— относительных величин (в том числе эффективности, координации, планового задания, интенсивности, динамики, структуры).

2. Методы факторного анализа:

— способ абсолютных разностей;

— способ относительных разностей;

— способ цепных подстановок;

— индексный метод;

— способ долевого участия;

— интегральный метод.

3. Методы и приемы исследования экономической информации:

— метод сравнения (фактических данных с плановыми, с утвержденными нормами, с данными прошлых лет, со среднеотраслевыми данными).

— метод группировок (с обоснованием критерия для группировки показателей).

4. Избирательно применяемые методы:

— SWOT-анализ;

— экономико-математические методы (методы теории принятия решений, статистические и эконометрические методы, матричные модели);

— экспертные оценки;

— социологические исследования (с применением корреляционно-регрессионного анализа, в частности методов парной и множественной корреляции).

Выбор и применение того или иного инструмента во многом зависят от цели проведения исследования, обоснования временных, трудовых и финансовых затрат на проведение исследования.

Основной задачей выявления условий повышения производительности труда является анализ факторов воздействия в ретроспективе, поэтому наиболее часто применяемыми методами на предприятиях ОПК являются метод сравнения, группировок, балансовый ме-

год, а также методы факторного анализа: способы абсолютных и относительных разностей, индексный метод, способ цепных подстановок. Преимуществами данных методов являются их оперативность, доступность с точки зрения временных и трудовых затрат на проведение анализа. Несмотря на относительную простоту, все способы, применяемые в факторном анализе (кроме интегрального), имеют один существенный недостаток: воздействие каждого из факторов на результат рассчитывается путем элиминирования — устранения воздействия на результат всех прочих факторов, кроме одного, что противоречит природе экономических процессов, протекающих под воздействием нескольких факторов одновременно.

Тем не менее, одним из наиболее часто применяемых методов для выявления динамических зависимостей показателей производительности труда на предприятиях ОПК является индексный метод. Индекс показателя представляет собой отношение анализируемой величины к величине, принятой за базу. Преимущества использования данного метода заключаются в оперативности анализа, возможности сопоставления индексов в значительном временном отрезке, отражении взаимосвязи соответствующих абсолютных величин [26, с. 71].

Например, сравнение индексов производительности и фондовооруженности целесообразно применять для оценки влияния факторов технической оснащенности на производительность труда предприятий ОПК. В данном случае в качестве показателя фондовооруженности рассматривается отношение стоимости основных производственных фондов или их активной части к среднесписочной численности работников. При этом по определенному соотношению индексов производительности труда и фондовооруженности можно судить о показателе фондоотдачи. Равенство индексов производительности и фондовооруженности свидетельствует о неизменности фондоотдачи, то есть заменяющие основные фонды имеют ту же производительность, что и заменяемые (формула 2).

$$I_{пт} = I_{фв}, \quad (2)$$

где  $I_{пт}$  — индекс производительности труда;  $I_{фв}$  — индекс фондовооруженности.

Более низкие значения индексов фондовооруженности по сравнению с индексами производительности на предприятии ОПК могут свидетельствовать о более низкой произво-

дительности новых основных фондов относительно ранее использованных, об изменении структуры активной части основных фондов, а также об изменениях в организации производства, на котором используются новые основные фонды (формула 2а).

$$I_{пт} < I_{фв}. \quad (2а)$$

В том случае, если новые основные фонды имеют большую производительность, нежели ранее использованные, индекс производительности труда будет выше индекса фондовооруженности (формула 2б):

$$I_{пт} > I_{фв}. \quad (2б)$$

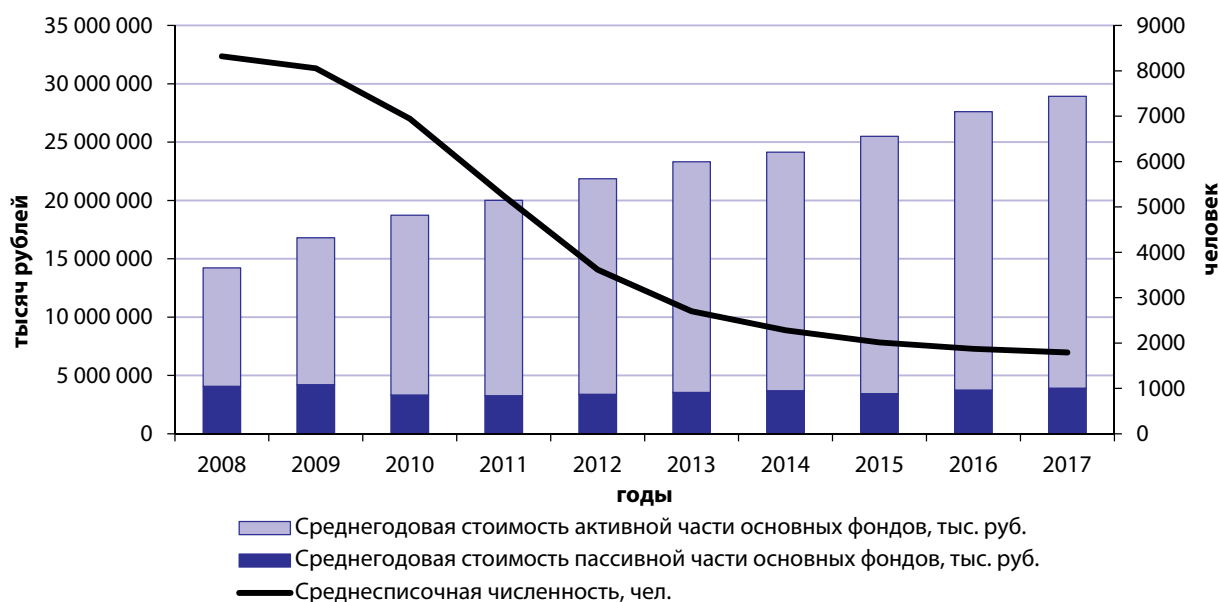
Данное соотношение позволяет определить влияние факторов технической оснащенности на уровень и динамику производительности труда на предприятии ОПК.

Помимо традиционно применяемых методов на предприятиях ОПК с целью уточнения степени влияния тех или иных факторов и составления более объективных прогнозов развития предприятий ОПК, целесообразно использование частично применяемых методов (экономико-математических, экспертного оценивания с использованием регрессионно-корреляционного анализа). Основными задачами применения более трудоемких методов являются уточнение влияния отдельных факторов и выявление зависимости производительности труда от нескольких факторов, одновременно воздействующих на результат.

Для моделирования зависимости производительности труда от экономических и материально-технических факторов на предприятиях ОПК авторами собрана информация о результатах деятельности военных производств ГК «Росатом» за 2008–2017 гг. Использование корреляционно-регрессионного анализа и индексного метода обусловлено целью исследования одновременного влияния перечисленных факторов на производительность труда, а также выявления взаимосвязи целевого показателя и эффективности использования основных фондов.

#### **Моделирование и результаты влияния факторов технического развития и численности персонала на повышение производительности труда на предприятиях ГК «Росатом»**

Оценка влияния экономических факторов и факторов материально-технического оснащения строится на предположении зависимости уровня производительности труда



**Рис. 3.** Изменение уровня среднесписочной численности персонала и структуры основных фондов на предприятиях ГК «Росатом»

**Figure 3.** Changes in average headcount and the structure of fixed assets at the enterprises of Rosatom State Corporation

от среднесписочной численности, фондовооруженности активной частью основных фондов, удельного веса активной части основных фондов в общей их стоимости, а также инвестиций в производство. Исследование влияния факторов на производительность труда с помощью метода множественной корреляции применяется в научных трудах достаточно часто, при этом набор факторов влияния зависит от цели исследования [26, с. 73; 22 с. 3]. Исследование авторами достаточно узкого круга показателей обусловлено целесообразностью изучения влияния на производительность труда состояния и структуры основных фондов на предприятиях ОПК, а также снижения численности персонала, связанной в большей степени с выводом непрофильных активов из состава предприятий, входящих в государственные корпорации (рис. 3).

На основании данных о результатах деятельности (величина основных фондов предприятий, доля активной части основных фондов, среднесписочная численность, объем инвестиций, достигнутый уровень производительности труда) на 6 предприятиях ГК «Росатом» за период с 2008 г. по 2017 г.<sup>1</sup> была построена модель линейной множественной регрессии.

Для проведения корреляционного анализа были отобраны следующие признаки:

$y$  — производительность труда (результативный показатель);

$x_1$  — фондовооруженность активными основными фондами;

$x_2$  — удельный вес активной части основных фондов в их общей стоимости;

$x_3$  — среднесписочная численность;

$x_4$  — объем инвестиций.

Для оценки тесноты связи между производительностью труда и каждым фактором были рассчитаны коэффициенты парной корреляции:

$$r_{yx_1} = 0,99390,$$

$$r_{yx_2} = 0,80561,$$

$$r_{yx_3} = -0,94402,$$

$$r_{yx_4} = 0,25507.$$

Данные коэффициенты показывают, что связь между факторными признаками (фондовооруженность активными основными фондами и среднесписочная численность за год) и результативным признаком весьма высокая, связь между удельным весом активной части в основных фондах и производительностью труда высокая, связь между объемом инвестиций и результативным признаком слабая.

В соответствии с рассчитанными коэффициентами регрессии уравнение модели имеет вид:

$$y = 0,9886 + 0,00031x_1 + 0,69121x_2 - 0,00014x_3 + 0,00014x_4.$$

<sup>1</sup> Годовые отчеты предприятий ГК «Росатом» за 2008–2017 гг.

Модель построена после удаления наблюдения под номером восемь, являющегося статистическим выбросом.

Регрессионная статистика основных параметров модели приводится в таблице 1.

Коэффициент множественной корреляции, описывающий степень линейной зависимости между результативным признаком и факторными признаками, имеет значение, близкое к единице, что указывает на высокую связь между факторами. Значение коэффициента детерминации  $R^2$  показывает, что 99,9 % суммарной вариации результирующего показателя объясняется вариабельностью включенных в модель факторов. Также расчетами подтверждена статистическая значимость коэффициентов модели.

На основании выведенного уравнения регрессии выполнено сравнение фактических значений результативного показателя с его прогнозными значениями (табл. 2), показавшее отсутствие статистических выбросов (абсолютная величина стандартных остатков меньше 2).

Коэффициент эластичности показывает, на сколько процентов изменится результативный признак при изменении факторного признака на один процент. Эти коэффициенты имеют следующие значения:

$$\partial_{yx_1} = 0,61152,$$

$$\partial_{yx_2} = 0,1812,$$

$$\partial_{yx_3} = -0,20368,$$

$$\partial_{yx_4} = 0,09569.$$

— увеличение фондовооруженности активными основными фондами на 1 % приводит к увеличению производительности труда в среднем на 0,61 % (при неизменности остальных факторов);

— увеличение удельного веса активной части основных фондов в общей их стоимости на 1 % приводит к увеличению производительности труда в среднем на 0,18 % (при неизменности остальных факторов);

— увеличение среднесписочной численности на 1 % приводит к уменьшению производительности труда в среднем на 0,2 % (при неизменности остальных факторов);

— увеличение объема инвестиций на 1 % приводит к увеличению производительности труда в среднем на 0,1 % (при неизменности остальных факторов).

Так как связь между объемом инвестиций и производительностью труда слабая, построим модель множественной линейной ре-

Таблица 1  
Регрессионная статистика параметров четырехфакторной модели

Table 1  
Regression statistics of parameters of the four-factor model

Параметр	Значение
Множественный $R$	0,999395517
$R$ -квадрат	0,9987914
Нормированный $R$ -квадрат	0,9975828
Стандартная ошибка	0,091510622
Наблюдения	9

Таблица 2  
Прогнозируемые значения и стандартные остатки результативного показателя четырехфакторной модели

Table 2  
Predicted values and standard residuals of the output indicator of the four-factor model

Наблюдение	Предсказанное $Y$	Остатки	Стандартные остатки
1	0,920645193	0,050904807	0,786687563
2	1,176938866	-0,064989526	-1,004354101
3	1,564412469	-0,052740145	-0,815051047
4	2,12800408	0,11738311	1,814049365
5	3,031950065	-0,003751985	-0,057983519
6	3,617774334	-0,036134434	-0,558424868
7	4,222650851	-0,030173751	-0,466307918
8	5,625549072	-0,052301952	-0,808279167
9	5,933962524	0,071803876	1,10966369

Таблица 3  
Регрессионная статистика параметров трехфакторной модели

Table 3  
Regression statistics of parameters of the three-factor model

Параметр	Значение
Множественный $R$	0,99874125
$R$ -квадрат	0,997484085
Нормированный $R$ -квадрат	0,995974535
Стандартная ошибка	0,118092736
Наблюдения	9

грессии, исключив из предыдущей модели данный фактор. В соответствии с рассчитанными коэффициентами регрессии уравнение модели примет вид:

$$y = -0,15697 + 0,00032x_1 + 2,11079x_2 - 0,00010x_3.$$

Регрессионная статистика основных параметров модели приводится в таблице 3.



Таблица 4  
**Прогнозируемые значения и стандартные остатки  
 результирующего показателя трехфакторной модели**  
 Table 4  
**Predicted values and standard residuals of the output  
 indicator of the three-factor model**

Наблюдение	Предсказанное Y	Остатки	Стандартные остатки
1	0,932575158	0,038974842	0,417466062
2	1,143365103	-0,031415763	-0,336499493
3	1,617111072	-0,105438748	-1,129372079
4	2,123077759	0,122309431	1,310076799
5	2,90750343	0,12069465	1,29278061
6	3,712050433	-0,130410533	-1,396849051
7	4,274367029	-0,081889929	-0,877136737
8	5,557125912	0,016121208	0,17267696
9	5,954711561	0,051054839	0,54685693

Для построенной модели значение коэффициента детерминации  $R^2$  показывает, что 99,9 % суммарной вариации результирующего показателя объясняется вариабельностью включенных в модель факторов. Также расчетами подтверждена статистическая значимость коэффициентов модели.

На основании выведенного уравнения регрессии выполнено сравнение фактических значений результирующего признака с его прогнозными значениями (табл. 4), показавшее отсутствие статистических выбросов (абсолютная величина стандартных остатков меньше 2).

Коэффициенты эластичности имеют следующие значения:

$$\partial_{yx_1} = 0,63744,$$

$$\partial_{yx_2} = 0,55335,$$

$$\partial_{yx_3} = -0,14074,$$

— увеличение фондовооруженности активными основными фондами на 1 % может привести к увеличению производительности труда в среднем на 0,64 % (при неизменных остальных факторах);

— увеличение удельного веса активной части основных фондов в общей их стоимости на 1 % приводит к увеличению производительности труда в среднем на 0,55 % (при неизменных остальных факторах);

— увеличение среднесписочной численности на 1 % приводит к уменьшению производительности труда в среднем на 0,14 % (при неизменности остальных факторах).

Путем сравнения «длинной» и «короткой» регрессии определим, какая из них предпочтительнее для анализа. Находим  $F$ -статистику:

$$F_{\text{набл.}} = \frac{0,06973 - 0,0335}{0,0335 / 5} = 5,41.$$

По таблице критических точек распределения Фишера (при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ ) находим:

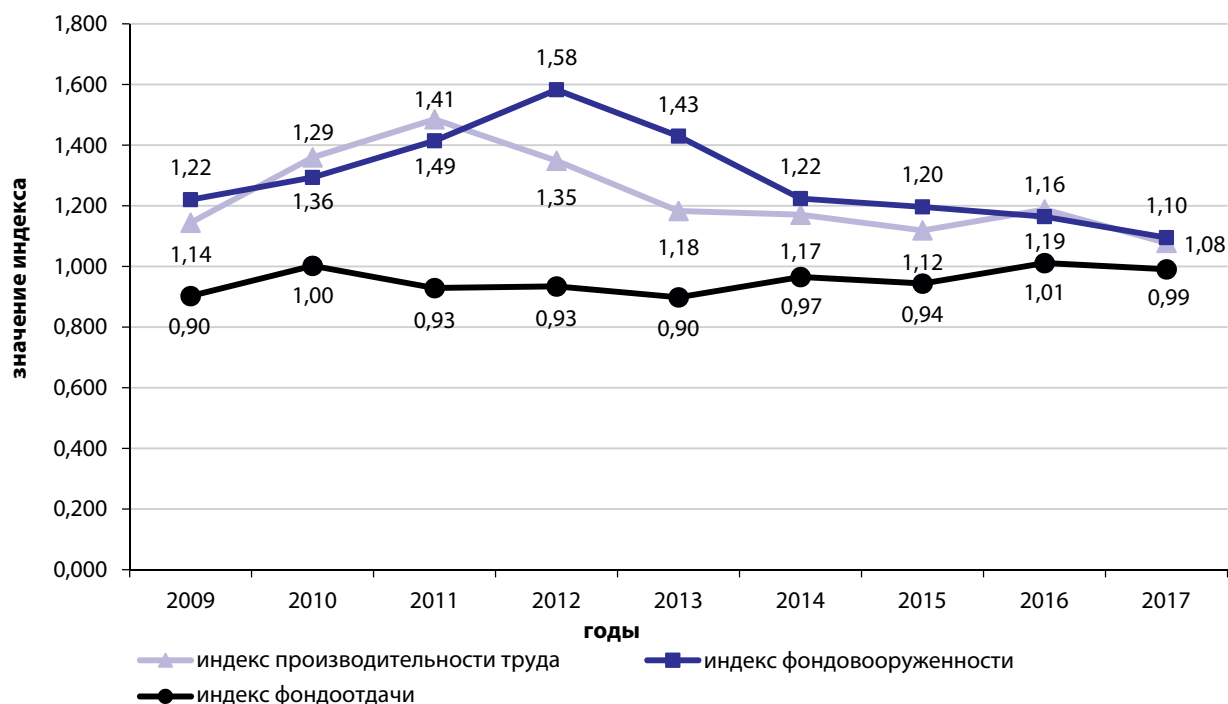
$$F_{\text{крит.}} = 6,61.$$

Так как  $F_{\text{набл.}} < F_{\text{крит.}}$ , для дальнейшего анализа возможно использование «короткой» регрессии.

Полученная модель множественной линейной регрессии не только иллюстрирует наличие связи вышеуказанных факторов и уровня производительности труда на предприятиях ГК «Росатом», но и может выступить достаточно эффективным инструментом прогнозирования будущего возможного роста уровня данного показателя. При этом если допустить, что целью деятельности предприятия ГК «Росатом» в кратко- или среднесрочной перспективе является рост производительности труда, то, например, при следующих значениях факторных признаков: фондовооруженность активными основными фондами — 15 000 тыс. руб/чел., удельный вес активной части в основных фондах — 0,8, среднесписочная численность за год — 1500 чел., получаем точечный прогноз уровня производительности труда: 6,178 млн руб/чел.

Утверждение о повышении производительности труда при снижении среднесписочной численности справедливо только в случае сохранения или роста финансовых результатов (выручки) предприятия. Таким образом, в данном случае параллельно с действием снижения затрат труда на результат должны воздействовать интенсивные факторы повышения производительности труда, то есть приобретаемые основные фонды должны иметь большую производительность и при этом степень загрузки производственных мощностей должна приближаться к оптимальной.

Применение модели зависимости от трех факторов влияния для прогнозирования динамики производительности труда на предприятиях ОПК позволяет оперировать основными фондами предприятия, их структурой, а также численностью персонала в условиях значительных изменений на предприятиях ОПК (увеличение доли гражданской продукции с целью достижения целевого значения производительности труда). Получение более



**Рис. 4.** Динамика индексов производительности труда, фондовооруженности и фондоотдачи  
**Figure 4.** Dynamics of the indices of labour productivity, capital-labour ratio and capital productivity

объективных, обоснованных значений подразумевает использование в модели множества факторов, влияющих на изменение производительности труда. На практике моделирование результирующего показателя с использованием всех факторов воздействия не представляется возможным.

Влияние фактора фондовооруженности активными фондами на производительность труда предприятий ОПК имеет свои особенности. Обновление активных основных фондов, внедрение новых производственных линий с большей производительностью и более высокой степенью автоматизации свойственно российским предприятиям ОПК на протяжении последнего десятилетия. При этом необходимо учитывать, что воздействие фактора фондовооруженности активными фондами имеет свой предел. При достижении максимально возможного уровня производительности станков и оборудования, то есть активной части основных фондов, фактор фондовооруженности не имеет значительного воздействия на рост производительности труда и в дальнейшем становится причиной положительной динамики результата при прочих равных условиях только при замене оборудования на обладающее большей производительностью.

Использование в модели фактора удельного веса активных производственных фондов в общей их стоимости, на первый взгляд, кажется избыточным и неоправданным. Однако изме-

нение доли активной части основных фондов на предприятиях связано не только с ростом самой активной части и обновлением оборудования предприятий. Причиной увеличения удельного веса и, следовательно, силы воздействия самого фактора также является относительная неизменность стоимости пассивной части основных производственных фондов, вызванная одновременным выводом избыточных производственных мощностей, объектов социальной инфраструктуры, сервисных подразделений из состава основных фондов предприятий ОПК и созданием новых военных производств. Влияние данного фактора особенно актуально для государственных корпораций, имеющих в собственности наследие советских предприятий с множеством вспомогательных подразделений, а также служб социального значения [27, с. 37; 23, с. 40].

Для более полной оценки зависимости производительности труда от факторов фондовооруженности целесообразно использовать индексный метод. Сопоставление индексов производительности труда, фондовооруженности и фондоотдачи свидетельствует о росте всех показателей на протяжении рассматриваемого периода, однако значение индекса производительности труда, превышающее значение индекса фондовооруженности во втором и третьем интервале свидетельствует об эффективном использовании производственных фондов и росте производительности труда не только

за счет снижения численности, но и за счет более эффективного использования производственных фондов на данном отрезке (рис. 4).

Динамика производительности труда, как это видно на графике (рис. 4), далеко не всегда следует за динамикой фондовооруженности и фондоотдачи. Согласованность в динамике фондовооруженности и производительности труда наблюдается в 6 интервалах (периодах) из рассматриваемых 8 (с 2009 г. по 2016 г.), тогда как между динамикой фондоотдачи и производительности труда эффект однонаправленных изменений наблюдается 5 раз. При этом с определенной уверенностью можно утверждать, что когда рост производительности труда сопровождало снижение фондоотдачи (например, в период с 2010 г. по 2011 г.), этот результат являлся следствием того, что темп сокращения численности персонала был выше, чем рост выручки от реализации продукции предприятий.

### Выводы

В результате проведенного исследования была построена регрессионная модель, позволяющая учесть влияние изменения фондовооруженности активными производственными фондами удельного веса активной части основных фондов в их общей стоимости, а также численности персонала на производительность труда на предприятиях ОПК. В свете политики вывода непрофильных активов, проводимой на протяжении последнего десятилетия государственными корпорациями, основное преимущество сформированной модели

заключается в возможности оценки и дальнейшего прогнозирования повышения эффективности военных производств при снижении численности персонала, базирующееся на использовании новых основных фондов с более высокой производительностью. В то же время, снижение численности персонала на градообразующих предприятиях ОПК следует учитывать при прогнозах развития моногородов. Например, уменьшение в 6 раз среднесписочной численности на градообразующем предприятии в г. Новоуральске за рассматриваемый период сопровождалось следующими изменениями в социально-экономических показателях ЗАТО: снижение численности населения на 13 %, средний уровень регистрируемой безработицы — 2,6 %, среднегодовой миграционный отток — 0,005 % от численности населения, что значительно превышает средние показатели по области<sup>1</sup>. Таким образом, применение индексного метода одновременно с построением модели позволит предприятиям прогнозировать темпы роста производительности труда при снижении численности персонала, обновлении основных фондов, ликвидации непрофильных активов, количественно выраженных изменением доли активной части основных фондов, а муниципалитетам — учитывать численность высвобождаемого с предприятий персонала при составлении прогнозов социально-экономического развития территорий и планировании новых рабочих мест.

<sup>1</sup> <http://adm-ngo.ru/docunit/6238> (дата обращения 20.07.2020).

### Список источников

1. Hall R. E., Jones C. I. Why do some countries produce so much more output per worker than others? // *The Quarterly Journal of Economics*. 1999. 114(1). P. 83–116. URL: <https://web.stanford.edu/~chadj/HallJonesQJE.pdf> (дата обращения 10.03.2019 г.)
2. Голова И. М., Суховой А. Ф. Инновационно-технологическое развитие промышленных регионов в условиях социально-экономической нестабильности // *Экономика региона*. 2015. № 1. С. 131–144. doi: 10.17059/2015–1-12.
3. Еленева Ю. Я., Войтова В. Н. Проблемы управления производительностью труда на промышленных предприятиях // *Российское предпринимательство*. 2013. Т. 14, № 3. С. 70–75.
4. Bernard A. B., Jones C. I. Comparing Apples to Oranges: Productivity Convergence and Measurement Across Industries and Countries // *American Economic Review*. 1996. 86(5). P. 1216–1238. URL: <https://web.stanford.edu/~chadj/HallJonesQJE.pdf> (дата обращения 02.03.2019 г.)
5. Ухалина И. А., Ефименко Н. А., Агапова С. П. Ключевые показатели эффективности как инструмент экономической безопасности предприятий ГК «Росатом» // *Глобальная ядерная безопасность*. 2017. № 1(22). С. 102–112.
6. Соколов А. В., Римская А. О. Методологические вопросы моделирования эффективности труда на предприятиях оборонно-промышленного комплекса РФ // *Мир экономики и управления*. 2016. Т. 16, № 4. С. 48–66.
7. Solow R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function // *The Review of Economics and Statistics*. 1957. Vol. 39, No. 3. P. 312–320.
8. Battisti M., Del Gatto M., Parmeter C. F. Labor productivity growth: disentangling technology and capital accumulation. 2014. P. 32. URL: [http://www.bus.miami.edu/\\_assets/files/repec/WP2014–02.pdf](http://www.bus.miami.edu/_assets/files/repec/WP2014–02.pdf) (дата обращения: 05.03.2019).
9. Alfonso Gambardella and Anita M. McGahan. “Business-Model Innovation” General Purpose Technologies and their Implications for Industry Structure // *Long Range Planning*. 2010. No. 43. P. 262–271.

10. Reamer A. The Impacts of Technological Invention on Economic Growth — A Review of the Literature // The George Washington Institute of Public Policy, 2014. P. 55.
11. Горбунов В. К., Крылов В. А. Оценка эффективности основного капитала предприятий методом производственных функций // Экономика региона. 2015. № 3. С. 334–347. doi: 10.17059/2015–3–27.
12. Абель Э., Бернанке Б. Макроэкономика / Пер. с англ. Н. Габенова, А. Смольского; науч. ред. д. э. н., проф. Л. Симкина; 5-е изд. СПб. : Питер, 2010. 768 с.
13. Parmenter D. Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPI's. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, inc., 2007. P. 233.
14. Краснопевцева И. В. Поиск концепции формирования организационно-экономического механизма управления производительностью труда на предприятиях машиностроения // Вектор науки тольяттинского государственного университета. 2017. № 2 (29). С. 72–78. doi: 10.18323/2221–5689–2017–2–72–78. (Экономика и управление).
15. Чистникова И. В., Антонова М. В. Теоретические аспекты исследования содержания и факторов повышения производительности труда на предприятии. // European Science. 2015. № 4. С. 18–20.
16. Tremblay V., Tremblay C. New Perspectives on Industrial Organization: With Contributions from Behavioral Economics and Game Theory. New York : Springer, 2012. 837 p.
17. Нечаев А. С. Факторы роста производительности труда на предприятиях России // Труд и социальные отношения. 2009. № 9. С. 52–58.
18. Чистов И. В., Астахов В. Г. Формирование эффективной системы управления производственными процессами на предприятиях оборонно-промышленного комплекса на основе принципов бережливого производства // Военный академический журнал. 2018. № 3. С. 136–141
19. Fujiwara Y., Aoyama H. A Stochastic Model of Labor Productivity and Employment // RIETI Discussion Paper Series 10-E-001. Jan. 2010. URL: <http://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/10e001.pdf> (дата обращения 02.03.2019 г.)
20. Mukhopadhyaya A. K. Value Engineering Mastermind: From Concept to Value Engineering Certification. New Delhi, 2009. P. 154.
21. Spiegel U., Gonen L. D., Weber M. Duration and optimal number of shifts in the labour market // Applied Economics Letters. 2014. № 21 (6). P. 429–432.
22. Производительность труда на машиностроительных предприятиях РФ. Резервы и факторы / Гагаринский А. В., Кузнецова И. Г., Котмышев С. Д., Гагаринская Г. П. // Наукоедение. 2016. № 1. С. 1–12. DOI: 10.15862/72EVN116.
23. Рябцун О. А. Институциональные аспекты повышения эффективности имущественных комплексов промышленных предприятий ЯОК // Современная наука. Актуальные проблемы теории и практики. 2011. № 2. С. 38–41. (Экономика и право).
24. Мовсесян В. Э. Оценка влияния материально-технических факторов на производительность труда производственного предприятия // Проблемы развития предприятий. Теория и практика. 2018. № 2. С. 102–106.
25. Федченко А. А. Методические подходы к исследованию производительности труда // Экономика труда. 2016. Т. 3, № 1. С. 41–62. doi: 10.18334/et.3.1.35153.
26. Соловьёв А. М. Соотношение роста заработной платы и производительности труда в оборонно-промышленном комплексе России до 2020 г. // Проблемы прогнозирования. 2014. № 5. С. 70–78.
27. Родин И. И. Совершенствование системы стратегического управления федеральным имуществом РФ на примере непрофильных активов АО «Центр управления непрофильными активами атомной отрасли» государственной корпорации «Росатом» // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2015. № 6. С. 33–39.

## References

1. Hall, R. E. & Jones, C. I. (1999). Why do some countries produce so much more output per worker than others? *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 83–116. Retrieved from: <https://web.stanford.edu/~chadj/HallJonesQJE.pdf> (Date of access: 10.03.2019 г.)
2. Golova, I. M. & Sukhovey, A. F. (2015). Innovation and technological development of industrial regions in the conditions of socioeconomic insecurity. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 1, 131–144. DOI: 10.17059/2015–1–12.12. (In Russ.)
3. Eleneva, Yu. Y. & Voytova, V. N. (2013). Problem of Labor Productivity Management in Industrial Enterprises. *Rossiyskoe predprinimatelstvo [The Russian Journal of Entrepreneurship]*, 3, 70–75. (In Russ.)
4. Bernard, A. B. & Jones, C. I. (1996). Comparing Apples to Oranges: Productivity Convergence and Measurement Across Industries and Countries. *American Economic Review*, 86(5), 1216–1238.
5. Ukhulina, I. A., Efimenko, N. A. & Agapova, S. P. (2017). Key Performance Indicators as Economic Security Tool of the Rosatom State Corporation Enterprises. *Globalnaya yadernaya bezopasnost [Global nuclear safety]*, 1, 102–112. (In Russ.)
6. Sokolov, A. V. & Rimskaya, A. O. (2016). Methodological issues of modeling of the efficiency of labor in the Russian defense industry enterprises. *Mir ekonomiki i upravleniya [World of economics and management]*, 16(4), 48–66. (In Russ.)
7. Solow, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312–320.

8. Battisti, M., Del Gatto, M. & Parmeter, C. F. (2014). *Labor productivity growth: disentangling technology and capital accumulation*. Retrieved from: [https://www.bus.miami.edu/\\_assets/files/repec/WP2014-02.pdf](https://www.bus.miami.edu/_assets/files/repec/WP2014-02.pdf) (date of access: 05.03.2019).
9. Gambardella, A. & McGahan, A. M. (2010). Business-Model Innovation: General Purpose Technologies and their Implications for Industry Structure. *Long Range Planning*, 43(2-3), 262–271.
10. Reamer, A. (2014). *The Impacts of Technological Invention on Economic Growth. A Review of the Literature*. The George Washington Institute of Public Policy, 55.
11. Gorbunov, V. K. & Krylov, V. A. (2015). Region Effective Production Assets and Their Assessment By The Production Function Method. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 3, 334–347. DOI: 10.17059/2015-3-27. (In Russ.)
12. Abel, E. & Bernanke, B. (2010). *Macroeconomics (5th ed.) [Makroekonomika (5 izd.)]*. Trans. from English. SPb.: Peter, 768. (In Russ.)
13. Parmenter, D. (2007). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPI's*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, inc., 233.
14. Krasnopevtseva, I. V. (2017). Searching for the concept of formation of organizational and economic mechanism of performance management in engineering at the machine-building enterprises. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravlenie [Science Vector of Togliatti State University. Series: Economics and Management]*, 2(29), 72–78. DOI: 10.18323/2221-5689-2017-2-72-78. (In Russ.)
15. Chistnikova, I. V. & Antonova, M. V. (2015). Theoretical aspects of research of factors of increase of labor productivity at the enterprise. *European science*, 4, 18–20. (In Russ.)
16. Tremblay, V. & Tremblay, C. (2012). *New Perspectives on Industrial Organization: With Contributions from Behavioral Economics and Game Theory*. New York: Springer, 837.
17. Nechaev, A. S. (2009). The factors of growth of labor productivity at the enterprises of Russia. *Trud i sotsialnye otnosheniya [Labour and social relations]*, 9, 52–58. (In Russ.)
18. Chistov, I. B. & Astakhov, V. G. (2018). Building an effective system for managing production processes at the military-industrial complex enterprises based on lean production principles. *Voennyi akademicheskiy zhurnal [The Military Academic Journal]*, 3, 136–141. (In Russ.)
19. Fujiwara, Y. & Aoyama, H. (2010). *A Stochastic Model of Labor Productivity and Employment*. RIETI Discussion Paper Series 10-E-001. January 2010. Retrieved from: <http://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/10e001.pdf> (Date of access: 02.03.2019 г.)
20. Mukhopadhyaya, A. K. (2009). *Value Engineering Mastermind: From Concept to Value Engineering Certification*. New Delhi., 154.
21. Spiegel, U., Gonen, L. D. & Weber, M. (2014). Duration and optimal number of shifts in the labour market. *Applied Economics Letters*, 21(6), 429–432.
22. Gagarinskii, A. V., Kuznetcova, I. G., Kotmyshev, S. D. & Gagarinskaia, G. P. (2016). Labour productivity in the machine-building enterprises of Russia: Reserves and factors. *Naukovedenie*, 1, 1–12. DOI: 10.15862/72EVN11611. (In Russ.)
23. Ryabtsun, O. A. (2011). Institutional aspects of industrial enterprises NWC property complexes efficiency increase. *Sovremennaya nauka. Aktualnye problemy teorii i praktiki Seriya: Ekonomika i pravo [Modern science: actual problems of theory and practice. Series of Economics and law]*, 2, 38–41. (In Russ.)
24. Movsesyan, V. E. (2018). Estimation of the effect of material and technical factors on the productivity of the work of the industrial enterprise. *Problemy razvitiya predpriyatiy: teoriya i praktika [Problems of enterprise development: theory and practice]*, 2, 102–106. (In Russ.)
25. Fedchenko A. A. (2016). Methodological Approaches to Studying of Labor Productivity. *Ekonomika truda [Russian Journal of Labour Economics]*, 1, 41–62. DOI: 10.18334/et.3.1.35153 (In Russ.)
26. Solov'ev, M. A. (2014). Correlation of wage growth and labor productivity in military-industrial complex of Russia through 2020. *Problemy prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development]*, 5, 70–78. (In Russ.)
27. Rodin, I. I. (2015). Improvement of strategic manipulated federal property the example non-core assets of JSC “Center for nuclear industry noncore assets” State Corporation “Rosatom”. *Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO [Economics, Statistics and Informatics. Bulletin of Educational Methodical Association]*, 6, 33–39. (In Russ.)

### Информация об авторах

**Дубровский Валерий Жоресович** — доктор экономических наук, профессор, директор Института экономики, Уральский государственный экономический университет (Российская Федерация, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45; e-mail: dubr@usue.ru).

**Иванова Екатерина Михайловна** — старший преподаватель кафедры экономики и управления, Технологический институт — филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»; <https://orcid.org/0000-0003-0690-0598> (Российская Федерация, 624200, Свердловская область, г. Лесной, Коммунистический пр-т, 36; e-mail: IvanovaEMLesnoy@mail.ru).

**Чупракова Наталья Васильевна** — старший преподаватель кафедры высшей математики, Технологический институт — филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»; <https://orcid.org/0000-0002-1483-0545>, (Российская Федерация, 624200, Свердловская область, г. Лесной, Коммунистический пр-т, 36, e-mail: natashachuprakova@rambler.ru).

### About the authors

**Valery Zh. Dubrovsky** — Dr. Sci. (Econ.), Professor, Director of the Institute of Economics, Ural State University of Economics (62/45, 8 Marta/Narodnoy Voli St., Ekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: [dubr@usue.ru](mailto:dubr@usue.ru)).

**Ekaterina M. Ivanova** — Senior Lecturer, Economics and Management Department, Technological Institute of the National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), branch; <https://orcid.org/0000-0003-0690-0598> (36, Communisticheskoy Av., Lesnoy, 624200, Russian Federation; e-mail: [IvanovaEMLesnoy@mail.ru](mailto:IvanovaEMLesnoy@mail.ru)).

**Natalia V. Chuprakova** — Senior Lecturer, Higher Mathematics Department, Technological Institute of the National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), branch; <https://orcid.org/0000-0002-1483-0545> (36, Communisticheskoy Av., Lesnoy, 624200, Russian Federation; e-mail: [natashachuprakova@rambler.ru](mailto:natashachuprakova@rambler.ru)).

Дата поступления рукописи: 15.02.2020.

Прошла рецензирование: 21.04.2020.

Принято решение о публикации: 10.06.2020.