

УДК 332.14

## ***ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ***

***Куленцан А.Л.***

*к.ф.-м.н., доцент кафедры информационных технологий и цифровой экономики,*

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

*Россия, Иваново*

***Марчук Н.А.***

*старший преподаватель кафедры информационных технологий и цифровой экономики,*

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

*Россия, Иваново*

### **Аннотация**

Данная статья посвящена построению и анализу регрессионных моделей, описывающих процессы занятости населения, а также безработицу в Белгородской области за 20 лет. Для чего проанализированы данные с 2000 по 2020 гг. Показано, что рассмотренные показатели наиболее эффективно описывает полиномиальная модель с  $n = 5$ . Построен прогноз по всем исследуемым параметрам на 2024 г. Из которого видно, что будет наблюдаться рост численности безработных в Белгородской области. В тоже время, как уровень занятости и уровень рабочей силы населения будет иметь тенденцию к снижению.

**Ключевые слова:** население, уровень занятости, численность безработных, регрессионные модели, коэффициент детерминация

***STUDY OF THE EMPLOYMENT STATUS OF THE POPULATION IN THE  
BELGOROD REGION***

***Kulentsan A.L.***

*Ph.D., Associate Professor of the Department of Information Technology and Digital Economy,*

*Ivanovo State University of Chemical Technology*

*Russia, Ivanovo*

***Marchuk N.A.***

*Senior Lecturer of the Department of Information Technology and Digital Economy,*

*Ivanovo State University of Chemical Technology*

*Russia, Ivanovo*

**Abstract**

This article is devoted to the construction and analysis of regression models describing the processes of employment of the population, as well as unemployment in the Belgorod region for 20 years. Why are the data from 2000 to 2020 analyzed. It is shown that the considered indicators are most effectively described by a polynomial model with  $n = 5$ . A forecast is made for all the studied parameters for 2024, from which it can be seen that there will be an increase in the number of unemployed in the Belgorod region. At the same time, both the level of employment and the level of the workforce of the population will tend to decrease.

**Keywords:** population, employment rate, number of unemployed, regression models, coefficient of determination

Занятость – это категория общественного воспроизводства, которую нельзя отождествлять с трудом и использованием рабочей силы. Она характеризует экономически активное население относительно вещественных факторов производства и отражает отношения между людьми по поводу их участия в общественном производстве [1].

Согласно Международной организации труда, рынок труда, подразделяется на две категории:

1) занятое население - лица мужского и женского пола 16 лет и старше, а также лица младших возрастов, выполняющие работу, приносящую доход; временно отсутствовавшие на работе по уважительной причине; выполняющие работу без оплаты на семейном предприятии;

2) безработное население - лица 16 лет и старше, не имеющие работы или доходного занятия; занимающиеся поиском работы; обучающиеся по направлениям службы занятости [2].

Рабочая сила является важнейшим ресурсом, благодаря которому возможен рост экономического состояния страны. Поддержание занятости представляет собой одну из главных целей для правительства Российской Федерации [3]. В тоже самое время проблема безработицы [4] - одна из основных и сложных социальноэкономических проблем современного общества. Одна из основных задач социально-экономического развития России - регулирование занятости и, как неразрывно связанный процесс, снижение безработицы населения [5-8]. В настоящее время разработано и разрабатывается большое количество методик и способов по анализу занятости и безработицы на территории РФ. В основе этих методик лежат статистические данные и сложные математические модели. Однако, эти модели не носят общий характер [11].

Цель исследования. Построение и анализ регрессионных моделей, описывающих занятость и безработицу населения в Белгородской области, за период с 2000 по 2020 гг.

Материалы и методы. Авторы при анализе занятости и безработицы населения в Белгородской области использовали данные Федеральной службы государственной статистики [9], а также корреляционно-регрессионный анализ [10].

Результаты исследования. Авторы произвели анализ уровня занятости населения в возрасте 15-72 лет в Белгородской области, для чего Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

воспользовались параметром «Линия тренда». На ее основе были построены следующие 8 графиков, которые представлены на рис. 1-8. Для того, чтобы лучше воспринимать виды полученных уравнений, они были сгруппированы и сведены в табл. 1 по степени уменьшения достоверности величины коэффициента детерминации. Полученные данные говорят о том, что наилучшим образом уровень занятости населения в возрасте 15-72 лет в Белгородской области описывает построенная полиномиальная модель с  $n = 5$ .

$$y = 0,5108x - 963,9$$

$$R^2 = 0,7732$$

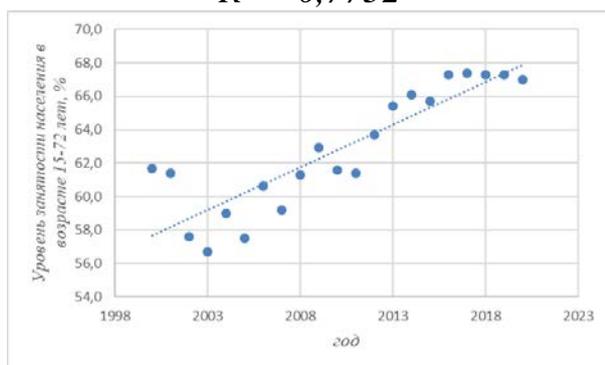


Рис. 1. Линейное уравнение

$$y = 5 \cdot 10^{-6} e^{0,0081x}$$

$$R^2 = 0,7643$$

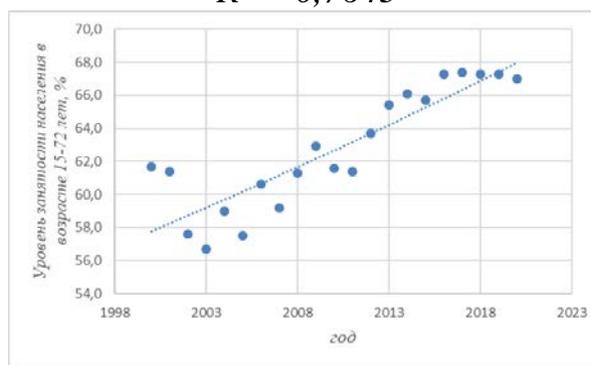


Рис. 2. Экспоненциальное уравнение

$$y = 1026,4 \cdot \ln(x) - 7743,7$$

$$R^2 = 0,7728$$

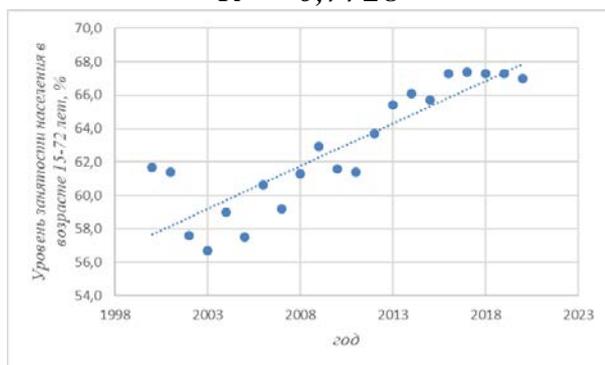


Рис. 3. Логарифмическое уравнение

$$y = 7 \cdot 10^{-53} \cdot x^{16,337}$$

$$R^2 = 0,7639$$

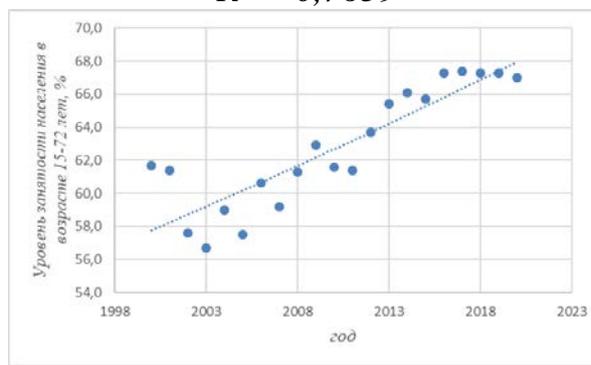


Рис. 4. Степенное уравнение

$$y = 0,0196 \cdot x^2 - 78,082 \cdot x + 78021$$

$$R^2 = 0,8062$$

$$y = -0,0069 \cdot x^3 + 41,511 \cdot x^2 - 83475 \cdot x + 6 \cdot 10^7$$

$$R^2 = 0,9198$$

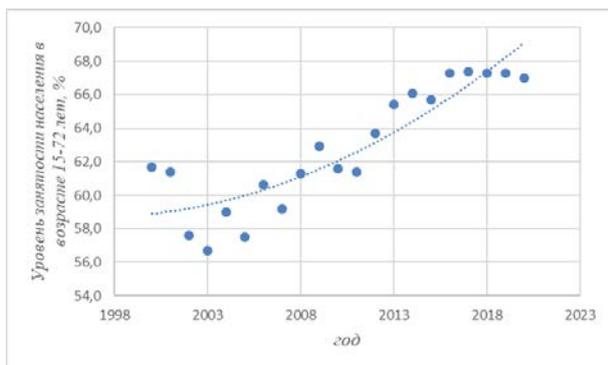


Рис. 5. Полиномиальное уравнение  $n = 2$

$$y = 0,0003 \cdot x^4 - 2,4551 \cdot x^3 + 7422,7 \cdot x^2 - 1 \cdot 10^7 \cdot x + 5 \cdot 10^9$$

$$R^2 = 0,9258$$

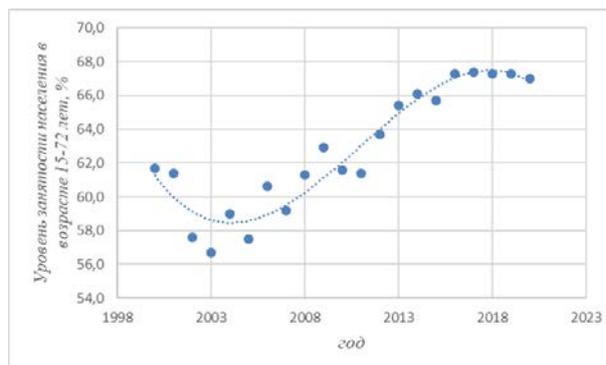


Рис. 6. Полиномиальное уравнение  $n = 3$

$$y = -7 \cdot 10^{-5} \cdot x^5 + 0,702 \cdot x^4 - 2823,2 \cdot x^3 + 6 \cdot 10^6 \cdot x^2 - 6 \cdot 10^9 \cdot x + 2 \cdot 10^{12}$$

$$R^2 = 0,934$$

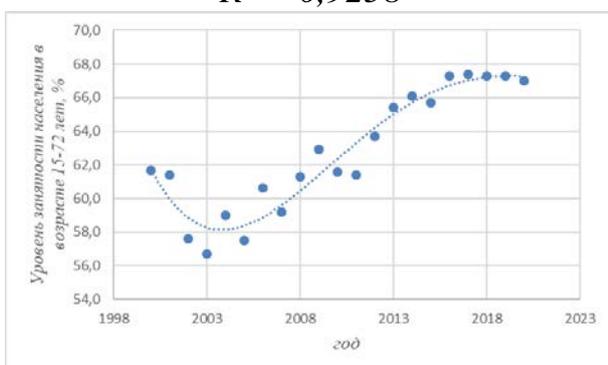


Рис. 7. Полиномиальное уравнение  $n = 4$

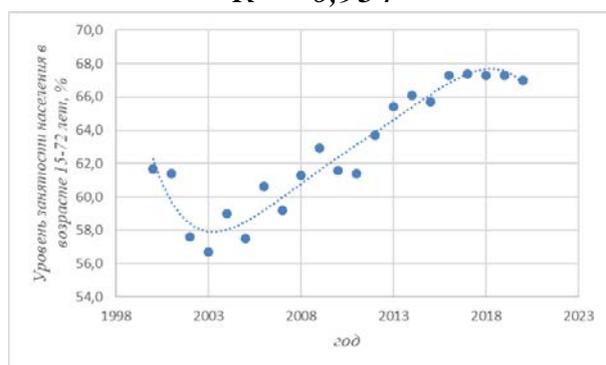


Рис. 8. Полиномиальное уравнение  $n = 5$

Таблица 1 – Сводная таблица регрессионных моделей

№	Модель	Вид модели	$R^2$
1	Полиномиальное $n = 5$	$y = -7 \cdot 10^{-5} \cdot x^5 + 0,702 \cdot x^4 - 2823,2 \cdot x^3 + 6 \cdot 10^6 \cdot x^2 - 6 \cdot 10^9 \cdot x + 2 \cdot 10^{12}$	0,934
2	Полиномиальное $n = 4$	$y = 0,0003 \cdot x^4 - 2,4551 \cdot x^3 + 7422,7 \cdot x^2 - 1 \cdot 10^7 \cdot x + 5 \cdot 10^9$	0,9258
3	Полиномиальное $n = 3$	$y = -0,0069 \cdot x^3 + 41,511 \cdot x^2 - 83475 \cdot x + 6 \cdot 10^7$	0,9198
4	Полиномиальное $n = 2$	$y = 0,0196 \cdot x^2 - 78,082 \cdot x + 78021$	0,8062
5	Линейное	$y = 0,5108x - 963,9$	0,7732
6	Логарифмическое	$y = 1026,4 \cdot \ln(x) - 7743,7$	0,7728
7	Экспоненциальное	$y = 5 \cdot 10^{-6} e^{0,0081x}$	0,7643
8	Степенное	$y = 7 \cdot 10^{-53} \cdot x^{16,337}$	0,7639

Анализ уровня участия в рабочей силе населения в возрасте 15-72 лет в Белгородской области представлен на рис. 9-16. Для того, чтобы лучше воспринимать виды полученных уравнений, они были сгруппированы и сведены

Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

в табл. 2 по степени уменьшения достоверности величины коэффициента детерминации. Полученные данные говорят о том, что наилучшим образом уровень участия в рабочей силе населения в Белгородской области описывает построенная полиномиальная модель с  $n = 5$ .

$$y = 0,4216 \cdot x - 781,28$$

$$R^2 = 0,6909$$

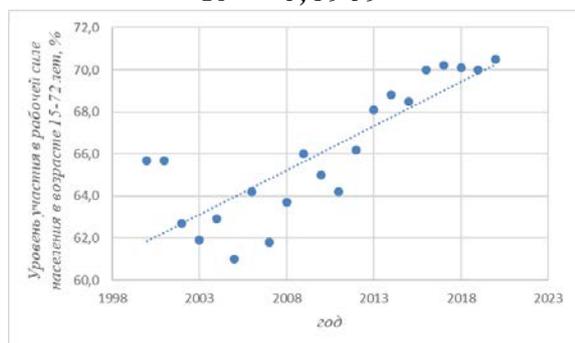


Рис. 9. Линейное уравнение

$$y = 0,0002 \cdot e^{0,0063x}$$

$$R^2 = 0,6825$$

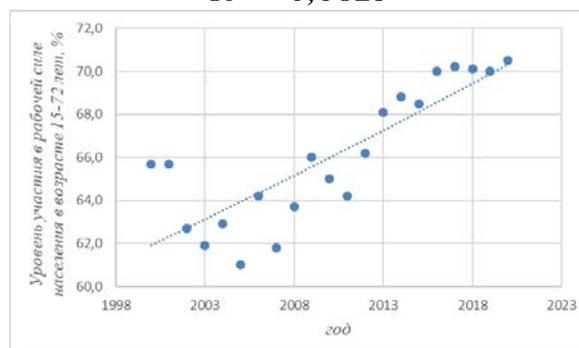


Рис. 10. Экспоненциальное уравнение

$$y = 846,88 \cdot \ln(x) - 6375,2$$

$$R^2 = 0,6901$$

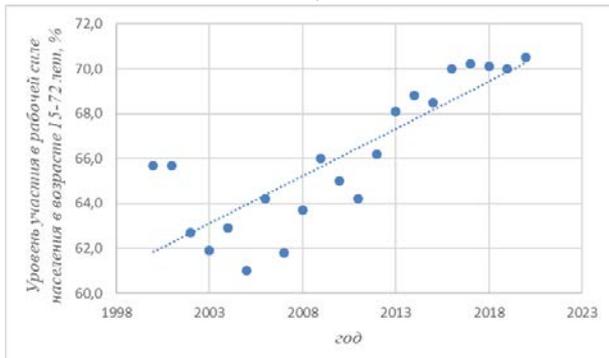


Рис. 11. Логарифмическое уравнение

$$y = 5 \cdot 10^{-41} \cdot x^{12,752}$$

$$R^2 = 0,6818$$

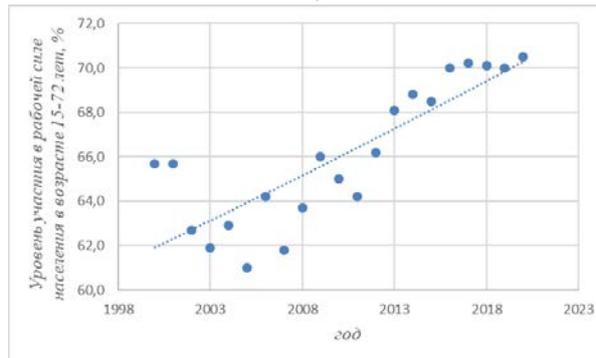
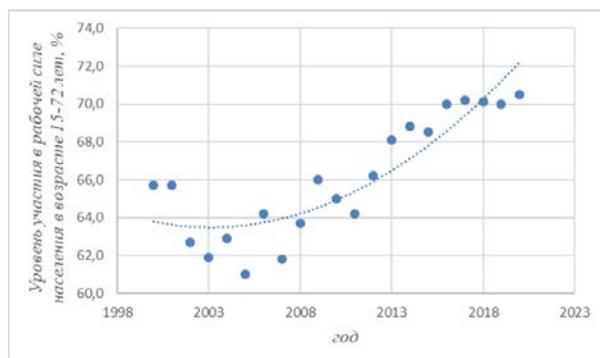


Рис. 12. Степенное уравнение

$$y = 0,0307 \cdot x^2 - 122,98 \cdot x + 123234$$

$$R^2 = 0,7976$$



$$y = -0,0062 \cdot x^3 + 37,145 \cdot x^2 - 74723 \cdot x + 5 \cdot 10^7$$

$$R^2 = 0,9167$$

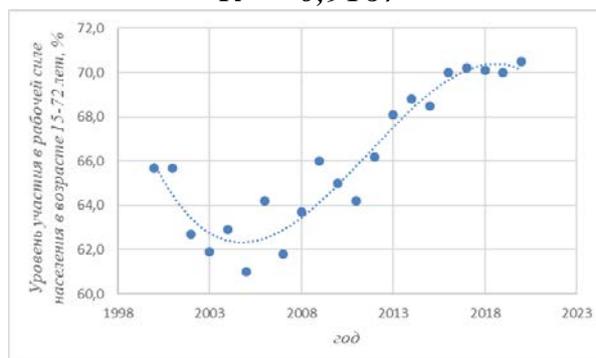
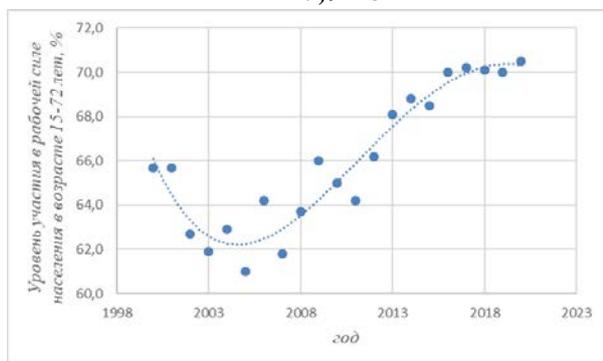


Рис. 13. Полиномиальное уравнение  
 $n = 2$ 

$$y = 0,0001 \cdot x^4 - 1,0194 \cdot x^3 + 3092 \cdot x^2 - 4 \cdot 10^6 \cdot x + 2 \cdot 10^9$$

$$R^2 = 0,9181$$

Рис. 14. Полиномиальное уравнение  
 $n = 3$ 

$$y = -1 \cdot 10^{-5} \cdot x^5 + 0,1117 \cdot x^4 - 449,43 \cdot x^3 + 904397 \cdot x^2 - 9 \cdot 10^8 \cdot x + 4 \cdot 10^{11}$$

$$R^2 = 0,9183$$

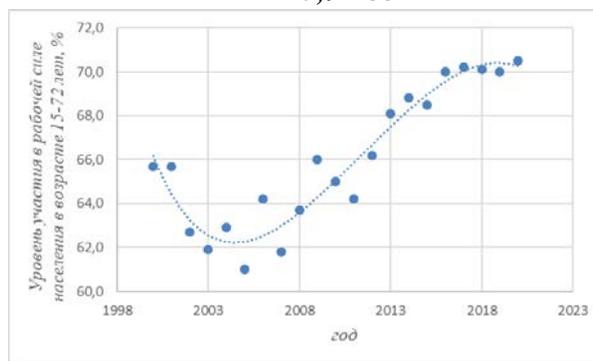
Рис. 15. Полиномиальное уравнение  
 $n = 4$ Рис. 16. Полиномиальное уравнение  
 $n = 5$ 

Таблица 2 – Сводная таблица регрессионных моделей

№	Модель	Вид модели	$R^2$
1	Полиномиальное $n = 5$	$y = -1 \cdot 10^{-5} \cdot x^5 + 0,1117 \cdot x^4 - 449,43 \cdot x^3 + 904397 \cdot x^2 - 9 \cdot 10^8 \cdot x + 4 \cdot 10^{11}$	0,9183
2	Полиномиальное $n = 4$	$y = 0,0001 \cdot x^4 - 1,0194 \cdot x^3 + 3092 \cdot x^2 - 4 \cdot 10^6 \cdot x + 2 \cdot 10^9$	0,9181
3	Полиномиальное $n = 3$	$y = -0,0062 \cdot x^3 + 37,145 \cdot x^2 - 74723 \cdot x + 5 \cdot 10^7$	0,9167
4	Полиномиальное $n = 2$	$y = 0,0307 \cdot x^2 - 122,98 \cdot x + 123234$	0,7976
5	Линейное	$y = 0,4216 \cdot x - 781,28$	0,6909
6	Логарифмическое	$y = 846,88 \cdot \ln(x) - 6375,2$	0,6901
7	Экспоненциальное	$y = 0,0002 \cdot e^{0,0063x}$	0,6825
8	Степенное	$y = 5 \cdot 10^{-41} \cdot x^{12,752}$	0,6818

Анализ численности безработных в возрасте 15-72 лет в Белгородской области представлен на рис. 17-24. Для того, чтобы лучше воспринимать виды полученных уравнений, они были сгруппированы и сведены в табл. 3 по степени уменьшения достоверности величины коэффициента детерминации. Из данных графиков видно, что численность безработных в возрасте 15-72 лет в Белгородской области наилучшим образом описывает построенная полиномиальная модель с  $n = 5$ , с коэффициентом детерминации 0,8398.

$$y = -0,9858 \cdot x + 2020$$

$$R^2 = 0,4730$$

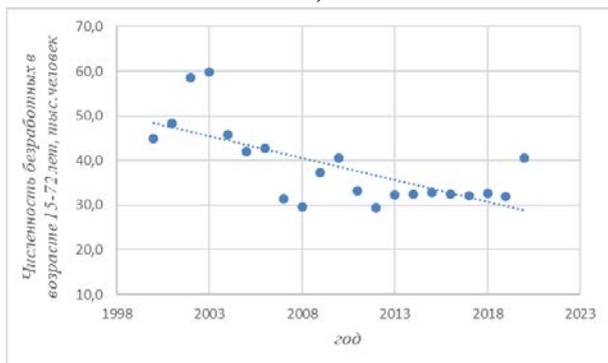


Рис. 17. Линейное уравнение

$$y = 2 \cdot 10^{22} \cdot e^{-0,024x}$$

$$R^2 = 0,4753$$

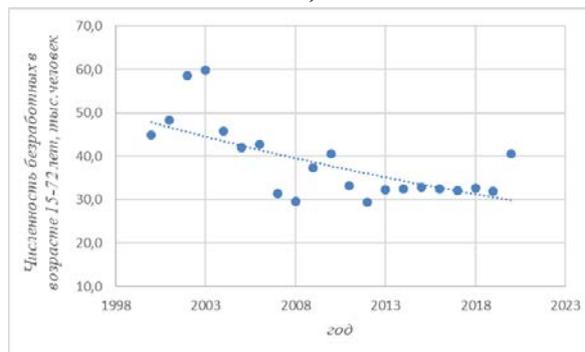


Рис. 18. Экспоненциальное уравнение

$$y = -1983 \cdot \ln(x) + 15121$$

$$R^2 = 0,4738$$

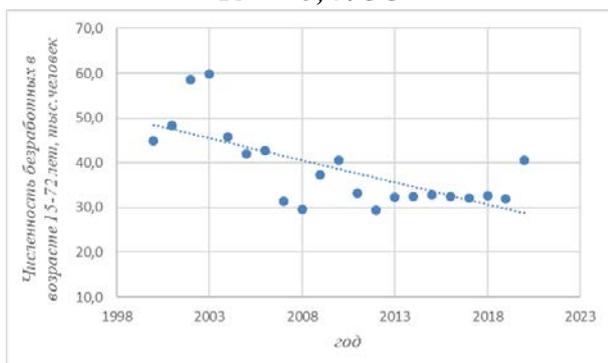


Рис. 19. Логарифмическое уравнение

$$y = 0,1078 \cdot x^2 - 434,33 \cdot x + 437527$$

$$R^2 = 0,6378$$

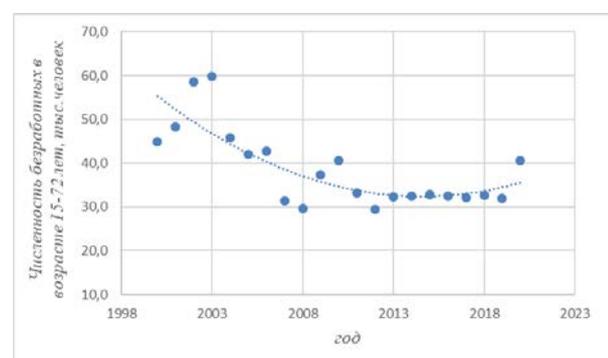


Рис. 21. Полиномиальное уравнение  
n = 2

$$y = -0,002 \cdot x^4 + 16,414 \cdot x^3 - 49520 \cdot x^2 + 7 \cdot 10^7 \cdot x - 3 \cdot 10^{10}$$

$$R^2 = 0,7232$$

$$y = 3 \cdot 10^{158} \cdot x^{-47,49}$$

$$R^2 = 0,4760$$

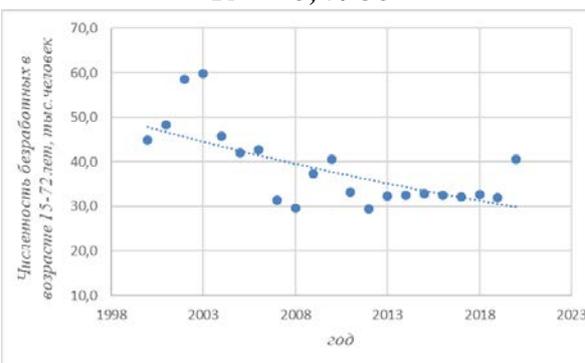


Рис. 20. Степенное уравнение

$$y = 0,0102 \cdot x^3 - 61,506 \cdot x^2 + 123409 \cdot x - 8 \cdot 10^7$$

$$R^2 = 0,6789$$

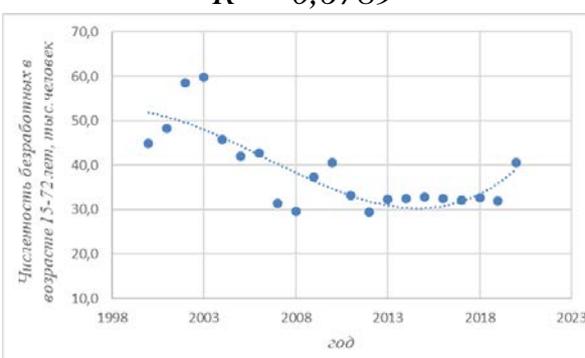


Рис. 22. Полиномиальное уравнение  
n = 3

$$y = 0,0006 \cdot x^5 - 6,4993 \cdot x^4 + 26135 \cdot x^3 - 5 \cdot 10^7 \cdot x^2 + 5 \cdot 10^{10} \cdot x - 2 \cdot 10^{13}$$

$$R^2 = 0,8398$$

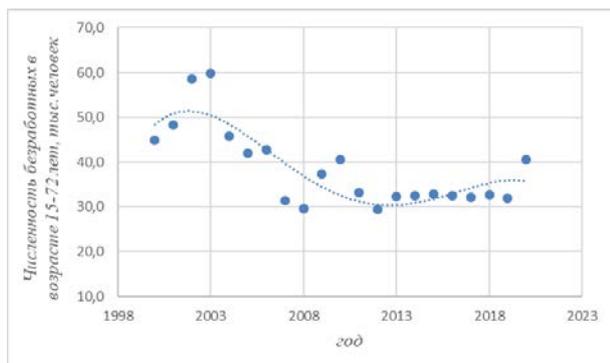
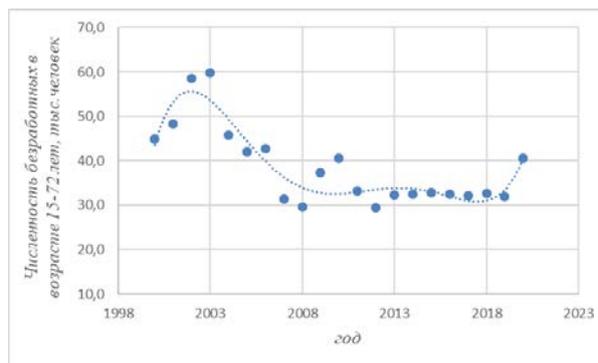
Рис. 23. Полиномиальное уравнение  
 $n = 4$ Рис. 24. Полиномиальное уравнение  
 $n = 5$ 

Таблица 3 – Сводная таблица регрессионных моделей

№	Модель	Вид модели	$R^2$
1	Полиномиальное $n = 5$	$y = 0,0006 \cdot x^5 - 6,4993 \cdot x^4 + 26135 \cdot x^3 - 5 \cdot 10^7 \cdot x^2 + 5 \cdot 10^{10} \cdot x - 2 \cdot 10^{13}$	0,8398
2	Полиномиальное $n = 4$	$y = -0,002 \cdot x^4 + 16,414 \cdot x^3 - 49520 \cdot x^2 + 7 \cdot 10^7 \cdot x - 3 \cdot 10^{10}$	0,7232
3	Полиномиальное $n = 3$	$y = 0,0102 \cdot x^3 - 61,506 \cdot x^2 + 123409 \cdot x - 8 \cdot 10^7$	0,6789
4	Полиномиальное $n = 2$	$y = 0,1078 \cdot x^2 - 434,33 \cdot x + 437527$	0,6378
5	Степенное	$y = 3 \cdot 10^{158} \cdot x^{-47,49}$	0,4760
6	Экспоненциальное	$y = 2 \cdot 10^{22} \cdot e^{-0,024x}$	0,4753
7	Логарифмическое	$y = -1983 \cdot \ln(x) + 15121$	0,4738
8	Линейное	$y = -0,9858 \cdot x + 2020$	0,4730

Из рис. 1-24 и табл. 1-3 видно, что построенные регрессионные модели достаточно хорошо описывают уровень занятости населения, уровень рабочей силы населения и численность безработных в Белгородской области. Коэффициенты детерминации полученных моделей имеют высокие значения, что определяет высокую сходимость наблюдаемых данных и значений, полученных с помощью построенных моделей. Авторами было принято, что прогнозируемый период не должен превышать 1/5 ретроспективного отрезка времени. В соответствии с данным обстоятельством прогноз изменения уровня занятости населения, уровня рабочей силы населения и численности безработных в Белгородской области выполнен до 2024 г. Полученные расчеты показали, что в соответствии с прогнозами произойдет снижение уровня занятости населения на 2,54%, уровня рабочей силы населения на 1,68%, в то

время, как численность безработных в Белгородской области возрастет на 10,88% соответственно, по сравнению с данными показателями за 2020 г.

Таким образом в ходе данной работы были построены математические модели, описывающие уровень занятости населения, уровень участия в рабочей силе населения и численность безработных в возрасте 15-72 лет. Как видно из полученных данных, рассмотренные показатели наиболее эффективно описывает полиномиальная модель с  $n = 5$ . Построен прогноз по всем исследуемым параметрам на 2024 г. Из которой видно, что будет наблюдаться рост численности безработных в Белгородской области. В тоже самое время будет наблюдаться снижение уровня занятости и уровня рабочей силы населения в рассматриваемой области. Результаты данной работы могут быть использованы для разработки комплекса мер по снижению показателей безработицы в Белгородской области.

#### **Библиографический список:**

1. Булыгина Я.А. Статистическое изучение занятости населения / Я.А. Булыгина // Актуальные проблемы экономики и управления: теория и практика. – 2021. – С. 205-209.
2. Титова О.В., Шишин А.С. Статистический анализ занятости населения Липецкой области / О.В. Титова, А.С. Шишин // Вектор экономики. – 2020. – № 1 (43). – 94 с.
3. Куленцан А.Л., Марчук Н.А. Анализ динамики уровня безработного населения в возрасте 15-72 лет / А.Л. Куленцан, Н.А. Марчук // Известия высших учебных заведений. Серия: экономика, финансы и управление производством. – 2019. – № 4 (42). – С. 77-82.
4. Куленцан А.Л., Марчук Н.А. Анализ доли занятых и безработных лиц среди мужского и женского населения Российской Федерации/ А.Л. Куленцан, Н.А. Марчук // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. – 2020. – № 3 (86). – С. 64-69.

5. Затулякина А.В. Анализ динамики безработицы в Российской Федерации / А.В. Затулякина // Статистический анализ социальноэкономического развития субъектов Российской Федерации. – 2021. – С. 136-139.
6. Лемешко О.Е., Карпова Н.В. Проблема безработицы в Российской Федерации / О.Е. Лемешко, Н.В. Карпова // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах. – 2021. – С. 205-208.
7. Петрушина В.В., Мамоян А.И. Проблема безработицы в современных условиях Российской действительности / В.В. Петрушина, А.И. Мамоян // Экономика, управление и финансы в цифровом обществе. – 2021. – С. 178-183.
8. Соболева Е.Д. Безработица в России в условиях новой экономической реальности / Е.Д. Соболева // Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы. – 2021. – С. 95-99.
9. Федеральная служба государственной статистики – 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721> (Время обращения: 15.10.2021).
10. Берендеева А.Б., Сизова О.В. Анализ факторов смертности населения в трудоспособном возрасте в регионах Российской Федерации методом моделирования / А.Б. Берендеева, О.В. Сизова // Теория экономики. – 2020. – № 4 (64). – С. 11-24.
11. Каныгин Г.И., Кулиничева А.Е. Математическое моделирование загрязнения водоемов стационарными источниками / Каныгин Г.И., Кулиничева А.Е. // Инженерный Вестник Дона. – 2019. – № 8 (59). – 13 с.

*Оригинальность 81%*