

УДК 330.4

***ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)
МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ***

Крылова Е. А.,

к.ф.-м.н, доцент,

Северо-восточный федеральный университет,

Якутск, Россия

Никифоров А. В.,

магистрант,

Северо-восточный федеральный университет,

Якутск, Россия

Аннотация

В работе рассмотрены основные социально-экономические показатели по Республике Саха (Якутия): численность занятых, заработная плата. Для данных показателей методом наименьших квадратов найдены уравнения регрессии, прогнозные значения. Расчеты проведены с помощью статистического пакета Gretl. Адекватность моделей проверена по критерию Фишера. Полученные прогнозные значения могут служить основой для принятия программ по улучшению социально-экономической картины региона.

Ключевые слова: Социально-экономическое развитие, численность занятых, заработная плата, метод наименьших квадратов, уравнение регрессии, точность и адекватность модели, прогнозы.

***FORECASTING OF SOCIO-ECONOMIC INDICATORS OF THE REPUBLIC
OF SAKHA (YAKUTIA) BY THE METHOD OF LEAST SQUARES***

Krylova E. A.,
Ph.D. Associate Professor,
North-Eastern Federal University,
Yakutsk, Russia

Nikiforov A. V.,
Graduate Student,
North-Eastern Federal University,
Yakutsk, Russia

Abstract

The paper considers the main socio-economic indicators for the Republic of Sakha (Yakutia): the number of employees, wages. Regression equations and forecast values are found for these indicators using the least squares method. The calculations were carried out using the Gretl statistical package. The adequacy of the models was tested by the Fisher criterion. The obtained forecast values can serve as a basis for the adoption of programs to improve the socio-economic picture of the region.

Keywords: Socio-economic development, number of employed, wages, least squares method, regression equation, accuracy and adequacy of the model, forecasts.

Для исследования социально-экономического развития субъектов широко применяются формализованные методы математического моделирования [1]. Выделяют: экстраполяционные, экономико-статистические и эконометрические модели; балансовые модели; модели оптимального планирования; стохастические модели; игровые модели; модели сетевого планирования; имитационные модели. Методы экстраполяции применяются на основе достоверной статистической информации. Основой метода экстраполяции является анализ динамических рядов. Методы экстраполяции применяются на основе достоверной статистической информации [2].

Целью работы является прогнозирование социально-экономических показателей по Республике Саха (Якутия) с помощью метода наименьших квадратов. Расчеты проведены на статистическом пакете Gretl [3]. Практическая значимость работы заключается в том, что полученные прогнозы служат основой для дальнейшего изучения социально-экономической ситуации в республике, выявления реальных проблем и принятия программ по развитию.

Республика Саха (Якутия) - регион Дальнего Востока с экстремальными природно-климатическими условиями. Площадь территории региона составляет 3 083,5 тыс. кв. км. Экономика республики в основном держится на добыче твердых полезных ископаемых (нефть, уголь, природный газ, алмаз).

Численность занятых. Показатели численности занятых по Республике Саха (Якутия) с 2000 по 2020 годы взяты с сайта [4]. Для данного временного ряда проведен расчет методом наименьших квадратов с помощью пакета Gretl, результаты расчета представлены на рис. 1. Уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$Y = 441,737 + 1,23829 \cdot X.$$

Анализ точности показывает R^2 , который равен 0,551942, что является приемлемой точностью модели. Адекватность модели проверяется по критерию Фишера и наблюдаемое значение критерия равно $F(1, 19) = 23,40524$, его вероятность значимости $p = 0,000114$, который меньше, чем заданный уровень значимости $\alpha = 0,025$, что подтверждает адекватность модели.

Получены прогнозные значения численности занятых на 2021 год – 468,979 тыс.чел., на 2022 год – 470,217 тыс.чел., наблюдаемые и расчетные значения представлены на рис. 2.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ВЕКТОР ЭКОНОМИКИ»

Модель 3: МНК, использованы наблюдения 2000–2020 (T = 21)
Зависимая переменная: Numberofemployees

	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение	
const	441,737	3,21391	137,4	5,98e-030	***
time	1,23829	0,255955	4,838	0,0001	***
Среднее завис. перемен	455,3579	Ст. откл. завис. перемен	10,34200		
Сумма кв. остатков	958,4577	Ст. ошибка модели	7,102475		
R-квадрат	0,551942	Исправ. R-квадрат	0,528360		
F(1, 19)	23,40524	P-значение (F)	0,000114		
Лог. правдоподобие	-69,91614	Крит. Акаике	143,8323		
Крит. Шварца	145,9213	Крит. Хеннана-Куинна	144,2857		
параметр rho	0,244414	Стат. Дарбина-Уотсона	1,339154		

обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

Для 95% доверительных интервалов, $t(19, 0,025) = 2,093$

	Numberofemployeesпрогнозирование	Ст. ошибка	95% доверительный интервал	
2000	430,610	442,975	7,7070	426,844 - 459,106
2001	434,356	444,213	7,6259	428,252 - 460,174
2002	457,809	445,452	7,5525	429,644 - 461,259
2003	451,595	446,690	7,4872	431,019 - 462,361
2004	449,336	447,928	7,4301	432,377 - 463,479
2005	441,160	449,166	7,3814	433,717 - 464,616
2006	451,427	450,405	7,3414	435,039 - 465,770
2007	459,425	451,643	7,3101	436,343 - 466,943
2008	460,713	452,881	7,2876	437,628 - 468,134
2009	460,118	454,120	7,2741	438,895 - 469,344
2010	449,931	455,358	7,2696	440,142 - 470,573
2011	447,886	456,596	7,2741	441,371 - 471,821
2012	460,329	457,834	7,2876	442,581 - 473,088
2013	467,126	459,073	7,3101	443,773 - 474,373
2014	465,609	460,311	7,3414	444,945 - 475,677
2015	464,524	461,549	7,3814	446,100 - 476,999
2016	454,641	462,788	7,4301	447,236 - 478,339
2017	462,320	464,026	7,4872	448,355 - 479,697
2018	464,600	465,264	7,5525	449,457 - 481,072
2019	466,100	466,502	7,6259	450,541 - 482,464
2020	462,900	467,741	7,7070	451,610 - 483,872
2021		468,979	7,7958	452,662 - 485,296
2022		470,217	7,8918	453,699 - 486,735

Рис. 1 – Результаты расчетов численности занятых по РС(Я)
на программе Gretl

Источник: составлено автором на основе данных сайта статистики республики Саха(Якутия) [4]

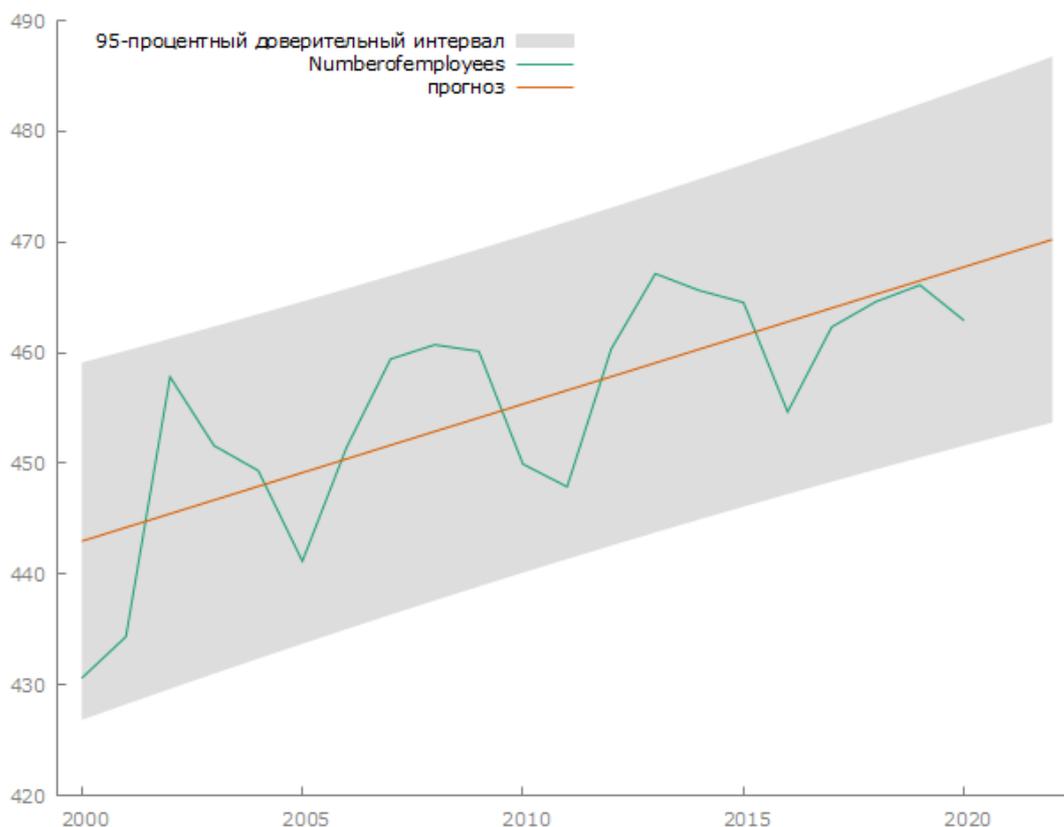


Рис. 2 – График наблюдаемых и расчетных значений численности занятых с 2000 - 2022 гг.

Источник: составлено автором на основе данных сайта статистики республики Саха(Якутия) [4]

Заработная плата. Рассматривается временной ряд из статистических данных по заработной плате в Республике Саха (Якутия) с 2013 по 2021 годы [4]. Результаты расчета представлены на рис. 3. Методом наименьших квадратов найдено уравнение линейной регрессии

$$Y = 40736,0 + 3812,34 \cdot X.$$

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,814856$, что свидетельствует о высокой степени соответствия построенной модели к исходным данным. Значение критерия Фишера $F(1, 7) = 30,80838$, его вероятность значимости $p = 0,000859 < 0,025 = \alpha$, что подтверждает адекватность модели. Получены следующие прогнозы заработной платы: на 2022 г. – 78859,42 руб.; на 2023 г. - 87671,72 руб. График результатов расчетов представлен на рис. 4.

Модель 2: МНК, использованы наблюдения 2013–2021 (T = 9)

Зависимая переменная: Salary

	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение	
const	40736,0	3865,08	10,54	1,51e-05	***
time	3812,34	686,843	5,551	0,0009	***
Среднее завис. перемен	59797,67	Ст. откл. завис. перемен	11565,97		
Сумма кв. остатков	1,98e+08	Ст. ошибка модели	5320,261		
R-квадрат	0,814856	Исправ. R-квадрат	0,788407		
F(1, 7)	30,80838	F-значение (F)	0,000859		
Лог. правдоподобие	-88,85303	Крит. Акаике	181,7061		
Крит. Шварца	182,1005	Крит. Хеннана-Куинна	180,8548		
параметр rho	0,434372	Стат. Дарбина-Уотсона	1,101158		

обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

Для 95% доверительных интервалов, $t(7, 0,025) = 2,365$

	Salaryпрогнозирование		Ст. ошибка	95% доверительный интервал	
2013	46222,0	44548,3	6244,86	29781,6 -	59315,0
2014	50794,2	48360,6	5974,61	34232,9 -	62488,4
2015	54150,4	52173,0	5773,84	38520,0 -	65825,9
2016	58474,1	55985,3	5649,95	42625,3 -	69345,3
2017	51825,9	59797,7	5608,05	46536,7 -	73058,6
2018	57252,2	63610,0	5649,95	50250,0 -	76970,0
2019	62802,1	67422,3	5773,84	53769,4 -	81075,3
2020	76702,6	71234,7	5974,61	57107,0 -	85362,4
2021	79955,4	75047,0	6244,86	60280,3 -	89813,8
2022		78859,4	6576,02	63309,6 -	94409,2
2023		82671,7	6959,40	66215,3 -	99128,1

Статистика для оценки прогноза использовано наблюдений - 9

Средняя ошибка (ME)	1,2127e-011
Корень из средней квадратичной ошибки (RMSE)	4692
Средняя абсолютная ошибка (MAE)	4211,1
Средняя процентная ошибка (MPE)	-0,47288
Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE)	7,0479
U-статистика Тейла (Theil's U)	0,74607
Пропорция смещения, UM	0
Пропорция регрессии, UR	0
Пропорция возмущений, UD	1

Рис. 3 – Результаты расчетов заработной платы по РС(Я)
на программе Gretl

Источник: составлено автором на основе данных сайта статистики республики Саха(Якутия) [4]

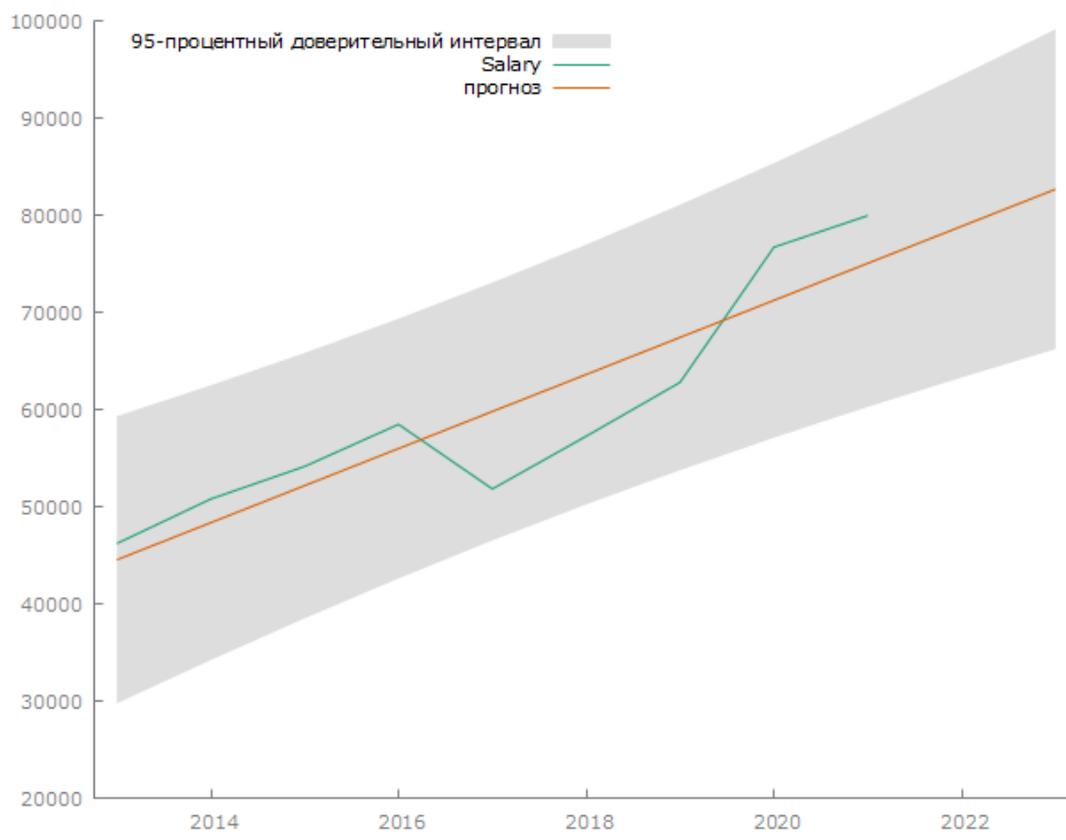


Рис. 4 – График наблюдаемых и расчетных значений заработной платы с 2013 - 2023 гг.

Источник: составлено автором на основе данных сайта статистики республики Саха(Якутия) [4].

Таким образом, при прогнозировании методом экстраполяции принимается допущение, что динамика ситуации в прошлом будет иметь место и в будущем. Поэтому приемлемо применение данного метода при краткосрочном прогнозировании. В работе методом наименьших квадратов построены адекватные математические модели для численности занятых и заработной платы по Республике Саха(Якутия). Получены прогнозные значения на 2 года вперед. На основе прогнозов можно принять программы развития

социально-экономического положения республики, выявлять и устранять проблемы в данном направлении.

Библиографический список:

1. Громова Н. М. Основы экономического прогнозирования: учебное пособие / Н. М. Громова, Н. И. Громова ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого", Старорусский политехнический колледж (фил.), Акад. Естествознания. – М.: Акад. Естествознания, 2007. - 112 с.
2. Антохонова И.В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов: учебное пособие для вузов / И.В. Антохонова.— 2-е изд., испр. и доп. –М.: Издательство Юрайт, 2019.— 213с.
3. Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library / gretl. -2021. [Электронный ресурс]. - Режим доступа – URL: <http://gretl.sourceforge.net> (Дата обращения 24.11.2021)
4. <https://sakha.gks.ru/ofstatistics>

Оригинальность 92%