

# ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В ОЦЕНКЕ РЫНКА ТРУДА

## ECONOMIC AND MATHEMATICAL METHODS AND MODELS IN ASSESSING THE LABOR MARKET

A. Kryuchkov  
K. Kitaev

*Summary.* This article contains mathematical analysis and forecasting of the Russian labor market.

The use of economic and mathematical methods and models to solve problems in economics makes it possible to identify the relationships between various factors in the labor market, interpret them and predict them.

Statistical methods, trend method, time series analysis methods and mathematical forecasting models were used.

Analysis of Russian labor market data using mathematical methods showed that over the past 7 years, the size of the labor force, employment levels and unemployment have not demonstrated a stable linear trend. Trend in changes in the level of employment and unemployment in Russia for 2017–2023 are best characterized by polynomial trend equations. Therefore, polynomial models of the dynamics of employment and unemployment levels in Russia for the period under review were constructed.

The constructed economic and mathematical models make it possible to predict further growth in the level of employment and a decrease in the unemployment rate in Russia.

For a more accurate analysis of the data, it is proposed to include in economic and mathematical models factors that specify individual regions, requirements for age, education and the field of activity of employees.

*Keywords:* labor market, employment, unemployment, economic and mathematical methods, economic and mathematical models, forecasting.

**Крючков Андрей Игоревич**

Аспирант, Московский финансово-промышленный университет «Синергия»  
andrei\_kryuchkov@bk.ru

**Китаев Константин Константинович**

Аспирант, Московский финансово-промышленный университет «Синергия»  
kkitayev@gmail.com

*Аннотация.* В данной статье проведен математический анализ и прогнозирование российского рынка труда.

Применение экономико-математических методов и моделей для решения задач в экономике позволяют выявить взаимосвязи различных факторов на рынке труда, интерпретировать их и прогнозировать.

Использованы статистические методы, трендовый метод, методы анализа временных рядов и математические модели прогнозирования.

Анализ данных рынка труда России с помощью математических методов показал, что в последние 7 лет численность рабочей силы, уровня занятости и безработицы не продемонстрировали устойчивый линейный тренд. Тенденция изменения уровня занятости и безработицы России за 2017–2023 гг. лучше всего характеризуются уравнениями полиномиального тренда. Поэтому построены полиномиальные модели динамики уровня занятости и безработицы России за рассматриваемый период.

Построенные экономико-математические модели позволяют прогнозировать дальнейший рост уровня занятости и снижения уровня безработицы в России.

Для более точного анализа данные предложено включать в экономико-математические модели факторы, конкретизирующие отдельные регионы, требования к возрасту, образованию и сферу деятельности занятых.

*Ключевые слова:* рынок труда, занятость, безработица, экономико-математические методы, экономико-математические модели, прогнозирование.

### Введение

Рынок труда России в последние годы претерпевал и качественные и количественные изменения. В результате пандемии коронавируса в 2020 году предприятия закрывались, переходили на удаленный формат работы, к работникам начали предъявляться новые требования. В 2022 году на рынок труда сильно повлияли уход иностранных компаний с России, отток специалистов за границу и импортозамещение западных товаров и их производителей азиатскими и российскими товарами и компаниями. Данные факторы сильно повлияли на структуру и характер трудовых отношений, изменили уровень занятости и безработицы.

Государство в эти годы было вынуждено вмешиваться в регулирование рынка труда [8]. Для построения дальнейших стратегий поддержки рынка труда экономисты анализировали статистические показатели рынка труда, строили экономико-математические модели, определяющие тенденции динамики уровней занятости и безработицы. Математическая обработка численности рабочей силы позволяла определять ситуацию на рынке труда механизмы его регулирования.

Применение трендовых методов, построение математических моделей, описывающих рынок труда, позволяют прогнозировать определенные его показатели и соответственно влиять на них [2]. В связи с этим при-

менение экономико-математических методов и моделей для оценки рынка труда в настоящее время особенно актуально.

Важнейшей задачей экономической науки является анализ и прогнозирование социально-экономических процессов для целенаправленного регулирования их. Экономико-математические методы и модели позволяют анализировать экономические процессы относительно свободно от субъективных представлений.

Математическое моделирование рынка труда достаточно глубоко изучено российскими и иностранными учеными. Общие подходы к математическому моделированию раскрыты в научных трудах Иохина В.Я. [4], Киселевой Н.П [3], Звонарева С.В. [6]

Теоретические и прикладные вопросы применения математических методов для анализа и прогнозирования экономических процессов изучены в трудах Грачевой М.В. [7], Сэндип Банегри [12] Браян Элбрайт [13].

В исследованиях этих учёных разработан широкий круг теоретических и практических аспектов моделирования социальных процессов. Однако вопросы моделирования рынка труда ещё недостаточно изучены.

Научная значимость работы заключается в исследовании с помощью экономико-математических моделей функционирования рынка труда России, в частности временных рядов рабочей силы, динамики уровня занятости и безработицы.

Практическая значимость работы состоит в том, что результаты исследования могут быть использованы для построения социально-экономического прогнозов развития России и стратегии экономического развития.

### Методы

Цель исследования — оценка рынка труда России с помощью экономико-математических методов и моделей. Объектом научного исследования выступает рынок труда, предметом — оценка рынка труда с помощью экономико-математических методов и моделей.

Основными методами исследования стали математическая обработка статистических данных и сравнительный анализ результатов, экономико-математическое моделирование, а также статистический анализ, графический метод, экономико-математическое моделирование и прогнозирование.

Источниками статистической информации для проведения оценки рынка труда Российской Федерации с помощью экономико-математических методов и моделей выступили данные Федерального органа государственной статистики [10].

### Результаты

Для статистического анализа временного ряда количества рабочей силы, в том числе занятых и безработных, построим график их численности (рис. 1).

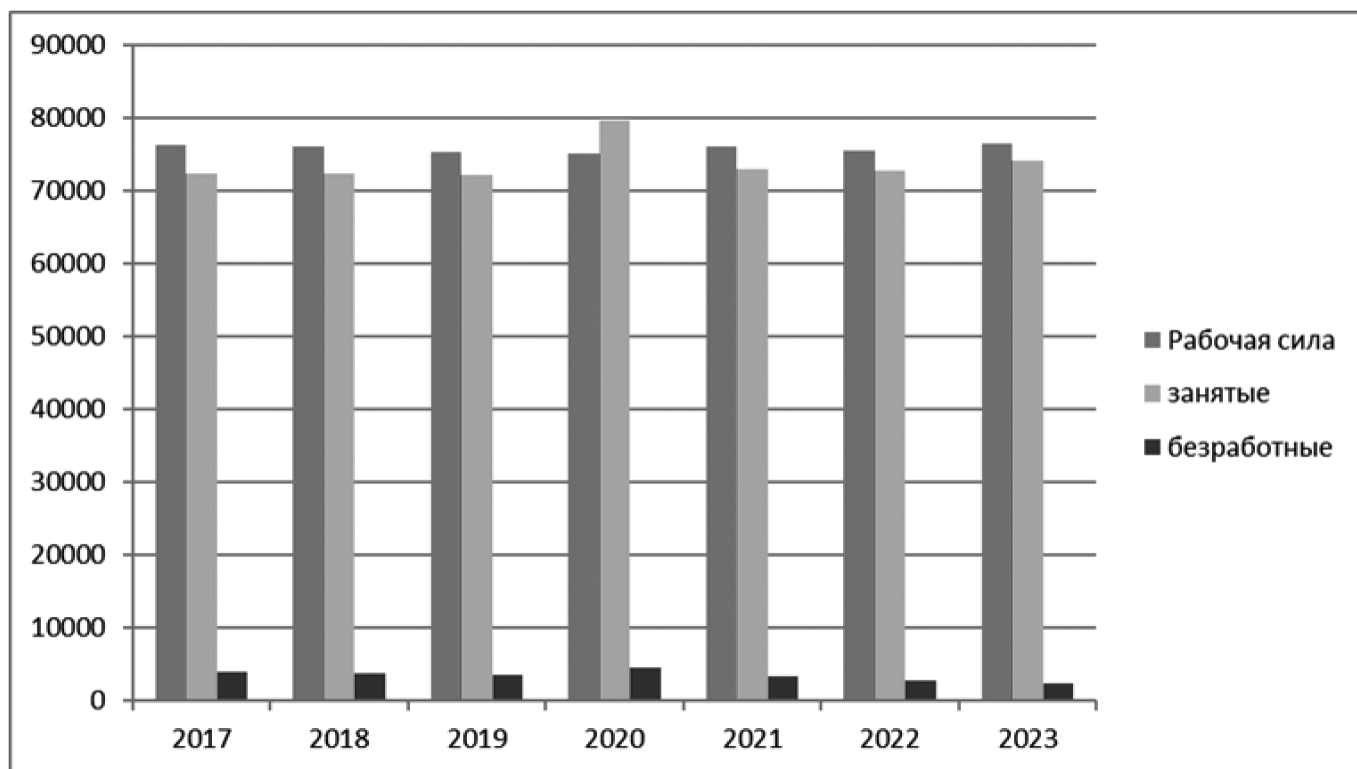


Рис. 1. Рабочая сила (занятые + безработные) России в 2017–2023 гг.

Как видно на графике (рис. 1) количество рабочей силы в 2020 резко снизилось, что объясняется увеличением смертности вследствие пандемии коронавируса. В 2022 году также наблюдается резкое снижение рабочей силы, данный тренд объясняется частичной мобилизацией.

Таблица 1.  
Статистический анализ численности занятых

	Рабочая сила	Темпы роста	Темпы роста в %	Темпы прироста в %
2017	76314			
2018	76109	-205	99,73 %	-0,27 %
2019	75373	-736	99,03 %	-0,97 %
2020	75087	-286	99,62 %	-0,38 %
2021	76173	1086	101,45 %	1,45 %
2022	75494	-679	99,11 %	-0,89 %
2023	76438	944	101,25 %	1,25 %

Статистический анализ динамики численности рабочей силы показывает, что наибольший прирост был в 2021 году (1,45 %), что объясняется восстановлением экономики и эффективностью государственных программ, направленных на поддержку рынка труда России [9], [11]. В этом году был также наибольший темп роста, равный в абсолютном значении 1086 занятых.

Наибольшее значение численности рабочей силы было в 2023 году (76314 человек). Данное повышение

связано с увеличением количества занятых за счет присоединения новых территорий и одновременным снижением безработицы вследствие уменьшения требований к соискателям после оттока квалифицированных кадров за рубеж.

В целом за последние 7 лет динамика численности занятых не демонстрирует определенный тренд: ни положительный, ни отрицательный, что связано с неопределенностью в экономике и политической жизни России, что сказывается на состоянии рынка труда и его показателях.

Для проведения графического (трендового) анализа временного ряда построим график уровня занятости России за 2017–2023 гг. (рис. 2)

Анализ тренда уровня занятости (рис. 2) показал, что в 2022–2023 гг. количество занятых резко выросло, что связано включением в число занятых работников с присоединенных к Российской Федерации территорий и притоков мигрантов.

В 2020 году рынок труда столкнулся с острой нехваткой рабочей силы — этим объясняется падение уровня занятости на графике. Тем не менее в 2021 году показатель занятости населения России вернулся почти до пандемийных уровней [5, С. 87].

Для определения тренда максимально точно описывающего изменения динамики занятости проведем трендовый анализ (таблица 2).

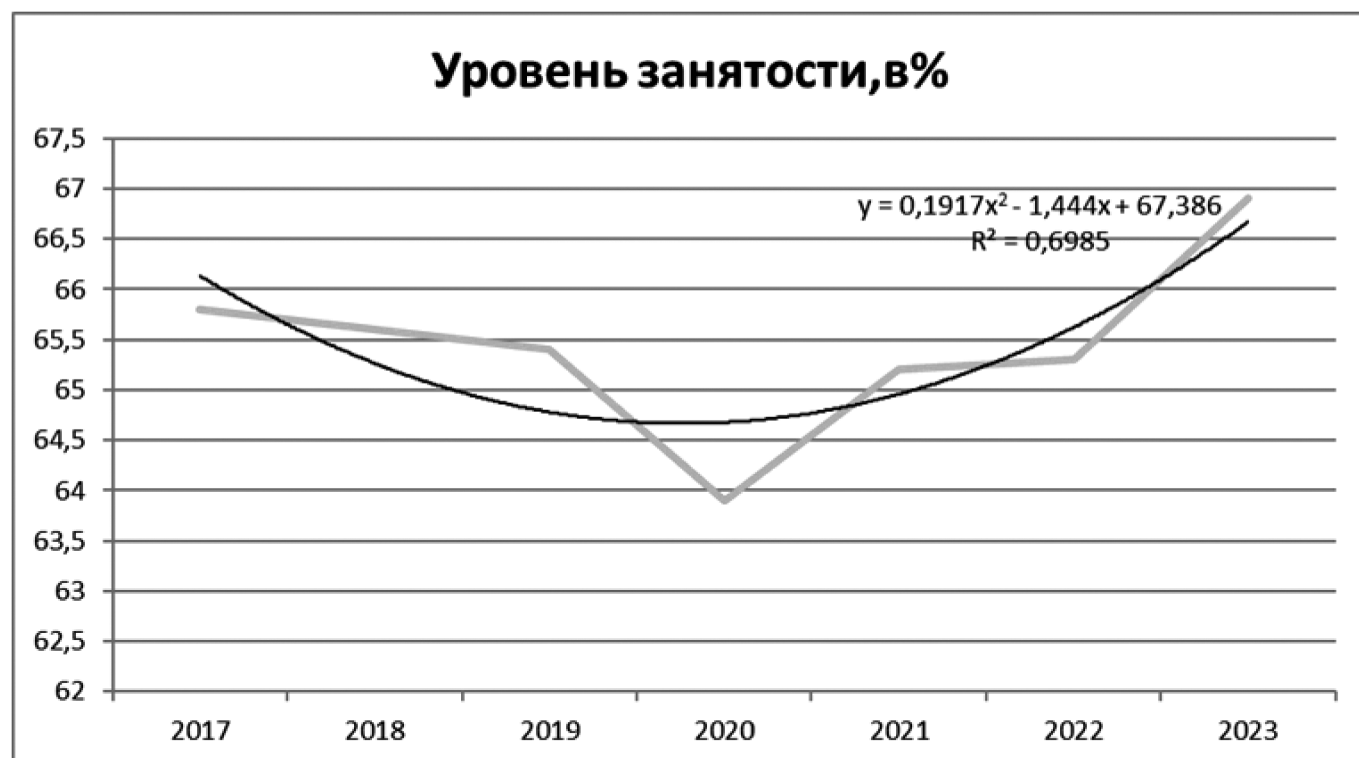


Рис. 2. Уровень занятости за 2017–2023 гг. в %

Таблица 2.

Трендовый метод

Тип трендовой линии	Уравнение тренда	R-квадрат
Экспоненциальный	$y=65,08e^{0,001x}$	0,045
Линейный	$y=0,089x+65,08$	0,047
Логарифмический	$y=0,039\ln(x)+65,39$	0,00
Полиномиальный	$y=0,191x^2-1,444x+67,38$	0,698
Степенной	$y=65,39x^{0,00}$	0,00

[составлена автором с помощью Excel]

Наибольшее значение коэффициента аппроксимации (R-квадрат) соответствует полиномиальному тренду (0,698), следовательно, он наиболее точно определяет изменения показателя уровня занятости. На графике 2 черной линией добавлена полиномиальная линия тренда уровня занятости. Данная полиномиальная линия тренда описывается математическим уравнением:  $y=0,191x^2 - 1,444x+67,38$ .

Для проведения трендового анализа временного ряда уровня безработицы построим графически динамический ряд уровня безработицы в России за 2017–2023 гг. (рис. 3).

Анализ временного ряда уровня безработицы России за 2017–2023 гг. показал, что в 2020 г. безработица в России выросла, что связано со снижением деловой и экономической активности в связи пандемией коронавируса. В 2021–2023 гг. безработица снизилась, что объясняется отъездом иностранных и российских специалистов и замещением их безработными.

Для определения тренда максимально точно описывающего изменения динамики безработицы проведем трендовый анализ (таблица 3).

Таблица 3.

Трендовый метод

Тип трендовой линии	Уравнение тренда	R-квадрат
Экспоненциальный	$y=6,055e^{-0,07x}$	0,59
Линейный	$y=-0,321x+5,785$	0,533
Логарифмический	$y=-0,83\ln(x)+5,515$	0,360
Полиномиальный	$y=-0,116x^2+0,611x+4,385$	0,744
Степенной	$y=0,5665x^{-0,20}$	0,399

[составлена автором с помощью Excel]

Наибольшее значение коэффициента аппроксимации (R-квадрат) соответствует полиномиальному тренду (0,744), следовательно, он наиболее точно определяет изменения показателя уровня занятости. На графике 2 черной линией добавлена полиномиальная линия тренда уровня занятости. Данная полиномиальная линия тренда описывается математическим уравнением:  $y=-0,116x^2 + 0,611x+4,385$ .

С целью получения обобщенной экономико-математической оценки рынка труда применим метод аналитического выравнивания. Основное содержание метода аналитического выравнивания рядов динамики является то, что основной тренд изменения определяется функцией времени  $y = f(t)$ .

Так как для определения трендов занятости и безработицы были проанализированы 7 лет (2017–2023 гг.), то для упрощения расчетов были взяты значения от 1 до 7.

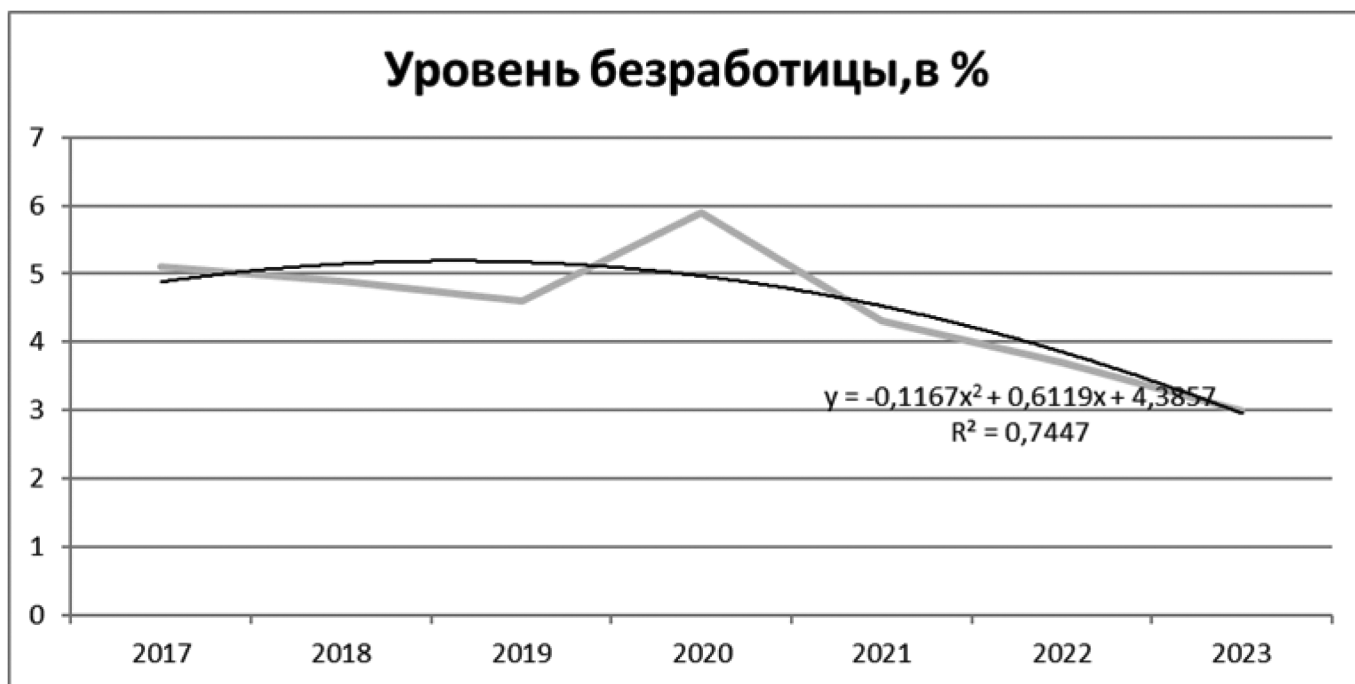


Рис. 3. Уровень безработицы за 2017–2023 гг. в %

Подставляя в уравнение тренда динамики занятости число 8, получили прогнозный показатель занятости на 2024 год:

$$y = 0,191 \cdot 8^2 - 1,444 \cdot 8 + 67,38 = 68,052.$$

Таким образом, уровень занятости в России в 2024 году, по прогнозам полиномиальной модели, составит 68,052.

Подставляя в уравнение тренда число 8, получили прогнозный показатель безработицы на 2024 год:

$$\begin{aligned} y &= -0,116 \cdot 8^2 + 0,611 \cdot 8 + 4,385 = \\ &= -7,424 + 4,888 + 4,385 = 1,849. \end{aligned}$$

Таким образом, уровень безработицы в России в 2024 году, по прогнозам полиномиальной модели, составит 1,849.

### Заключение

В последние годы рынок труда менялся под воздействием многих политических, экономических, оборонных, территориальных и миграционных процессов.

В начале 2022 года западные компании закрыли свои представительства и филиалы, находящиеся в России, в связи с чем их российские сотрудники были вынуждены или переехать в страны, где находятся основные офисы данных компаний, или искать новую работу у российских работодателей.

Одновременно российская экономика была вынуждена взять курс на импортозамещение [1]. В данных условиях вырос спрос на новые кадры, новые специальности.

В конце 2022 года к территории Российской Федерации присоединились Луганская Народная Республика, Донецкая Народная Республика, Херсонская и Запорожская области. Следовательно, количество рабочей силы России увеличилось за счет жителей новых территорий.

Данные факторы сильно повлияли на количественный и качественный состав рынка труда.

Для изучения изменений показателей рынка труда применяются математические методы и модели. Они позволяют без субъективных представлений анализировать происходящие изменения и их характер.

В данной работе были проанализированы статистические показатели рынка труда, построены тенденции их развития, предложены экономико-математические модели уровня занятости и уровня безработицы России за 2017–2023 гг. Построенные модели позволяют рассчитывать показатели рынка труда России на 2024 и последующие годы с большой долей вероятности.

В то же время данные экономико-математические модели являются обобщенными и для более детального изучения функционирования рынка труда необходимо включать в модели факторы, определяющие возрастные категории, уровень образования, сферу деятельности.

Для более точного составления прогноза уровней занятости и безработицы, рекомендуется также дифференцировать построенные модели по регионам и уровню заработной платы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Субхонбердиев А.Ш., Шевченко А.Н. Стратегия импортозамещения в мировой экономике: уроки для России // Вестник ВГУИТ. Т. 80, № 4. 2018. С. 398–402.
2. Васяичева В.А., Слатов Д.Г. Рынок труда и трудовая миграция: учеб. пособие / Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. — 96 с.
3. Киселева Н.П. Социально-экономическая статистика: Учебное пособие/Москва, 2017. — 874 с.
4. Иохин В.Я. Экономическая теория: учебник для академического бакалавриата/В.Я. Иохин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 253с.
5. Топилин А.В., Воробьева О.Д. Динамика и региональные особенности восстановления рынка труда в период COVID-19//Экономика региона. 2023. Т.19. №1. С. 85–98.
6. Звонарев С.В., Основы математического моделирования: учебное пособие/С.В. Звонарев. — Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2019. — 112с.
7. Математические и инструментальные методы в современных экономических исследованиях: Монография/Под редакцией М.В. Грачевой и Е.А. Тумановой. — М.: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2018. — 232 с.
8. Федеральный закон «О занятости населения в Российской Федерации» от 12.12.2023 №565-ФЗ — Электронный ресурс. — Режим доступа URL: [https://consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_464093/](https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_464093/) (Дата обращения: 01.04.2024).
9. Указ Президента РФ от 08.03.2022 №100 «О применении в целях обеспечения безопасности Российской Федерации специальных экономических мер в сфере внешнеэкономической деятельности» — Электронный ресурс. — Режим доступа URL: [https://consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_411102/](https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_411102/) (Дата обращения:01.04.2024).
10. Федеральная служба государственной статистики — Электронный ресурс. — Режим доступа URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/> (Дата обращения: 01.04.2024).
11. Правительство РФ — Электронный ресурс. — Режим доступа URL: <https://government.ru/news/> (Дата обращения: 01.04.2024).
12. Mathematical modeling: models, analysis and applications. Sandip Banerjee. CRC Press, A Chapman&Hall Book, 2019 — 326p.
13. Brian Albright. Mathematical modeling with Excel. Jones and Bartlett Pvt. Limited, 2017— 157p.