

УДК 332.05

DOI 10.30914/2411-9687-2022-8-3-334-348

## МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛОЖЕНИЯ РЕГИОНОВ РФ ПО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*Т. В. Сарычева, М. В. Чемякова*

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

**Аннотация. Введение.** В рыночной системе отношений особое место занимают трудовые ресурсы. Процессы, происходящие в них, в полной или частичной мере отражаются на большинстве экономических, социальных, демографических явлениях. Современный этап развития цивилизации связан с новым взглядом на рабочую силу как на один из ключевых ресурсов экономики. То, в каком состоянии находятся трудовые ресурсы, каково количество рабочей силы, непосредственно оказывает влияние на уровень жизни общества. **Цель:** провести многомерную группировку регионов РФ по уровню развития трудовых ресурсов и выделить социально-экономические показатели, определяющие попадание в группы. **Материалы и методы.** Информационной базой для проведения заявленного исследования послужили опубликованные статистические данные Федеральной службы государственной статистики. Статистическими методами для проведения многомерного анализа выступали методы кластерного анализа по главным компонентам и методы регрессионного анализа. **Результаты исследования, обсуждения.** В статье приведены результаты многомерной группировки регионов России, основанной на использовании метода кластерного анализа – методе Варда, в каждой из групп с помощью регрессионного анализа выделены основные социально-экономические показатели, определяющие состояние и развитие трудовых ресурсов на региональных рынках труда. **Заключение.** Исторически основной характеристикой производственного потенциала государства являлись трудовые ресурсы. Безусловно, то, насколько эффективно функционируют трудовые ресурсы, напрямую влияет на экономический рост как на уровне отдельного производства, так и на региональном уровне и страны в целом. Трудовые ресурсы являются движущим механизмом научно-технического прогресса и главным элементом ресурсного обеспечения организаций различных форм собственности, а также важным экономическим показателем, направленным на создание, использование и преобразование общественно полезных благ. Использование методов регрессионного анализа позволяет определить, какие различные факторы влияют на численность трудовых ресурсов в разрезе групп регионов, характеризующихся различным уровнем социально-экономического развития.

**Ключевые слова:** трудовые ресурсы, население в трудоспособном возрасте, рынок труда региона, кластерный анализ, метод главных компонент, регрессионный анализ, регрессионные модели

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Сарычева Т. В., Чемякова М. В. Многомерный анализ положения регионов РФ по социально-экономическим показателям // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2022. Т. 8. № 3. С. 334–348. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-3-334-348>

## MULTIVARIANT ANALYSIS OF THE POSITION OF THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION BY SOCIO-ECONOMIC INDICATORS

*T. V. Sarycheva, M. V. Chemekova*

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

**Annotation. Introduction.** Labor resources occupy a special place in the market system of relations. The processes taking place in them, to a full or partial extent, are reflected in most economic, social, demographic phenomena. The current stage in the development of civilization is associated with a new view on the labor force as one of the key resources of the economy. The state of labor resources, the amount of labor force, all this directly affects the standard of living of society. **The purpose of the study** is to carry out a multivariate grouping of the regions of the Russian Federation according to the level of development of labor resources and to highlight the socio-economic indicators that determine getting into groups. **Materials and methods.** The published statistical data of the Federal State Statistics Service served as the information base for the declared

study. Statistical methods for multivariate analysis were methods of cluster analysis by principal components and methods of regression analysis. **Results of the research, discussion.** The article presents the results of a multivariate grouping of Russian regions based on the use of the cluster analysis method – the Ward method, in each of the groups using regression analysis, the main socio-economic indicators that determine the state and development of labor resources in regional labor markets are highlighted. **Conclusion.** Historically, the main characteristic of the state’s production potential has been labor resources. Of course, how efficiently the labor resources function directly affects economic growth both at the level of individual production, and at the regional level and the country as a whole. Labor resources are the driving mechanism of scientific and technological progress and the main element of resource provision of organizations of various forms of ownership, and are also an important economic indicator aimed at the creation, use and transformation of socially useful goods. The use of regression analysis methods makes it possible to determine what various factors affect the number of labor resources in the context of groups of regions characterized by different levels of socio-economic development.

**Keywords:** labor resources, working-age population, regional labor market, cluster analysis, principal component analysis, regression analysis, regression models

The authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Sarycheva T. V., Chemekova M. V. Multivariate analysis of the position of the regions of the Russian Federation by socio-economic indicators. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2022, vol. 8, no. 3, pp. 334–348. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-3-334-348>

### Ведение

Основной состав трудовых ресурсов формирует трудоспособное население в трудоспособном возрасте, а также работающие лица вне трудоспособного возраста и занятые иностранные трудовые иммигранты [5]. Росстатом проводится обследование состава трудовых ресурсов в определенных возрастных границах от 15 до 72 лет,

от 15 лет и старше, а также в трудоспособном возрасте [8].

Для анализа показателей трудовых ресурсов в трудоспособном возрасте были взяты данные официальной статистики и охвачен временной период с 2011 по 2020 год включительно. Ниже представлена динамика общей численности трудовых ресурсов в России (рис. 1).

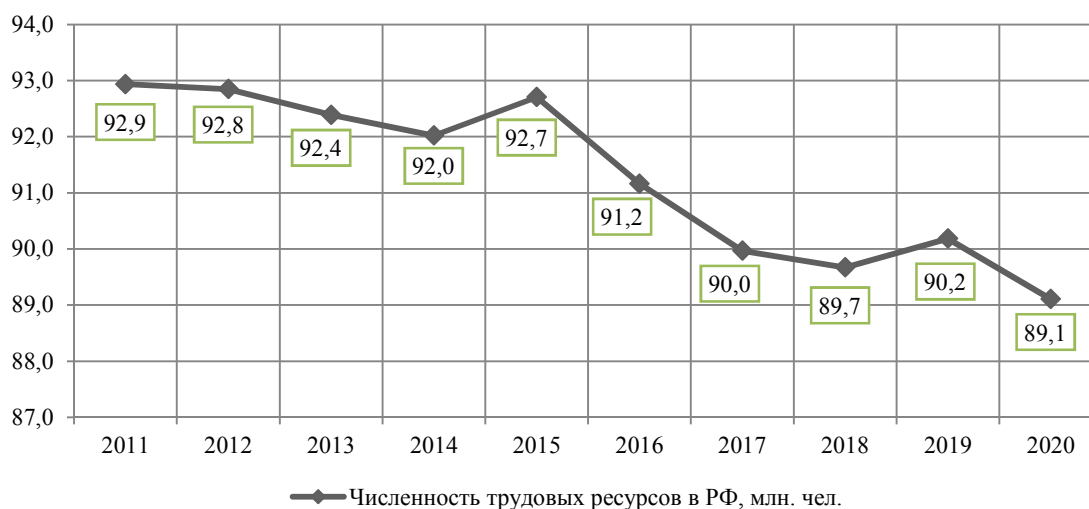


Рис. 1. Динамика численности трудовых ресурсов России в 2011–2020 годах /  
 Fig. 1 Dynamics of the number of labor resources in Russia in 2011–2020

В целом исходя из графика, мы можем наблюдать тенденцию к сокращению показателя за десять лет, однако в 2015 и 2019 годах заметно резкое

увеличение значений численности трудовых ресурсов на 684792 человека и 514133 человека соответственно [11]. Данные изменения обусловлены

преимущественно ростом численности в 2015 году работающих подростков и пенсионеров на 378952 человека, или на 5,8 %, увеличением населения трудоспособного возраста на 240566 человек, или на 0,3 %, а также возросла занятость в экономике трудовых иммигрантов на 65274 человека, или на 2 %. В 2019 году рост общей численности трудовых ресурсов в стране обеспечивался благодаря увеличению работающих иммигрантов на 394508 человек, или на 14,8 %, и населения трудоспособного возраста на 358769 человек, или на 0,5 %. Средняя численность трудовых ресурсов за исследуемый период составила 91298984 человек, из них населения в трудоспособном возрасте – 81741505 человек, лиц вне трудоспособного возраста –

6762112 человек и занятых иммигрантов – 2795367 человек. Таким образом, в 2020 году, по сравнению с 2011 годом, общая численность трудовых ресурсов России сократилась на 4,1 %.

Рассмотрим динамику трудовых ресурсов в Приволжском федеральном округе и в Республике Марий Эл. Отметим, что доля общей численности трудовых ресурсов Республики Марий Эл в общей численности показателя по ПФО в 2020 году была равна 2,1 %, а по России она составляла 0,4 %. Десять лет назад ситуация была похожей, доли отличались на 0,1 % в сторону увеличения. Изменение общей численности трудовых ресурсов с 2011 по 2020 годы показано на рисунке ниже (рис. 2).



Рис. 2. Динамика численности трудовых ресурсов ПФО и РМЭ в 2011–2020 годах /

Fig. 2. Dynamics of the number of labor resources of the Volga Federal District and the Republic of Mari El in 2011–2020

В Приволжском федеральном округе общая численность трудовых ресурсов в рассматриваемый период сокращалась с каждым годом в среднем на 231784 человека, или на 1,2 %, то есть прослеживается отрицательная динамика показателя. К 2020 году трудовых ресурсов стало меньше на 2086 тысяч человек, чем десять лет назад.

В Республике Марий Эл изменение общей численности трудовых ресурсов повторяет динамику соответствующего показателя по Приволжскому федеральному округу. То есть трудовые ресурсы в целом по Республике Марий Эл имеют плавную отрицательную динамику, в 2020 году, по сравне-

нию с 2011 годом, они сократились на 67159 человек, или на 16 %.

Трудовые ресурсы являются одним из ключевых элементов экономической системы [6]. Основу трудовых ресурсов формирует показатель численности рабочей силы. Структура рабочей силы рассматривается в разрезе нескольких возрастных диапазонов, причем верхняя граница возраста может быть ограничена до 72 лет или может быть определенной как «70 лет и старше» [2]. Была рассмотрена динамика структуры рабочей силы в возрасте от 15 до 72 лет по возрастным группам в период с 2006 по 2021 годы, она представлена на графике ниже (рис. 3).

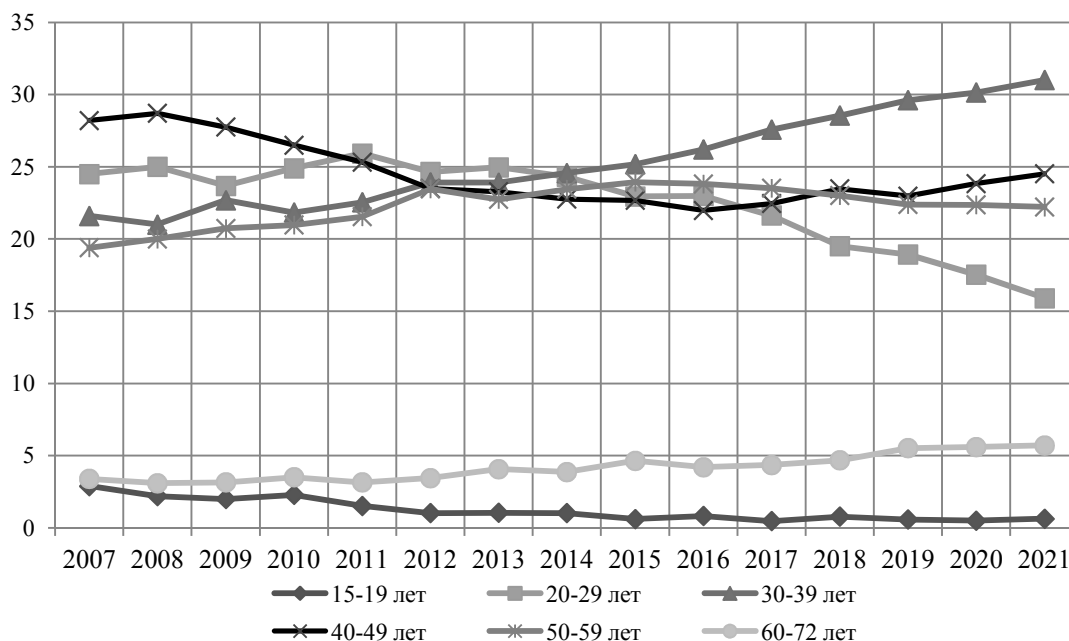


Рис. 3. Динамика структуры рабочей силы РМЭ в возрасте 15–72 лет за 2007–2021 годы /  
Fig. 3. Dynamics of the labor force structure of the Republic of Mari El at the age of 15–72 years for 2007–2021

Из графика видно, что доля работающих лиц в возрасте 30–39 лет за последние пятнадцать лет увеличивается, как и доля лиц от 60 до 72 лет. За рассматриваемый период сокращение рабочей силы происходит в возрасте от 20 до 29 лет и в возрасте 15–19 лет. В остальных возрастных диапазонах явная тенденция к росту или сокращению рабочей силы за последние пятнадцать лет не наблюдалась. Однако мы можем наблюдать периоды возрастания или убывания показателей. Так, доля лица в составе рабочей силы в возрасте 40–49 лет сокращалась с 2008 по 2016 годы, а в остальные годы в целом возрастала. Доля рабочей силы в возрасте 50–59 лет с 2007 по 2012 годы увеличивалась, а с 2015 по 2021 годы уменьшалась. Степень изменения структуры рабочей силы по возрастному критерию была определена далее.

Расчет структурных сдвигов в трудовых ресурсах осуществлялся на основании индекса Рябцева. По рассчитанному показателю, равному 0,147, структура рабочей силы Республики Марий Эл за рассматриваемый период характеризовалась низким уровнем различия. Интенсивность изменений была около 15 %. В 2007 году основу рабочей силы составляли лица в возрасте 40–49 лет с долей равной 28,2 %, в 2021 году доля данной категории лиц уменьшилась до 24,5 %. 31 % от численности рабочей силы в 2021 году составляла доля лиц в

возрасте 30–39 лет, в то время как в 2007 году она была меньше почти на 10 %. Доля возрастного диапазона лиц 20–29 лет в рабочей силе за пятнадцать лет сократилась на 8,6 %.

### Материалы и методы

Для проведения анализа, позволяющего выделить регионы с различной степенью развития трудовых ресурсов, из 85 регионов России было выбрано 78, был исключен город Санкт-Петербург, город Москва, Московская область. Это объясняется тем, что в Москве, Санкт-Петербурге, Московской области численность рабочей силы, как и показатели, характеризующие уровень жизни населения, намного больше по численности в сравнении с другими регионами. Также не рассматривались Республика Татарстан, Новосибирская, Краснодарская и Свердловская области, так как некоторые значения показателей, влияющих на рабочую силу в данных регионах, значительно выше, чем в других субъектах РФ. В основу исследования легли показатели, представленные в сборнике Федеральной службы государственной статистики «Регионы России»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021: стат. сб. / Росстат. М., 2021. 1112 с. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 13.05.2022).

Было выбрано одиннадцать факторных признаков, отражающих социально-экономическое положение региона и тем или иным образом влияющих на численность рабочей силы и, как следствие, на численность трудовых ресурсов [10], а именно:

$x_1$  – среднегодовая численность занятых (тыс. чел.);

$x_2$  – уровень безработицы (%);

$x_3$  – среднедушевые денежные доходы населения (руб. в мес.);

$x_4$  – общий коэффициент рождаемости (число родившихся на 1000 чел. нас.);

$x_5$  – средний размер назначенных пенсий (руб.);

$x_6$  – численность населения (тыс. чел.);

$x_7$  – общий коэффициент смертности (число умерших на 1000 чел. нас.);

$x_8$  – число прибывших из других регионов (%);

$x_9$  – выпуск бакалавров, специалистов, магистров (тыс. чел.);

$x_{10}$  – заболеваемость на 1000 человек населения (число болезней);

$x_{11}$  – число предприятий и организаций.

Для снижения размерности данных, было проведено объединение факторов в несколько факторных компонент.

Отбор главных компонент происходил по следующим критериям:

– проценту дисперсий первых нескольких компонент (табл. 1, столбец 2);

– собственным числам главных компонент (табл. 1, столбец 3);

– графическому методу (рис. 4).

Видим, что собственные значения трех компонент допустимые, они больше единицы. Кумулятивное значение первых нескольких компонент равно 80,29 %, оно находится в оптимальном пределе от 60 % до 80 %.

Ниже представлен график каменной осыпи, который показывает, что осыпание первых трех компонент происходит наиболее существенно, поэтому мы можем взять данные компоненты на дальнейшее рассмотрение.

Таблица 1 / Table 1

Характеристики главных компонент / Characteristics of the principal components

Значения / Values	% общей дисперсии / % of total variance	Собственные значения / Eigenvalues
1	37,27	4,10
2	23,51	2,59
3	19,51	2,15

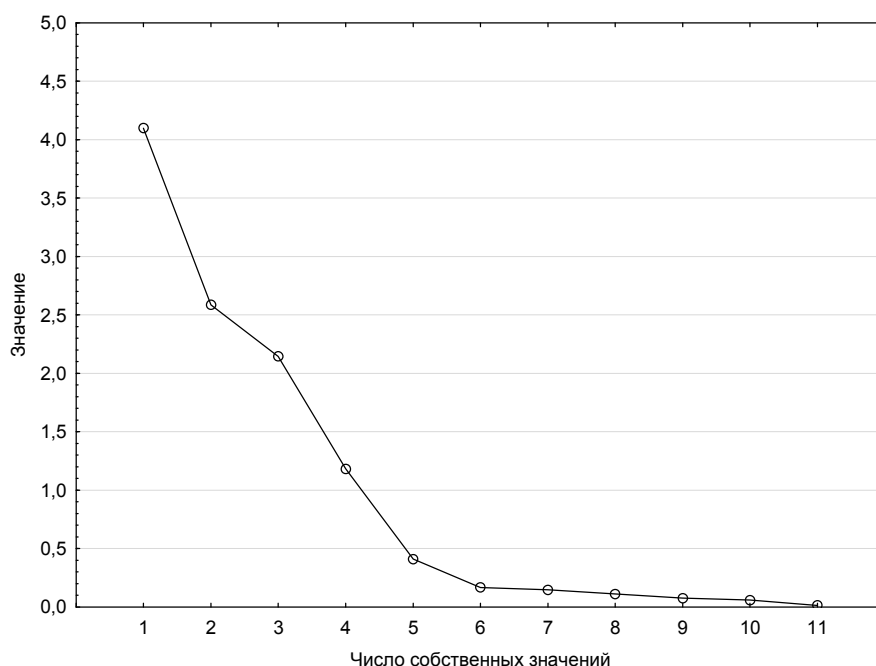


Рис. 4. График собственных значений / Fig. 4. Eigenvalue graph

В результате были выделены три главные компоненты, их факторные нагрузки, полученные с применением метода вращения «варианс исходных», представлены в таблице ниже (табл. 2).

Видим, что первая компонента нагружена следующими факторами:  $x_1$  – среднегодовая численность занятых (тыс. чел.);  $x_6$  – численность

населения (тыс. чел.);  $x_9$  – выпуск бакалавров, специалистов, магистров (тыс. чел.);  $x_{11}$  – число предприятий и организаций.

Так как эти данные принадлежат различным группам показателей, сложно дать обобщенное название первой компоненте, поэтому она была названа как «занятость, выпуск кадров, численность населения и организаций».

Таблица 2 / Table 2

Факторные нагрузки с вращением / Factor loadings with rotation

Переменные / Variables	$f_1$	$f_2$	$f_3$
$x_1$	<b>0,953</b>	0,001	0,002
$x_2$	0,045	0,185	0,597
$x_3$	0,007	<b>0,819</b>	0,009
$x_4$	0,001	0,001	<b>0,901</b>
$x_5$	0,019	<b>0,849</b>	0,001
$x_6$	<b>0,955</b>	0,006	0,000
$x_7$	0,006	0,048	<b>0,856</b>
$x_8$	0,100	0,099	0,000
$x_9$	<b>0,867</b>	0,024	0,009
$x_{10}$	0,014	0,476	0,048
$x_{11}$	<b>0,909</b>	0,002	0,024

Следующая, вторая компонента нагружена двумя факторами:  $x_3$  – среднедушевые денежные доходы населения (руб. в мес.);  $x_5$  – средний размер назначенных пенсий (руб.). Ее можно назвать «доходы населения».

Третья компонента состоит из двух факторных признаков:  $x_4$  – общий коэффициент рож-

даемости (число родившихся на 1000 чел. нас.);  $x_7$  – общий коэффициент смертности (число умерших на 1000 чел. нас.). Она получила название «естественное движение населения и безработица». Для каждой из трех компонент были посчитаны критерии информативности –  $K_{i_j}$  (табл. 3).

Таблица 3 / Table 3

Критерии информативности с применением вращения факторов / Criteria of informativeness using the rotation of factors

Обозначение / Designation	$f_1$	$f_2$	$f_3$
$K_{i_1}$	95,03 %		
$K_{i_2}$		66,54 %	
$K_{i_3}$			71,78 %

У всех трех главных компонент значения критерия информативности больше 60 %. Таким образом, данные о факторных нагрузках позволили определить набор исходных факторных признаков, которые были определены в три главные компоненты.

Для нахождения групп схожих объектов в выборке был применен кластерный анализ. На основании сгенерированных трех компонент, главным образом влияющих на численность рабочей силы, было проведено разделение субъектов РФ на кластеры. Наилучшим методом иерархической



классификации стал метод Варда. В качестве меры расстояния между кластерами использовалось евклидово расстояние. По полученным данным

была построена дендрограмма разделения регионов на 3 кластера по социально-экономическим признакам (рис. 5).

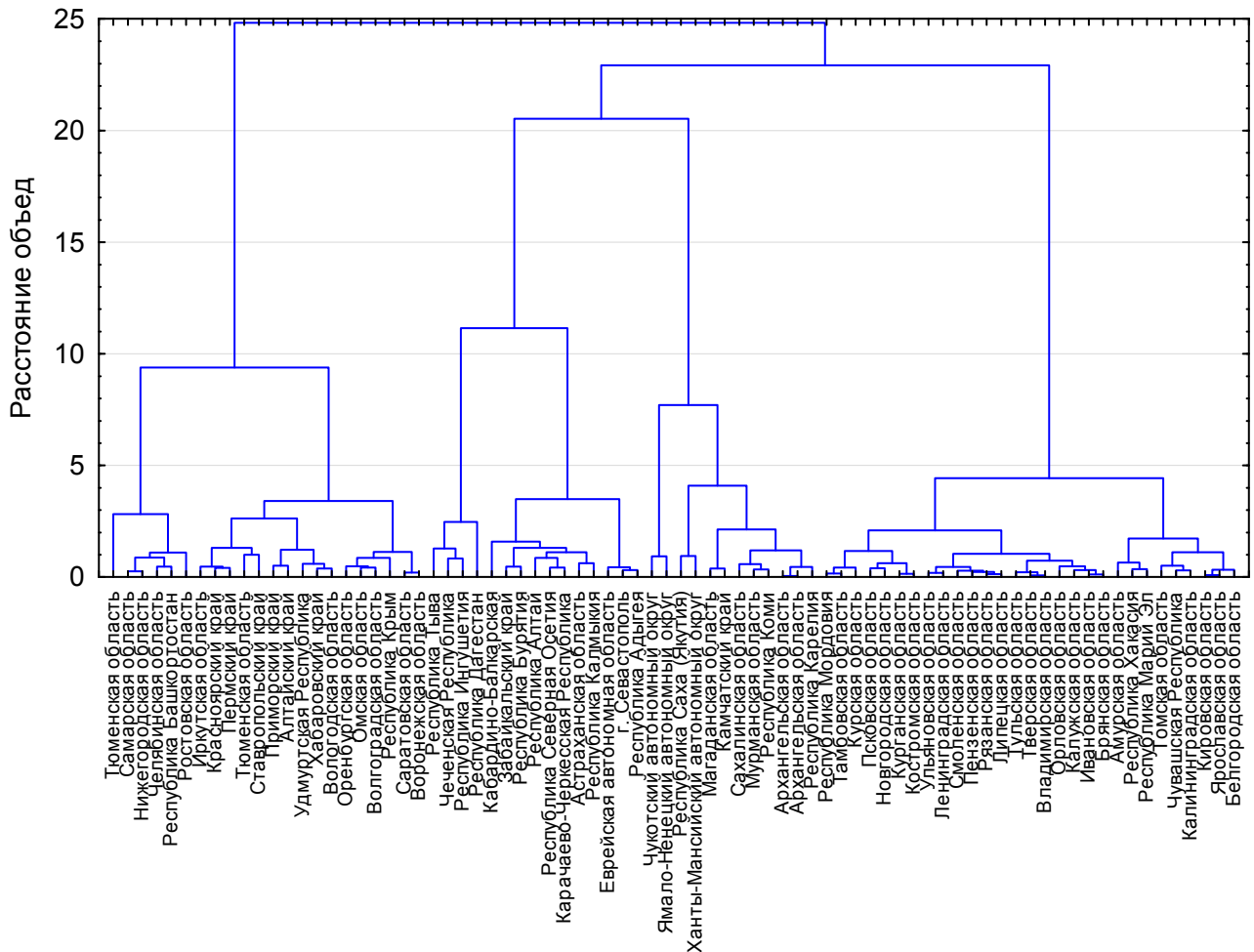


Рис. 5. Дендрограмма метода Варда на основании евклидова расстояния /  
 Fig. 5. Ward’s method dendrogram based on Euclidean distance

В данном случае регионы разделились на 3 кластера по 22, 27, 29 субъектов соответственно.

Ниже представлена таблица с составом каждого кластера (табл. 4).

Таблица 4 / Table 4

Состав трех кластеров методом Варда / Composition of three clusters by Ward’s method

Округа / Districts	Регионы / Regions		
	1 кластер / 1 <sup>st</sup> cluster	2 кластер / 2 <sup>nd</sup> cluster	3 кластер / 3 <sup>rd</sup> cluster
1	2	3	4
Приволжский ФО	Республика Башкортостан, Пермский край, Удмуртская Республика, Нижегородская, Оренбургская, Саратовская области	-	Республика Мордовия, Ульяновская область, Пензенская область, Республика Марий Эл, Чувашская Республика, Кировская область
Сибирский ФО	Иркутская, Омская области, Красноярский, Алтайский края	Республика Тыва, Алтай	Республика Хакасия, Томская область

Окончание табл. 4

1	2	3	4
Южный ФО	Ростовская, Волгоградская области, Республика Крым	Астраханская область, Республика Калмыкия, Адыгея, г. Севастополь	
Уральский ФО	Тюменская область с АО, без АО, Челябинская область	Ямало-Ненецкий АО, Ханты-Мансийский АО	Курганская область
Дальневосточный ФО	Приморский, Хабаровский края	Забайкальский, Камчатский края, Республика Бурятия, Еврейская АО, Чукотский АО, Республика Саха, Магаданская, Сахалинская области	Амурская область
Центральный ФО	Самарская область, Воронежская область	-	Тамбовская, Курская, Смоленская, Рязанская, Липецкая, Тульская, Тверская, Владимирская, Орловская, Калужская, Ивановская, Брянская, Ярославская, Белгородская, Костромская области
Северо-Западный ФО	Вологодская область	Мурманская область, Республика Коми, Карелия, Архангельская область с АО, без АО	Новгородская, Псковская, Ленинградская, Калининградская области
Северо-Кавказский ФО	Ставропольский край	Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Дагестан, Алания, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская Республики	-

В первый кластер вошли преимущественно регионы Приволжского федерального округа, Сибирского и других. Состав второго кластера более разнообразен. Преимущественно данный кластер состоит из регионов Дальневосточного, Северо-Кавказского федеральных округов. Третий кластер в большей степени формируют регионы Центрального федерального округа. Ниже представлен график средних для трех кластеров, который показывает в средних величинах различия показателей среди всех групп субъектов РФ [4] (рис. 6).

тний кластер в большей степени формируют регионы Центрального федерального округа. Ниже представлен график средних для трех кластеров, который показывает в средних величинах различия показателей среди всех групп субъектов РФ [4] (рис. 6).

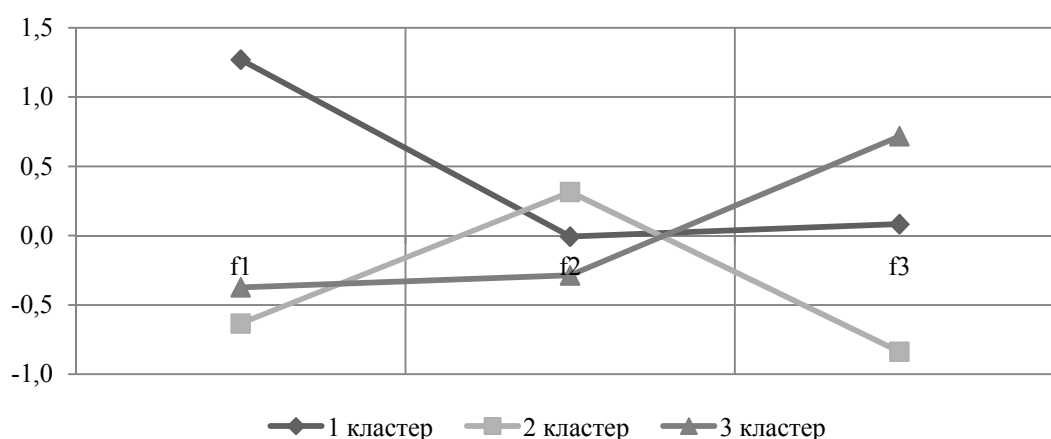


Рис. 6. График средних для каждого кластера / Fig. 6. Graph of averages for each cluster

В большей степени кластеры различаются по первой факторной компоненте  $f_1$  – занятость, вы-

пуск кадров, численность населения и организаций. Также значительное различие присутствует по



третьей факторной компоненте  $f_3$  – естественное движение населения и безработица. Наименьшая разница наблюдается по второй факторной компоненте, характеризующей доходы населения. Самые большие значения первой факторной компоненты наблюдались в 1-м кластере, состоящем преимущественно из Приволжского ФО, Сибирского ФО, Дальневосточного и других. Такое расхождение объясняется наиболее высокими значениями показателей, входящих в факторные компоненты. Первую главную компоненту сформировали социально-экономические показатели по образованию, занятости, численности населения и количеству предприятий. Во втором кластере регионов наблюдаются сравнительно большие денежные доходы,

пенсии, так как его формируют субъекты из Дальневосточного и Уральского ФО. По остальным признакам второй кластер занимает отстающие позиции. Значения третьей компоненты у третьего кластера выше, чем у других, так как в состав данного кластера входят преимущественно регионы Центрального, Северо-Западного, Приволжского ФО, где коэффициенты рождаемости и смертности в целом больше, чем у регионов предыдущих кластеров. Однако по показателям занятости, выпуска кадров и численности населения данный кластер находится на втором месте.

С целью оценки для каждого кластера были рассчитаны средние значения показателей, входящие в состав главных компонент (табл. 5).

Таблица 5 / Table 5

Средние значения исходных признаков, входящих в состав главных компонент, по каждому кластеру /  
Averages of the initial features included in the principal components for each cluster

Показатель / Index		Средние значения / Averages		
		1-й кластер – высокоразвитый / 1 <sup>st</sup> cluster – highly developed	2-й кластер – медленно развивающийся / 2 <sup>nd</sup> cluster – slowly developing	3-й кластер – среднеразвитый / 3 <sup>rd</sup> cluster – moderately developed
x <sub>1</sub>	среднегодовая численность занятых лиц	1162,8	330,9	466,7
x <sub>2</sub>	уровень безработицы	5,8	10,0	5,7
x <sub>3</sub>	среднедушевые денежные доходы населения	30066,9	37613,5	27311,0
x <sub>4</sub>	общий коэффициент рождаемости	9,6	11,8	8,3
x <sub>5</sub>	средний размер назначенных пенсий	14745,6	16477,9	14352,6
x <sub>6</sub>	численность населения	2497,1	767,8	1045,9
x <sub>7</sub>	общий коэффициент смертности	15,2	11,4	16,8
x <sub>8</sub>	число прибывших из других регионов	52,0	42,1	44,6
x <sub>9</sub>	выпуск бакалавров, специалистов, магистров	13,6	2,8	5,0
x <sub>10</sub>	заболеваемость на 1000 человек населения	779,3	750,1	761,1
x <sub>11</sub>	число предприятий и организаций	52146,9	12124,7	21232,0

По результатам данной таблицы можно сделать вывод, что максимальные значения большинства исходных признаков относятся к первому кластеру, что подтверждает его преимущество перед остальными кластерами. Данный кластер характеризуется большим числом занятого населения, общей численности населения, числом

предприятий и организаций, числом прибывших в регион. Численностью заболевших и выпуском студентов высших учебных заведений в большей степени также обладают регионы, отнесенные к первому кластеру, характеризующему высокое социально-экономическое развитие. Регионы, находящиеся во втором кластере, относятся к

удаленным и медленно развивающимся. У субъектов, в особенности Южного ФО, довольно высокая безработица и рождаемость. Однако второй кластер превосходит другие по среднедушевым доходам населения и размером пенсий, так как в кластер входят северные регионы, где уровень материального обеспечения очень высок из-за работы в трудных погодных условиях. Средним социально-экономическим положением обладает третий кластер, к которому, в частности, относится Республика Марий Эл. У него показатели занятости, численности населения, прибывших в регион людей, выпуска студентов с высшим образованием и численностью предприятий выше, чем во втором кластере. Однако он лидирует по уровню смертности среди других кластеров. В основном туда входят центральные регионы и регионы Поволжья. Таким образом, определение факторов в главные компоненты, иерархическая классификация рассматриваемых субъектов РФ и анализ средних значений по получившимся кластерам позволили определить набор групп регионов с похожим социально-экономическим положением.

С целью определения зависимости численности рабочей силы от социально-экономических показателей были построены множественные модели регрессии по каждой сформировавшейся группе регионов. Для улучшения качества моделей к исходному набору признаков были добавлены дополнительные факторы, оказывающие влияние на численность рабочей силы [1]. Новый состав факторных признаков был определен следующим образом:

- $x_1$  – среднегодовая численность занятых (тыс. чел.);
- $x_2$  – численность безработных (тыс. чел.);
- $x_3$  – денежные доходы населения (тыс. руб. в год);
- $x_4$  – число родившихся (тыс. чел.);
- $x_5$  – средний размер назначенных пенсий (тыс. руб. в год);
- $x_6$  – численность населения (тыс. чел.);
- $x_7$  – число умерших (тыс. чел.);
- $x_8$  – число прибывших из других регионов (тыс. чел.);
- $x_9$  – выпуск бакалавров, специалистов, магистров (тыс. чел.);
- $x_{10}$  – число зарегистрированных болезней (тыс. случаев);
- $x_{11}$  – число предприятий и организаций (тыс. орг.);
- $x_{12}$  – потребительские расходы населения (тыс. руб.);
- $x_{13}$  – потребность в работниках (тыс. чел.);
- $x_{14}$  – выпуск специалистов среднего звена (тыс. чел.);
- $x_{15}$  – использование сети Интернет населением (тыс. чел.);
- $x_{17}$  – охват население теле- и радиовещанием (тыс. чел.);
- $x_{19}$  – количество зарегистрированных преступлений (тыс. прест.).

Построение трех множественных регрессионных моделей происходило на основе разбиения субъектов на кластеры методом Варда. Ниже представлена таблица итоговых статистик моделей регрессии для каждого кластера [9] (табл. 6).

Таблица 6 / Table 6

Итоговые статистики моделей по кластерам / Summary statistics of models by clusters

Характеристики / Characteristics	1-й кластер / 1 <sup>st</sup> cluster	2-й кластер / 2 <sup>nd</sup> cluster	3-й кластер / 3 <sup>rd</sup> cluster
	Значение / Meaning		
Множественный коэффициент корреляции	0,999	0,999	0,999
Множественный коэффициент детерминации	0,999	0,999	0,997
F(7,14)	1688,50	2695,935	844,532
p	0,00	0,000	0,000
Стандартная ошибка модели	18,63	9,527	11,170

У моделей коэффициент детерминации равен 0,999. Значение индексов очень близко к 1. Связь с факторными признаками в каждой модели очень сильная, так как для каждой модели коэф-

фициент связи находится в диапазоне [0,7;1). Точность моделей доказывалась с помощью расчета стандартной ошибки оценки. Ошибка значительно меньше соответствующих средних значений

результативного признака, поэтому все модели были охарактеризованы как точные. Рассчитанные наблюдаемые значения F-критерия Фишера

больше табличных, поэтому уравнения в целом являются статистически значимыми и надежными с уровнем значимости 95 % (табл. 7).

Таблица 7 / Table 7

Итоги регрессии в разрезе кластеров / Regression results in the context of clusters

	БЕТА / BETA	B / B	t(14)	p-знач. / p-value	t(табл) / t(table)
Для первого кластера					
Св. член		-7,091	-0,539	0,598	2,14
X17	0,316	0,165	2,210	0,044	
X1	0,566	0,567	11,079	0,000	
X7	0,224	7,527	6,804	0,000	
X2	0,109	1,883	5,287	0,000	
X12	0,118	0,002	2,989	0,009	
Для второго кластера					
Св. член		4,525	1,051	0,307	2,10
X1	0,647	0,696	12,745	0,000	
X13	0,051	2,126	4,798	0,000	
X2	0,208	1,366	6,596	0,000	
X3	-0,231	0,000	-3,799	0,001	
X12	0,195	0,000	3,273	0,004	
Для третьего кластера					
Св. член		-17,981	-1,945	0,066	2,09
X1	0,547	0,636	7,949	0,000	
X6	1,121	0,620	2,188	0,041	
X10	0,087	0,062	2,257	0,035	

Проверка статистической значимости и надежности параметров уравнений регрессии, проверялось на основании t-критерия Стьюдента. Отмеченные факторные признаки оказались статистически значимыми и надежными с уровнем значимости 95 %, так как их наблюдаемые зна-

чения коэффициента по модулю больше табличного значения. Таким образом, условие было выполнено.

Итак, зависимость численности рабочей силы от четырех факторных признаков можно описать следующим уравнением регрессии:

$$y = -7,091 + 0,567 * x_1 + 1,883 * x_2 + 7,527 * x_7 + 0,002 * x_{12} + 0,165 * x_{17}$$

При увеличении первого факторного признака, характеризующего среднегодовую численность занятых, на 1 тысячу человек численность рабочей силы возрастет на 567 человек. Также при увеличении численности безработных на 1 тысячу человек результативный признак увеличится на 1883 человека. Увеличение потребительских расходов на 1 тысячу рублей приведет к росту численности рабочей силы на 2 человека. Данная зависимость обосновывается

влиянием социально-психологических факторов на человека, таких как: создание, расширение семьи, смена места жительства и других, что вызывает рост денежных расходов и побуждает человека менять статус потенциального работника. При увеличении охвата населения теле- и радиовещанием на 1 тысячу человек численность рабочей силы увеличится на 165 человек. Информационный шум, например в виде рекламы, стимулирует потребление, а просмотр передач

мотивирует улучшать условия жизнедеятельности человека по примеру экранных героев. Так как просмотр передач является самым популярным видом отдыха, в настоящее время многие онлайн-сервисы подразумевают платную подписку, что побуждает людей искать дополнительный источник заработка или работу при не-

$$y = 4,525 + 0,696 * x_1 + 1,366 * x_2 - 0,0002 * x_3 + 0,002 * x_{12} + 0,011 * x_{13}$$

Исходя из модели регрессии, можно сделать вывод, что увеличение численности занятых на 1 тысячу человек вызовет рост численности рабочей силы на 696 человек. При увеличении числа безработных на 1 тысячу человек результативный показатель увеличится на 1366 человек. Увеличение денежных доходов населения на 1 тысячу человек сформирует ситуацию, при которой численность рабочей силы уменьшится на 0,2 человека. Данная обратная связь между признаками может объясняться изменением личных

$$y = -17,981 + 0,636 * x_1 + 0,620 * x_6 + 0,038 * x_{10}$$

Таким образом, при увеличении численности занятых лиц на 1 тысячу человек численность рабочей силы возрастет на 636 человек. Также численность рабочей силы возрастет на 620 человек при увеличении численности населения региона на 1 тысячу человек. При увеличении зарегистрированных болезней на 1 тысячу человек численность рабочей силы возрастет на 38 человек. Серьезная заболеваемость побуждает человека становиться безработным и проходить лечение,

хватке денежных средств. Таким образом, в регрессионной модели по первому кластеру существует прямая связь факторных признаков с результативным.

Зависимость численности рабочей силы от пяти факторных признаков можно описать следующим уравнением регрессии:

материальных стимулов человека и не является общераспространенным явлением. При увеличении потребительских расходов на 1 тысячу рублей численность рабочей силы увеличится на 0,003 человека. При увеличении потребности в работниках, а именно размещении вакансий на 1 тысячу человек, результативный показатель увеличится на 2127 человек.

Зависимость численности рабочей силы от трех факторных признаков можно описать следующим уравнением регрессии:

тем самым увеличение безработных приведет к увеличению численности рабочей силы.

Подводя итоги верификации полученных уравнений множественной регрессии, пришли к выводу, что построенные модели в целом признаются качественными, точными, статистически значимыми и надежными, однако вторую модель стоит корректировать. Ниже представлена таблица 7, отражающая факторные признаки по убыванию их силы влияния на результат.

Таблица 7 / Table 7

Состав факторов регрессионных моделей по убыванию силы их влияния на результат /  
The composition of the factors of regression models in descending order of the strength  
of their influence on the result

1-й кластер – высокоразвитый / 1 cluster – highly developed	2-й кластер – медленно развивающийся / 2 cluster – slowly developing	3-й кластер – среднеразвитый / 3 cluster – moderately developed
$x_1$ – среднегодовая численность занятых (тыс. чел.)	$x_1$ – среднегодовая численность занятых (тыс. чел.)	$x_1$ – среднегодовая численность занятых (тыс. чел.)
$x_2$ – численность безработных (тыс. чел.); $x_{17}$ – охват население теле- и радиовещанием (тыс. чел.)	$x_3$ – денежные доходы населения (тыс. руб. в год)	$x_6$ – численность населения (тыс. чел.)
$x_7$ – число умерших (тыс. чел.)	$x_2$ – численность безработных (тыс. чел.)	$x_{10}$ – число зарегистрированных болезней (тыс. случаев)
$x_{12}$ – потребительские расходы населения (тыс. руб.)	$x_{12}$ – потребительские расходы населения (тыс. руб.)	
$x_2$ – численность безработных (тыс. чел.)	$x_{13}$ – потребность в работниках (тыс. чел.)	

Наибольшее влияние на численность рабочей силы оказывает показатель численности занятых во всех кластерах. Таким образом, построение регрессионных моделей позволило определить, какие различные факторы влияют на численность рабочей силы в разрезе групп регионов, характеризующихся высокоразвитым социально-экономическим положением, среднеразвитым и медленно развивающимся.

### Заключение

Таким образом, было выяснено, что трудовые ресурсы являются главной производственной силой, поэтому постепенное совершенствование характеристик трудовых ресурсов, как качественных, так и количественных, обеспечивает увеличение валовой продукции на душу населения и способствует ее конкурентоспособности на рынке.

В целом по регионам Российской Федерации динамика трудовых ресурсов отрицательная, численность рабочей силы периодами растет или падает, численность лиц, не входящих в рабочую силу, постепенно убывает. Такая динамика происходит на фоне сокращения населения в стране, это и является главной причиной отрицательной тенденции.

В ходе классификации численности рабочей силы были выделены три группы. Максимальные значения большинства исходных признаков относятся к первому наиболее развитому кластеру, состоящему преимущественно из Приволжского ФО, Сибирского, Уральского ФО, Дальневосточного и других, что подтверждает его преимущество перед остальными кластерами. Данный кла-

стер характеризуется большим числом занятого населения, общей численности населения, числом предприятий и организаций, числом прибывших в регион. Численностью заболевших и выпуском студентов высших учебных заведений в большей степени также обладают регионы, отнесенные к первому кластеру, характеризующему высокое социально-экономическое развитие. Регионы, находящиеся во втором кластере, относятся к удаленным и медленно развивающимся. У субъектов, в особенности Южного ФО, довольно высокая безработица и рождаемость. Однако второй кластер превосходит другие по среднедушевым доходам населения и размером пенсий, так как в кластер входят северные регионы, где уровень материального обеспечения очень высок из-за работы в трудных погодных условиях. Средним социально-экономическим положением обладает третий кластер, к которому, в частности, относится Республика Марий Эл. У него показатели занятости, численности населения, прибывших в регион людей, выпуска студентов с высшим образованием и численностью предприятий выше, чем во втором кластере. Однако он лидирует по уровню смертности среди других кластеров. В основном в 3-й кластер входят центральные регионы и регионы Поволжья.

Построение регрессионных уравнений доказало взаимозависимость численности рабочей силы, численности занятых и безработных. Наиболее значимыми признаками, оказывающими влияние на количество трудовых ресурсов, стали число родившихся, число умерших и доходы населения.

1. Баранова А. Ю., Андрейчук В. А. Влияние демографических процессов на функционирование рынка труда // *Nauka-rastudent.ru*. 2016. № 11 (035). 9 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27360241> (дата обращения: 11.05.2022).
2. Бондаренко К. В. Трудовые ресурсы Краснодарского Края // *Новая наука: Теоретический и практический взгляд*. 2017. Т. 1. № 4. С. 98–101. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28949064> (дата обращения: 10.05.2022).
3. Вертакова Ю. В., Плотников В. А. Трудовые ресурсы и стимулирование экономического роста в России // *Экономика и управление*. 2019. № 9 (167). С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2019-9-5-12>
4. Дмитриев И. Н. Быстрый алгоритм кластерного анализа k-medoids // *Прикладная дискретная математика*. 2018. № 39. С. 116–127. DOI: <https://doi.org/10.17223/20710410/39/11>
5. Епанешникова Е. А., Малкина С. А. Статистика рынка труда // *Территория инноваций*. 2017. № 6. С. 38–42. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29771061> (дата обращения: 28.05.2022).
6. Иневатова О. А., Ананьев А. Ю. Трудовые ресурсы Республики Башкортостан // *Тенденции развития науки и образования*. 2020. № 63–3. С. 159–164. DOI: <https://doi.org/10.18411/lj-07-2020-99>
7. Климова Ю. О. Трудовые ресурсы: подходы к определению и место в системе других экономических категорий // *Вестник Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Экономические науки*. 2022. № 1 (31). С. 84–98. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48731569> (дата обращения: 08.05.2022).
8. Подласова Д. М. Теоретические основы учета и анализа использования трудовых ресурсов // *Современные научные исследования и инновации*. 2017. № 6. С. 48. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2017/06/83582> (дата обращения: 06.05.2022).



9. Сарычева Т. В., Бакуменко Л. П. Методика анализа показателей рынка труда // Вестник кафедры статистики Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. Статистические исследования социально-экономического развития России и перспективы устойчивого роста: материалы и доклады (г. Москва, 21–25 мая 2018 г.) / под общ. ред. Н. А. Садовниковой. М.: Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, 2018. С. 235–240. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35371244&pf=1> (дата обращения: 12.05.2022).

10. Сургай А. П. Понятие «трудовые ресурсы» и его характеристика // Крымский Академический вестник. 2019. № 10. С. 139–143. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38226930> (дата обращения: 08.05.2022).

11. Тюленева Т. И., Курашова Е. А. Современное состояние трудовых ресурсов в трудоспособном возрасте в Российской Федерации // Теоретическая и прикладная экономика. 2020. № 4. С. 39–49. DOI: <https://doi.org/10.25136/2409-8647.2020.4.34013>

*Статья поступила в редакцию 08.06.2022 г.; одобрена после рецензирования 02.08.2022 г.; принята к публикации 09.09.2022 г.*

## Об авторах

### Сарычева Татьяна Владимировна

доктор экономических наук, доцент, директор института цифровых технологий, профессор кафедры прикладной статистики и информатики, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), [tvdolmatova@bk.ru](mailto:tvdolmatova@bk.ru)

### Чемехова Мария Владимировна

магистр, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), [puskarevaula@gmail.com](mailto:puskarevaula@gmail.com)

*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

1. Baranova A. Yu., Andreychuk V. A. Vliyaniye demograficheskikh protsessov na funktsionirovaniye rynka truda [The influence of demographic processes on the functioning of the labor market]. *Nauka-rastudent.ru*, 2016, no. 11 (035), 9 p.. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27360241> (accessed 11.05.2022). (In Russ.).

2. Bondarenko K. V. Trudovye resursy Krasnodarskogo Kraya [Labor resources of the Krasnodar Territory]. *Novaya nauka: Teoreticheskii i prakticheskii vzglyad* = New Science: Theoretical and Practical View, 2017, vol. 1, no. 4, pp. 98–101. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28949064> (accessed 10.05.2022). (In Russ.).

3. Vertakova Yu. V., Plotnikov V. A. Trudovye resursy i stimulirovaniye ekonomicheskogo rosta v Rossii [Workforce and stimulation of economic growth in Russia]. *Ekonomika i upravleniye* = Economics and Management, 2019, no. 9 (167), pp. 5–12. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2019-9-5-12>

4. Dmitriev I. N. Bystryi algoritm klasternogo analiza k-medoids [Fast algorithm of cluster analysis k-medoids]. *Prikladnaya diskretnaya matematika* = Applied Discrete Mathematics, 2018, no. 39, pp. 116–127. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17223/20710410/39/11>

5. Epaneshnikova E. A., Malkina S. A. Statistika rynka truda [Labor market statistics]. *Territoriya innovatsii* = Innovation Territory, 2017, no. 6, pp. 38–42. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29771061> (accessed 28.05.2022). (In Russ.).

6. Inevatova O. A., Ananiev A. Yu. Trudovye resursy Respubliki Bashkortostan [Labor resources of the Republic of Bashkortostan]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* = Trends in the Development of Science and Education, 2020, no. 63–3, pp. 159–164. DOI: <https://doi.org/10.18411/lj-07-2020-99>

7. Klimova Yu. O. Trudovye resursy: podkhody k opredeleniyu i mesto v sisteme drugikh ekonomicheskikh kategorii [Labor resources: approaches to definition and place in the system of other economic categories]. *Vestnik Vladimirskegogo gosudarstvennogo universiteta imeni Aleksandra Grigor'evicha i Nikolaya Grigor'evicha Stoletovykh. Seriya: Ekonomicheskie nauki* = Bulletin of the Vladimir State University named after Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs. Series: Economics, 2022, no. 1 (31), pp. 84–98. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48731569> (accessed 08.05.2022). (In Russ.).

8. Podlasova D. M. Teoreticheskie osnovy ucheta i analiza ispol'zovaniya trudovykh resursov [Theoretical foundations of accounting and analysis of the use of labor resources]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii* = Modern Scientific Researches and Innovations, 2017, no. 6, p. 48. Available at: <https://web.snauka.ru/issues/2017/06/83582> (accessed 06.05.2022). (In Russ.).

9. Sarycheva T. V., Bakumenko L. P. Metodika analiza pokazatelei rynka truda [Methods of analysis of labor market indicators]. *Vestnik kafedry statistiki Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova. Statisticheskie issledovaniya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossii i perspektivy ustoichivogo rosta: materialy i doklady (g. Moskva, 21–25 maya 2018 g.)* = Bulletin of the Department of Statistics of the Russian Economic University named after G. V. Plekhanov. Statistical studies of the socio-economic development of Russia and the prospects for sustainable growth: materials and reports (Moscow, May 21–25, 2018), ed. by N. A. Sadovnikova. M., Plekhanov Russian University of Economics Publ., 2018, pp. 235–240. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35371244&pf=1> (accessed 12.05.2022). (In Russ.).

10. Surgai A. P. Ponyatie “trudovye resursy” i ego kharakteristika [The concept of “human resources” and its characteristics]. *Krymskii Akademicheskii vestnik* = Crimean Academic Bulletin, 2019, no. 10, pp. 139–143. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38226930> (accessed 08.05.2022). (In Russ.).

11. Tyuleneva T. I., Kurashova E. A. Sovremennoe sostoyanie trudovykh resursov v trudospobnom vozraste v Rossiiskoi Federatsii [Current state of labor resources of active working age in the Russian Federation]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekonomika* = Theoretical and Applied Economics, 2020, no. 4, pp. 39–49. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25136/2409-8647.2020.4.34013>

*The article was submitted 08.06.2022; approved after reviewing 02.08.2022; accepted for publication 09.09.2022.*

#### **About the authors**

##### **Tatyana V. Sarycheva**

Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Director of the Institute of Digital Technologies, Professor of the Department of Applied Statistics and Informatics, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), [tvdolmatova@bk.ru](mailto:tvdolmatova@bk.ru)

##### **Maria V. Chemekova**

Graduate Student, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), [puskarevaula@gmail.com](mailto:puskarevaula@gmail.com)

*All authors have read and approved the final manuscript.*